

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

~~BIBLIOTEKA GŁÓWNA~~



27
~~15199~~

L. inw.

BIBLIOTHEK
Kgl. Hochsch. Breslau
Sig. J 104

BIBLIOTHEK
der
Kgl. Hochsch. Breslau
J. A. C. 43
E.C.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298645

W 1/2

HANDBUCH
der
INGENIEURWISSENSCHAFTEN
in vier Bänden.

Vierter Band:
Die Baumaschinen.

Unter Mitwirkung von

L. Franzius

herausgegeben

von

F. Lincke.

Zweite Abteilung.

Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann
1885.

15199

HANDBUCH

INGENIEURWISSENSCHAFTEN

in vier Bänden.



Die Bände

1. Band

2. Band

3. Band

4. Band

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1881

*Zum Verkauf des Bibliotheks
wurde C. F. Franzius
95.*



Die
BAUMASCHINEN.

*Mergle
Brem. Polytechn.
1872. 86.*

Handbuch der Ingenieurwissenschaften IV. Band. *mit*

Zweite Abteilung:

Hilfsanlagen für den Materialtransport und die Errichtung von Hochbauten. ✓ Apparate und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern. ✓ Gesteinsbohrmaschinen. ✓ Abbohren von Schächten. ✓ Schrä- und Schlitzmaschinen, Tunnelbohrmaschinen.

Bearbeitet von

Dr. Pröll u. Scharowsky, L. von Willmann, G. Köhler, W. Schulz,
Dr. Ph. Forchheimer.

Unter Mitwirkung von

L. Franzius,

Oberbaudirektor in Bremen,

herausgegeben von

F. Lincke,

Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

L. Franzius

Mit 183 Holzschnitten,
vollständigem Sachregister und 23 lithographirten Tafeln.



Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1885.



III - 306 600

Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~III 15199~~

Akc. Nr.

~~764/50~~

BPK-B-381/2017

Handbuch der Baumaschinen.

Uebersicht des Inhalts der drei Abteilungen.

Erste Abteilung.

Einleitung. Von F. LINCKE, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

- I. Kraftmaschinen.** Von F. LINCKE und E. BRAUER, Professoren an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- II. Triebwerke.** Von H. SCHELLHAAS, Maschinen-Ingenieur in Northwich, und A. KREBS, Maschinen-Ingenieur in Wiesbaden.
- III. Wasserhebemaschinen.** Von FR. NEUKIRCH, Zivil-Ingenieur in Bremen.
- IV. Baggermaschinen.** Von H. BÜCKING, Bau-Inspektor in Bremen.
- V. Rammen und zugehörige Hilfsmaschinen.** Von R. GRAEPEL, Bau-Ingenieur in Bremen, unter Mitwirkung von E. BÖTTCHER, Bau-Inspektor in Bremen.

Zweite Abteilung.

- VI. Hilfsanlagen für den Materialtransport und die Errichtung von Hochbauten.** Von DR. PRÖLL und SCHAROWSKY, Zivil-Ingenieure in Dresden und Berlin, unter Mitwirkung von L. VON WILLMANN, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- VII. Apparate und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern.** Von Bergrat G. KÖHLER, Dozent an der Königl. Bergakademie in Clausthal.
- VIII. Gesteinsbohrmaschinen.** Von W. SCHULZ, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.
- IX. Abbohren von Schächten.** Von W. SCHULZ, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.
- X. Schräg- und Schlitzmaschinen. Tunnelbohrmaschinen.** Von DR. PH. FORCHHEIMER, Dozent an der Technischen Hochschule zu Aachen.

Dritte Abteilung.

- XI. Gewinnung, Zerteilung und Bearbeitung von Bausteinen.** Von F. POLAK, Technolog in Prag.
- XII. Pneumatische Apparate zu Fundirungen. Tauchen. Hebungsarbeiten unter Wasser.** Von L. FRANZIUS, Oberbaudirektor in Bremen.
- XIII. Hebemaschinen.** Von F. LINCKE, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- XIV. Maschinelle Hilfsmittel für Brückenbauten.** Von L. VON WILLMANN, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- XV. Verschiedene Hilfsmaschinen.** Von ED. SONNE, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- XVI. Ventilation von Tunnelbauten.** Von DR. PH. FORCHHEIMER, Dozent an der Technischen Hochschule zu Aachen, unter Mitwirkung von W. SCHULZ, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.
- XVII. Beleuchtung von Baustellen.** (Mit Ausschluß der elektrischen Beleuchtung.) Von C. KOHN, Gasdirektor in Frankfurt a. M.
- XVIII. Verwendung der Elektrizität für Bauzwecke.** Von DR. O. FRÖLICH und Ingenieur E. RICHTER in Berlin.

Inhalts-Verzeichnis.

VI. Kapitel.

Hilfsanlagen für den Materialtransport und die Errichtung von Hochbauten.

Bearbeitet von Dr. Prüll und Scharowsky, Zivilingenieure in Dresden und Berlin, unter Mitwirkung von L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

(Hierzu Tafel I—VII und 35 Holzschnitte.)

A. Bauplätze und Hilfsmittel für den Transport von Baumaterialien.

		Seite
§ 1.	Einleitung	1
§ 2.	Lager- und Arbeitsplätze	2
§ 3.	Bauhütten	3
§ 4.	Arbeitsschuppen und Magazine	3
§ 5.	Ueberdeckte Lagerplätze	4
§ 6.	Die Transportwege	5
§ 7.	Seilbahnen	7

B. Rüstungen.

§ 8.	Rüstungen im allgemeinen	9
§ 9.	Gerüstelemente und deren Verbindungen	10
	Verbindung mittels Klammern und Nägeln. S. 11. — Gerüsthaken von Krüchel. S. 11. — Gerüstverbindung mittels Bügeln. S. 11. — Gerüstverbindung von Bouillant. S. 11. — Gerüsthalter von L. Schoper. S. 12. — Bangerüsthalter von Biringer & Peschke. S. 12.	
§ 10.	Feste Reparaturgerüste	12
	Maler- und Abputzgerüste. S. 12. — Wiener Leitergerüste, S. 12. — Reparaturgerüste zum Umbau des Louvre in Paris. S. 13. — Bock- und Hängegerüste. S. 13. — Stützgerüste. S. 13.	
§ 11.	Feste Bangerüste	14
	Gerüste in Ostpreußen, Dresden, Bremen. S. 14. — Gerüst der Königl. Nationalgalerie in Berlin. S. 14.	
§ 12.	Bewegliche Reparaturgerüste	15
	Seil- und Hängegerüste. Schwebende Anstreichergerüste in Paris. S. 15. — Reparaturleiter für freitragende Dächer. S. 15.	
	Verset- und verschiebbare Gerüste (Rollgerüste). Leitergerüst von Dubbin. S. 16. — Rollgerüst mit beweglicher Plattform. S. 16. — Verschiebbares Reparaturgerüst in Kopenhagen. S. 16. — Drehbares Rollgerüst von Carlo Frattini. S. 17.	
§ 13.	Bewegliche Bangerüste	17
	Anwendung verstellbarer Böcke. S. 17. — Versetzbares Hängegerüst am Dom zu Hildesheim. S. 18.	
§ 14.	Eiserne Rüstungen	18

	Seite
§ 26. Hölzerne Gestänge	77
§ 27. Verbindung der Holzstangen	79
§ 28. Untergestänge	80
§ 29. Zwischenstücke. Allgemeines	80
§ 30. Wechselschere oder Rutschschere von v. Oeynhausen	80
§ 31. Rutschschere von Kind	81
§ 32. Kind'scher Freifallapparat	81
§ 33. Mängel des Kind'schen Freifallapparates und Abänderungen desselben	83
§ 34. Freifallinstrument von Schubarth und Humboldt	83
§ 35. Freifallapparat von Greiffenhagen	84
§ 36. Freifallapparat von Fabian	85
§ 37. Modifizierte Fabian'sche Abfallstücke	86
§ 38. Zobel'scher Freifallapparat	86
c. Kopfstücke und Schlagvorrichtung.	
§ 39. Kopfstücke	88
§ 40. Bohrschwengel und Bohrdocke	89
§ 41. Bewegung des Bohrschwengels	90
d. Aufholen und Einlassen des Gestänges. Löffeln. Hilfsgeräte.	
§ 42. Treibvorrichtung	90
§ 43. Treibmaschinen	90
§ 44. Treibseil	92
§ 45. Vorrichtungen zum Greifen der Stangen	92
§ 46. Seilscheiben	92
§ 47. Rechen zum Aufhängen der Stangen	93
§ 48. Bohrturm	93
§ 49. Bohrduckel und Bohrtäucher	94
§ 50. Hilfsgezähe. (Abfangegabel. Bohrbündel.)	94
§ 51. Das Löffelseil	95
§ 52. Gelenkverbindung für Bohrgestänge	95
e. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung.	
§ 53. Arten der Störungen und deren Ursachen	96
§ 54. Verklemmungen	96
§ 55. Brüche und Fanggestänge	96
§ 56. Fanginstrumente	97
α . Zum Fangen unter einem Bunde. 1. Der Glückshaken, S. 97. — 2. Der Geißfuß, S. 97. — 3. Die Kluppe, S. 97. — 4. Fangfeder, S. 97. — 5. Klappenbüchse, S. 97. — 6. Der Krätzer, S. 97.	
β . Zum Fassen einer Stange ohne Bund. 1. Fallfangschere, S. 98. — 2. Schraubentute S. 98.	
γ . Fangapparate für andere Zwecke. 1. Der Löffelhaken, S. 98. — 2. Die Spinne (Spinnenbüchse), S. 98. — 3. Zobel'scher Eisenfänger, S. 98. — 4. Abdruckbüchse, S. 99.	
f. Verkleidung der Bohrlochwände.	
§ 57. Zweck der Verrohrung	99
§ 58. Beseitigung des Nachfalls	99
§ 59. Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten oder Beton	100
§ 60. Absperrungsröhren	101
§ 61. Vernieten der Röhren	101
§ 62. Einhängen der Röhren	102
§ 63. Erweiterungsbohrer	102
§ 64. Vereinigte Vor- und Nachbohrer	103
§ 65. Isolierungsröhren	103
§ 66. Das Herausziehen einer Verrohrung	104
§ 67. Das Zerschneiden der Röhren	105
Litteratur	106

D. Stoßendes Bohren mit Seil.

a. Aeltere Methode des Seilbohrens.

§ 68.	Chinesische Bohrmethode und Allgemeines über Seilbohren	106
-------	---	-----

b. Neuere Methoden des Seilbohrens.

§ 69.	Seilbohrapparat von Gaiski	107
§ 70.	Freifallbohrer von H. Sonntag	107
§ 71.	Freifallapparat von Hochstrate	108
§ 72.	Maschinelles Seilbohren mit Kolb'schem Bremswirbel	108
§ 73.	Der Apparat von Kleritj	109
§ 74.	Freifallapparat von v. Sparre	110
§ 75.	Freifallapparat von Fauck	111
§ 76.	Amerikanisches Seilbohren	111
§ 77.	Das Seilbohren von Mather u. Platt in Salford bei Manchester	113
	Litteratur	115

E. Bohrverfahren mit Wasserspülung.

a. Aeltere Methoden.

§ 78.	Allgemeines	115
§ 79.	Verfahren von Fauvelle und von van Eicken	116
§ 80.	Die bohrende Pumpe	116

b. Neuere Methoden.

§ 81.	Allgemeines über Diamantbohren	116
§ 82.	Apparate	118
§ 83.	Verrohrung	118
§ 84.	Die Diamantbohranlage in Rheinfelden	118
§ 85.	Ausführung der Bohrarbeit	119
§ 86.	Das Bohrgestänge	119
§ 87.	Die Einrichtung in Rheinfelden	119
§ 88.	Drehen des Bohrgestänges	119
§ 89.	Einführung des Spülwassers in das Gestänge	120
§ 90.	Gewichtsausgleichung	120
§ 91.	Vorrichtung zum Heben und Senken des Bohrapparates	121
§ 92.	Fangwerkzeuge	122
§ 93.	Abreißen des Kerns	122
§ 94.	Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge	122
§ 95.	Die American-Diamond-Rock-Boring-Company in New-York	123
§ 96.	Dänisches Bohrverfahren	124
§ 97.	Das Bohrverfahren von Fauck	126
§ 98.	Das System Przibilla	126
§ 99.	Bohrverfahren von Zobel und Köbrich	127
§ 100.	Noth'sches Verfahren	129
§ 101.	Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktiengesellschaft „Humboldt“ in Kalk bei Deutz a. Rh.	130
§ 102.	Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina	131
	Litteratur	132

F. Gewinnung von Wasser und Untersuchung des Baugrundes mit Bohrlöchern von geringem Durchmesser.

§ 103.	Artesische Brunnen	132
§ 104.	Hand-Tiefbohr-Apparat	132
§ 105.	Röhrenbrunnen oder Rammumpen	134
§ 106.	Bohrpumpe von Donnadiu	135
§ 107.	Leistung größerer Röhrenbrunnen	136
	Litteratur	136

G. Allgemeines über Tiefbohrbetrieb.		Seite
§ 108.	Buchführung und Bohrproben	136
§ 109.	Leistungen und Kosten	137
§ 110.	Zeitaufwand beim Einlassen und Aufholen der Gestänge	138
H. Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke.		
§ 111.	Allgemeines	138
§ 112.	Stoßend wirkende Apparate	138
§ 113.	Drehend wirkende Apparate	139
	Litteratur	139
	Deutsche Reichspatente auf Vorrichtungen zum Tiefbohren	140

VIII. Kapitel.

Gesteinsbohrmaschinen.

Bearbeitet von W. Schulz, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu Tafel XIII—XVI und 48 Holzschnitte.)

Einleitung.

§ 1.	Geschichtliche Entwicklung	141
§ 2.	Systematische Darstellung der Wirkungsweise der Werkzeuge in Gebirgsarten von verschiedener Festigkeit	144
§ 3.	Die Angriffsformen und Arbeitsmethoden im Gestein	147

Erster Teil.

Das stoßende Bohren.

A. Das Handbohren.

§ 1.	Bohren mit zwei Werkzeugen	149
§ 2.	Einmännisches Bohren. Handhabung des Bohrgezähes	149
§ 3.	Wirkungsweise des Bohrers	149
§ 4.	Theoretische Arbeit der Schneide	150
§ 5.	Totales praktisches Güteverhältnis der Bohrarbeit	151
§ 6.	Die vom Arbeiter beim Bohren entwickelte und die auf den Bohrkopf übertragene mechanische Arbeit	152
§ 7.	Totales theoretisches Güteverhältnis der Bohrarbeit	153
§ 8.	Die Geschwindigkeit c des Fäustels beim Aufschlagen	153
§ 9.	Werte der Arbeitsleistungen L , L_1 und L_2 , der Güteverhältnisse e_1 , e_2 und e_3 und des totalen theoretischen Güteverhältnisses e	154
§ 10.	Werte für das totale praktische Güteverhältnis	155
§ 11.	Unbestimmte Arbeitsverluste	156
§ 12.	Einfluß von Material und Gewicht des Bohrgezähes auf die Güteverhältnisse der Bohrarbeit	156
§ 13.	Mehrmännisches Bohren	157
§ 14.	Vergleich des zweimännischen Bohrens mit dem einmännischen Bohren	157
§ 15.	Bohren mit einem Werkzeuge	160
§ 16.	Das Material des Bohrgezähes	161
§ 17.	Dimensionen der Bohrer	162
§ 18.	Praktische Dimensionen der Bohrstangen für ein- und zweimännische Bohrer	162
§ 19.	Dimensionen und Gewichte der Fäustel	163
§ 20.	Formen der Bohrköpfe	164
§ 21.	Das Herausschaffen des Bohrmehls	168
§ 22.	Bohrwasser	168
§ 23.	Beschaffenheit der Bohrlöcher	168

	Seite
§ 24. Erweiterung der Bohrlöcher:	
a. Chemische Mittel	169
b. Mechanische Mittel (Erweiterungsbohrer)	169
c. Sprengstoffe als Mittel zur Erweiterung	171
§ 25. Praktische Maßeinheit für die Nutzleistung	171
§ 26. Vorausberechnung des Arbeitseffektes	175

B. Das Maschinenbohren.

§ 27. Maschinensysteme	175
Indirekt wirkende Bohrmaschinen	175
§ 28. Die Hammermaschinen	175
Direkt wirkende Bohrmaschinen	176

Maschinen mit Elementarbetrieb (Kolbenmaschinen).

§ 29. Allgemeines	176
§ 30. Entwicklungsstufen der Stoßbohrmaschinen.	176
§ 31. Die Verhältnisse der Kolbenbewegung	179
§ 32. Größe der Antriebskraft	179
§ 33. Größe der stoßenden Masse	181
§ 34. Die Schlagkraft	181
§ 35. Arbeit des Kolbenrückganges	182
§ 36. Die Zahl der Schläge	182
§ 37. Widerstände bei der Kolbenbewegung	182
§ 38. Der Hub des Kolbens	183
§ 39. Theoretische Arbeit der Kolbenbewegung.	183
§ 40. Das Umsetzen des Bohrers	184
§ 41. Das Vorrücken des Bohrers	185
§ 42. Die motorische Flüssigkeit und deren Leitung durch die Bohrmaschine	186
§ 43. Einteilung der Stoßbohrmaschinen	187

I. Maschinen, in denen die Betriebsluft nur den Arbeitskolben hin und her bewegt.

§ 44. Allgemeine Forderungen	187
--	-----

Die Steuerung der Maschinen der I. Klasse.

§ 45. Planschiebersteuerungen mit Hebelmechanismus (Maschinen von Sachs, Burleigh, Meyer, Cranston, Geach, von Brydon, Davidson u. Warrington (Power-Jumper), Rand u. a.)	188
§ 46. Steuerung mit oscillirendem Schieber. (Maschine von Mac-Kean u. Séguin.)	190

Die Umsetzung bei den Bohrmaschinen der I. Klasse.

a. Automatische Umsetzung.

α. Schaltwerke mit Drallzügen, deren Wirkung auf der Reibung zwischen Arbeitskolben und Cylinder beruht	191
§ 47. Die Drallzüge befinden sich auf einem Dorne. (Meyer'sche Maschine.)	191
§ 48. Die Drallzüge befinden sich in der Kolbenstange. (Maschinen von Geach und von Mac-Kean u. Séguin.)	191
β. Die Wirkung des Schaltwerkes ist unabhängig von der Reibung zwischen Kolben und Cylinderwandung	192
§ 49. Schaltwerk der Gesteinsbohrmaschine „Power-Jumper“	192
γ. Schaltung mit Schubklinken	192
§ 50. Maschine von Sachs	192

b. Umsetzen von Hand.

§ 51. Cranston'sche Maschine	193
--	-----

Der Vorschub und Rückgang der Maschinen der I. Klasse.

§ 52. Allgemeines	193
-----------------------------	-----

	Seite
a. Automatischer Vorschub.	
§ 53. Die Vorschubspindel ist fest. (Maschinen von Meyer und Sachs.)	194
§ 54. Die Vorschubspindel wird gedreht. (Maschine von Mac-Kean u. Séguin.)	195
b. Vorschub von Hand.	
§ 55. Die Vorschubspindel ist fest. (Bohrmaschine „Power-Jumper“.)	196
§ 56. Die Vorschubspindel wird gedreht. (Maschinen von Geach und Cranston.)	196
<i>II. Maschinen, bei denen die motorische Luft außer der Bewegung des Kolbens noch andere Arbeiten verrichtet.</i>	
§ 57. Einleitung.	196
Die Steuerungen der Maschinen der II. Klasse.	
§ 58. Steuerung durch die lebendige Kraft des Kolbens. (Ferroux III.)	197
Steuerungen mittels der motorischen Luft.	
a. Steuerungen mit besonderem Verteilungsschieber.	
§ 59. Anwendung einer Hilfsmaschine für die Umsteuerung. (Sommeiller. Ferroux I.)	197
§ 60. Der Verteilungsschieber wird direkt durch die motorische Luft bewegt.	197
§ 61. Die Betriebsluft zum Umsteuern wird aus dem Schlagcylinder entnommen.	198
1. Nur die beiden äußeren Flächen des Steuerkolbens kommen abwechselnd unter Druck und werden entlastet. (Schram, Broßmann.) S. 198. — 2. Maschinen, bei denen auch die inneren (kleineren) Flächen des Steuerkolbens abwechselnd unter Druck kommen und entlastet werden. (Frölich, Jäger.) S. 198.	
§ 62. Die motorische Luft zum Umsteuern wird aus dem Schieberkasten entnommen	200
1. Die Ingangsetzung des Steuermechanismus ist vom Vor- und Rückgange des Arbeitskolbens abhängig. (Maschine „Eclipse“.) S. 200. — 2. Die Ingangsetzung des Steuermechanismus ist nur vom Rückgang des Arbeitskolbens abhängig. (Dubois u. François. Guénez.) S. 200.	
b. Maschinen ohne besonderen Steuerungsschieber.	
§ 63. Der Arbeitskolben dient als Steuerungsschieber. (Neill. Reynold. Darlington-Blanzey.)	202
Die Umsetzung bei den Bohrmaschinen der II. Klasse.	
a. Die Betriebsluft wird zum Umsetzen benutzt.	
§ 64. Umsetzen durch Schaltwerk mit Drallzügen. (Reynold. Schram. Frölich.)	203
§ 65. Schaltwerke mit Schubklinken. (Dubois u. François.)	204
b. Umsetzung ohne direkte Mitwirkung der Betriebsluft.	
§ 66. Schaltwerke mit Drallzügen	205
α. Die Wirksamkeit des Schaltwerkes beruht auf der Reibung zwischen Arbeitskolben und Cylinderwandung.	
1. Schaltwerke ohne Dorn. (Ferroux. Guénez.)	
2. Schaltungen mit Dorn. (Darlington. Eclipse. Jäger.)	
β. Die Wirksamkeit des Schaltwerkes ist von der Kolbenreibung unabhängig. (Broßmann.)	
§ 67. Schaltwerke mit Schubklinken. (Darlington-Blanzey.)	206
Vorschub der Maschinen der II. Klasse.	
§ 68. Die direkte Benutzung der Betriebsluft. (Ferroux. Monte Cenere.)	207
§ 69. Die Betriebsluft wirkt indirekt auf den Vorschubmechanismus	209
1. Die Bewegungsübertragung geschieht mittels einer kleinen Hilfsmaschine. (Sommeiller.) S. 209. — 2. Bewegungsübertragung mittels Schaltkolben. (Jäger. Frölich.) S. 209.	
§ 70. Der automatische Vorschub wird nicht durch die Betriebsluft bewirkt. (Eclipse.)	210
§ 71. Vorschub von Hand	211

§ 72. Totales theoretisches Güteverhältnis e der maschinellen Bohrarbeit	211
1. Der Wirkungsgrad e_2 der Uebertragung	
2. Wirkungsgrad e_3 der Arbeit des Bohrkopfes	
§ 73. Totales praktisches Güteverhältnis e_p des Maschinenbohrens	212

	Seite
1. Wirkungsgrad ε_a der Arbeitsmaschine	212
2. Wirkungsgrad ε_o der Betriebsluft	213
§ 74. Beispiel für eine Schram'sche Maschine, Modell I.	213
§ 75. Güteverhältnis der Bohrmaschinen als Kraftmaschinen	214
§ 76. Werte für die Koeffizienten ζ , η und μ	215
§ 77. Beispiele	215
§ 78. Art der Betriebskraft	215
§ 79. Vorteilhafte Luft- oder Dampfspannung	216
§ 80. Verbrauch an Betriebsluft oder Dampf	216
§ 81. Beispiel	218
§ 82. Konstruktionsmaterialien der Bohrmaschinen	218
§ 83. Sicherheitsvorrichtungen gegen das Zertrümmern der Cylinderdeckel und Kolben	218
§ 84. Verbindung der Bohrer mit der Kolbenstange	219
a. Direkte Verbindung ohne Schrauben oder Keile	219
b. Verbindung mit Schrauben oder Keilen	220
c. Verbindung durch Zwischenstücke	221
§ 85. Die Bohrer.	222
Form der Bohrköpfe	222
Die Länge (Breite) der Schneide	223
Der Bohrschaft	224
Material der Bohrer	224
Länge der Bohrer	224
Gewicht der Bohrer	225
Prüfung der Bohrer	225
Bohrmaschinengestelle.	
§ 86. Uebersicht	226
§ 87. Gestelle mit geringer Beweglichkeit der Bohrmaschinen. (Ferroux. Dubois u. François.)	227
§ 88. Anwendungsbeispiele	230
§ 89. Gestelle mit beliebiger Beweglichkeit der Bohrmaschinen	230
§ 90. Standfeste Gestelle	230
a. Gestelle für mehr als eine Maschine. (Burleigh.)	231
b. Gestelle für nur eine Maschine. (Frölich. Rand. Wood).	231
§ 91. Gestelle mit Abspreizung durch Schrauben	232
a. Die Feststellung kann sowohl horizontal als vertikal geschehen	232
b. Das Gestell kann nur zwischen First und Sohle verspreizt werden	232
α . Säulengestelle:	
Gestelle mit nur einer Säule. (Neuerburg.)	232
Gestelle mit zwei Säulen. (Schram.)	233
β . Die Bohrmaschinen werden von horizontalen Axen getragen. (Geach.)	234
§ 92. Gestelle mit Abspreizung durch hydraulischen Druck. (Frölich.)	234

§ 93. Einrichtungen zum Entfernen des Bohrmehls	235

§ 94. Durch Elektrizität betriebene Stoßbohrmaschinen.	237
Stoßend wirkende Handbohrmaschinen.	
§ 95. Praktische Erfordernisse	238
§ 96. Jordan's pneumatische Handbohrmaschine	239
§ 97. Wirkungsgrad pneumatischer Handbohrmaschinen	240
§ 98. Handbohrmaschinen mit Federspannung	241
Tabelle der Leistungen mit Handbohrmaschinen	242
§ 99. Gestelle	242
§ 100. Verschiedene Handbohrmaschinen mit Hilfsvorrichtungen. (Newton. Gowan. Könyves-Tóth.)	242

Zweiter Teil.

Das Drehbohren.

Einleitung.

	Seite
§ 101. Geschichtlicher Rückblick	244
§ 102. Die modernen Diamantbohrmaschinen	244
§ 103. Die keilend wirkenden Drehbohrmaschinen	245
§ 104. Vorteile des Drehbohrens	247
§ 105. Arbeitsaufwand beim Drehbohren	247

A. Das drehende Handbohren.

§ 106. Schlangenbohrer	250
§ 107. Schappenbohrer	250
§ 108. Leierbohrer	251

B. Drehbohrmaschinen.

Keilend wirkende Drehbohrmaschinen.

Die Brandt'sche hydraulische Drehbohrmaschine.

§ 109. Die Arbeitsmaschine	251
§ 110. Die Kraftmaschine	252
§ 111. Das Gestell	254
§ 112. Die Bohrkronen	255
§ 113. Das Bohrgestänge. Befestigung der Bohrkrone am Gestänge	257
§ 114. Hilfsvorrichtungen. (Der Ventilkopf. Das Kettenrohr.)	258
§ 115. Arbeitsgröße und Wirkungsgrad	259
Der Arbeitsverbrauch der Brandt'schen Maschine	259
Am Bohrer disponible Arbeit L_2	260
Wirkungsgrad der Brandt'schen Maschine	260
Nützliche Bohrarbeit	261
§ 116. Kräfte an der Bohrkrone	261
Größe der in den Schneiden der Bohrkrone zum Abscheren des Gesteines vorhandenen Kraft	261
Druck für den Vorschub des Bohrers	262

Die Jarolimek'sche Drehbohrmaschine.

§ 117. Die Arbeitsmaschine	262
§ 118. Die Kraftmaschine	264
§ 119. Das Gestell.	264
§ 120. Die Bohrkronen und das Gestänge	265
§ 121. Arbeitsverbrauch L der Jarolimek'schen Bohrmaschine. Wirkungsgrad	265
§ 122. Leistungen. Verbrauch an Spülwasser	265

Maschinen, mit denen bei größerer Umdrehungszahl des Bohrers (100 und mehr pro Minute) nur in mildem und gebrächem Gebirge gearbeitet werden kann.

§ 123. Drehbohrmaschine von Trautz	266
--	-----

Keilend wirkende Handbohrmaschinen.

§ 124. Die Bohrer	267
§ 125. Die Maschinen im allgemeinen	267

I. Gruppe. Der Vorschub hängt von der Umdrehungszahl des Bohrers ab.

§ 126. Handbohrmaschine von Lisbet	268
§ 127. Die Handdrehbohrmaschine von Jarolimek	269
Leistungen an der Kurbel der Maschine	270
Vorteilhafteste Arbeitsweise	271
Arbeitsaufwand L_0 zum wirklichen Zerbohren eines Kubikcentimeters Gestein	271
Leistungen in Gesteinen verschiedener Festigkeit.	271
§ 128. Die Taverdon'sche Handbohrmaschine	271

	Seite
II. Gruppe. Der Vorschub hängt von dem Widerstande des Gesteines ab.	
§ 129. Einrichtung dieser Maschinen im allgemeinen	272
§ 130. Maschinen, bei denen der Mitnehmer auf die Schraubenspindel wirkt. (v. Balzberg.)	272
§ 131. Der Mitnehmer wirkt auf die Mutter. (Staněk u. Reska.)	273
§ 132. Anwendbarkeit der keilend wirkenden Handdrehbohrmaschinen	274
Schabend wirkende Drehbohrmaschinen (Diamantbohrmaschinen).	
§ 133. Die Bohrkronen	275
§ 134. Vorteil des Kernbohrrens	276
§ 135. Dimensionen der Bohrkronen	276
§ 136. Die Diamanten	276
§ 137. Das Einsetzen der Diamanten	277
§ 138. Die Preise der Bohrkronen	278
§ 139. Das Bohrgestänge	278

Die Bohrmaschinen.

a. Maschinen mit hydraulischem Vorschub.

§ 140. Die Taverdon'sche Maschine	279
1. Die Arbeitsmaschine.	279
2. Die Kraftmaschine	280
3. Das Gestell	281
4. Gewichte und Preise der Taverdon'schen Bohrmaschine	281
5. Leistungen	281
§ 141. Bohrmaschine der amerikanischen und pennsylvanischen Diamantbohrgesellschaft .	282
1. Die Arbeitsmaschine.	282
2. Die Kraftmaschine	283
3. Das Gestell	283

b. Diamantbohrmaschine mit Differentialräder-Vorschub.

§ 142. Maschinen der pennsylvanischen Diamantbohrgesellschaft in Potsville	283
1. Die Arbeitsmaschine	283
2. Der Motor	284
3. Das Gestell	284
§ 143. Kraftbedarf der amerikanischen Diamantbohrmaschinen	285
§ 144. Druck auf die Bohrkronen und Umdrehungszahl des Bohrers	285
§ 145. Leistungen.	285

§ 146. Preise der Bohrmaschinen	285
---	-----

Dritter Teil.

Praktische Verwendung der Bohrmaschinen (Ausbruchverfahren).

§ 147. Anwendbarkeit der Bohrmaschinen	287
§ 148. Gewinnung nutzbarer Massen	288
§ 149. Herstellung hohler Räume	288
§ 150. Die Arbeitsmethoden	289

I. Der Betrieb kann unter Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.

a. *Es soll billiger oder doch wenigstens nicht teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.*

§ 151. Reine Maschinenarbeit mit einer oder zwei Maschinen, nur für sehr festes Gebirge geeignet	289
§ 152. Kombinierte Hand- und Maschinenarbeit	290
Tabelle über Beispiele für kombinierte Hand- und Maschinenbohrarbeit.	291

	Seite
<i>b. Es darf teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.</i>	
§ 153. Allgemeines. Forcirtcr Betrieb	292
§ 154. Der Einbruch wird ausgebohrt	292
a. Der Einbruch besteht in einem Loche	292
b. Der Einbruch besteht in einem Schram	293
§ 155. Der Einbruch wird unter Verwendung von Sprengstoff hergestellt	293
a. Es werden ein oder mehrere Einbruchslöcher hergestellt und diese weggesprengt	293
Tabelle über Resultate der Arbeitsmethode mit weiten Löchern und Einbruchs-	
schießen	294
Tabelle über Resultate der Arbeitsmethode mit engen Löchern und Einbruchs-	
schießen	296
b. Methode von Penrice	297
II. Der Betrieb muß ohne Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.	
§ 156. Arbeitsmethode mit der Bosseyeuse	297
§ 157. Anwendung des Levet'schen Keiles	298
§ 158. Der sogenannte Kalkprozeß	298
§ 159. Arbeitsmethoden in Schächten.	299
§ 160. Vorausberechnung des Arbeitseffektes.	299

Litteratur.

Allgemeine Werke	300
Spezielle Veröffentlichungen.	
Das stoßende Bohren: A. Handbohren	301
B. Maschinenbohren.	301
a. Hammermaschinen	301
b. Stoßbohrmaschinen	301
Allgemeines	301
Die einzelnen Maschinen	301
1. Maschinen mit Motoren	301
2. Handbohrmaschinen	305
Das drehende Bohren.	
Allgemeines	306
Die einzelnen Maschinen	306
1. Maschinen mit Motoren	306
2. Handbohrmaschinen.	307
Deutsche Reichspatente auf Gesteinsbohrmaschinen	308

IX. Kapitel.

Das Abbohren von Schächten.

Bearbeitet von W. Schulz, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu Tafel XVII und XVIII und 14 Holzschnitte.)

§ 1. Einleitung	311
§ 2. Geschichtliche Uebersicht	312
A. Abbohren in standhaftem Gebirge.	
§ 3. Methoden	314
I. Verfahren von Kind-Chaudron.	
§ 4. Allgemeines	314
a. Das Vorbohren.	
§ 5. Die Vorbereitungen zum Bohren	314
§ 6. Der eigentliche Bohraparat	315

	Seite
§ 7. Der kleine Bohrer	315
§ 8. Zwischenstücke	316
§ 9. Das Gestänge	316
§ 10. Der Schwengel	316
§ 11. Verbindung des Schwengels mit dem Gestänge	317
§ 12. Bewegung des Schwengels	317
§ 13. Vorrichtungen zum Einlassen und Aufholen des Gestanges.	317
§ 14. Vorrichtungen zum Löffeln	318
§ 15. Apparate zur Beseitigung von Betriebshindernissen	318
§ 16. Das Bohren	318
§ 17. Das Verrohren	320

b. Das Erweitern.

§ 18. Der Erweiterungsbohrer	320
§ 19. Das Löffeln	321
§ 20. Die Arbeit mit dem Erweiterungsbohrer	321
§ 21. Kosten des Abbohrens	322
§ 22. Kosten der maschinellen Einrichtungen	322

c. Das Einhängen der Schachtauskleidung.

§ 23. Die Schachtauskleidung (Cuvelage)	323
§ 24. Wandstärke der Cuvelage	324
§ 25. Der Boden der Cuvelage	324
§ 26. Das Senkzeug	325
§ 27. Das Einsenken der Cuvelage. Methode Chaudron mit Abdichtung durch Moosbüchse	325
§ 28. Methode von Bourg, ohne Gleichgewichtsrohr und ohne Moosbüchse	326
§ 29. Methode von Chavatte, ohne Moosbüchse, aber mit Gleichgewichtsrohr	328
§ 30. Betonirung des Raumes zwischen Cuvelage und Schachtstößen	328
§ 31. Betonmischungen	329

d. Die Fertigstellung des Schachtes.

§ 32. Das Ausziehen des Wassers	329
§ 33. Fuß der Cuvelage	330
§ 34. Gesamtkosten und Leistungen	330

II. Verfahren von Lippmann.

§ 35. Allgemeines	331
§ 36. Der Bohrer	331
§ 37. Der Freifallapparat	331
§ 38. Der Bohrschwengel	332
§ 39. Der Löffel.	332
§ 40. Das Einlassen der Cuvelage	332
§ 41. Resultate und Kosten	333

B. Abbohren in rolligem Gebirge.

§ 42. Einleitung	333
----------------------------	-----

a. Vorbereitende Arbeiten.

§ 43. Der Vorschacht	334
§ 44. Das Bohrgerüst	335

b. Das Bohren und Senken.

§ 45. Allgemeines	335
-----------------------------	-----

α. Die Senkschächte.

§ 46. Gemauerte Senkschächte	335
§ 47. Senkschächte aus Gußeisen	337
§ 48. Senkschächte aus Eisenblech	338

β. Die Bohrer.		Seite
§ 49.	Sackbohrer	338
§ 50.	Andere Arten von Bohrern und Bagger	340
§ 51.	Das Bohrgestänge	340
§ 52.	Das Aufhängen des Gestänges	341
§ 53.	Das Drehen der Bohrer	341
§ 54.	Die Bohr- und Senkarbeit	342
§ 55.	Belastungs- und Preßvorrichtungen	342
§ 56.	Einsenken mehrerer Schächte	343
c. Die Fertigstellung des Schachtes.		
§ 57.	Abschluß des Senkschachtes in den wassertragenden Schichten	344
§ 58.	Der Fuß des Senkschachtes	345
§ 59.	Beispiele. a. Gemauerte Senkschächte	345
	b. Gußeiserne Senkschächte	346
	c. Gleichzeitige Verwendung gemauerter und gußeiserner Senkschächte	346
§ 60.	Verfahren von Guibal	349
	Litteratur	349
	Deutsche Reichspatente	352

X. Kapitel.

Schräm- und Schlitzmaschinen, Tunnelbohrmaschinen.

Bearbeitet von Dr. Ph. Forchheimer, Dozent an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu Tafel XIX—XXIII und 19 Holzschnitte.)

Erster Teil.

Schräm- und Schlitzmaschinen.

§ 1.	Allgemeines	353
A. Schrämmaschinen mit hauendem Werkzeug.		
§ 2.	Schramhaumaschinen	355
B. Die Schrämmaschinen mit stoßendem Werkzeug.		
§ 3.	Schramhobelmaschinen	357
§ 4.	Schrammeißelmaschinen	359
§ 5.	Tunnelschlitzmaschine von Maus	363
C. Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug.		
§ 6.	Schrämmaschinen mit Schneidscheibe	364
§ 7.	Schrämmaschinen mit Kette ohne Ende	367
§ 8.	Schrämfräsmaschinen	368
D. Schrämmaschinen mit bohrendem Werkzeug.		
§ 9.	Schrämmaschinen mit schraubenförmigen Vollbohrern	371
§ 10.	Schrämmaschinen mit Kernbohrern	372
§ 11.	Schlüsse aus Vorstehendem	372

Zweiter Teil.

Tunnelbohrmaschinen.

§ 12.	Allgemeines	375
-------	-----------------------	-----

A. Maschinen mit stoßenden Werkzeugen.

	Seite
§ 13. Aeltere Maschine von Beaumont	377
§ 14. Tunnelbohrmaschine von Penrice	378
§ 15. Streckenbohrmaschine von Henley	380
§ 16. Bohrverfahren von F. B. Doering	381

B. Maschinen mit schneidenden Werkzeugen.

§ 17. Stollenbohrmaschine von Gay, v. Schmidt, Coquilhat und de Preigne	382
§ 18. Tunnelbohrmaschine von Cook u. Hunter	384
§ 19. Tunnelbohrmaschinen von Shepherd u. Stuckey und Low	384
§ 20. Tunnelbohrmaschinen von Wilson, Newton, Talbot und Gordon u. Stern	385
§ 21. Tunnelbohrmaschine von Brunton	387
§ 22. Tunnelbohrmaschine von Wandwell	390
§ 23. Tunnelbohrmaschine von Beaumont u. English	391
§ 24. Stollenbohrmaschine von Rziha und Reska	394
§ 25. Crampton's Tunnelbohrmaschine	395

C. Maschinen für rolliges Gebirge.

§ 26. Tunnelbauverfahren von Brunel	396
§ 27. Tunnelbauverfahren von Barlow	397
§ 28. Tunneltreibmaschine von Beach	398
§ 29. Verfahren von Ruppert	400
§ 30. Tunnelbohr- und Treibmaschine von Dowd	401
§ 31. Tunnelbohrmaschine von Taskin	402
§ 32. Tunneltreibmaschine von Dunn	403
§ 33. Lang's Anwendung des Gefrierverfahrens von Poetsch	404
§ 34. Rückblick und Schlußfolgerungen	404

Litteratur.

Deutsche Reichspatente	408
Oesterreichische Erfindungspatente	409
Englische Patentanmeldungen (Specifications)	409
Französische Patente	409
Schriften betreffend Legen von Tunnelröhren unter Wasser	409
Schriften über Tunnel unter Wasser im allgemeinen	410
Sachregister	411

Atlas von 23 Tafeln nebst Inhaltsverzeichnis.

VI. Kapitel.

Hilfsanlagen für den Materialtransport und die Errichtung von Hochbauten.

Bearbeitet von **Dr. Pröll** und **Scharowsky**, Zivilingenieure in Dresden und Berlin, unter Mitwirkung von **L. von Willmann**, Professor an der technischen Hochschule zu Darmstadt.

(Hierzu Tafel I—VII und 35 Holzschnitte.)

A. Bauplätze und Hilfsmittel für den Transport der Baumaterialien.

§ 1. Einleitung. Die Anlage von Bauplätzen richtet sich stets nach den auszuführenden Bauwerken, den zur Verwendung kommenden Materialien und den technischen Hilfsmitteln, über welche beim Bau verfügt werden kann. Im allgemeinen lassen sich indes für die vorteilhafte Einrichtung von Bauplätzen maßgebende Grundsätze aufstellen, auf welche, obwohl sie keineswegs ausschließlich maschinentechnischer Natur sind, wegen ihrer Wichtigkeit für die Durchführung größerer Bauunternehmungen und ihrer doch mannigfachen Beziehungen zum vorteilhaften maschinellen Baubetrieb hier kurz eingegangen zu werden verdient.

Die Disposition der Hilfsanlagen auf den Baustellen ist von wesentlichem Einfluß auf den guten Fortgang des Baues, weshalb es auch nie unterlassen werden sollte, vor Beginn der Bauarbeiten einen Dispositionsplan für den Bauplatz zu entwerfen.

Die Hilfsanlagen, mit welchen eine Baustelle in der Regel zu versehen ist, sind folgende:

1. Lager- und Arbeitsplätze;
2. Bauhütten, zu welchen zu rechnen sind:
 - a.¹⁾ Büreaugebäude für das bauleitende Personal,
 - b. Arbeitsschuppen und Magazine,
 - c. überdeckte Lagerplätze,
 - d.¹⁾ Wohn- und Speisehäuser für die Beamten und Arbeiter;
3. Transportwege.

¹⁾ Für die vorteilhafte Durchführung von Bauunternehmungen sind diese Gegenstände zwar von hervorragender Wichtigkeit, doch muß auf deren spezielle Erörterung, als außerhalb des Rahmens dieses Werkes liegend, hier verzichtet werden.

Bevor der bauleitende Techniker die Disposition eines Bauplatzes entwirft, muß sich derselbe mit sämtlichen Arbeiten vertraut machen, welche bei der Herstellung des betreffenden Bauwerks vorkommen; vor allem muß er wissen, welche Materialien zu gleicher Zeit auf dem Bauplatze zur Lagerung kommen, welcher Behandlung dieselben auf der Baustelle unterliegen und in welcher Reihenfolge sie zur Verwendung gelangen. Vor Inangriffnahme des Bauwerks muß über den Fortgang des Baues von Anfang bis zu Ende desselben ein möglichst klares Bild entworfen werden, welchem entsprechend es dann meistens nicht schwer fällt, die Hilfsanlagen der Baustelle in der zweckmäßigsten Weise anzuordnen.

Der bauleitende Techniker darf es auch nicht unterlassen, das ihm unterstellte Hilfspersonal nach seinen Dispositionen genügend zu instruieren, damit die geschaffenen Einrichtungen auch in der vorgedachten Weise zur Benutzung gelangen und die einzelnen Arbeiten richtig aufeinander folgen.

§ 2. Lager- und Arbeitsplätze. Bei der Auswahl dieser Plätze ist darauf zu achten, daß dieselben eine günstige Lage zur Ankunfts- und Verwendungsstelle der Baumaterialien haben, damit die Transporte der letzteren möglichst leicht ausgeführt werden können und möglichst geringe Kosten verursachen. Die Lager- und Arbeitsplätze müssen eben und trocken gelegen und in der Nähe von Flüssen gegen Ueberschwemmung geschützt sein. Ist es nicht möglich, in der Nähe der Baustelle geeignete Plätze zu erhalten, oder sind dieselben so tief gelegen, daß sie bei starken Regengüssen überflutet werden, so empfiehlt es sich, eine Entwässerung des Terrains anzulegen, die in verschiedenster Weise ausgeführt werden kann. In der Regel genügt hierzu das Ausheben kleiner Gräben, die nach einer oder mehreren Wasserableitungsstellen führen. Sind die letzteren durch die natürliche Lage des Bodens nicht gegeben, so können dieselben meistens durch anzulegende Sickergruben hergestellt werden.

Ein gut eingerichteter Lagerplatz muß einen freien Ueberblick über den vorhandenen Vorrat an Materialien bieten; diese sollen stets so gelagert werden, daß sie der Form und Bestimmung nach leicht zu erkennen sind und in der richtigen Reihenfolge abgefahren werden können; andernfalls entstehen oft sehr viel Mühe, Zeitverlust und Unkosten, die an der Verwendungsstelle nötigen Materialien herauszufinden, was außerdem nicht selten den Nachteil zur Folge hat, daß die Materialien an unrichtiger Stelle verwendet werden.

Für die Materialien, welche auf der Baustelle einer weiteren Bearbeitung unterzogen werden, müssen die Lagerplätze so angelegt werden, daß die ersteren in leichtester Weise nach den Arbeitsplätzen transportirt werden können. Die Lagerplätze für Holz müssen z. B., wenn irgend thunlich, so gewählt werden, daß das Holz den Arbeitszimmerplätzen zugerollt werden kann, ohne den größeren Teil desselben in seiner Längsrichtung wenden zu müssen. Dem entsprechend sind auch die Lagerplätze für das fertig abgebundene Holz zwischen den Zimmerplätzen und den Abfuhrstellen anzulegen.

Die Größe der Zimmerplätze ist vornehmlich nach den vorkommenden Zulagen zum Abbinden des Holzwerks zu bemessen. Bevor also die Größe der Zimmerplätze bestimmt wird, muß festgestellt sein, in welcher Weise das Abbinden des Holzwerks geschehen soll und welchen Flächenraum die Zulagen beanspruchen.

Die Lagerplätze für auf der Baustelle noch zu bearbeitende Quadersteine dienen sehr häufig zugleich als Arbeitsplätze, damit die schweren Steine nicht zu

oft transportirt zu werden brauchen. In diesen Fällen sind die Lagerplätze entsprechend größer anzulegen, um zwischen den in gewissen Abständen voneinander lagernden Steinen genügenden Platz für die Bewegung der Steinmetzen zu haben.

Beim Lagern von Holz und Eisen ist ganz besonders darauf zu achten, daß diese Materialien vor Feuchtigkeit geschützt bleiben; daher dürfen dieselben nicht direkt auf dem Boden, sondern müssen auf Unterlagen (meist aus Holz) gelagert werden. Die Hölzer, welche in der Regel in größeren Haufen zusammengelegt werden, sind stets mit Spielraum übereinander zu schichten, damit die Luft dieselben bestreichen und sich kein stehendes Wasser ansammeln kann. Bei Rundholz ist dieses weniger nötig, da dessen Unebenheiten der Luft ohnedies freien Zutritt gestatten.

Als Beispiel stellt Fig. 31, Taf. I, den Bauplatz des Viaduktes Bahrmühle der Chemnitz-Leipziger Staatsbahn dar, wobei die eingetragenen Buchstaben folgende Bedeutung haben: a. Zimmerschuppen. — b. Schnürboden. — c. Bruchsteine. — d. Sandsteinquader. — e. Ansichtsflächensteine. — f. Wirtschaftsweg. — g. Lokomobile. — h. Sandablagerung. — i. Restauration. — k. Schmiede. — l. Zementbude. — n. Kalkbude. — o. Mörtelmaschine. — p. Kegelschub. — q. Stallung. — r. Bahrmühle. — s. Granitquader. — t. Zelt. — v. Geräteschuppen. — w. Büreaugebäude. — x. Teich²⁾.

§ 3. Bauhütten. Bei der Anlage der Bauhütten ist neben ihrem besonderen Zweck die Dauer der Bauten in Betracht zu ziehen und ob die Hütten wiederholt Verwendung finden sollen. Nehmen die Bauten nur eine kürzere Zeit, ungefähr einen Sommer, in Anspruch, so werden die Bauhütten mit Ausnahme der zu ihnen gehörigen etwaigen Wohngebäude in der Regel nur aus leichtem Fachwerk mit Bretterverschalung hergestellt.

Bei längerer Bauzeit hingegen empfiehlt es sich, wenigstens die wichtigeren Hütten, namentlich solche mit Aufenthaltsräumen, aus solidem Fachwerk mit Ziegelausmauerung auszuführen, wie dies für Wohngebäude auf Baustellen in der Regel geschieht. Die Ausführung massiver Gebäude zu solchen Zwecken würde zu kostspielig sein.

Sollen die Bauhütten wiederholt Verwendung finden, so sind dieselben so zu entwerfen, daß sie leicht abgebrochen und an anderer Stelle wieder aufgestellt werden können, ohne daß dabei ihre Materialien stark beschädigt werden. Es kommt hierbei besonders darauf an, daß die Holzverbindungen zweckmäßig angeordnet und solid ausgeführt werden. Die öftere Verwendung der Bauhütten bietet jedoch nur dann Vorteile, wenn die Kosten für den Transport ihrer Materialien von einer Baustelle zur andern nicht zu groß werden, weshalb in jedem einzelnen Falle zu ermitteln ist, ob der Erlös aus den nach vollendetem Bau zu verkaufenden Hütten zusammen mit den Abbruch-, Transport- und Wiederherstellungskosten eine geringere Summe ergibt, als der schließliche Kostenaufwand für Hütten auf der folgenden Baustelle betragen würde; hierbei ist auch noch zu berücksichtigen, daß der Wert der Hütten mit ihrer öfteren Verwendung abnimmt. Bleibt die bezeichnete Summe unter den Kosten für Neuherstellung, so ist die weitere Verwendung der vorhandenen Bauhütten allerdings vorteilhaft.

§ 4. Arbeitsschuppen und Magazine. Die Arbeitsschuppen bilden abgeschlossene Räume, in denen die unter Dach auszuführenden Arbeiten gefertigt wer-

²⁾ Eine größere Anzahl verschiedener Brückenbaustellen mit Hilfsanlagen siehe Handb. d. Ingenieurw. 2. Bd. Brückenbau. IV. Kap. 1. Abt. Taf. IX.

den. Die Magazine dienen zur Aufbewahrung der auf den Baustellen notwendigen Geräte, Werkzeuge, sowie der feineren und wertvolleren Materialien. Wegen ihrer Zusammengehörigkeit, namentlich wegen der an den Geräten und Werkzeugen vorzunehmenden Reparaturen sind die Arbeitsschuppen und Magazine entweder in einzelnen Gebäuden miteinander zu vereinigen oder möglichst nahe nebeneinander zu bauen.

Die Arbeitsschuppen können umfassen: Schmiede-, Schlosser-, Tischler-, Stellmacher-, Zimmer- und Steinmetzwerkstätten; die letzteren beiden dienen dann nur für feinere Arbeiten. Die Räume zur Mörtelbereitung und zu ähnlichen Arbeiten sind zu den überdeckten Lagerplätzen zu rechnen. Bei größeren Bauten werden zuweilen auch besondere Räume zur Prüfung der Baumaterialien angelegt.

Die auf den Baustellen zur Benutzung kommenden, nach der Art des Bauwerks sich richtenden Geräte und Werkzeuge lassen sich im allgemeinen einteilen in Geräte, welche auf den Lagerplätzen oder auf dem Baue selbst, und in Werkzeuge, welche von den Werkstätten-Arbeitern gebraucht werden.

Die Größe der Werkstätten wird durch die Anzahl der in denselben zu beschäftigenden Arbeiter und durch die Art der Arbeiten, die Größe der Magazine durch Anzahl und Umfang der zu gleicher Zeit in denselben aufzubewahrenden Geräte, Werkzeuge und Materialien bestimmt. Hierüber sind zuvor die nötigen Ermittlungen zu machen, doch empfiehlt es sich, die Räume stets etwas reichlich zu bemessen, da dieselben, namentlich wenn nachträglich beschleunigtes Bauen eintritt, meist mehr in Anspruch genommen werden, als man beim Entwerfen dieser Gebäude vorauszusetzen pflegt.

In den Magazinen ist die größte Ordnung zu halten; die einzelnen in denselben aufzubewahrenden Gegenstände sind übersichtlich zu lagern, damit dieselben bei eintretendem Bedarf schnell zur Hand sind. Aus demselben Grunde sollen die Geräte und Werkzeuge stets in brauchbarem Zustande bereit stehen. Damit die kleineren Gegenstände nicht zerstreut werden, sind dieselben in bestimmten Kasten, Fässern oder auf Regalen aufzubewahren.

Ketten, Seile, Flaschenzüge und ähnliche Geräte werden am besten an Stangen oder Haken aufgehängt, wobei die Seile ganz besonders gegen Feuchtigkeit zu schützen sind, da sie sonst leicht verstocken und dann beim Gebrauch gefahrbringend sind; am zweckmäßigsten werden sie in aufgemachten Rollen an Stangen hängend aufbewahrt.

Die Arbeitsschuppen und Magazine sind möglichst in der Nähe der Arbeitsstellen des Bauwerks zu errichten, damit der Verkehr zwischen ihnen und den letzteren recht bequem stattfinden kann. Die äußeren und inneren Wände werden meistens aus leichtem Fachwerk mit Brettverschluss und ihre Bedeckung als Pappdach hergestellt. Nur für Bauten, welche mehrere Jahre dauern, ist es empfehlenswert, diese Gebäude aus Fachwerk mit Ziegelausmauerung zu bauen.

§ 5. Ueberdeckte Lagerplätze dienen in der Regel zur Aufbewahrung von Kalk, Zement, Gips, sowie feinerer Holz- und Steinsorten, und ihre Ueberdeckung wird nicht selten in der einfachsten Weise so gemacht, daß gegen die Erde geneigte Bretterwände die Materialien überdecken. Häufig werden für solche Plätze auch Front- und Giebelwände errichtet. Zur Aufbewahrung von Kalk, Zement und Gips muß der Boden der Lagerplätze gedielt sein, damit diese Materialien vom Boden keine Feuchtigkeit anziehen. Für Aufschichtung von Holzvorräten empfiehlt es sich, Lagerhölzer auf den Erdboden zu legen.

Mit den überdeckten Lagerplätzen eng verbunden sind gewöhnlich die Plätze für das Kalklösen, sowie für die Mörtel- und Betonbereitung; dieselben werden in der Regel nur dann überdeckt, wenn die Mörtel- und Betonbereitung mittels Maschinen geschieht³⁾.

Die Größe der überdeckten Lagerplätze richtet sich nach dem Vorrat an Materialien, der gleichzeitig zur Aufbewahrung gelangen soll, die Lage derselben ist aber stets so zu wählen, daß der Transport der Materialien nach den Verwendungsstellen sich möglichst billig stellt.

§ 6. Die **Transportwege** sind bei der Anlage von Bauplätzen besonders wichtig, indem die bei größeren Bauten im allgemeinen sehr erheblichen Transportkosten wesentlich von der Zweckmäßigkeit der Kommunikationen abhängen. Für die Beförderung größerer Lasten oder bedeutenderer Quantitäten von Materialien auf längeren Strecken in bestimmter Richtung ergeben sich fest angelegte Schienengleise oder Seilbahnen als vorteilhaft. Steht das Schienengleis in keinerlei Beziehung zu einer normalspurigen Eisenbahn, so empfiehlt sich in der Regel eine kleinere Spurweite, welche mit stärkeren Krümmungen alle Stellen des Bauplatzes ohne Schwierigkeit zu erreichen gestattet, mit leichteren Wagen befahren wird und entsprechend geringere Anlagekosten ergibt.

Naturwege und Holzbahnen. Findet der Transport in Wagen, welche durch Pferde gezogen werden, statt und ist der gewachsene Erdboden hinreichend fest, um direkt als Transportweg benutzt werden zu können, was jedoch nur bei Transporten von untergeordneter Bedeutung der Fall sein wird, so ist darauf zu achten, daß die beim Befördern der Lasten in den Boden gefahrenen Vertiefungen öfters mit Erde, Bauschutt, Schlacken oder bei weicherem Boden mit dünnen Hölzern, sogenanntem Knüppelholz, oder mit Faschinen ausgefüllt werden. Wird diese Vorsichtsmaßregel nicht beachtet, so können die Wege, namentlich bei eintretendem Regen, sehr leicht gar nicht mehr oder nur unter erschwerenden Umständen benutzt werden, was zu Störungen im Betriebe des Baues führen kann. Die sogenannten Kunststraßen, Chausseen etc. kommen für Bauzwecke nur dann als Wege in Betracht, wenn sie bereits in erforderlicher Richtung vorhanden sind, oder wenn größere Transporte unbedingt mittels Pferd und Wagen ausgeführt werden müssen; in dieser Hinsicht ist auf den I. Band des Handb. d. Ingenieurwissenschaft zu verweisen.

Zum Transport von geringeren Lasten, namentlich da, wo die Richtung häufig geändert werden muß und wo derselbe auf ein- oder zweirädrigen Karren mittels Menschen oder Tieren geschieht, wird die Bahn am besten als Holzbahn ausgeführt, indem man eine oder zwei Reihen Bohlen (im letzteren Fall in der erforderlichen, der Spurweite entsprechenden Entfernung) von circa 50 mm Dicke und 250—300 mm Breite auf den Boden legt. In seltenen Fällen erhalten diese Bohlen noch eine seitliche Einfassung gegen Entgleisung der Transportfahrzeuge.

Gleisbahnen⁴⁾. Die auf Bauplätzen allgemein gebräuchlichen Gleisbahnen haben Spurweiten von 600 mm, 750 mm und 1 m. Die normale Spurweite von 1,435 m wird nur dann zweckmäßig sein, wenn es Vorteile bietet, auch Eisen-

³⁾ Siehe das Kapitel „Verschiedene Hilfsmaschinen“ in der 3. Abteilung dieses Bandes.

⁴⁾ Heusinger von Waldegg. Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik V. Band. Sekundär- und Tertiärbahnen, Leipzig 1878.

bahnfahrzeuge auf die Transportbahn zu bringen, oder wenn die zu transportierenden Lasten außerordentlich schwer sind. Als Schwellen wendet man zu solchen Transportgleisen gewöhnlich sogenanntes Halbholz (getrenntes Rundholz von etwa 250 mm

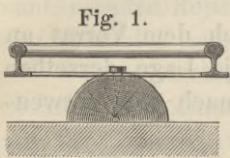


Fig. 1.

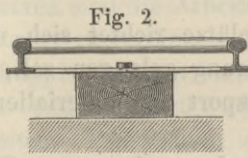


Fig. 2.

Durchmesser) an, siehe Fig. 1. Die Verwendung des teureren Kantholzes zu Schwellen, Fig. 2, ist nur dann zu empfehlen, wenn die Bahn auf längere Zeit und für bedeutenden Transportverkehr dienen soll. Statt der hölzernen Schwellen

werden neuerdings auch vielfach eiserne in Anwendung gebracht. Die Entfernung der Schwellen voneinander, welche sich vornehmlich nach der Größe der Transportlasten und der zur Verwendung kommenden Schienen richtet, ist 0,75 bis 1,0 m anzunehmen.

Als Transportschienen kommen die gewöhnlichen Eisenbahnschienen nur dann in Betracht, wenn solche vorrätig, also billig zu haben, oder wenn sehr große Lasten zu befördern sind; in allen andern Fällen wählt man besser die sogenannten Grubenschienen von circa 75 mm Profilhöhe, welche wesentlich billiger und leichter zu transportieren sind, während doch ihre Tragfähigkeit in den meisten Fällen ausreicht. Bei der Anlage solcher Transportbahnen, die nicht selten auch in kürzeren Zeitabschnitten nach andern Stellen verlegt werden müssen, ist das geringe Gewicht noch insofern von besonderem Wert, als die Herstellung der Bahnanlage mit weniger Personal möglich ist, indem die Anzahl der erforderlichen Arbeiter sich hauptsächlich danach bestimmt, daß die Schienen von denselben gemeinsam transportiert werden können. Bei den Eisenbahnschienen sind hierzu vier bis sechs Leute erforderlich, bei den Grubenschienen hingegen genügen zwei Mann.

Grubenschienen von geringerer Höhe als 75 mm für den Transport auf Baustellen zu benutzen, ist im allgemeinen nicht ratsam, indem sonst die Transportlasten zu klein bemessen werden müßten und die Durchbiegung der Schienen dem schnellen Transport hinderlich sein würde. Kommen normale Eisenbahnschienen für geringere Lasten zur Anwendung, so darf die Entfernung der Schwellen bis 1,5 m betragen.

Den Transportgleisen zunächst stehen solche Transportwege, die zur Ersparung von Schwellen nur aus flach auf den Boden gelegten Γ Eisen von 150 bis 200 mm Höhe bestehen, wie Fig. 3 zeigt.

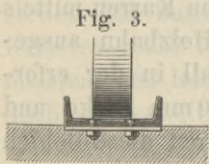


Fig. 3.

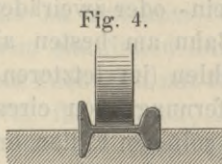


Fig. 4.

Statt dieser Profileisen verwendet man wohl auch gewöhnliche Eisenbahnschienen in der durch Fig. 4 verdecklichten Weise. Die Herstellung solcher Transportwege wird sich nur da empfehlen, wo die zu benutzenden Profileisen billig zur Verfügung stehen, der Transport nur untergeordneter Art ist, oder wo die Transportwege öfters verlegt werden müssen. In der Regel werden hierbei die Eisen oder Eisenbahnschienen ohne Verlaschung an den Stößen verlegt, bei einigermaßen bedeutendem Transport wendet man aber besser Stoßlaschen an, die, wie Fig. 3 zeigt, auf der unteren Seite der Profileisen anzubringen und mit Schrauben mit versenkten Köpfen zu versehen sind. Seitliches Ausweichen der einzelnen Schienen läßt sich durch Verbindungsstangen verhindern.

Seitliches Ausweichen der einzelnen Schienen läßt sich durch Verbindungsstangen verhindern.

Für das schnelle und sichere Fortbewegen der Lasten ist die Konstruktion der Gleise und Weichen von großer Wichtigkeit. Im allgemeinen lassen sich die Anforderungen an die Schienengleise folgendermaßen zusammenfassen: Die Verbindung der einzelnen Gleisstücke muß in einfacher Weise rasch und zuverlässig zu bewerkstelligen sein. Die Gleise sollen, da sie oft umgelegt werden müssen, leicht zu handhaben und von genügender Widerstandsfähigkeit sein, um trotz ungleicher Unterlagen auch auf den Rüstungen sichere Fahrt zu gewähren.

Beispiele der auf Bauplätzen und auf Rüstungen verwendbaren transportablen Gleisstücke, Kreuzungen und Drehscheiben zeigt Taf. I, Fig. 1—6.

Bezüglich der Verbindung der einzelnen Gleisstücke verdient die Konstruktion von Gerding & Birnbaum in Berlin, D. R. P. No. 25047, neben der gewöhnlichen Laschenverbindung Erwähnung, da sie vermöge ihrer Einfachheit selbst dem ungeübtesten Arbeiter die Lösung, beziehungsweise Zusammenkuppelung herzustellen ermöglicht. Die Verbindung besteht (ohne lose Stücke) aus einem Haken am Ende der einen und einer Oese am Ende der andern Schiene. Man schiebt einfach die Gleisstücke aneinander und bringt den Haken in die Oese. Es lassen sich übrigens auch die Haken und Oesen leicht beseitigen, um, wenn es erforderlich wird, dafür die gewöhnliche Laschenverbindung anzubringen.

Als Schienen für Transportwege auf gedieltem Boden, also besonders in Magazinen, eignen sich vornehmlich eiserne Flachschiene von circa 25 mm Breite und 20 mm Dicke, die auf die Dielen genagelt werden. Diese niedrigen Schienen hindern den Fußverkehr wenig und genügen vermöge der direkten Unterstüzung, welche sie auf den Dielen finden, je nach der Stärke und Stützweite der letzteren selbst noch größeren Lasten. Hinsichtlich der Transportwagen, siehe Fig. 7—10, Taf. I, ist zu empfehlen, die für den Steintransport dienenden Wagen nicht größer herzustellen, als daß ein Mann den Wagen noch leicht durch Kurven, Weichen und Drehscheiben hindurchschieben kann, demnach bei Backsteinen für etwa 100—125 Stück. Das Entladen der Wagen geschieht in der Regel an den Verwendungsstellen durch Absetzen der Steine, doch lassen sich die Wagen auch so einrichten, daß die Plattform umgekippt werden kann und die Steine ohne Beschädigung herabgleiten.

Die Wagen zum Transport von Erdmassen, Mörtel oder Kalksteinen werden entweder zum Kippen eingerichtet oder erhalten einen beweglichen Boden⁵⁾.

§ 7. Seilbahnen. Für größere Bauunternehmungen erweist sich die Förderung von Materialien auf Seilbahnen besonders bei weiteren Strecken und kuppertem Terrain vorteilhaft, indem die Legung einer gewöhnlichen Gleisbahn unter solchen Umständen zu viel Schwierigkeiten und Kosten verursachen würde.

Zur Bewältigung größerer Erdmassen bei Ausschachtungen oder zur Herbeischaffung von Lehm und Thon von der Grube bis zum Ziegelplatz und für zahlreiche andere Zwecke haben in neuerer Zeit die übrigens sehr rasch herstellbaren Seilbahnen so ausgedehnte Anwendung gefunden und sich so gut bewährt, daß dieselben hier spezielle Erwähnung verdienen. Namentlich sind es die einfacheren Seilbahnen, die sogenannten Seil- und Drahtriesen⁶⁾, die sich zum Materialtransport für Bauzwecke eignen. Ein hervorragendes Verdienst gebührt in bezug auf die Einführung der Drahtseilbahnen dem Baron v. Dücker, der im Jahr 1872 zu Metz eine doppelspurige, 200 m lange Seilbahn aufstellte, welche 50 m Steigung besaß

⁵⁾ Siehe Handb. d. Ingenieurw. I. Bd. 2. Aufl. III. Kap. Ausführung der Erd- und Felsarbeiten.

⁶⁾ Die Drahtseilriese von F. Frankenhauser. Bern, Jent & Reinert. 1873.

und mittels einer zehnpferdigen Maschine kontinuierlich arbeitete. Es waren 26 bis 30 beladene Wagen zu 250 kg Ladung im Gange und wurden 250 Tonnen im Maximum pro Tag gefördert; Deutsche Bauztg. 1871.

Man unterscheidet bei den Drahtseilbahnen im allgemeinen Last- oder Bahnseile und Zugseile. In dem älteren Systeme von Hodgson sind die Zugseile zugleich Lastseile, indem die Wagen an denselben hängen, während bei den von Bleichert, Müller, Otto u. a. nach v. Dücker'schem Systeme gebauten Seilbahnen die Lastseile fest liegen und ein besonderes, mit den einzelnen Wagen gekuppeltes Seil ohne Ende als Zugseil bewegt wird⁷⁾.

Als Beispiel einer rationellen Anlage zur Bewegung größerer Erdmassen möge die Drahtseilbahn für den Erdtransport bei der Straßburger Befestigung⁸⁾ hier kurz beschrieben werden. Diese Seilförderung wurde von der Baugesellschaft Wittkop, Jerschke & Walter nach Bleichert'schem System eingerichtet. Sie war bestimmt, bis auf 7 m ausgeschachtetes Erdreich 6—900 m weit fortzuschaffen.

Als eigentliche Laufbahn dienten zwei parallel im Abstände von 1,75 m ausgespannte Rundeisenstangen von 26 und 30 mm Durchmesser, welche aus kürzeren Stäben bis zu Längen von 50 m an Ort und Stelle zusammengeschweißt waren. Größere Längen wurden alsdann durch stählerne Kuppelungen, die einen nur wenig größeren Durchmesser als die Rundeisenstangen hatten, aneinander gefügt. Diese beiden sogenannten Laufdrähte wurden nun an dem einen Endpunkte der Bahn — der Beladungsstelle — mit dem Erdboden verankert und an dem andern Endpunkte mit Ketten in Verbindung gebracht, welche, über Rollen geführt, durch angehängte Gewichte belastet wurden. Die Spannungen, welche die beiden Laufdrähte durch die angehängten Gewichte erhielten, betragen 4500 kg für den stärkeren von 30 mm Durchmesser

Fig. 5.

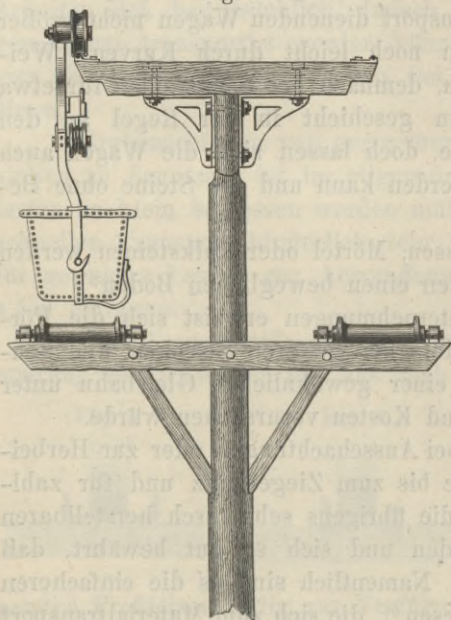
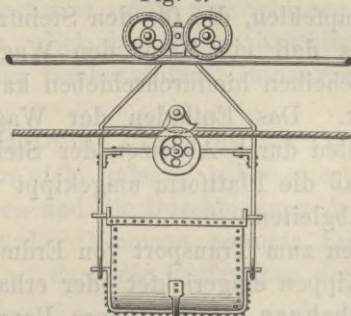


Fig. 6.



und 3500 kg für den schwächeren von 26 mm Durchmesser. Ersterer diente den beladenen, letzterer den leer zurückgehenden Transportwagen als Bahn.

Zwischen den Endstationen wurden die Laufdrähte durch 40

Unterstützungen aus Holz getragen, welche im allgemeinen circa 20 m, an einigen Stellen aber bis zu 95 m entfernt standen. Dieselben bestanden in der Hauptsache aus einem Rundpfosten von circa 20 cm oberem Durchmesser mit wagrecht aufgelegtem Holmstück, auf welchem an beiden Enden kleine gußeiserne Lager mit ausgekehlten Röllchen zum Lagern der Laufdrähte befestigt waren. Die Höhe der Unterstützungen, welche dem Terrain durchaus angepaßt wurde, variierte zwischen 4 und 10 m.

Auf den Laufdrähten bewegten sich hängend die ganz aus Eisen konstruirten Förderwagen, siehe Fig. 5 und 6, von 0,24 cbm Inhalt, 130 kg Eisengewicht und circa 325—350 kg Nutzlast, also einem Gesamtgewicht des gefüllten Wagens

⁷⁾ Siehe Heusinger von Waldegg's Handbuch der speziellen Eisenbahntechnik. V. B. S. 544.

⁸⁾ Deutsche Bauztg. 1877. No. 54.

von 455—480 kg. Der Wagenkasten hing seinerseits in zwei Drehzapfen, sodaß der betreffende Arbeiter behufs Entleerung nur eine einfache Versicherung zu lösen hatte, wodurch der Kasten frei ward, um vollständige Drehung und Entladung auszuführen.

Zum Fortbewegen der Wagen diente ein Drahtseil ohne Ende von 14 mm Durchmesser, welches seinen Antrieb durch eine Lokomobile erhielt, die an der Entladestelle aufgestellt war. Die Antriebsseilscheibe hatte 2,5 m Durchmesser, machte 10 Umdrehungen pro Minute und ward durch ein Rädervorgelege mit dem Uebersetzungsverhältnis von 1:8,5 betrieben. Am Zugseil befand sich eine Spannvorrichtung, um eine stets normale Anspannung zu sichern. Dieselbe bestand aus einer Seilscheibe von 1,75 m Durchmesser, welche auf einer gußeisernen Führungsplatte (Schlitten) sich verschieben konnte, und entsprechend angebrachtem Gegengewicht von 600 kg, sodaß die durch dasselbe im Zugseil hervorgebrachte Spannung 300 kg betrug. Die Geschwindigkeit des Zugseils betrug bei 10 Touren der Hauptseilscheibe etwa 1,33 m pro Sekunde, doch wurde dieselbe schon nach den ersten Betriebstagen auf 1,5 m gesteigert.

Der Abstand, in dem die einzelnen Wagen aufeinander folgten, war übereinstimmend 40 Meter. Die Verbindung der Wagen mit dem Zugseil wurde durch eine Kuppelung bewirkt, für welche am Zugseil in Abständen von 4 m kleine aufgeschobene stählerne Muffen vorhanden waren. Sowohl das Festkuppeln der Wagen als auch das Abkuppeln geschah an den Endstationen der Bahn selbstthätig; zwischen denselben hingegen war ein Ablösen eines Wagens vom Zugseil nicht möglich.

Die Ueberführung der Wagen von dem einen Laufdraht auf den andern erfolgte an den Endstationen auf besonderen Flacheisenschienen mit halbrund gewalztem Kopf, die sich eng an die Laufdrähte anschlossen. Diese sogenannten Schlußweichen, welche sonst nur dazu vorhanden sind, die Verbindung des einen Laufdrahtes mit dem andern für die Wagen zu vermitteln, hatten hier noch den weiteren Zweck, den erforderlichen Ortswechsel sowohl an der Einladestelle als auch an der Entladestelle vornehmen zu können, je nachdem der Betrieb es verlangte, also der Abbau, beziehungsweise der Absturz des geförderten Bodens vorschritt. Deshalb waren diese Weichen transportabel und bestanden aus einzelnen 5 m langen Schienen, die durch leichte hölzerne Böcke im Abstände von 2,5 m unterstützt wurden. Dieselben gestatteten jederzeit eine bequeme Verlegung und Verlängerung der Bahn, um mit derselben der fortschreitenden Ausschachtung folgen zu können. Die Länge der eigentlichen Seilbahn blieb demnach unverändert. Die Fortbewegung der Wagen auf diesen Nebenweichen mußte durch Handbetrieb geschehen.

Die erforderliche Betriebskraft betrug nur 2—3 Pferdekräfte. Außer 6 Arbeitern zum Beladen und 3 Arbeitern zum Planiren des abgestürzten Bodens waren zur Bedienung des Betriebes noch 5—6 Mann erforderlich, welche hauptsächlich das Schieben der Wagen auf den Endweichen zu besorgen hatten. Die Dauer der Ausführung dieser Bahn von 910 m Gesamtlänge betrug trotz ungünstiger Witterung im Januar und Februar 1877 nicht mehr als 10 Wochen.

B. Rüstungen.

§ 8. Rüstungen im allgemeinen. Die Aufführung eines Bauwerks, insbesondere der Transport und das Heben des Baumaterials bis zur Verwendungsstelle erfordern Gerüstkonstruktionen, welche, obwohl je nach der besonderen Verwendung verschieden ausfallend, im allgemeinen Holzverstrebungen sind, die entweder in Verbindung mit dem Bauwerk oder getrennt von diesem als festes Ganzes ausgeführt, ferner beweglich auf Räder gesetzt oder an Seilen von dem Gebäude aus aufgehängt werden, wie dies bei Reparaturgerüsten der Fall ist. In allerneuester Zeit hat man versucht, Eisen statt Holz zu den Gerüstkonstruktionen zu verwenden, doch dürfte dies nur als Ausnahmefall zu betrachten sein, da für Rüstungen die Verwendung des Holzes mancherlei Vorteile bietet.

Die Rüstungen für Hochbauten kann man nach verschiedenen Gesichtspunkten einteilen; je nachdem sie zur Herstellung eines Neubaus oder zur Reparatur

eines bestehenden Bauwerks oder endlich für die Vollendungsarbeiten (Abputzen, Malen etc.) dienen, sind Baugerüste und Reparaturgerüste zu unterscheiden. Letztere werden ihrer Benutzung entsprechend leichter hergestellt und stehen deshalb in naher Beziehung zu ihnen auch solche Baugerüste, auf denen leichtere Materialien zur Verwendung kommen, wie es in Gegenden der Fall ist, wo fast ausschließlich Ziegel zum Bau benutzt werden, während da, wo der Quaderbau heimisch ist, die Baugerüste bedeutend schwerer ausgeführt werden müssen. Bei ersteren werden noch sehr oft die Ziegel von den Arbeitern auf die Gerüste getragen, was bei Sandstein- oder Quaderbauten nicht möglich ist, für deren Hebung vielmehr entsprechende Aufzugsvorrichtungen zu dienen haben, welche vom Gerüst sicher getragen werden müssen, auf dessen verschiedenen Etagen Gleise für den Horizontaltransport anzulegen sind. Diese Einrichtung empfiehlt sich aber auch bei größeren Backsteinbauten, indem sie ermöglicht, die mit Ziegeln beladenen Transportwagen nach ihrer Hebung mittels des Aufzugs ohne weiteres auf dem Gleise zu den Verwendungsstellen zu schieben.

Für schwere Baustücke sind an den Arbeitsstellen noch besondere Hebe-
maschinen erforderlich, um dieselben genau an Ort zu bringen. Wesentlich einfacher gestaltet sich hingegen das ganze Transportverfahren, wenn der Materialaufzug horizontal beweglich, d. h. entweder als fahrbarer Drehkran eingerichtet wird, welcher auf dem mit Gleisen versehenen Baugerüste dem Horizontalfortschritt der Bauarbeiten folgt, oder als Brückenlaufkran, mit welchem das ganze Arbeitsgebiet des Baues beherrscht und ermöglicht wird, die Baustücke ohne Verwendung von Transportwagen direkt zu versetzen.

Mit diesen zwar sehr leistungsfähigen, aber verhältnismäßig kostspieligen Einrichtungen, indem das Gerüste zum sicheren Tragen der schweren Hebe-
maschinen in stärkeren Dimensionen ausgeführt werden muß, konkurrieren die stationären drehbaren Kräne mit hohen Pfosten und langen Ausladern zur Beherrschung eines größeren Arbeitsgebietes und die mit der Hebe-
maschine kombinierten beweglichen Gerüste, mit welchen auf dem Bauterrain das zu errichtende Bauwerk seinen Umfassungsmauern entlang umfahren werden kann.

Einrichtung und Verwendungsweise dieser verschiedenen Rüstungen und zugehörigen Hebe-
maschinen ist Gegenstand der folgenden Paragraphen, während hinsichtlich der Konstruktion und Berechnung der eigentlichen Hebe-
maschinen auf das betreffende Kapitel der 3. Abteilung dieses Werkes verwiesen werden muß.

§ 9. Gerüstelemente und deren Verbindungen. Da zu Gerüsten in den meisten Fällen nur roh geschnittene Hölzer genommen werden, wenn irgend möglich Rundholz, und man namentlich die größeren Bäume und Pfosten ungern verschneidet, so werden die Verbindungen auch mehr provisorisch angeordnet, immerhin aber so, daß die Festigkeit des Gerüstes gesichert erscheint. Bei Reparaturgerüsten, bisweilen auch bei kleineren Baugerüsten, begnügt man sich häufig mit dem Zusammenbinden der Hölzer mittels Seilen. Bei großen Gerüsten, die eine längere Bauzeit haben und zur Aufführung größerer Monumentalbauten dienen oder so bedeutende Lasten zu tragen haben, daß man besondere Aufmerksamkeit auf die Gerüstkonstruktion und ihre Verbindung verwenden muß, wird das teurere Kantholz genommen, wobei die Hölzer an den Verbindungsstellen überschritten und mittels Schraubenbolzen befestigt werden. Diese Verbindung ist zwar solid, aber kostspielig und erschwert die Verwendung der Hölzer für andere Zwecke; dagegen

ist dieselbe in all den Fällen zu empfehlen, wo das Gerüst ohne oder doch nur mit geringen Veränderungen öfters zur Anwendung gelangt.

Verbindung mittels Klammern und Nägeln. Bei Gerüsten für gewöhnliche Bauten begnügt man sich meistens mit Klammern und Nägeln. Beide müssen aus gutem sehnigem Eisen hergestellt sein, um unter Umständen Biegungen aushalten zu können, ohne zu brechen. Die Klammer ist ein \square förmiges Eisen mit zugeschärften Spitzen, die mit Axtschlägen in die zu verbindenden Hölzer eingetrieben werden. Sie läßt zwischen sich und dem Holze so viel Luft, daß behufs Lösung bequem die Axt zwischengeschoben und die Klammer herausgezogen werden kann. Statt der Klammern und wohl auch neben denselben bedient man sich langer Nägel, bis zu circa 17 cm Länge und mit großem Kopf. Diese Verbindung ist solider als diejenige mit der Klammer, doch ist das Herausziehen der langen Nägel mit mehr Mühe und Zeitverlust verknüpft.

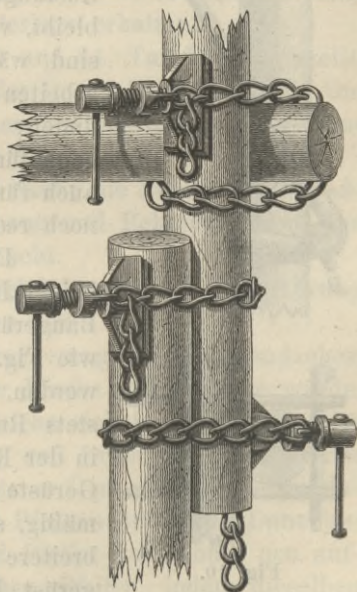
Anstatt der schon erwähnten, für starke Rüstungen nicht mehr zuverlässigen und rascher Abnutzung ausgesetzten Seile hat man neuerdings besondere Verbindungen von Eisen konstruirt, die überall bequem anwendbar und leicht lösbar sind.

Gerüstthaken von Krückel; Fig. 8 und 9, Taf. II. Ein am Ende ausge- spitztes Eisen wird schräg gegen den Rüstbaum gesetzt und eine Klammer umgelegt. Das in die trapezförmige Oeffnung gelegte Rundholz drückt durch sein eigenes Gewicht und durch die auf ihr ruhende Belastung die Spitze in den Baum, wodurch eine sichere Verbindung entsteht, die wieder gelöst werden kann, ohne daß hierbei die Hölzer geschwächt werden. Das Durchziehen eines zur Befestigung der Klammer nötigen Schraubenbolzens macht indes diese Verbindung ziemlich umständlich.

Die in Fig. 10 — 12, Taf. II, dargestellten Gerüstverbindungen mittels Bügeln ermöglichen in gleicher Weise die Verwendung sowohl runder, ungeschälter als kantiger Hölzer. Sie bestehen aus geschmiedeten Klammern mit Bolzen und Umlegeisen, welche mittels Schrauben fest gegen die zu verbindenden Hölzer gepreßt werden. Die Größe der Klammer steht indes in Beziehung zur Stärke der Hölzer, was die allgemeine und ungehinderte Anwendung erschwert.

Gerüstverbindung von Bouillant; Fig. 7. Besser geeignet und allgemeiner verwendbar ist die von Bouillant⁹⁾ angegebene Gerüstverbindung, welche mit geringen Abänderungen von der Duisburger Maschinenfabrik vorm. Bechem & Keetmann hergestellt wird; sie macht sowohl die rasch verschleißenden und leicht abhanden kommenden Bindeseile als auch die das Holz zerstörenden Stiechkammern überflüssig, gestattet sehr schnelles Aufstellen und Abrüsten der Rüstungen, hält zuverlässig fest und

Fig. 7.



⁹⁾ Nouv. ann. d. 1. constr. 1876. S. 82.

ist bei Senkungen oder beim Schwinden des Holzes leicht nachzuziehen. Der Preis einer Schlingkette mit Spanschraube beträgt 6 Mark¹⁰⁾.

Als einfachere und neuere Verbindungskonstruktionen für die horizontalen Langhölzer mit den vertikalen Standbäumen von Baugerüsten mögen hier noch die beiden durch die nebenstehenden Fig. 8, 9 und 10 erläuterten Gerüsthalter Erwähnung finden. Der einarmige Gerüsthalter von L. Schoper in Hannover (D. R. P. No. 24495. Kl. 37) findet seine Befestigung an der Gerüststange *A*, siehe Fig. 8, indem die zwischen den beiden Oesen sich erstreckende Kette (oder Seil) dieselbe schraubenförmig umschlingt und durch den zu tragenden Streichbalken *B* dermaßen angespannt wird, daß kein Herabgleiten stattfinden kann.

Fig. 8.

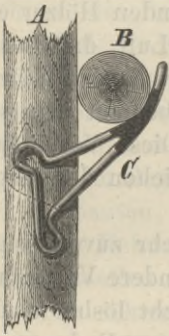
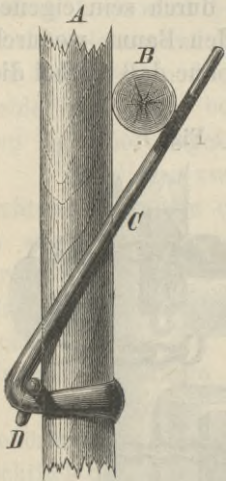


Fig. 9 und 10 zeigen den Baugerüsthalter von Biringier & Peschke in Zweibrücken (D. R. P. No. 25029. Kl. 37). Diese Vorrichtung besteht aus einem den Rüstbaum *A* umfassenden Bügel *C*, welcher mit seinen gabelartig nach oben abgebogenen Schenkeln den Querbinder *B* unterstützt, wobei das Herabgleiten durch einen zwischen den Standbaum und die Ecken des gebogenen Schenkels eingeschobenen Hakenbolzen *D* verhindert wird.

Fig. 9.



§ 10. Feste Reparaturgerüste. Obwohl die festen Rüstungen, deren Standort während der Bauarbeit unverändert bleibt, vor allem als Baugerüste, d. h. für Neubauten geeignet sind, während für die meistens rasch vorgehenden Reparaturarbeiten häufig bewegliche Rüstungen vorteilhafte Anwendung finden, sind doch feste Rüstungen in leichter Ausführung auch für Reparaturen sehr gebräuchlich, wie solche übrigens auch für Bruchstein- oder Backsteinbauten von mäßiger Höhe noch recht wohl dienen können.

Die Maler- und Abputzgerüste bestehen meist aus in den Boden eingegrabenen Stangen, die nach Art der festen Baugerüste, siehe § 11, durch Streichbalken und Netzriegel, wie Fig. 20 und 21, Taf. II, zeigen, miteinander verbunden werden. Die Stangen, Streichbalken und Netzriegel sind hier stets Rundhölzer von 10—15 cm Durchmesser und werden in der Regel nur mit Stricken zusammengebunden. Da diese Gerüste nicht an der Mauer befestigt sind, erscheint es zweckmäßig, seitlich Streben anzubringen, wodurch das Ganze eine breitere Basis erhält, wie das in Dresden übliche Reparaturgerüst, Fig. 1 und 2, Taf. II, zeigt.

Fig. 10.

Zu dieser Art von Gerüsten sind auch die Wiener Leitergerüste zu zählen, Fig. 43 und 44, Taf. II, die nicht allein leicht zu besteigen sind, sondern auch

¹⁰⁾ Vergl. ferner: Eiserne Schlinge von Ewers. D. R. P. No. 3458. Kl. 37. — Sicherheitshaken für Baugerüste von F. Schützler und L. Muth in Berlin. D. R. P. 20820. Kl. 37.

in den verschiedensten Höhen die Dielung anzubringen gestatten, wodurch jeder Teil der Façade bequem erreichbar wird. Sie bestehen aus langen Leitern, welche an gleichweit entfernten Stellen einseitig verlängerte Sprossen besitzen. In Abständen von circa 3,5 m werden diese Leitern mit zur Mauerfläche senkrecht gerichteten Sprossen aufgestellt und untereinander durch Latten verstrebt, wobei man sie nicht eingräbt, sondern mit eisernen Spitzen auf dem Boden aufstehen läßt. Mit Seilen oder Haken an der Mauer befestigt, bilden diese Leitern dann ein festes Gerüst, das neben den erwähnten Vorteilen eine schnelle Aufstellung und Abrüstung gestattet und sich in Städten empfiehlt, wo Asphalt- oder Plattentrottoire das Eingraben der Stangen sonstiger Gerüste nicht zulassen.

Als feste Reparaturgerüste sind ferner die zum Umbau des Louvre in Paris¹¹⁾ verwendeten Gerüste zu bezeichnen, siehe Fig. 3, ferner Fig. 37 und 38, Taf. II, die einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen.

Bock- und Hängegerüste finden überall dort Anwendung, wo bei Neubauten das aufgeführte Mauerwerk bereits abgebunden hat und sichere Stützpunkte für neue feste Gerüstkonstruktionen bietet. Man bedient sich derselben jedoch namentlich auch bei Reparaturen, teilweiser Erneuerung des Mauerwerks und ähnlichen Fällen, weshalb dieselben an dieser Stelle Erwähnung verdienen.

Bremer Auslegergerüst. Wie bei teilweiser Reparatur einer Façade vom Innern des Gebäudes aus ein festes Gerüst geschaffen werden kann, zeigt Fig. 30, Taf. II. In einiger Entfernung von den Fensteröffnungen sind Böcke von der Höhe der Fensterbrüstungen aufgestellt, wodurch die aus dem Fenster herausragenden, die Arbeitsplattform tragenden Balken, welche an ihrem inneren Ende noch gegen die Deckbalken abgestützt sind, eine Unterlage erhalten.

Ein festes Hängegerüst wird durch Fig. 33 und 34, Taf. II, dargestellt. Es diente zur Beseitigung des Gemäldes Karl's X. an der Decke im Börsensaale von Paris¹²⁾, welches bis zur Julirevolution 1830 nebst andern bildlichen Darstellungen das Gewölbe des Saales schmückte.

Stützgerüste. Bei Reparaturen handelt es sich häufig um Erneuerung schadhafte gewordenen Teile eines Gebäudes, deren Entfernung und Rekonstruktion eine Abstützung der darüber befindlichen Bauteile nötig macht.

Zwei Beispiele bieten Fig. 35 und 36, Taf. II, welche letztere die Unterfahung der Pfeiler in der St. Marienkirche zu Greifenhagen zeigt.

Infolge von Restaurationsarbeiten und der Erneuerung des Kirchendaches, wobei die Lastverteilung eine für die Innenpfeiler der Kirche ungünstigere wurde, erhielt der südliche Innenpfeiler der Kirche Risse, welche sich in gefahrdrohender Weise erweiterten. Es mußte daher zur Unterstützung und Erneuerung der Pfeiler geschritten werden. Erstere wurde durch vier Gerüste auf provisorischen Fundamenten bewirkt, die von vier Seiten das Kapital des Pfeilers stützten. Dann begann vorsichtig das Abtragen, worauf Fundament und Pfeiler vollständig neu aufgebaut wurden. Dasselbe geschah mit dem nördlichen Pfeiler, indem dieselben Gerüste wieder benutzt wurden. Die Unterfahung der Pfeiler sowohl wie ihre Abtragung und Neuerrichtung ging ohne jeden Unfall vor sich.

¹¹⁾ Förster's Allg. Bauztg. 1858. S. 108.

¹²⁾ Förster's Allg. Bauztg. 1862. S. 101.

§ 11. Feste Baugerüste. Sobald das Bauwerk aus den Fundamenten bis zu einer Höhe geführt ist, bei welcher die Maurer nicht mehr bequem von ebener Erde aus die Steine versetzen können, werden längs der Fronten des Gebäudes in Abständen von circa 3 m bis zum Gesims reichende Baumstämme, sogen. Standbäume, gewöhnlich gegenüber den Fensteröffnungen, in passender Entfernung von der Mauerflucht fest eingegraben. An den Standbäumen erfolgt nun in den für den Stand der Arbeiter geeigneten Höhen die Befestigung der Streichbalken (Binder), d. h. horizontalen, mit der Fronte der aufzuführenden Mauer parallel laufender Rundhölzer, deren Befestigungsart in § 9 besprochen wurde.

Auf den Streichbalken ruhen die Netzriegel, welche eine senkrechte Richtung zur Mauer erhalten und auf dieser in hierzu besonders ausgesparten Gerüstlöchern liegen. Gewöhnlich gehen die Netzriegel nicht durch die Mauer. Sobald indes die Mauer eine bedeutende Tiefe erhält oder zum Versetzen schwerer Steine auch ein Innengerüst nötig wird, läßt man die Netzriegel durch die Mauer hindurchgehen; in diesem Falle legt man sie jedoch thunlichst durch die Fensteröffnungen, wobei noch ein Diagonalverband durch sogenannte Andreaskreuze möglich wird.

Beide Arten der Netzriegelanordnung zeigen die auf Taf. II in Fig. 31, 32 und 45, 46 dargestellten, in vielen Orten Deutschlands üblichen Gerüste.

Das Gerüst Fig. 31, 32 ist mit Rücksicht auf ausschließliche Verwendung von Ziegeln leichter gehalten. An die in 1,5 m Entfernung von der Mauer abstehenden Standbäume sind hier ebenfalls die Streichbalken und Netzriegel direkt befestigt. Letztere ragen nur wenig tief in die Mauer. Die Nichtanwendung von Diagonalverstrebrungen ist indes nicht gerade zweckmäßig, namentlich wäre dieselbe erforderlich, um ein Ablösen des Gerüstes von der Mauer zu verhindern.

In genannter Hinsicht zeichnen sich die in Bremen üblichen Gerüste vorteilhaft aus; siehe Fig. 28, 29 und 39, 40, Taf. II. Ersteres hat nur 10—15 m hohe Standbäume, an welche nachher ein zweiter Baum, ein sogenannter Anschärfer, gesetzt wird. Bei Bauten, wo Laufkräne zur Verwendung gelangen, werden Innen- und Außengerüste aufgeführt und miteinander diagonal verstrebt, wie die Fig. 39 und 40 zeigen.

Bei sehr großen, besonders bei Monumentalbauten führt man sowohl Außen- als Innengerüst doppelt aus, wie dies beispielsweise bei der Rüstung für die Berliner Nationalgalerie geschah.

Sind die Mauern so schmal, daß über die Hand gemauert werden kann, d. h. daß der Maurer bequem von einer Seite der Mauer zur andern reichen kann, was jedoch nur bei Backsteinbauten und mit geübten Arbeitern durchführbar ist, so wird das Außengerüst entbehrlich und verfährt man dann in der Regel so, wie bei den beweglichen Gerüsten beschrieben ist.

Als mustergültiges Beispiel eines größeren festen Baugerüstes darf das eben erwähnte in Fig. 18 und 19, Taf. II, dargestellte Gerüst der Kgl. Nationalgalerie in Berlin¹³⁾ angeführt werden. Dasselbe bestand aus einem die Umfassungsmauern umschließenden Doppelgerüst mit durchgreifenden Zangen. Die Höhe des Gerüstes betrug circa 30 m und enthielt dasselbe an der äußeren Fronte 4, an der inneren Seite dagegen, weil es bis in das Souterrain hinabreichte, 5 Etagen.

¹³⁾ Erbka m's Zeitschr. f. Bauwesen. 1869. S. 413.

Sämtliche zum Gerüst verwendete Hölzer waren nur wenig überschritten und durch Schraubenbolzen zusammengehalten. In einer Höhe von circa 7 m war die äußere Rüstung zur Ablagerung der Werkstücke mit 5 cm dickem Dielenbelag versehen¹⁴⁾. Die Rüstung überdeckte einen Straßendurchgang und führte zum Kanal, wo mittels eines auf Schienen geführten Laufkrans die Quadersteine aus den Schiffen gehoben wurden.

§ 12. Bewegliche Reparaturgerüste. Während feste Gerüste in mannigfaltiger Ausbildung vorwiegend als Baugerüste dienen, haben bewegliche Rüstungen sich hauptsächlich aus den bei Reparaturarbeiten maßgebenden Forderungen herausgebildet.

Je nach der Art der Beweglichkeit sind Hängegerüste und stehende oder liegende, beziehungsweise bock- oder brückenartige Gerüste zu unterscheiden; letztere können entweder versetzt oder verschoben werden, in welchem Falle sie zweckmäßig mit Rollen oder Rädern versehen sind und Rollgerüste heißen.

Seil- und Hängegerüste.

Feste Stützpunkte für solche Gerüste bieten Böcke oder Auslegebalken, welche mit der Dachkonstruktion des Gebäudes in Verbindung gebracht oder aus Fensteröffnungen herausgeführt werden.

Die Figuren 4—7, Taf. II, zeigen derartige Anordnungen schwebender Anstreichergerüste, von denen die ersteren in Paris vielfach Verwendung gefunden haben. Bei dem Gerüst Fig. 6, 7 ist nur eine vertikale Auf- und Abwärtsbewegung möglich, während das Hängegerüst Fig. 4, 5 dem auf der Plattform stehenden Arbeiter gestattet, sich mit dem Gerüst auch seitlich zu verschieben. An den aus der Dachfläche herausgeführten und gegen diese sicher abgestützten Streben hängt hier an Seilen eine Doppelschiene, längs welcher auf Rollen eine Fahrbühne verschoben werden kann, die mittels Flaschenzügen aufgehängt ist. Die Seile der Flaschenzüge sind entweder einfach an der Bühne befestigt oder führen nach einer Windevorrichtung, mit welcher sich der Arbeiter, sobald er das Sperrwerk löst, bequem auf- und niederlassen kann. Die von den Enden der Laufschienen nach der Bühne führenden Seile dienen zur seitlichen Verschiebung der Bühne längs der Façade und verhindern seitliche Schwankungen. Diese recht praktische Konstruktion eines Hängegerüsts wurde von dem Maurermeister Bazile in Paris in einer Zeit erfunden, wo viel Unglücksfälle beim Abputzen von Gebäuden vorkamen¹⁵⁾.

Die Reparaturleiter für freitragende Dächer¹⁶⁾, Fig. 13—17, Taf. II, hängt an einer durch starke Bügel an der unteren Gurtung der Dachbinder befestigten Schiene, welche mittels einer Rolle von 155 mm Durchmesser und einer gegen Abheben dienenden Gegenrolle von 65 mm Durchmesser umfaßt wird. Die Leiter ist mit eisernen Sprossen und Geländer, sowie mit einer an Scharnieren hängenden Klappe versehen, auf welcher der Arbeiter steht. Diese Vorrichtung wurde in der Perronhalle des neuerbauten niederschlesisch-märkischen Bahnhofs in Berlin

¹⁴⁾ Gerüste für Turmbauten und Schornsteine siehe in der Abteilung E dieses Kapitels „Bauausführungen besonderer Art“.

¹⁵⁾ Bull. d. l. soc. d'encouragement de l'ind. nat. 1876. Sept.

¹⁶⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1870. S. 523. — Zeitschr. f. Bauwesen. 1870. S. 167.

benutzt, um durch Aufstellen von Brettern, die zwischen die Hauptträger gelegt wurden, eine Rüstung herzustellen, mit deren Hilfe die oberen Fenster erneuert werden sollten.

Versetz- und verschiebbare Gerüste (Rollgerüste).

Zu den versetzbaren Gerüsten gehört zunächst als das einfachste das auf Taf. II in Fig. 41, 42 dargestellte Leitergerüst von Dubbin¹⁷⁾, da es die Vorteile der Wiener Leitergerüste mit der leichten Versetzbarkeit verbindet. Die Leitern sind hier mit ihren Sprossen parallel zur Mauer gestellt und lehnen mittels ausladender Konsolen, die zugleich die Gerüstdielung aufnehmen, an derselben. Sie unterscheiden sich also von den gewöhnlichen Leitern auch in der Benutzungsart nur durch die Konsolen, welche beliebig an den Sprossen versetzt werden können und auf diese Weise jede Höhe der Mauerfläche erreichen lassen.

Ebenfalls als Leitergerüst kann das eigentümliche, in Paris zur Verwendung gekommene Rollgerüst mit heb- und senkbarer Plattform, Fig. 26 und 27, Taf. II, angesehen werden. Dasselbe besteht aus zwei Pfosten, die an den beiden Enden eines auf Rollen gesetzten Gerüstbodens errichtet und durch Fußbügen sowie durch Spannseile sicher befestigt sind. Zwischen den beiden Pfosten und durch sie geführt, hängt eine Plattform, die mittels einer Windevorrichtung von dem auf ersterer befindlichen Arbeiter auf und nieder gekurbelt werden kann. Die Pfosten selbst sind mit Sprossen versehen, sodaß die Plattform auch in hochgestellter Lage erstiegen werden kann.

Eine in Kopenhagen¹⁸⁾ vielfach zu Reparaturzwecken an Häuserfaçaden angewandte Rüstung zeigen Fig. 13 und 14, Taf. III. Dieselbe besteht aus zwei vierkantigen Standbäumen *a a*, welche auf einer Schwelle *b* befestigt und untereinander durch Andreaskreuze verstrebt sind. Unter der Schwelle *b* befinden sich in gußeisernen Lagern laufend zwei Rollen, die ein Fortbewegen des Gerüstes längs der Façade gestatten. Die Standbäume können je nach der Höhe der Façade innerhalb gewisser Grenzen verlängert oder verkürzt werden. Hierzu dienen kulissenartige Kasten aus leichten Brettern, die über die Standbäume gestreift werden und auf eingesteckten Bolzen *d* aufsitzen, nachdem die Höhe der Standbäume durch Paßstücke *e* und *f* annähernd festgestellt worden ist. In geneigter Stellung auf dem Trottoir stehend, lehnt sich das Gerüst mit den oberen Enden der Standbäume, welche horizontale Führungsrollen *g* tragen, an das Gebäude, sodaß eine seitliche Verschiebung leicht zu erreichen ist. Eine Arbeitsplattform, die mit einem Geländer versehen und durch zwei eiserne Streben versteift, sowie von den beiden Standbäumen geführt ist, kann durch den auf ihr stehenden Arbeiter an zwei Flaschenzügen auf und nieder bewegt werden. Eine am oberen Ende bei *i* in einfachster Weise angebrachte Rolle dient für die Materialförderung.

Beim Verschieben des Gerüstes sind zwei Arbeiter erforderlich, indem der eine auf dem Trottoir stehend das Gerüst in der beabsichtigten Richtung vorwärts schiebt, während ein anderer an dem über die versetzbare, am Hause befestigte Rolle *k*

¹⁷⁾ Builder. 1872. Juni.

¹⁸⁾ Deutsche Baugewerksztg. 1881. S. 578.

führenden Tau *l* zieht, wodurch ein gleichmäßiges Fortschreiten des unteren und oberen Gerüstendes bewirkt wird.

Statt zweier Standbäume ist auch oft nur einer im Gebrauch, in welchem Falle durch ein um das Haus, beziehungsweise längs der Façade desselben gespanntes Tau ein Umkippen verhindert wird. Dieses System ist dem in Fig. 26, 27, Taf. II, dargestellten und oben beschriebenen vorzuziehen, da seine Zerlegbarkeit eine bequemere und die Verschiebbarkeit eine leichtere ist.

Ein fahrbares Rollgerüst von bedeutenden Dimensionen¹⁹⁾ zeigen Fig. 22 und 23, Taf. II. Dasselbe wurde in der Peterskirche zu Rom zur Anfertigung und Ausbesserung der Skulpturen in den Gewölbekassetten verwendet und zeichnet sich durch geschickte Konstruktion aus. Das in der Vertikalebene halbkreisförmige Gerüst hatte eine Spannweite von 27,5 m, besaß vier durch Verschwellung zusammenhängende Binder und lief auf je 12, im ganzen also auf 24 Rollen.

Fig. 3 und 4, Taf. III, stellen ein dreiseitiges mehretagiges, auf drei Rollen laufendes und mit Steigleitern versehenes Gerüst dar, welches beim Pantheon in Paris Verwendung fand²⁰⁾. Die Konstruktion dieses Gerüsts, welches aus Eichenholz hergestellt wurde, bedarf jedoch keiner weiteren Erläuterung.

Rollgerüst von Carlo Frattini; Fig. 7—9, Taf. III. Dieses auf der Pariser Weltausstellung 1878 vorgeführte Gerüst (D. R. P. No. 3691) läßt sich samt Steigleitern und Plattform zusammenschieben, indem die einzelnen etagenartigen Glieder des ganzen Gerüstbaues ineinander geführt sind und mittels Schrauben-, Zahnräder- und Kettengeräte nach Erfordernis gehoben und gesenkt werden können.

Während der Benutzung des Gerüsts sind zur Feststellung desselben die Fahrräder durch vier in den Ecken angebrachte Stemmfüße entlastet, deren Einstellung mittels Schraubenspindeln geschieht; diese werden hochgekurbelt, sobald das Gerüst zusammengeschoben ist und fortgefahren werden soll.

Vergl. ferner: Fahrbares Baugerüst von A. M. Clark. Engl. Patent. 1872. Sept. 23. No. 2809.

§ 13. Bewegliche Baugerüste. Anwendung verstellbarer Böcke. Sind bei Backsteinbauten die aufzuführenden Mauern so schmal, daß der Maurer von der einen Seite der Mauer die andere bequem erreicht, so kann, wie in § 11 angeführt wurde, „über die Hand“ gemauert werden und es bedarf keines festen Gerüsts an der Façade des Gebäudes, wodurch der Vorteil erwächst, daß Straßen und Trottoirs nicht versperrt werden und für den Verkehr frei bleiben. Zuerst wird ohne Gerüst gemauert ungefähr bis auf halbe Manneshöhe oder bis etwas über die Fensterbrüstungen hinaus. Dann werden eine Reihe Böcke hinter der Mauer mit dieser parallel aufgestellt und kurze Hölzer (Netzriegel) von den Böcken nach den Fensterbrüstungen gelegt. Durch einen Belag mit Dielen wird auf diese Weise ein Gerüst geschaffen, auf welchem weiter gemauert werden kann und zwar oft bis zur sogenannten „Gleiche“, d. h. bis zu derjenigen Schicht der Mauer, auf welche die Mauerlatten mit der Balkenlage gelegt werden und die daher horizontal geebnet oder „abgeglichen“ wird. Kann man diese Höhe von dem Bockgerüst aus nicht erreichen, so wird auf demselben häufig noch ein Fußgerüst errichtet, d. h. auf kleine, interimistisch durch Zusammensetzen von Ziegeln gebildete Pfeiler

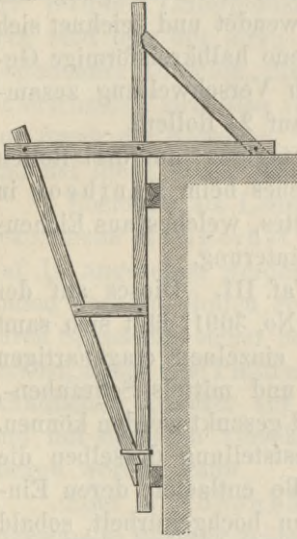
¹⁹⁾ Förster's Allg. Bauztg. 1859. S. 100.

²⁰⁾ Förster's Allg. Bauztg. 1862. Bl. 493. — Nouv. ann. d. l. constr. 1873. S. 19.

werden Gerüstdielen gelegt. Ist die Mauer noch höher, so stellt man auf das erste Bockgerüst ein zweites. — Nach Fertigstellung der Balkenlage benutzt man diese als neue Basis zur Aufstellung von Bockgerüsten und verfährt so weiter, bis die Mauern hoch geführt sind. Man kann auf diese Weise ein mehrstöckiges Gebäude von Backsteinen aufmauern, ohne ein äußeres Gerüst nötig zu haben.

Versetzbares Hängegerüst am Dom zu Hildesheim. Eine sehr einfache, ihren Zweck vollkommen erfüllende und teure Standgerüste entbehrlich machende Hängerüstung kam bei der Erbauung der beiden neuen Domtürme zu Hildesheim zur Verwendung²¹⁾. Die Konstruktion des bockartigen Gerüstes geht aus nebenstehender Fig. 11 hervor. Die Länge der Rüstbohlen, die auf den Böcken lagen, betrug circa 8 m. Ein leichtes Geländer schützte die beiden auf der Plattform arbeitenden Maurer; oft waren auch vier Personen auf dem Gerüst beschäftigt. — Von diesem Gerüst aus wurden sämtliche Arbeiten, nämlich das richtige Versetzen, Bestreichen und Vergießen der Fugen, sowie das Nacharbeiten vorgenommen. Zum Hinaufschaffen des Baumaterials diente eine Winde. Die Rüstung wurde einfach auf das aufgeführte Mauerwerk gelegt. In der Regel bedurfte sie keiner weiteren Befestigung. Nur in besonderen Fällen, bei Befürchtung eines Sturmes oder wenn vorstehende Gesimse störend waren, erfolgte Festbinden durch Taue.

Fig. 11.



Beim Fortschreiten der Arbeit wurde die Rüstung nie vollständig hinweggeräumt, sondern schichtweise in die Höhe gebracht. Wegen ihrer Einfachheit empfiehlt sich dieselbe zur Anwendung bei hohen Bauwerken, wo die Errichtung fester Standgerüste bedeutende Kosten verursachen würde.

§ 14. Eiserne Rüstungen²²⁾. Die zunehmende Verwendung von Eisen im Hochbau legte den Gedanken nahe, auch die Gerüste in Eisen zu konstruieren, in welcher Hinsicht die Erfindung von Max Hahn, D. R. P. No. 3806, bemerkenswert ist.

Derartige eiserne Baugerüste werden in Berlin seit 1878 angewendet; dieselben können sowohl stationär als dreh- und fahrbar angeordnet werden. Die Hauptbestandteile derselben sind die im Dampfkesselbau gebräuchlichen schmiedeeisernen Siederohre in Dimensionen von 75—100 mm Durchmesser und 4—6 m Länge. Zu Netzriegeln werden kürzere Rohre bis zu 2,35 m Länge verwendet. Die Wandstärken der Röhren variiren je nach dem Durchmesser von 2½—3½ mm. — Zur Verbindung der einzelnen Stangen in der Richtung ihrer Axe dienen Aufsatzmuffen, welche einfach auf die Röhren gesteckt und mittels einer Klemmschraube festgezogen werden. Die Befestigung der horizontalen Stangen (Streichstangen) an den Pfosten geschieht mittels sogenannter Hänger, welche mit Bremsfallen ausgerüstet sind. Je größer die Belastung ist, desto kräftiger wirken diese Bremsfallen

²¹⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1863. S. 450.

²²⁾ Siehe: Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878. S. 240. — Der Rohrleger (Gesundheitsingenieur). 1879. S. 12.

und bieten somit eine zuverlässige Verbindung. Die Netzriegel erhalten ihre Befestigung an den Streichstangen durch Doppelringe, welche, um die Netzriegel in beliebigem Winkel auslegen zu können, gegeneinander verstellbar sind.

Die Einrüstung erfolgt in der Weise, daß entweder ein 0,5—1 m tiefes Loch in die Erde gegraben, ein Brettstück eingelegt und auf dieses die unterste Röhre gestellt wird, oder es werden gußeiserne Füße direkt auf das Straßenpflaster gestellt und die Röhren in diese eingesetzt, oder endlich man benutzt Brettstücke, welche als Unterlage für die Röhren dienen, und umgibt diese mit etwa 0,5 m hohen Gipsfüßen von circa 0,75 m Durchmesser, wobei man so viel alte Mauersteinstücke verwenden kann, als sich anbringen lassen. Sind die untersten Stangen gesetzt, so werden die Streichstangen eingezogen, die Netzriegel und Bretter aufgelegt und die folgende Etage ebenso berüstet. Die Rüstarbeit soll wenig mehr als die Hälfte derjenigen Zeit in Anspruch nehmen, welche zur Herstellung eines Holzgerüsts nötig ist. Ferner rühmt der Erfinder seinen eisernen Gerüsten nach, daß sie sich zu Neubauten besonders eignen, weil sie ein durchaus ebenes Planum ergeben, das bei Verwendung besäumter Bretter einem Fußbodenbelag gleichkommt. Ein Bruch der Stangen ist nicht zu gewärtigen, da der äußerste mögliche Fall nur ein Verbiegen derselben zur Folge haben und dann immer noch keine Gefahr für die darauf beschäftigten Leute entstehen würde. Bei großen konzentrierten Belastungen, wie z. B. bei Werksteinen von 10000 kg und mehr Gewicht, bedient man sich geeigneter Verstrebungen, oder Verankerungen²³⁾.

C. Vertikaltransport.

§ 15. Aufzüge für Bausteine und Mörtel. Die Vorrichtungen für den Vertikaltransport von Bausteinen hängen vor allem von deren Größe und Gewicht ab. Hauptsächlich kommen Ziegel-, Quader- und Bruchsteine bei Hochbauten zur Verwendung, und mögen die für deren Förderung gebräuchlichen Verfahren und Einrichtungen hier vorgeführt werden, ohne jedoch speziell auf die Konstruktion der Hebmachines einzugehen, hinsichtlich welcher auf das betreffende Kapitel der 3. Abteilung dieses Werkes zu verweisen ist.

Der Vertikaltransport der Ziegelsteine geschieht durch Tragen, Werfen oder mittels maschineller Vorrichtungen.

Das Hinauftragen der Ziegel in Mulden durch Arbeiter (Steinträger). Ein Arbeiter trägt bei jedem Gange circa 20 Stück Ziegelsteine. Diese Methode hat bei großer Billigkeit²⁴⁾ den Vorzug, daß die Ziegel vom Lagerplatz bis zur

²³⁾ Der Erfinder vermietet seine Gerüste und berechnet;

- a. für einen kompletten Bau: $2\frac{1}{2}\%$ vom gezahlten Maurer-Arbeitslohn,
- b. für Façaden allein: 1 \mathcal{F} pro qm der berüsteten Fläche und Tag,
- c. für gebundene Gerüste: 1,5—2 \mathcal{F} pro qm der berüsteten Fläche und Tag,

welche Preise ungefähr den Kosten bei gewöhnlichen Standgerüsten aus rohen Stämmen und Hölzern entsprechen.

²⁴⁾ In Berlin kostet das Hinauftragen pro 1000 Stück auf die verschiedenen Stockwerke:

	Erdgeschoß	1,10 M.
I.	Obergeschoß	1,40 — 1,80 M.
II.	„ „	2,30 M.
III.	„ „	2,80 M.

Hierbei verdient ein tüchtiger Steinträger durchschnittlich $3\frac{1}{2}$ —4 Mark pro Tag.

Verwendungsstelle direkt transportiert werden. Bedient nun ein Steinträger eine gewisse Anzahl Maurer, so können diese in der passendsten Weise mit Ziegelsteinen versehen und die Arbeit in regelmäßigem Fortgang erhalten werden.

Nicht selten erfolgt der Transport der Ziegelsteine durch Werfen; wo dies nicht gut ausführbar ist, reichen sich die Arbeiter der Reihe nach die Steine. Letzteres Verfahren empfiehlt sich insofern, als man untergeordnete schwache Arbeitskräfte, auch Frauen dazu verwenden kann, andererseits hat es aber den Uebelstand, daß zeitweise eine größere Anzahl Arbeiter gebraucht wird, weshalb dasselbe nur da zweckmäßig sein wird, wo kräftige Steinträger nicht zu haben und die Arbeitskräfte so billig sind, daß es unvorteilhaft wäre, die Steine mittels maschineller Einrichtungen zu heben.

Bei größeren Bauten und teuren Arbeitskräften ist indes stets der Transport von Baumaterialien mittels maschineller Einrichtungen anzuraten. Es geht dies schon aus der Betrachtung hervor, daß der Steinträger beim Emporsteigen und Niedergehen einen bedeutenden Teil seiner Kraft zur Bewegung seiner eignen Last aufzuwenden hat²⁵⁾. Durch maschinelle Einrichtungen macht man sich ferner unabhängiger von den Arbeitern und den Lohnschwankungen.

Die für die Förderung von Bausteinen zur Anwendung kommenden maschinellen Einrichtungen sind hauptsächlich folgende:

Winde mit Steinkasten. Es werden die Steine in größeren Quantitäten in einen Kasten gepackt und mittels einer Winde gehoben, wobei letztere entweder auf dem Gerüste steht und den Steinkasten direkt in die Höhe zieht, oder an einem auf die Erde gelegten, mit Steinen belasteten hölzernen Rahmen befestigt ist, in welchem Falle das Zugseil oben über eine Rolle geführt wird.

Die Kasten haben einen Inhalt von etwa $\frac{3}{4}$ cbm, nehmen also circa 300 Ziegelsteine auf. Das zu hebende Gewicht einschließlich Kasten beträgt hierbei circa 2000 kg. Diese Last kann noch bequem direkt mittels einer Winde von einfacher Rädertübersetzung und ohne eingeschalteten Flaschenzug gehoben werden. Wenn hierbei auch eine ziemlich starke Winde nötig werden sollte, so ist dieselbe doch zu empfehlen, um nicht bei den verhältnismäßig großen Förderhöhen die für die Anwendung von Flaschenzügen erforderlichen langen Zugseile jedesmal bewältigen zu müssen.

Der Elevator; siehe Fig. 32 und 33, Taf. I. Dieser in Wien gebräuchliche Ziegelaufzug ist als Paternosterwerk gebaut. Unten auf der Erde und auf dem Gerüst in der Höhe der Verwendungsstelle wird je ein bockartiges Gestell mit sechskantiger Trommel aufgestellt, um welche letztere eine Flachschielenkette geht, an der in bestimmten Abständen flache Eimer befestigt sind. Ein unten stehender Arbeiter legt in jeden Eimer Ziegelsteine, während oben auf dem Gerüst ein zweiter Arbeiter steht, der die Steine aus den Eimern nimmt und auf dem Gerüste ablegt. Zum Betriebe des Elevators genügen meist zwei Arbeiter, welche mittels Kurbeln das obere Kettenprisma in Bewegung setzen. Da die Förderhöhen während eines Baues successive zunehmen, muß auch die Elevatorkette durch Einschaltung von Kettengliedern entsprechend verlängert werden.

Die Trommeln haben einen Durchmesser von etwa 800 mm. Die Länge der aus Flacheisen hergestellten Kettenglieder entspricht der Breite der Seiten-

²⁵⁾ Siehe § 4 im I. Kap. „Animalische Motoren“ der 1. Abteilung dieses Werkes.

flächen der prismatischen Trommeln. Die Eimer sind aus dünnem Eisenblech hergestellt.

Das Wiener Brustzeug, Fig. 22, Taf. I, eignet sich zum Heben der verschiedensten Materialien, indem das Lastseil bei beliebiger Aufstellung dieser Winde mittels Rollen leicht nach Erfordernis nach der eigentlichen Aufzugsstelle geleitet werden kann. Diese ganz in Holz hergestellte Konstruktion empfiehlt sich durch ihre außerordentliche Einfachheit, welche ihre Instandhaltung oder Reparatur auf jedem Werkplatze ermöglicht. Mit vier Arbeitern an den Schwengeln können Lasten von etwa 300 kg gehoben werden.

Mörtelaufzug; Fig. 23, Taf. I. Bei diesem gleichfalls in Wien gebräuchlichen Aufzug geht der leere Kübel abwärts, während ein gefüllter Kübel hinaufgewunden wird, indem die mittels Kurbeln und Schwungrädern betriebene Welle ohne sonstige Befestigung mit dem Förderseile so umschlungen ist, daß dasselbe auf der einen Seite abläuft, während es auf der andern Seite aufgewickelt wird, ohne jedoch durch das Uebergewicht des gefüllten Gefäßes über das leere zum Gleiten kommen zu können. Die oben ankommenden Kübel werden von Hand seitwärts gezogen und ausgehängt.

Andere primitive Hebemaschinen siehe im Kapitel »Animalische Motoren«, S. 24 d. 1. Abteilung dieses Werkes.

Die Wiener Schere, Fig. 24 und 25, Taf. I, ist ein am Bauwerke leicht anzubringender Ausleger, welcher an seinem Ende eine feste Rolle trägt und mit direkter Anwendung eines Zugseils oder in Verbindung mit einer Winde zur Förderung verschiedenen Baumaterials dienen kann.

Schwenkkran. Zur Erleichterung des Hereinbringens des hochgewundenen Materials wendet man zweckmäßig drehbare kranartige Ausleger an. Die in Fig. 11, Taf. I, abgebildete, in Frankfurt a. M. bei Hochbauten gebräuchliche Konstruktion läßt sich in erforderlicher Höhe bequem an einem Gerüstpfosten anbringen. Der Auslader kann samt einer daran hängenden Last von 300—400 kg von einem Manne gedreht werden; bei größeren Lasten bis zu 800 kg sind zwei Mann erforderlich.

Die Bauwinde von Paesler, Fig. 51, Taf. I, ist mit einer besonderen Vorrichtung zur Erleichterung des Hereinschwenkens der Förderkasten ausgerüstet. Auf einem Holzgestell lagert eine Welle mit Zahnrad und Drahtseilscheibe, um welche letztere ein Drahtseil von 7 mm Stärke geschlungen ist. Die Welle wird mittels Vorgelegte durch zwei Arbeiter, welche auf etwa 0,4 m hohen Tritten stehen, in Umdrehung versetzt. An der einen Seite wird der volle Kasten, welcher 175 kg Steine oder Mörtel faßt, in die Höhe gezogen, während auf der andern Seite der leere Kasten hinuntergeht.

Wenn der volle Kasten oben an der Winde ankommt, setzt sich ein durch ein Gegengewicht in vertikaler Stellung erhaltener Gabelhebel unter eine an der Wand des Kastens befindliche Nase. Nachdem dies geschehen, drehen die Arbeiter etwas rückwärts, wobei der Kasten selbstthätig durch den ausschlagenden Gabelhebel seitwärts geschwenkt und außer dem Bereich des Aufzugsloches auf das Gerüst gesetzt wird. Auf der andern Seite der Winde ist der Vorgang bei hochgehobenem Kasten derselbe.

Der Doppelaufzug, Fig. 34 und 35, Taf. I, kann unabhängig vom Gerüste aufgestellt werden. An der mit Kurbeln betriebenen Winde sind zwei Sperrräder

von entgegengesetztem Sinne erforderlich, da bei dem abwechselnden Heben mittels der rechten oder linken Förderschale die Drehung der Kurbel entgegengesetzt erfolgt.

Hydraulischer Aufzug; Fig. 36 und 37, Taf. I. Diese in Paris gebräuchliche Einrichtung hat auch in Deutschland in Städten mit Wasserversorgung erfolgreich Anwendung gefunden. Dieselbe ist mit zwei Aufzugskasten versehen, welche an einem über Rollen gehenden Seile hängen und sich durch ihr Eigengewicht nahezu ausbalanciren. Steht der leere Kasten oben und der beladene hoch zu hebende Kasten unten, so wird aus der städtischen Wasserleitung durch ein Steigrohr oben so viel Wasser in den leeren Kasten gelassen, daß derselbe das Uebergewicht bekommt und durch sein Herabsinken den beladenen Kasten in die Höhe zieht, wobei die Fahrgeschwindigkeit nach Bedarf durch eine Bremse regulirt werden kann.

Ist der mit Wasser gefüllte Kasten unten angelangt und der oben angekommene entladen, so wird durch ein Bodenventil das Wasser aus dem unten befindlichen Kasten in die Schleuse oder den Straßenkanal abgelassen und der geleerte Kasten mit Baumaterial wieder angefüllt, wonach durch Wasserfüllung auf der andern Seite die folgende Fahrt ermöglicht wird. Zur Aufstellung des Aufzugs sind höchstens vier Tage nötig. Mittels desselben kann 1 cbm Material, dessen Gewicht ungefähr 1800 kg beträgt, binnen 20 Sekunden auf eine Höhe von 20 m gehoben werden²⁶⁾.

§ 16. Hebevorrichtungen für Hölzer. Das Aufziehen von Hölzern geschieht zwar bei Hochbauten häufig nur mit einfachem Seil über oben befindlicher fester Rolle oder mit Anwendung eines Flaschenzugs durch eine entsprechende Zahl von Arbeitern, nicht selten auch mit Pferden²⁷⁾, wie z. B. beim Kran vom Indre-Viadukt, Fig. 26—28, Taf. I, doch empfiehlt sich bei bedeutenderen Bauten und größeren Höhen in der Regel die Benutzung einer Kabelwinde.

Recht zweckmäßig läßt sich die Winde für das Aufziehen von Hölzern mit dem sogen. Richtebaum in Verbindung bringen, einem Kran primitiver Konstruktion, dessen Abbildung und Beschreibung in § 20, S. 27, zu finden ist. Die Winde hierzu wird im Kellergeschoß aufgestellt und durch Steifen gesichert. Das Seil geht durch die Brückenbohlen an den Richtebaum bis unter den sogenannten Schnabel und von da über eine eiserne Rolle wieder hinab. Mit dieser Vorrichtung erfordert das Aufziehen der Hölzer weniger Leute als bei Anwendung von Pferden. Das Einschwenken der Hölzer kann leicht von zwei Mann bewerkstelligt werden; ferner können während des Aufziehens weitere Hölzer herangefahren werden, da die Anfahrt nicht behindert ist.

Die Mannschaft an der Winde kann zum Abladen benutzt werden, während das Holz oben abgenommen und gut gelegt wird. Die Ersparnis bei der eben beschriebenen Aufzugsweise der Hölzer berechnet sich zu circa 10—20 Prozent gegenüber der Anwendung von Pferden, doch fällt dieselbe noch wesentlich größer aus, wenn die Pferde nur des Nachts verwendet werden dürfen, was in großen Städten und verkehrsreichen Straßen meistens polizeilich vorgeschrieben ist.

²⁶⁾ Aehnliche Aufzüge werden von der Maschinenfabrik Möller & Blum in Berlin gebaut. — Vergl. auch D. R. P. No. 24375 und Referat hierüber in der Zeitschr. f. Baukunde. 1884. S. 301. — Ferner: Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 147.

²⁷⁾ Vergl. die Angaben über „Die Kraft der Pferde und deren vorteilhafte Anwendung“ im 1. Kap. dieses Werkes.

§ 17. Vertikaltransport von Eisenteilen. Die Verfahren und Hilfsmittel für den Vertikaltransport von Eisenteilen richten sich wesentlich nach der Form der zu hebenden Stücke, da die Gerüste und maschinellen Einrichtungen bei Eisenbauten sich nicht immer so herstellen lassen, daß die einzelnen Teile mittels derselben bis zur Verwendungsstelle gebracht werden können. Sind die Stücke nicht so schwer, als daß es unbedingt notwendig wäre, besondere Hebe- und Transportvorrichtungen anzuwenden, so wird es sich häufig als vorteilhaft herausstellen, die einzelnen Teile von Arbeitern auf die Gerüste tragen zu lassen und zu diesem Zwecke Rampen anzulegen.

Bei Anwendung von Aufzugsmaschinen hingegen ist schon ein gewisses Personal für den Transport des Materials nach der Aufzugsstelle erforderlich; hierzu kommt das eigentliche Aufzugspersonal und schließlich dasjenige, welches das oben angekommene Material nach der Verwendungsstelle bringt. Das mehrfache Ablegen und Aufnehmen der schweren Baustücke macht den Transport teuer; allerdings ist dies nicht für alle Fälle entscheidend, aber bei der Wahl der Transportmittel nie außer acht zu lassen. Eisenteile in Platten- und Winkelform bis etwa 500 kg können von Arbeitern noch ohne Schwierigkeit auf weitere Strecken getragen werden.

Zum Befestigen der Eisenteile an dem Zugorgane sind die in Fig. 12—16 angegebenen Vorrichtungen gebräuchlich.

Fig. 12 und 13 zeigen das Einsetzen von zwei Zugringen, in welche die Anschlagkette greift. Diese Befestigungsart ist hauptsächlich für lange Stücke, nämlich Winkeleisen, Flacheisen etc. brauchbar.

Der Greifbügel mit Durchsteckbolzen, Fig. 14 und 15, eignet sich für Platten mit Nietlöchern und wird beim Heben einfach in den Flaschenzugshaken eingehängt.

Fig. 16 stellt die sogenannte Katze dar, welche ähnlich einer Schraubzwinde konstruiert, aber mit zwei Schraubenspitzen versehen ist, zwischen welchen die zu hebende Platte fest eingespannt wird. Im Bügel der Katze befindet sich ein Ring zum Einhängen in den Seilhaken des Flaschenzugs.

§ 18. Vorrichtungen zum Erfassen von Quadersteinen (Greifzeuge). Zum Heben von Quadern mäßiger Dimension sind zwar die meisten der schon vorgeführten Aufzugsvorrichtungen recht wohl verwendbar, bei größerem Gewichte der Qua-

Fig. 12.

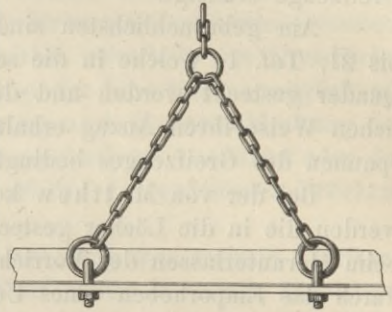


Fig. 13.

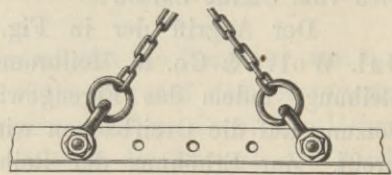


Fig. 14.

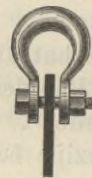


Fig. 15.

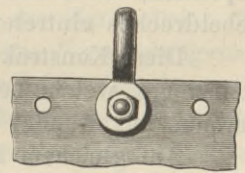
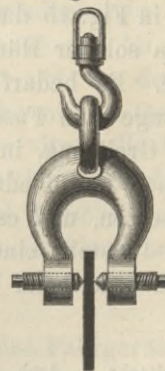


Fig. 16.



der jedoch werden stärkere Hebemaschinen erforderlich und empfiehlt es sich jedenfalls, bei umfangreicheren Bauten sich besonderer Kräne zu bedienen, welche das Versetzen der Quader vollständig ermöglichen, ohne auf Zwischentransporte durch menschliche Arbeitskräfte angewiesen zu sein. Von den für Quader und andere schwere Konstruktionsteile dienlichen Kransystemen handeln die folgenden Paragraphen, sodaß hier nur die Beschreibung der zum Erfassen der Quader nötigen Greifzeuge erübrigt.

Am gebräuchlichsten sind die Keilklaunen, sogen. Wölfe, siehe Fig. 17 bis 21, Taf. I, welche in die schwalbenschwanzförmig eingemeißelten Löcher der Quader gesteckt werden und deren Keilflächen in der aus den Figuren ersichtlichen Weise ihren Anzug erhalten, wodurch beim Anheben der Quader das Festspannen des Greifzeuges bedingt wird.

Bei der von Matthew konstruirten Klemmvorrichtung²⁸⁾, Fig. 12a und 12b, werden die in die Löcher gesteckten Schienen beim Anheben auseinandergedrängt, beim Herunterlassen der Vorrichtung und Aufsetzen des Steines hingegen erfolgt durch das Emporheben eines Uebergewichtes ein Aushängen der äußeren Schiene, demzufolge die Klemmung aufhört und beim Wiederanheben die ganze Vorrichtung sich vom Steine ablöst.

Der Angriff der in Fig. 13 abgebildeten Kniehebel-Steinzange von Jul. Wolff & Co. in Heilbronn a. N. für Quader von 50—5000 kg beruht auf Reibung, indem das Eigengewicht des Quaders mittels starker Kniehebelübersetzung auf die Greifbacken wirkt und diese kräftig gegen die Seitenflächen anpreßt. Zur Erhöhung der Reibung werden zwar Holzplatten dazwischen gelegt, doch dürfte sich dieses Greifzeug bei sehr glatten und nassen Steinen wohl nicht empfehlen, da in diesem Falle bei Erschütterungen ein Abrutschen trotz des starken Hebeldruckes eintreten kann.

Diese Konstruktion hat übrigens große Aehnlichkeit mit der Barrère'schen Steinzange, welche beim Bau der Kirche zu Saint-Gaudens im Departement Haute-Garonne angewendet wurde²⁹⁾.

Auf gleichem Prinzipie beruht die Daumenzange, Fig. 14, welche durch Verstellung der Daumenlager an der gemeinsamen Schiene verschiedenen Quaderdimensionen angepaßt werden kann.

Die in Fig. 15 dargestellte Greifschere wird vielfach verwendet, wenn die Quader von solcher Härte sind, daß das Einmeißeln von Wolfslöchern zu mühsam sein würde. Es bedarf dann nur eines geringen Einhauens an den Seitenflächen, um die Zange zum Fassen zu bringen, doch hat dieselbe, wie übrigens auch das Wolff'sche Greifzeug, in Vergleich mit den Wolfseisen den Nachteil, daß es wegen des seitlichen Raumbedarfs oft nicht möglich ist, den Stein gleich an die richtige Stelle zu setzen, und es hierzu dann noch besonderer Handarbeit bedarf³⁰⁾.

Fig. 16 stellt eine einfache Vorrichtung zum Umkanten von Quadern vor, welche u. a. beim Bau der neuen Dresdner Gasanstalt auf Reicker Flur ver-

²⁸⁾ Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. z. Hannover. 1875. Heft 4.

²⁹⁾ Appareil destiné au levage des pierres de taille, par M. Barrère. Bull. d. l. soc. d'encour. p. l'ind. nat. 1877. S. 269. — Dingler's polyt. Journ. 1877. Bd. 225. S. 334.

³⁰⁾ Vergl. ferner: Hutton's Steinhebezeug im Kapitel „Gewinnung, Zerteilung und Bearbeitung der Bausteine“.

wendet wurde. Diese einfache Vorrichtung besteht aus einem Holzhebel mit Haken-eisen und hat sich beim Gebrauch als recht praktisch erwiesen.

§ 19. Laufkräne. Für den Transport der Baustücke von der Aufzugsstelle bis zum Verwendungsort dienen bei größeren Bauten Brückenlaufkräne, meistens kurzweg Laufkräne genannt, welche, auf passenden Gerüsten montirt, vermöge der Kombination des Hebens der Last mit der Horizontalbewegung der Laufbrücke auf dem Gerüste und dem Fahren der Winde auf letzterer beliebige Bewegung der Last innerhalb des gesamten Arbeitsgebietes des Laufkrans gestatten, oder stationäre und fahrbare Drehkräne, welche, innerhalb der Kreisfläche, welche ihre Ausleger bestreichen, beliebige Bewegung der Laststücke ermöglichend, dieselbe Aufgabe lösen, indem die Vertikalbewegung und Horizontaldrehung der Last mit radialer Bewegung der Windevorrichtung am Ausleger kombinirt oder der Drehkran selbst fahrbar eingerichtet wird. Die auf Taf. I abgebildeten Brückenlaufkräne repräsentiren die üblichen Systeme.

Fig. 47 und 48 stellen einen zweckmäßig aus Holz konstruirten Laufkran dar, welcher eine Bautiefe von 6 m bestreicht. Zwei starke verzahnte Holzträger sind durch Querhölzer, die auf Rädern ruhen, miteinander verbunden. Die Räder laufen auf Schienen; diese sind auf Längshölzern befestigt und letztere wiederum auf den Gerüstständern direkt aufgekämmt.

Wie aus Fig. 47 ersichtlich, überragt das Krangerüst die Bauweite von 6 m um 2 m, wodurch es möglich wird, die Lasten mittels der auf dem Krangerüst placirten Winde längs der Fronte des Bauwerkes emporzuwinden. Damit ein Ueberkippen des Gerüstes nicht eintritt, wird dasselbe, solange die Last an der Winde hängt, abgesteift. In der Figur ist ein Transportwagen angegeben, mittels dessen eventuell von einer entfernter gelegenen Aufzugsstelle die Last herbeigeführt und an die Laufwinde abgegeben werden kann, um dann auf der Kranbrücke über die Bautiefe gefahren und mittels derselben schließlich an ihre Verwendungsstelle gebracht zu werden. Für die Bewegung des Krangerüstes ist eine besondere Vorrichtung nicht vorgesehen, sondern die Verschiebung desselben erfolgt ohne weiteres durch die Arbeiter, wobei indes darauf zu achten ist, daß diese neben dem sich verschiebenden Kran noch bequem und sicher auf dem Baugerüst gehen können.

Eine von dem Arbeiter auf dem Kran selbst zu handhabende Vorrichtung zum Verschieben der Laufkranbrücke besitzt der in Fig. 49 und 50 abgebildete Laufkran mit Flaschenzugwinde. Derselbe zeichnet sich vor dem oben beschriebenen noch durch zwei verspannte Träger aus, welche mit den Querschwellen das Fahrgerüst bilden. Unter dem einen der beiden Träger sitzen die betreffenden beiden Laufräder auf einer gemeinschaftlichen Welle, welche mittels Schnecke und Schneckenrad von einer stehenden, mit Handspindel versehenen Welle aus betrieben werden kann. Dies geschieht von den beiden auf dem Laufkran befindlichen Arbeitern, nachdem sie die Last gehoben und mittels Sperrwerk festgestellt haben.

Bei Spannweiten von über 10 m empfiehlt es sich, das Fahrgerüst aus Eisen zu konstruiren. Fig. 38—46 stellen einen derartigen, von den Verfassern entworfenen Laufkran dar und zwar Fig. 38 eine Seitenansicht der Hauptträger mit fahrbarer Winde und den Plattformträgern, Fig. 39 einen Grundriß des Fahrgerüstes, Fig. 40 einen Querschnitt durch dasselbe und Fig. 41 eine Ansicht von der Quer-

seite mit Verschiebungshebel. Fig. 42—46 zeigen die zum Laufkran gehörige Winde und deren Details. Das Fahrgertüst hat eine Spannweite von 13,5 m. Die Laufwinde ist für eine Last von 2000 kg an der Trommel wirkend oder eine solche von 8000 kg bei vierfacher Flaschenzugübersetzung konstruiert.

Um den zur Herstellung der Hauptträger erforderlichen Materialaufwand möglichst gering zu erhalten, sind die oberen Gurtungen der beiden Hauptträger so gebildet, dass die Laufräder der Winde direkt auf ihnen rollen. Der Axenabstand der Laufwinde beträgt 800 mm. Bei der Konstruktion letzterer wurde besonders auf leichte Montierung und Demontierung der einzelnen Teile Rücksicht genommen.

Das Montieren der Winde ist wie folgt gedacht: Die beiden Laufradaxen werden über die Hauptträger der Laufbrücke gelegt, hiernach die beiden aus Fig. 42 erkenntlichen Sattelstücke aufgebracht und diese durch die Traverse zur Aufnahme des Flaschenzuges verbunden. Auf die Sattelstücke setzt und befestigt man nun die beiden Lagerböcke, welche mittels der oberen Rundeisentraverse verbunden werden. Schließlich werden die Triebaxen mit ihren Rädern und der Trommel in ihre Lager gelegt. Damit die Triebwellen bequem eingelegt werden können, sind sämtliche Lager mit Deckeln versehen, ferner, um das ganze Rädergetriebe in richtigem Eingriff zu erhalten, sämtliche Lager an den beiden geschlossenen Böcken angebracht. Daß die Winde leicht zu montieren ist, wird als ein wesentlicher Vorteil namentlich dann gelten, wenn die Laufbrücke sehr hoch über dem Terrain zu liegen kommt und es beschwerlich sein würde, die ganze Winde in zusammengesetztem Zustande nach oben zu bringen.

Die gesamte Uebersetzung des doppelten Vorgeleges der Winde ermöglicht, daß eine an der Trommel hängende Last von 2000 kg bequem von 4 Arbeitern gehoben werden kann.

Nach entsprechender Verschiebung der Kurbelwelle läßt sich die Winde mit einfachem Vorgelege benutzen, wobei 4 Arbeiter eine Last von 375 kg mit verhältnismäßig größerer Hebegeschwindigkeit bewältigen.

Zur Verschiebung des ganzen Laufkrans dient das in Fig. 45 und 46 abgebildete Rad mit einem Handhebel, welcher in die angegebenen radialen Löcher gesteckt wird, um wiederholt Drehungen mittels desselben auszuführen, welche direkt auf die Triebaxe übertragen werden.

Annähernd beträgt das Gewicht der Laufbrücke 6800 kg, der Laufwinde 1100 kg, somit das Gewicht des ganzen Krans circa 7900 kg.

Eiserner Laufkran zum Bahnhof Königsbrücke der Berliner Stadtbahn; siehe Fig. 13—15, Taf. IV³¹⁾. Dieser Laufkran kam zum Versetzen von Werksteinen in drei Exemplaren zur Anwendung und hat sich vortrefflich bewährt. Der Bahnhof besteht aus drei Viadukten mit je zwei Gleisen, zwischen denen Perrons angeordnet sind. Ueber jedem Viadukt lief ein Kran, sodaß jeder Punkt derselben von den Kränen beherrscht wurde. An dem fahrbaren Gertüst des Laufkrans befanden sich drei verschiedene Windevorrichtungen, die sämtlich von den Arbeitern so bedient werden konnten, daß dieselben nie in die Nähe oder gar unter die zu bewältigende Last zu treten hatten.

Die eine Winde *A* diente zum Heben der Last, die andere *B* zur Trans-

³¹⁾ Centralbl. d. Bauverw. 1881. S. 236.

versalbewegung der Laufkatze, an der die lose Rolle für die Last hing, und die dritte *C* zur Fortbewegung des Krans. Durch diese drei Bewegungen konnte jeder Punkt im Innenraum des Gerüsts erreicht werden, ohne dass die zwei den Kran bedienenden Arbeiter ihren Standpunkt änderten. Bei allen drei Winden war anstatt der sonst üblichen Windtrommel ein Daumenrad angewandt, über welches eine genau kalibrierte Kette lief und das durch Räderübersetzung gedreht wurde. Dadurch konnten die Winden sehr kleine Dimensionen erhalten, trotzdem sie große Hubhöhen und Längenbewegungen gestatteten, die nunmehr nur von der Länge der Ketten, aber nicht von der Größe der Windtrommel abhängig waren. Die Lastwinde besaß eine selbstthätig wirkende Bremse, sogenannte Lösungsbremse³²⁾, sodaß zur Niederbewegung der Last der Bremshebel gelüftet werden mußte.

Die Transversalbewegung der Katze geschah durch eine herabhängende geschlossene Haspelkette, mittels welcher oben durch Räderübersetzung ein Daumenrad gedreht wurde, das wiederum eine kalibrierte Kette in Bewegung setzte, deren beide Enden an entgegengesetzten Seiten der Katze Befestigung fanden, sodaß diese Kette über zwei an den Enden des oberen Gitterträgers gelagerte Rollen lief, von denen die eine als gezahntes Daumenrad durch die Haspelkette rechts oder links gedreht werden konnte.

Die Winde *C* zur Fortbewegung des ganzen Krans wirkte wiederum mittels einer kalibrierten Kette ohne Ende, die, an dem ganzen Gerüst des Krans entlang über Rollen geführt, zwei Daumenräder in Bewegung setzte, welche sich auf den beiden gleichgelagerten Axen der Laufräder befanden. Durch Drehung des Kurbelrades der Winde wurden also diese gleichliegenden Laufräder auf den beiden Schienen bewegt, während die beiden andern Laufräder des Krans frei liefen. Durch diese Einrichtung konnte der Kran in einer Minute von einem Arbeiter um 10—15 m fortbewegt werden. Zur Bewegung des voll belasteten Krans waren allerdings zwei Arbeiter erforderlich³³⁾.

§ 20. Stationäre und fahrbare Drehkräne. Zum Transport von Lasten von der Aufzugsstelle bis zum Verwendungsorte bedient man sich außer den Laufkränen und in manchen Fällen sogar ausschließlich und mit größerem Vorteil der Drehkräne. Ein zweckmäßig angelegtes und ineinander greifendes System von Drehkränen kann sogar die Laufkräne mit ihren teuren Gerüsten vollständig ersetzen, wie dies besonders in Amerika mit Erfolg durchgeführt wurde; Anlagen dieser Art siehe S. 30 fg.

Der Richtebaum. Als der einfachste Repräsentant eines Drehkrans ist der in § 16 schon erwähnte, bei Häuserbauten in der Zimmermannspraxis so beliebte Richtebaum³⁴⁾ anzusehen, welcher sich innerhalb eines besonderen Gerüsts befindet, um bei einem in seinen Mauern bereits fertigen Gebäude unabhängig von diesem aufgestellt werden zu können. Derselbe besteht, wie nachstehende Fig. 17 und 18 zeigen, zunächst aus einem Baum als Kranpfosten, der an der vorderen Seite des Gerüsts mit diesem solid verbolzt ist. Das nach oben die Plattform des Gerüsts überragende Ende des Baumes ist abgerundet und mit einem cylindrischen

³²⁾ Siehe Kapitel „Hebemaschinen“ in der 3. Abteilung dieses Werkes.

³³⁾ Die Gerüste der oben beschriebenen Kräne wurden von der Firma Belter & Schneevogel in Berlin, die Windeapparate von der Maschinenfabrik E. Becker daselbst geliefert.

³⁴⁾ Vergl. Breymann's Baukonstruktionslehre. II. Teil. IV. Aufl. S. 247.

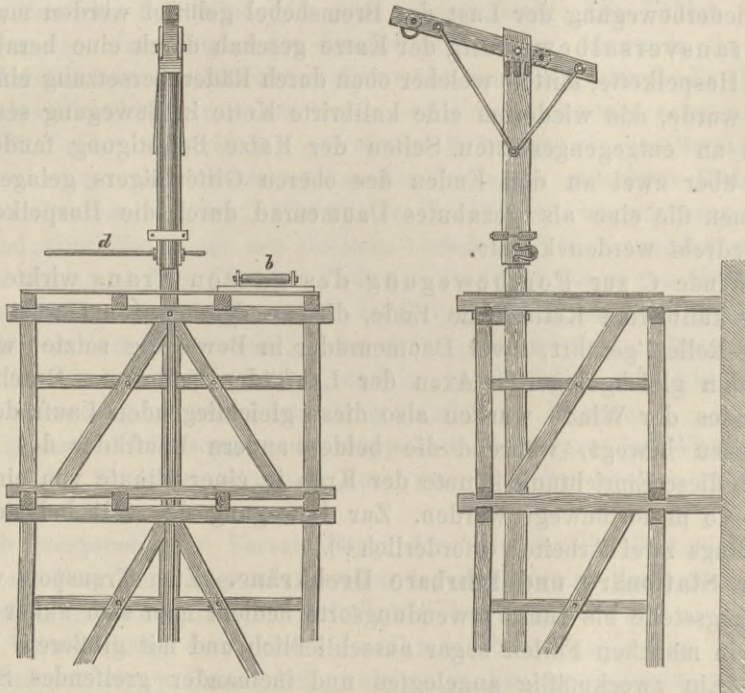
Zapfen versehen, auf dem sich eine kastenartige Säule dreht, welche den Ausleger oder Kranbalken trägt. Letzterer ist mit zwei Rollen zur Leitung des Lastseiles versehen.

Um den Ausleger in seiner schrägen Lage zu erhalten, gehen auf jeder Seite von seinen Enden eiserne Stangen nach der Säule, die mit dem Ausleger zwei unverrückbare Dreiecke bilden. Die Beanspruchung der Festigkeit des Pfostens des Richtebaums ist keine ungünstige, da die Resultierende der beiden Seilkräfte annähernd in dessen Längsaxe ausübt wird.

Fig. 17.

M. 1 : 100.

Fig. 18.



An der Säule sind unten, siehe Fig. 18, zwei starke eiserne Oesen befestigt, durch welche ein Hebel *d* gesteckt wird, um durch Drehung des Auslegers die gehobene Last hereinholen und auf das Gerüst niederlegen zu können. Bei Balken geschieht dies zur Erleichterung des Fortschiebens auf einer Walze *b*. Das Lastseil geht von der hinteren Rolle des Auslegers bis auf den Erdboden hinab, wo entweder im Innern des Gerüstes eine Winde aufgestellt oder eine feste Rolle, ein sogenannter „Frosch“, angebracht ist, über welche das Seil bis zu der Stelle geleitet wird, wo die bewegende Kraft angreift.

So primitiv der Richtebaum auch erscheint, wird er doch wegen seiner leichten und billigen Herstellung häufig angewendet.

Andere Drehkräne einfachster Konstruktion sind der S. 21 beschriebene eiserne Schwenkkran, Fig. 11, Taf. I, und der beim Indre-Viadukt verwendete hölzerne Drehkran, siehe S. 22 und Fig. 26—28, Taf. I, auf welche wegen ihrer Verwendbarkeit zur Hebung verschiedener Baumaterialien hier zurückzuverweisen ist.

Der Drehkran mit Winde von Stauffer & Mégy, Fig. 29 und 30, Taf. I, zeichnet sich durch eine besondere Vorrichtung aus, um das gefährliche Ausrücken der Sperrklinke und die unsichere und schwer zu handhabende Bandbremse entbehrlich zu machen. Zu dem Ende ist die Kurbelwelle durch eine ausrückbare elastische Federkuppelung mit dem übrigen Triebwerke verbunden und bewirkt ein zuverlässig arbeitender, in einem Gehäuse untergebrachter Zentrifugalregulator, daß selbst bei vollständig gelöster Bremse das Sinken der Last eine bestimmte Geschwindigkeit nicht überschreitet, welche je nach der Größe der Winde 20 bis 30 m pro Min. beträgt. Sobald nämlich die Kurbel etwas rückwärts gedreht wird, erfolgt Lösen einer die Last schwebend erhaltenden Bremse. Indem nun die Last sinkt, wird durch das Rädergetriebe eine Serie von Bleisektoren in Rotation versetzt und infolge deren Zentrifugalkraft mit zunehmender Senkgeschwindigkeit der Last immer stärker gegen die Innenwand des Gehäuses gepreßt, bis die maximale Senkgeschwindigkeit erreicht ist, bei welcher die von der sinkenden Last verrichtete Arbeit in vollem Maße durch Reibung absorbiert wird.

Um die Last zu heben, wird die Kurbel in gewohnter Weise vorwärts gedreht, während für das Herablassen nur ein geringer Druck nach rückwärts notwendig ist.

Wird die Kurbel völlig losgelassen, so erfolgt selbstthätig stoßfreies Anhalten der Last. Die bei gewöhnlichen Winden erforderliche besondere Handhabung von Bremse und Sperrrad fällt also fort; sämtliche Funktionen der Hebemaschine werden ausschließlich mit Benutzung der Kurbel ausgeübt. Diese einfache und bequeme Handhabung der Winde gewährt große Sicherheit im Betriebe, infolge dessen sie sowohl für kleine als große Lasten vielfach Anwendung findet. Die kompensierte Gestalt und das geringe Gewicht machen die Winde leicht transportabel und für alle Anwendungen, namentlich aber bei hohen Bauten geeignet. Da die Kette nicht auf eine Trommel gewickelt, sondern durch eine sogen. Kettenuß gefasst und durch den Apparat hindurchgezogen wird, kann dieselbe sehr lang sein, ohne daß deshalb die Winde groß und schwer ausfällt. Zur Ansammlung der Kette dient ein am Kran befestigtes Becken aus Eisenblech.

Derartige Winden für eine Last von 600 kg können von zwei Mann in anhaltender Tagesarbeit bequem betrieben werden ³⁵⁾.

Lafettenkran. Einen von der Baufirma Ph. Holzmann & Co. in Frankfurt a. M. für größere Bauten vielfach verwendeten sogenannten Lafettenkran stellen Fig. 10—12, Taf. III, dar. Derselbe ist drehbar und fahrbar, sodaß er nicht allein das Heben des Materials, sondern auch dessen Transport längs des ganzen Gerüsts, sowie das Versetzen schwerer Werkstücke ermöglicht. Die Aufstellung des Lafettenkrans auf dem Baugerüste zeigen Fig. 1 und 2, Taf. III.

Die normale Ausladung eines solchen Krans, von der vertikalen Drehaxe desselben aus gemessen, beträgt 2,5 m, doch kann dieselbe durch entsprechende Aufsattelung am Ausleger verlängert werden. Mit einfachem Seil können durch 4 Mann Lasten bis 1600 kg bewältigt werden, bei Anwendung einer losen Rolle indes muß dann selbstverständlich das Gegengewicht entsprechend vermehrt werden, damit der Kran nicht umkippt. Das Gewicht desselben beträgt 325 kg. Anschaffungskosten 900—1000 Mark.

³⁵⁾ Die speziellere Beschreibung der Konstruktion dieser Winde und verwandter Systeme siehe Kapitel „Hebemaschinen“ in der 3. Abteilung dieses Werkes.

Amerikanische Drehkräne. In neuerer Zeit sind vorwiegend in Amerika Drehkräne mit bedeutender Ausladung so eingerichtet und aufgestellt worden, daß sie die Laufkräne vollständig ersetzen, wodurch an Gerüstkonstruktion viel erspart wird.

In verwandter Weise wurde zwar bereits das kronprinzliche Palais in Stuttgart aufgeführt, wie Baurat Lang in Breymann's Baukonstruktionslehre, 4. Aufl., Band II, S. 250, mitteilt, doch läßt die daselbst angegebene Konstruktion nur die Verwendung von drei Drehkränen erkennen, auf deren horizontalen Ausladern die Laufwinden ebenso wie auf den bisher beschriebenen Fahrgerüsten verschoben wurden. Bei Aufstellung der Drehkräne ist indes zu beachten, daß deren Drehpfosten möglichst lange frei erhalten werden können, also in keinem Falle auf eine Mauer fallen dürfen. Die Gerüstkonstruktion unterscheidet sich von der bei einem Laufkran üblichen dadurch, daß die Standbäume in ein Polygon gesetzt werden, auf deren Sattelhölzern die kreisförmig gebogenen Schienen der Drehkräne ruhen.

Wesentlich einfacher ist die in Amerika übliche, durch die Weltausstellung in Philadelphia 1876 allgemeiner bekannt gewordene Anordnung³⁶⁾, siehe Fig. 19 bis 22, Taf. IV, wobei die polygonale Rüstung vollkommen in Wegfall gekommen ist.

Fig. 19, Taf. IV, zeigt die Disposition und den Wirkungsbereich der einzelnen über eine Baustelle verteilten Kräne, deren Köpfe sowohl untereinander durch Drahtseile verbunden, wie nach allen Seiten über die angrenzenden Straßen hinweg mittels Drahtseilen an Erdankern befestigt werden. Mit derartigen Kränen, die je nach Umfang des Baues entweder von Hand oder mittels Dampfkraft zu betreiben sind, werden die schwersten Werkstücke gehoben. Das ganze System einer solchen Kranrüstung wird nach Vollendung eines Stockwerks auf der erreichten Höhe neu aufgestellt³⁷⁾.

Bei der in Fig. 20—22 abgebildeten Konstruktion wird das Werkstück vertikal und horizontal mittels zweier Flaschenzüge und zugehörigen besonderen Windevorrichtungen so bewegt, daß dasselbe an jede Stelle im Bereiche der Ausladung gebracht werden kann.

Beim Bau der neuen Post in New-York kamen derartige Kräne mit Auslegern von 18 m zur Anwendung, deren Endpunkte somit einen Kreis von 36 m Durchmesser beschrieben. Zu jedem Kran gehörten zwei Winden, welche im Kellergeschoß aufgestellt und durch Dampf betrieben wurden.

Eine ähnliche Konstruktion wurde bei der New-York-Brooklyner Hängebrücke verwandt, mit dem Unterschiede, daß der Auslader, auf welchem die sogenannte Katze läuft, sich nur nach der einen Seite erstreckte³⁸⁾.

In Deutschland hat die Maschinenfabrik von Gebr. Weissmüller das amerikanische System der Drehkräne mit Erfolg eingeführt. Fig. 16—18, Taf. IV, zeigen die Aufstellung eines solchen amerikanischen Drehkrans für den Bau einer Villa bei Frankfurt a. M.³⁹⁾. Dieselbe hat, wie aus der Situationszeichnung Fig. 16 ersichtlich, ein fast quadratisches Rechteck als Grundriß, und sollten sämtliche

³⁶⁾ Deutsche Bauztg. 1876. S. 446.

³⁷⁾ In gleicher Weise wird mit den in Bern gebräuchlichen Drehkränen mit Tretradbetrieb verfahren, welche bei den dort allgemeinen Quaderbauten von jeher in Anwendung und im Kapitel »Hebemaschinen« der 3. Abteilung dieses Werkes beschrieben zu finden sind.

³⁸⁾ Engineering. 1878 I. S. 53, 121, 171.

³⁹⁾ Wochenbl. für. Arch. und Ing. 1879. S. 291.

Façaden in Werksteinverblendung durchgeführt werden. Um die vorhandenen Gartenanlagen zu schonen, konnte nur ein kleiner Raum als Arbeitsstätte verwandt werden, und erwies sich die Anwendung der amerikanischen Krankonstruktion um so mehr als zweckmäßig, da sämtliche Baumaterialien direkt am Orte der Abgabe, dem Thore, durch den Kran gefaßt und direkt an der Verwendungsstelle niedergesetzt werden konnten. Die Richtung der drei Spannseile wurde so gewählt, daß dieselben möglichst einen Winkel von 120° miteinander bildeten. Als Befestigungs-, beziehungsweise Verankerungsstellen dienten denselben bei *A* eine überwölbte Grube, bei *B* ein Magazinegebäude, bei *C* das Fundament einer Gartenmauer. An den mit *S* in der Figur bezeichneten Stellen waren Schraubenspannvorrichtungen zum Nachdrehen angebracht. Fig. 17 und 18 zeigen die Art der Aufstellung des Krans, welche mittels eines hölzernen, durch Eisenbeschlag befestigten Bockes geschah, der, mit Unterleghölzern versehen, auf das Kellermauerwerk, bei einer zweiten Stellung auf die Balkenlage des ersten Stockes gebracht wurde. Auf diesem Bockes sitzt eine Spurpfanne, die den mit Stützzapfen versehenen, aus Rundholz bestehenden drehbaren Standbaum trägt. — Die Anwendung dieses Systems ist indes nicht überall wohl möglich, namentlich in Fällen, wo eine Befestigung der Drahtseile in den Höfen oder an den benachbarten Häusern nicht gestattet wird, oder wenn es sich nur um kleinere Bauten handelt.

Der fahrbare Drehkran von Florio & Co. in Palermo, Fig. 1—6, Taf. IV, wurde zum Bau des neuen großen Theaters daselbst geliefert. Der Betrieb des Krans geschah mit Dampfkraft. Er ist berechnet auf 8000 kg Lastgewicht und eine Förderhöhe von 24 m. Der Ausleger kann vollständig im Kreise gedreht werden, wobei das an einer langen Zugstange hängende Gegengewicht mittels Rolle an einer den Kran umgebenden kreisförmigen Schiene geführt ist, eine Anordnung, durch welche im Vergleich mit der Anbringung des Gegengewichts direkt oben an der Rückwärtsverlängerung des Auslegers die Stabilität des ganzen Krans wesentlich gewinnt.

Um die Werkstücke möglichst sanft und stoßfrei abzusetzen, ist an dem vorderen Ende der Kette ein nach Art der Katarakte wirkender Apparat angebracht, welcher aus einem mit Wasser gefüllten Cylinder mit dicht schließendem Kolben besteht. An letzterem hängt die Last und verdrängt durch ihr Gewicht das Wasser aus dem unteren Teile des Cylinders durch einen Seitenkanal nach dem Raume oberhalb des Kolbens, sobald ein mittels Handkurbel stellbares Kegelveil geöffnet wird, was jedoch nur in solchem Maße geschieht, daß das Werkstück ganz allmählich auf den bestimmten Platz niedergelassen wird. Unten an der Kolbenstange ist eine Steinklaue befestigt⁴⁰⁾.

Aeltere Ausführungen von Drehkränen zeigen Fig. 5 und 6, Taf. III, von welchen der eine auf feststehendem Gestelle drehbar, der andere fahrbar ist. Erstere Konstruktion zeigt an einem in der Mitte aufgerichteten Baum zwei Auslader, welche mittels Flaschenzügen verstellbar sind und die Bausteine beliebig zu versetzen gestatten. Dieser Drehkran wurde in drei Exemplaren beim Bau der neuen Häuser der Hafengesellschaft auf dem Quai de la Joliette⁴¹⁾ zu Marseille mit großem Vorteil verwendet, doch zeichnet sich diese Konstruktion gegenüber den neueren

40) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878. S. 318.

41) Förster's Allg. Bauztg. 1859. S. 156.

keineswegs durch Einfachheit und geschickte Anordnung des Hebezeuges aus. Das Heben der Lasten und die Drehung der Auslader geschah mittels Dampfkraft.

Die zweite, an gleichem Orte ebenfalls in drei Exemplaren angewendete, in Fig. 6 dargestellte Konstruktion zeigt einen Kranbalken, der auf der Spitze des Mastbaums drehbar gelagert ist und dessen Schwenkung gleichfalls mit Dampfkraft vollzogen wurde.

§ 21. Verschiedene Gerüst- und Kransysteme für Bauzwecke. Baugerüste und Versetzkräne zum Bau der Dreikönigskirche⁴²⁾ in Sachsenhausen bei Frankfurt a. M., Fig. 15—23, Taf. III. Diese vom Ingenieur Schmidt entworfene Anlage besteht aus drei Teilen, welche 1. zum Aufbauen des Turmes, 2. für die beiden Langseiten und das Mittelschiff und 3. zum Versetzen des Chores dienten.

1. Das Turmgerüst konnte im Innern beinahe in ganzer Höhe des Turmes als ein viereckiges Gerüst aufgestellt werden; Fig. 18 stellt dasselbe in derjenigen Höhe dar, in der es bei der ersten Aufstellung nebst den übrigen Gerüsten sich befand und über welche es später immer um je zwei Etagen erhöht wurde. In größerer Höhe mußte aus dem Viereck ins Achteck übergegangen werden, wobei es gegen die Seitenwände des unteren fertigen Turmmauerwerks abgesteift wurde. Auf der jedesmal oben hergestellten Plattform lag ein Laufkranz von gebogenem I-Eisen und auf diesem drehten sich auf drei Laufrollen zwei Ausleger, an deren hinterem Ende ein aus Brettern hergestellter Ballastkasten befestigt war. Ein starker schmiedeiserner Zapfen, in durchbohrtem Lager sich bewegend, siehe Fig. 23, diente den ohne Laufkranz gegossenen Rädern als Führung und verband gleichzeitig die Krankonstruktion mit dem Turmgerüst. Auf den Auslegern konnte mittels einer Kette ohne Ende, die über eine kleine Kurbelwelle und am Ende des Auslegers über eine Rolle lief, eine Katze vor- und rückwärts gezogen werden, an welcher die lose Rolle zum Heben der Last hing. Als Hebevorrichtung diente eine einfache Winde, deren Leistungsfähigkeit durch Anbringen von Flaschenzügen vergrößert werden konnte. Durch diese Anordnung wurden Gerüste um den Turm herum entbehrlich. Das Material wurde von außen gehoben und beigezogen, wobei das Mauern über die Hand geschah.

2. Für die Langseiten und für den Mittelbau waren zwei auf Gerüsten laufende Schlitten angeordnet, auf denen je eine Laufwinde sich befand, welche die zwischen den Gerüsten liegenden Gebäudeteile beherrschten. Zum Bestreichen der äußeren Mauern wurde ein durch vier Spanneisen gehaltener Baum mit Ausleger aufgesetzt, siehe Fig. 15 und 16. Somit brauchte man das Gerüst nur um ein Geringes über die inneren Gurtbögen zu führen, während die hohen Frontmauern doch damit versetzt werden konnten. Um die letzten Spitzen aufsetzen zu können, wurde der Ausleger hoch gestellt, indem man die Spanneisen um ein Glied verkürzte. Die Schlitten, deren Spurweite 7 m betrug, waren hinreichend schwer, daß sie ein Gegengewicht entbehrlich machten.

3. Das Chor wurde mit Hilfe eines amerikanischen Drehkrans⁴³⁾ versetzt, der auf einem auf der Erdfüllung stehenden Bock montiert war. Für die Einrüstung der inneren Wölbung, welche nach Aufstellung des eisernen Daches erfolgte,

⁴²⁾ Wochenbl. f. Arch. und Ing. 1880. S. 345.

⁴³⁾ Von derselben Konstruktion, wie S. 30 beschrieben und in Fig. 16—18, Taf. IV, angegeben.

wurden im Innern der Kirche noch Zwischenpfosten angeordnet und so nach Abtragen der ersten Gerüstetage ein Podium hergestellt, auf dem die Lehrgerüste für das Netzgewölbe Aufstellung finden konnten. Fig. 20 zeigt im Grundriß die Grenzen, innerhalb welcher das Baugebiet von den Kränen bestrichen werden konnte.

Ausleger zum Bau des Courthouse in Chicago⁴⁴). Den Vorzug billiger Herstellung und geringer Behinderung des Straßenverkehrs verbinden die großen Versetzkräne in Form von Auslegern, wie sie in Belgien, Dänemark und Amerika meist in Gebrauch sind, während sie in bezug auf Sicherheit und Schnelligkeit des Funktionirens hinter den übrigen Kransystemen zurückstehen.

Bis zu welcher Größe und für wie schwere Lasten derartige Systeme angewandt werden können, zeigt der Bau des Courthouse in Chicago. Da das Hauptgesims desselben eine Höhe von 37 m über dem Straßenpflaster hatte, mußte der in Fig. 7, Taf. IV, dargestellte Ausleger eine Höhe von 43 m erhalten. Er wurde aus drei Masten von 40 cm Durchmesser, die an den Verbindungsstellen überblattet und durch eiserne Reifen verbunden wurden, hergestellt. Gegen Durchbiegung erhielt er eine Armirung aus vier eisernen Spannstangen von 30 mm starkem Rundeisen. Der Fuß ist in einer Höhlung des auf Rollen ruhenden Schwellstücks beweglich, während das obere Ende von drei Drahtseilen gehalten wird, deren Befestigungspunkte am Erdboden etwa 30 m voneinander entfernt sind. Das eine bewegliche Ende dieser Seile geht über Knaggen *a* durch einen Flaschenzug und ist nachzulassen, wenn ein hoch genommenes Werkstück über seine Bettung gebracht werden soll, umgekehrt anzuziehen, sobald ein Werkstück vom Boden gehoben werden soll.

Nach der Vorderseite wird der Kran ebenfalls durch ein paar Kopftaue gehalten, damit er nicht gänzlich aus der geneigten Lage herausgebracht werden kann. Die Versetzung des Krans parallel zur Gebäudefaçade wurde auf künstlicher Rollbahn durch ein Seil, das zu einer Dampfmaschine führte, bewirkt; dieselbe geschah in Abständen von etwa 2 m. Zum Heben der Werkstücke mittels Flaschenzug und Winde diente dieselbe Dampfmaschine und konnten Lasten bis zu 5000 kg gehoben werden. Beim Bau des Courthouse waren vier solcher Kräne, sogenannte Derriks, aufgestellt.

Fahrbares Versetzgerüst zur Aufstellung der Figuren und Figurengruppen am Baue der neuen Börse in Frankfurt a. M.⁴⁵); Fig. 24—26, Taf. III. Nachdem der Bau der Frankfurter Börse fertig abgerüstet dastand, handelte es sich darum, den im Projekt vorgesehenen Figurenschmuck hinaufzuschaffen. Um der Forderung zu entsprechen, die Gerüstanlagen mit dem fertigen Bau möglichst wenig in Berührung zu bringen und die Anlage möglichst einfach und billig herzustellen, entwarf Ingenieur Schmidt ein fahrbares dreietagiges Gerüst, an welchem eine senkrecht gestellte Gabel *CC*, die durch regulirbare Zugstangen *BB* aus Stabeisen rückwärts gehalten wurde, befestigt war. Diese Gabel diente als Ständer für den Ausleger *AA*, der, aus Rundhölzern konstruirt und durch Eisenstangen gegen Zerknickung armirt, sich auf hohlkugelförmige gußeiserne Schuhe stützte, während das Kopfende durch den Flaschenzug *D* am oberen Ende des Vertikalständers befestigt war. Die Gabel *CC* findet ihre Unterstützungspunkte eine Etage tiefer.

⁴⁴) Deutsche Bauztg. 1881. S. 255.

⁴⁵) Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1880. S. 21.

Die aufzuziehenden Figuren wurden mittels zweier Flaschenzüge gehoben, von denen der eine am Kopf des Auslegers *AA*, der andere am Kopf der Gabel *CC* Befestigung fand. Durch abwechselndes Loslassen oder Anziehen der einzelnen Flaschenzüge konnte man die Last in der Ebene der Flaschenzüge einen beliebigen Weg beschreiben lassen. Als größte Last waren 9000, als kleinste Last 5000 kg zu heben. Das Heben der größeren Last geschah, wie Fig. 25a andeutet, in der steileren Lage des Auslegers. Zum Aufziehen der Last dienten zwei auf dem Gerüstboden aufgestellte Winden, von denen aushilfsweise eine auch dazu benutzt wurde, mittels des Flaschenzuges *D* dem Ausleger eine steilere Lage zu geben. Die Bewegung des Gerüsts auf dem Schienengleise erfolgte mittels untergeschobener Hebel meist in unbelastetem Zustande, jedoch auch mit schwerer Last konnte die Konstruktion auf diese Weise verschoben werden.

Die in einem Stück durchgehenden Pfosten des Gerüsts wurden, um die Hölzer nicht zu entwerten, ohne Zapfen auf das Unterlager gesetzt und durch häufigen Horizontal-, Vertikal-, Längs- und Diagonalverband hinreichend verstrebt. Die zur Aufnahme der Ausleger bestimmten gußeisernen Schuhe waren in die vorderen Pfosten eingelassen, während die hinteren Pfosten Bügel zur Aufnahme der Spanneisen erhielten, welche letztere außerdem noch durch Ketten an das Untergestell befestigt wurden. Als Ballast dienten auf dem Untergestell Eisenbahnschienen. Die Flaschen hatten 4 Rollen und die angewandten Seile eine Dicke von 28 — 30 mm.

Die einzelnen Figuren erhielten, da sie nirgends direkt angefasst werden durften, aus Holz und Eisen konstruirte Käfige, Fig. 25b, die man oben entfernte, worauf die Figuren nochmals mit Hilfe umgelegter Stricke gehoben und schließlich richtig versetzt wurden.

Fahrbares Krangerüst mit Lokomobilbetrieb; Fig. 8—10, Taf. IV. Dieser beim Bau der Orleans-Bahn benutzte Versetzkran gestattet wie die gewöhnlichen Laufkräne die drei orthogonalen Bewegungen der Last, wobei nicht allein deren Hebung, sondern auch die Horizontalbewegung von der Lokomobile aus mittels einer Laufkatze bewirkt und endlich gleichfalls mit Dampftrieb der ganze Kran längs der Gebäudefronte verschoben werden kann. Dem Arbeitsgebiete für die zu errichtende Mauer entspricht die im Verhältnis zur Höhe bescheidene Ausladung des Krangerüsts. Gegen Umkippen desselben dient die Lokomobile als Gegengewicht⁴⁶⁾.

Der fahrbare Kran für den Bau des Collège Chaptal in Paris, siehe Fig. 11 und 12, Taf. IV, läuft zwischen den beiden zu errichtenden Mauern und ist von geringerer Höhe, indem er für die Aufführung jeder Etage auf deren Bodenkonstruktion Aufstellung findet. Für die Horizontalbewegung der Katze dient ein Spillenrad, für das Heben der Last eine Winde mit Handbetrieb.

§ 22. Verwendung von Elementarkraft für den Betrieb der Hebemaschinen. Für den Betrieb der Aufzugsvorrichtungen für Hochbauten kommen sowohl hydraulische Motoren als Dampfmaschinen und Gaskraftmaschinen, besonders bei größerem Umfange der Bauten und bedeutenden zu bewältigenden Massen von Baumaterial, vorteilhaft zur Anwendung, über deren Zweckdienlichkeit jedoch nur nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen bestimmt entschieden werden kann⁴⁷⁾.

⁴⁶⁾ Nouv. ann. de la constr. 1870. S. 1 und 18.

⁴⁷⁾ Vergl. auch § 1 des Kapitels „Kraftmaschinen“.

Die Benutzung der Wasserkraft empfiehlt sich namentlich in Städten mit Wasserversorgung. Wie bei den S. 22 beschriebenen, in Paris gebräuchlichen hydraulischen Aufzügen kann das Gewicht des Wassers durch Einlassen in den oben befindlichen leeren Kasten benutzt werden, um durch Uebergewicht den mit Baumaterial beladenen Kasten hinaufzuziehen. Diese Methode hat zwar den Vorteil größter Einfachheit, gestattet aber insofern nur eine sehr unvollständige Ausnutzung des Arbeitsvermögens des Wassers, als die Förderhöhen meistens weit geringer sind als die Druckhöhe des Wassers in der Leitung, von welcher übrigens jedenfalls ein solcher Ueberschuß noch vorhanden sein muß, daß mit entsprechender Ausflußgeschwindigkeit des Wassers die Füllung des Wasserkastens ohne zu großen Zeitverlust geschehen kann. Beträgt beispielsweise der Wasserdruck in der Leitung vier Atmosphären, was einer Wassersäule von 40 m entspricht, und fördert der Aufzug das Material auf eine Höhe von 20 m, so geht die Hälfte der disponiblen Arbeit verloren. Während des Baues ist indes der Wirkungsgrad durchschnittlich ein noch viel geringerer, da die Förderhöhen nur allmählich zunehmen, also ganz besonders bei Aufführung der unteren Stockwerke der Wasserdruck in sehr geringem Maße ausgenutzt wird, während der hohe Wasserpreis städtischer Leitungen möglichst sparsamen Verbrauch fordert.

Hiernach erscheint der Betrieb der Aufzüge mittels kleiner Wassermotoren nach den Systemen von Schmid, Mayer, Haag u. a.⁴⁸⁾ wesentlich vorteilhafter, weil man es mit denselben in der Hand hat, den disponiblen Wasserdruck möglichst auszunutzen.

Für die motorische Verwendung des Wassers bei Bauten spricht übrigens der Umstand, daß das ablaufende Wasser auf dem Bauplatz zur Mörtelbereitung und andern Zwecken benutzt werden kann.

Der Betrieb mittels Dampfkraft wird sich überall da empfehlen, wo Wasser nicht vorhanden oder infolge seines hohen Preises nicht wohl angewendet werden kann, namentlich aber bei größeren Bauten, wo bedeutendere Massen zu bewegen sind. Die Aufzugsvorrichtung wird dann entweder durch eine zu ebener Erde aufgestellte Lokomobile betrieben oder es ist eine Dampfmaschine samt Dampfkessel mit dem Drehkran oder der Laufwinde direkt verbunden. Obwohl in konstruktiver Beziehung letztere Einrichtung einfacher und kompendiöser ist, so hat sie doch den Nachteil, daß sie infolge ihres Mehrgewichtes und der beim Dampfmaschinenbetrieb auftretenden Erschütterungen die Gerüstkonstruktion erheblich beansprucht, welche dementsprechend stärker und stabiler aufgeführt werden muß.

Trotz der Unbequemlichkeit der Seil- und Kettenführung von der Lokomobile zur Aufzugsvorrichtung wird man somit letztere Anordnung ohne triftige Gründe nicht verlassen. Beispiele für diese übliche Aufstellung des Dampfmotors bieten Fig. 6, Taf. III, Fig. 1 und Fig. 8, Taf. IV, ferner Fig. 12 und 17, Taf. VI.

Nicht selten entstehen Unbequemlichkeiten dadurch, daß für die Aufstellung einer Lokomobile auf einem Bauplatze die behördliche Konzession erforderlich ist, deren es hingegen bei Verwendung eines Gasmotors nicht bedarf⁴⁹⁾.

⁴⁸⁾ Siehe „Hydraulische Triebwerke“ und „Hydraulische Motoren“ in der 1. Abteilung dieses Werkes.

⁴⁹⁾ Hinsichtlich der Konstruktion von Lokomobilen, sowie Dampfkesseln und Dampfmaschinen überhaupt ist auf das II. Kapitel in der 1. Abteilung dieses Werkes zu verweisen.

Die Verwendung von Gaskraftmaschinen empfiehlt sich bei städtischen Bauten wegen der Freiheit in der Aufstellung derselben, indem eine Gasleitung an geeigneter Stelle von der städtischen Gasleitung sich abzweigen und ohne Schwierigkeit nach dem Standorte der Maschine legen läßt. Die Bedienung derselben ist eine sehr einfache, insbesondere kann der Motor jederzeit leicht angelassen und abgestellt werden. Während des Stillstandes findet kein Gasverbrauch statt und ist keine Wartung nötig, worin im Vergleich mit Dampfmaschinen gerade für den meistens häufig unterbrochenen Betrieb von Baumaschinen ein wesentlicher Vorzug der Gasmotoren beruht. Die Betriebskosten stellen sich auch keineswegs zu hoch, da dieselben pro Stunde und Pferdekraft sich auf etwa 40—50 *ℳ* belaufen dürften, welcher Preis nicht allein das Leuchtgas, sondern auch das zur Schmierung nötige Oel und zur Kühlung nötige Wasser einbegreift.

In allen Fällen wird sich aber unabhängig von der Art des zu wählenden Motors die Verwendung von Elementarkraft für Aufzugszwecke und zum Transport von Materialien empfehlen, sobald auch für andere Arbeiten, zum Kalklöschten, zur Mörtelbereitung etc., Betriebskraft erforderlich ist, und dann der maschinelle Betrieb für den Bau von größtem Vorteil sein, indem die Betriebskosten, sowie die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals für den Motor sich auf verschiedene Maschinen verteilt, also die auf die Aufzugseinrichtungen entfallenden Unkosten wesentlich reduziert werden⁵⁰⁾.

D. Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen.

§ 23. Allgemeine Uebersicht. Bei der Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen, zu denen hauptsächlich die verschiedenen Arten eiserner Dachstühle und deren Eindeckung, sowie die Säulen und Umfassungswände eiserner Hallen zu rechnen sind, bedient man sich in den seltensten Fällen fester Gerüste, und selbst wenn solche angewandt werden, erstrecken sich dieselben in der Regel nicht auf das ganze Baugebiet, sondern beschränken sich auf einen verhältnismäßig kleinen Teil desselben, wie z. B. die Montirung des Daches der Perronhalle des Bahnhofs der Berlin-Anhalter Eisenbahn zu Berlin, S. 37, zeigt. Indem alle Eisenkonstruktionen des Hochbaues aus mehr oder weniger gleichartigen Teilen bestehen, die in sich eine gewisse Tragfähigkeit und Stabilität besitzen, kann nach Aufstellung und Abstützung eines solchen Teiles das dazu benutzte Gerüst unbeschadet entfernt und hiernach zu einem gleichen oder ähnlichen Zweck wieder verwandt werden. Dieser Umstand weist auf die Zweckmäßigkeit fahrbarer Gerüste für derartige Ausführungen hin, wie aus den in § 25 beschriebenen Beispielen zu ersehen ist.

Die Tragfähigkeit und Stabilität der einzelnen Teile gestattet auch häufig, den fertig gestellten Teil einer Konstruktion als Rüstung für die weitere Aufstellung, sowie für die Eindeckungs- und Vollendungsarbeiten zu benutzen⁵¹⁾.

Vielfach hat man auch ein Verfahren eingeschlagen, bei welchem gar keine

⁵⁰⁾ Vergl. Vortrag von Müller „Ueber maschinelle Einrichtungen für Neubauten“ in den Verhandl. d. Ver. z. Befördg. d. Gewerbfl. in Preußen. Sitzungsberichte 1878, S. 157.

⁵¹⁾ Hebung der Turmspitze der St. Katharinenkirche in Osnabrück, S. 42; Rotunde der Wiener Weltausstellung, S. 44, etc.

Rüstungen zum Zusammensetzen der Konstruktion erforderlich sind. Namentlich Dachbinder hat man häufig direkt auf dem Fußboden des Gebäudes zusammengesetzt, um sie dann durch entsprechende Hebevorrichtungen aufzurichten und in richtiger Stellung an ihren Bestimmungsort zu heben, wobei der Horizontal- und Längenverband mit Hilfe hängender oder fliegender Gerüste angebracht wurde. Beispiele dieser Art sind in § 26 beschrieben.

Endlich kann je nach Art und Größe der Eisenkonstruktion ein kombiniertes Verfahren erforderlich sein, bei welchem alle hier erwähnten Montirungsmethoden zur Anwendung kommen; vergl. Rotunde der Wiener Weltausstellung, S. 44.

Welcher Methode der Vorzug zu geben sei, wird von dem einzelnen Fall, den dabei gestellten Anforderungen und den obwaltenden lokalen Verhältnissen abhängig gemacht werden müssen. Auch etwa vorhandenes Gerüst- und Hebematerial kann für die Wahl der Methode entscheidend werden, da kostspielige Neuananschaffungen ein sonst vielleicht zweckmäßigeres Vorgehen bei der Montirung ausschließen können.

Die folgenden, nach ihrer Montirungsmethode zusammengestellten Beispiele bedeutenderer Ausführungen mögen dazu dienen, das Charakteristische der einzelnen Methoden zu erläutern.

§ 24. Montiren auf festen Gerüsten. Wenn auch im allgemeinen in der Anwendung beschränkt, können für gewisse Fälle feste Gerüste bei Errichtung von Dachkonstruktionen doch als zweckmäßig und vorteilhaft sich erweisen.

1. Dach der Perronhalle des Bahnhofs der Berlin-Anhalter Eisenbahn zu Berlin; Fig. 23—31, Taf. IV. Die Ausführung der Eisenkonstruktionen zu diesem Hallendach wurde der Gutehoffnungs-Hütte in Oberhausen a. d. Ruhr übertragen. Für die Aufstellung des Daches wurde wegen der bedeutenden Höhe desselben (42 m vom Terrain bis zum Scheitel der oberen Gurte des Binders, 47 m bis zum Scheitel der Laterne) und weil der innere Raum der Halle während der Montirung möglichst frei bleiben sollte, eine Methode gewählt, bei welcher die Binder des Daches paarweise am südlichen Ende der 168 m langen Halle auf einem festen Gerüst, siehe Fig. 23—25, fertig aufgestellt und von dort aus auf den Seitenmauern in ihre definitive Lage gebracht wurden. Zu diesem Zwecke wurden in der ganzen Länge der Halle auf den beiden Seitenmauern Schienengleise angelegt. Nachdem je zwei Binder von 62,5 m Stützweite und 13 m Pfeilhöhe in der vorgeschriebenen Entfernung von 14 m auf dem festen Gerüst zusammengebaut waren, verschob man dieselben mittels vieraxiger Wagen auf den Schienengleisen der Seitenmauern an ihre definitive Stelle. Fig. 26 und 27 geben die Konstruktion der beiden hierzu erforderlich gewesenenen Wagen. Zur Freilassung des Raumes für die Binderzugstangen beim Verschieben der Binder wurde das Obergerüst, wie in Fig. 31 dargestellt, auf Keilunterlagen gestellt, die je nach der Lage der Zugstangen beim Vorfahren ausgewechselt werden mußten.

Die vier Axen eines jeden Wagens, auf denen die Binder vorgefahren wurden, waren unter sich verbunden und wurden durch Hebel und Schaltäder, welche auf den Wagenaxen festgekeilt waren, in Bewegung gesetzt; siehe Fig. 26—29.

Die Ueberführung des fertigen Binderpaares von der Montirungsstelle am südlichen Hallenende in ihre definitive Lage am nördlichen Ende der Halle nahm eine

Stunde und 50 Minuten beim ersten Binderpaar in Anspruch; bei den späteren Bindern war die Zeit entsprechend kürzer.

2. Dach der Dreifaltigkeitskirche in Paris⁵²⁾. Wie in Fig. 9—11, Taf. VI, dargestellt, war zur Montirung dieses Daches ein großes Untergertüst errichtet, auf dessen Plateau die Binder liegend zusammengebaut wurden. Mittels der drei in Fig. 10 dargestellten Zweiböcke wurden die Binder dann im ganzen aufgerichtet und an ihre definitive Stelle gesetzt.

3. Die Aufstellung des Gasometerdaches der Berliner Gasanstalt, Fig. 25 und 26, Taf. VI, ist insofern ein hierher gehöriges lehrreiches Beispiel, als dieselbe von der Decke des Gasometers wie von einem festen Gerüst aus stattfand. Die Konstruktion dieses Gasometerdaches ist nicht nach dem Schwedler'schen Kuppelsystem, sondern aus einzelnen in einem mittleren Ring vereinigten Trägern gebildet. Die Montirung geschah in der Weise, daß vor Aufbringen des Daches zuerst der Gasometer fertig gebaut und die Decke desselben besonders ausgesteift wurde. Dadurch erhielt man eine Plattform, auf welcher die Dachteile abgeladen werden konnten. Durch Gas- und Luftzuführung wurde nun der Gasometer mit den auf ihm lagernden Konstruktionsteilen so hoch gehoben, daß das Dach auf demselben montirt werden konnte. Eine ausführliche Beschreibung dieser Montirung ist in dem Werke von Schwedler „Die Konstruktion der Kuppeldächer“ gegeben; siehe auch: Klasen. Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen. S. 258.

4. Montirung eines Gasometerdaches ohne Zugring. Für eine dem vorigen Beispiele ähnliche Dachkonstruktion ist in Fig. 4 und 5, Taf. VI, von den Verfassern eine Montirungsart, die sich gut bewährt hat, angegeben. Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, wurde in der Mitte des Gasometers ein Gerüst errichtet. Dieses Gerüst diente einem Laufkran als Lager, der seine zweite Unterstüzung auf dem Mauergerüst der Umfassungswand fand und um die Axe des mittleren Gerüstes gedreht werden konnte. Mit Hilfe dieses Laufkrans sind die Trägerhälften des Daches gehoben und auf die Umfassungswand, beziehungsweise auf das Gerüst gesetzt worden. Ebenso konnten mit dem Laufkran alle übrigen Teile des Daches gehoben werden. Das Zusammenbauen der einzelnen Teile von den festliegenden Trägern und den Gerüsten aus ließ sich leicht ausführen.

§ 25. Benutzung fahrbarer Gerüste. Diese bei Aufstellung von eisernen Dachkonstruktionen wohl am häufigsten verwendete Methode gestattet sowohl ein Montiren der Dachbinder auf dem Gerüst als auch ein Heben und Versetzen der auf dem Fußboden fertig zusammengenieteten Dachbinder. Die Benutzung der fahrbaren Gerüste zu letzterem Zweck ist Gegenstand des nächsten Paragraphen, in welchem überhaupt die verschiedenen Arten des Aufbringens unten fertig montirter Binder behandelt werden sollen.

Hier dagegen handelt es sich nur um diejenigen Fälle, bei denen es von Vorteil war, die Binder einzeln oder paarweise auf dem fahrbaren Gerüst fertig zu stellen und je das zuletzt aufgestellte mit dem vorhergehenden zu verbinden. Statt eines einzelnen Fahrgerüstes können auch deren zwei zur Anwendung gelangen, wie bei der Montirung des Hallendaches der Ostbahn zu Berlin⁵³⁾, wo das

⁵²⁾ Nouv. ann. de la constr. 1867. S. 18. und 1873. S. 21.

⁵³⁾ Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen. 1870. S. 3. — Klasen. Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen. Leipzig, 1876. S. 247.

eine verschiebbare Gerüst zum Aufbringen der Binder und Pfetten, das andere leichter konstruirte zum Montiren der Glassprossen, des Diagonalverbandes und für die Eindeckungsarbeiten benutzt wurde. Wo es sich bei größeren Bauten um rasche Ausführung handelt und wo das erforderliche Personal zur Verfügung steht, ist es nicht ausgeschlossen, daß mehrere gleichartige Fahrgerüste gleichzeitig verwandt werden, sodaß an mehreren Stellen angefangen und von diesen aus sich entgegengearbeitet werden kann.

1. Dach des Kesselhauses der Dresdener Gasanstalt in Reick; Fig. 32 und 33, Taf. IV. Die Binder des Daches wurden auf dem Plateau eines verschiebbaren Gerüstes fertig zusammengebaut und mittels einer Hebevorrichtung, welche ihre Unterstützung theils auf dem Gerüst, theils auf den Pfetten des fertigen Daches hat, gehoben und in die richtige Lage gebracht.

2. Hallendach des Bahnhofs der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin⁵⁴). Die einzelnen Binder des Daches sind Sichelträger und paarweise durch einen Diagonalverband miteinander verbunden. Fig. 13 bis 15, Taf. V, stellen die Montirung des Daches dar, zu welcher ein fahrbares Plateaugerüst errichtet wurde, das an der einen Seite, wie in den Zeichnungen angegeben, drei drehbare Kräne trug. Die Binder bestanden aus drei fertig genieteten Teilen, sodass dieselben nur an den Stößen miteinander zu verbinden waren. Mit den drei Drehkränen wurden die Binderteile vom Erdboden gehoben, in die richtige Lage gedreht und dann zusammengebaut. Der erste Binder eines gekuppelten Binderpaares wurde provisorisch an dem fertigen Binderpaare, beziehungsweise an der Giebelwand befestigt, um das Gerüst für den nächsten Binder vorfahren zu können. War der zweite Binder eines Paares zusammengebaut, so wurden die beiden zusammengehörigen Binder durch den Diagonalverband zu einem festen System miteinander verbunden. Für die Zinkdecker, Glaser und Anstreicher wurden zwei kleine fahrbare Gerüste errichtet, die, je mit drei Axen auf zwei Gleisen stehend, zusammen für die ganze Hallenbreite oder einzeln für jede Hälfte der Halle verschoben und benutzt werden konnten.

3. Bahnhofshallendach in Altona. Fig. 8—10 auf Taf. V stellen die Gerüste, welche für die Montirung dieses Hallendaches erforderlich waren, dar. Fig. 10 zeigt einen Ausladebock zum Aufstellen der Hallensäulen und der Verbindungen zwischen denselben und den Seitenmauern. Zum Heben und Einsetzen dieser Verbindungsteile enthält der Gerüstbock besondere kleine Ausleger. Zur Montirung des großen Daches war ein Fahrgerüst erbaut, welches so konstruirt sein mußte, daß die vier Betriebsgleise während des Baues benutzt werden konnten; siehe Fig. 8 und 9. Auf dem Fahrgerüst standen zwei Kräne mit beweglichen Ausladern, mit denen die Binderteile auf das Gerüst gehoben und dann zusammengebaut wurden⁵⁵).

4. Hallendach des Orleansbahnhofs zu Paris; Fig. 3—7, Taf. V. Zunächst wurde ein fahrbares Untergerüst erbaut, dessen Konstruktion so eingerichtet sein mußte, daß mehrere Gleise und die Perrons dem Verkehr erhalten blieben. Wie in Fig. 3 angedeutet, waren die Perrons zum Schutze der Passanten

⁵⁴) Deutsche Bauztg. 1868. S. 538 und 549; ferner 1869. S. 429 und 480. — Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen. 1870. S. 151. — Klasen. Handbuch der Hochbaukonstruktionen. S. 243.

⁵⁵) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1869. S. 21.

provisorisch überdeckt. Auf dem Untergertüst errichtete man ein der Dachneigung entsprechendes Obergertüst und einen umlegbaren Hebebock, wie Fig. 4 punktiert darstellt. Mittels dieses Bockes wurden die Eisenteile auf das Plateau des Untergertüstes gehoben, auf welchem dann die Sparren der Binder zusammengenietet wurden. Zum Heben der kleineren Eisenteile und Werkzeuge diente noch der in Fig. 7 dargestellte Kran. Die fertig zusammengearbeiteten Bindersparren wurden mit den in den Zeichnungen erkennbaren Zweiböcken auf das Obergertüst gelegt und dort mit den übrigen Binderteilen in Verbindung gebracht⁵⁶⁾.

5. Industriegebäude der internationalen Ausstellung in Paris 1867; Fig. 23—26, Taf. V. Fig. 26 zeigt, wie die einzelnen Binder des Gebäudes mit Hilfe eines Fahrgerüstes zusammengestellt wurden. Zunächst richtete man die beiden Säulen eines Binders auf, und zwar beide Säulen gleichzeitig, damit das Gerüst nicht einseitig beansprucht wurde. Dann wurden die Bogen eines Binders in drei Teilen auf das Gerüst gehoben und zusammengebaut. Die zwischen den Bindern angeordneten Pfetten wurden mittels Ausladekränen, welche auf einem erhöhten Plateau des Fahrgerüstes standen, gehoben und eingesetzt; siehe Fig. 25.

Die weiteren Arbeiten zur Herstellung der Ueberdachung geschahen von Hängegerüsten aus, wie es in Fig. 23 und 24 angedeutet ist. Die Eisenkonstruktionen der niedrigeren Seitenhallen endlich wurden mit einem fahrbaren Drehkran montiert, wie Fig. 23 zeigt.

6. Halle des Bahnhofs Alexanderplatz der Berliner Stadtbahn; Fig. 11 und 12, Taf. V. Das Eisenmaterial wurde zunächst mit einem Hebebock und fahrbarer Winde, wie aus der Zeichnung ersichtlich, auf die Höhe der Eisenbahngleise gehoben. Dann dienten zur Montirung der Halle zwei Fahrgerüste, wie eins derselben in den beiden Figuren angegeben ist. Die einzelnen Binder der Halle haben einen kastenförmigen Querschnitt; nur die vertikalen Wände derselben kamen teilweise zusammengenietet aus der Werkstätte auf die Baustelle. Jede Binderhälfte bestand aus drei Teilen. Mittels der an dem Gerüst angebrachten drei Kräne wurde sämtliches Eisen gehoben, welches dann, auf das Gerüst gestützt, zusammengenietet wurde.

§ 26. Aufbringen fertig zusammengenieteter Dachbinder. Kommen die einzelnen Dachbinder fertig zusammengesetzt aus der Werkstätte, oder werden dieselben auf dem Fußboden des Gebäudes fertig zusammengenietet, so bedarf man besonders kräftiger Hebevorrichtungen, um sie an ihrem Bestimmungsort aufstellen zu können. Bei bedeutender Höhe des letzteren und bei großem Gewicht der Träger wird diese Methode daher weniger empfehlenswert sein. Das Heben kann mittels fahrbarer Gerüste, auf denen Kräne aufgestellt sind, oder mittels beweglicher Gerüstböcke, oder, wenn die Umfassungsmauern sich hierfür eignen, mittels auf diesen aufgestellter Winden oder Kräne geschehen. Bisweilen können auch die zur Herstellung der Umfassungswände benutzten festen oder beweglichen Gerüste verwendet werden, wie das fünfte Beispiel „Gasometerdach der Dresdener Gasanstalt in Reick“ zeigt.

1. Dach des Retortenhauses der Dresdener Gasanstalt in Reick; Fig. 21 und 22, Taf. V. Die einzelnen Dachbinder wurden auf dem Boden des Gebäudes in der Längsrichtung desselben fertig zusammengenietet. Zum Heben

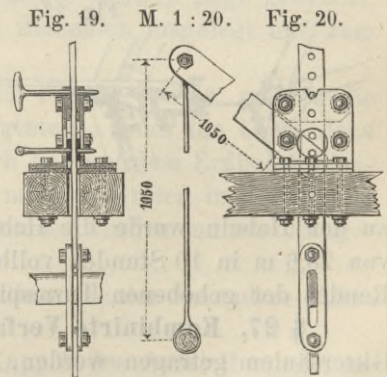
⁵⁶⁾ Nouv. ann. de la constr. 1870.

der Binder war ein entsprechend hoher, im Grundriß dreieckiger Gerüstbock errichtet, der an seinem oberen Ende an einer seiner drei Kanten einen um die Mittelaxe drehbaren doppelseitigen Ausleger enthielt. An den beiden Enden dieses Auslegers waren Flaschenzüge angebracht, welche nach den mittleren Knotenpunkten der Binderhälften führten. Mittels dieser Flaschenzüge wurden die liegend zusammengearbeiteten Binder aufgerichtet und bis über die Umfassungsmauern gehoben, dann in die Querriechung gedreht und schließlich mit dem Gerüst in die richtige Lage gefahren.

2. Dach der Maschinenhalle der internationalen Ausstellung in Wien 1873; Fig. 1 und 2, Taf. V. Für dieses Dach wurden die Binder ebenfalls auf dem Boden der Halle, aber stehend montirt, um dann mit einem am Scheitel der Binder befestigten Flaschenzug gehoben zu werden, der an einem fahrbaren Dreibock aufgehängt war. Da die Binder mit ihren nur auf Zug widerstehenden Zugstangen während des Hebens bloß in der Mitte gefaßt waren, hatten sie das Bestreben, zusammenzubiegen; um dies zu verhindern, wurden die Binder, wie aus der Zeichnung ersichtlich, möglichst nahe an ihren unteren Enden mit einer starken Doppelzange aus Holz versteift.

3. Große Halle des Industriegebäudes der internationalen Ausstellung in Wien 1873; Fig. 27 und 28, Taf. V. Die Hallenbinder bestehen aus Fachwerksäulen mit daraufgesetzten Bogenträgern. Die Säulen wurden fertig zusammengenieter, die Bogenträger in drei Teilen aus der Fabrik auf den Bauplatz geliefert. Zur Montirung der Binder war ein großes fahrbares Gerüst errichtet, das auf den oberen Plateaus nach seiner Vorderseite eine mittlere und zwei seitliche, nach der Hinterseite nur zwei seitliche Winden trug. Diese größere Anzahl von Winden wurde gewählt, um möglichst schnell montiren zu können. Die Bogenträger wurden auf den Fußbodenhölzern der Ausstellungshalle liegend zusammengebaut und dann mittels Flaschenzügen und der genannten drei Winden an der Vorderseite des Gerüstes aufgerichtet und gehoben. Während des Hebens eines Bogens, zu dem die Säulen schon standen, wurden mit den beiden hinteren seitlichen Winden schon die Säulen zu dem nächstfolgenden Bogen gehoben. Bis zum Festlegen der Binder durch das zwischen denselben zu errichtende Fachwerk und die aufzulegenden Pfetten aus Holz wurden dieselben, wie in Fig. 27 angedeutet, mittels Hanfseilen gegen Umfallen gesichert.

4. Gasometerdach der Gasanstalt zu Grasbrook in Hamburg; Fig. 1—3 und 6, Taf. VI, und Holzschnitt Fig. 19 und 20. Die Eisenkonstruktion dieses Daches wurde auf dem Boden des Gasometers zusammengebaut, vernietet und dann im ganzen gehoben; es fehlte an derselben nur die unterste Zonen-Konstruktion mit dem großen Zugring, welche erst angesetzt wurde, nachdem der gehobene Teil sich in der richtigen Höhe befand. Das Gerüst, welches zum Aufbauen der Umfassungsmauer des Gasometers gedient hatte, konnte als Hebe gerüst für die Eisenkonstruktion nicht verwendet werden, da dasselbe nur aus Stangen und Riegeln wie ein gewöhnliches Mauergerüst zusammengesetzt war. Als Hebe gerüst diente



deshalb eine besondere, auf die Umfassungsmauer aufgesetzte Holzkonstruktion, wie sie in dem Werke von Schwedler „Die Konstruktion der Kuppeldächer“ ausführlich beschrieben und auch in Fig. 6 dargestellt ist. Das Heben selbst wurde mittels einer nach dem Prinzip der Hebelade konstruirten Vorrichtung bewirkt, die auf vorhergehender Seite in Fig. 19 und 20 dargestellt ist.

5. Gasometerdach der Dresdener Gasanstalt in Reiek; Fig. 23 und 24, Taf. VI. Aehnlich wie das Dach der vorstehend erwähnten Gasanstalt Grasbrook wurde auch dieses Dach auf dem Boden des Gasometers zusammengebaut und im ganzen gehoben. Ein Unterschied bestand nur darin, daß das Mauergerüst, welches von unten solid aufgebaut war, zugleich als Unterbau für das Hebegerüst der Eisenkonstruktion benutzt wurde; siehe Fig. 23. Ferner wurde das Heben nicht mittels einer Hebelade, sondern mittels Schrauben bewirkt, wie Fig. 7 und 8 darstellen.

Fig. 21. M. 0,03.

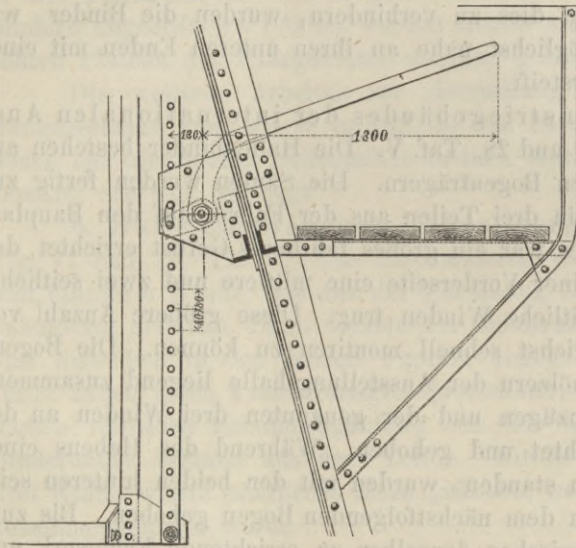
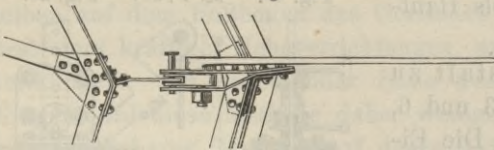


Fig. 23 und 24 zeigen noch die Gerüstkonstruktion, wie sie von den Verfassern zum Zusammenbauen der Eisenkonstruktion projektirt wurde und sich als sehr zweckmäßig bewährte.

Ein Beispiel, bei welchem es sich ebenfalls um das Aufbringen einer fertig zusammengebauten Dachkonstruktion handelte, bietet:

6. Die Hebung des oberen Theiles der Turmspitze der St. Katharinenkirche zu Osnabrück⁵⁷⁾. Dieselbe geschah von einer provisorischen Galerie des unteren fertiggestellten Dachteiles des Turmes aus mittels acht Hebeladen, deren Konstruktion nebenstehende Figuren zeigen. Die Hebel griffen an gelochten, von der Basis der Turmspitze ausgehenden Hängeschiennen an. Bei gleichzeitigem Arbeiten von je zwei bis drei Mann

Fig. 22.



an den Hebeln wurde die Hebung der 4500 kg betragenden Last auf eine Höhe von 23,6 m in 10 Stunden vollbracht und darauf sofort die Vernietung des unteren Randes der gehobenen Turmspitze mit dem fertigen Dachteil vorgenommen.

§ 27. Kombimirte Verfahren. Wo es sich um Hallen, deren Dächer durch Gittersäulen getragen werden, oder um eiserne Ausstellungsgebäude von komplizirter Form handelt, werden Kombinationen der bisher beschriebenen Montirungsarten zweckmäßig sein. Man wird die Säulen und Wände der Bauwerke

⁵⁷⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1882, S. 30. Bl. 868.

mittels Böcken oder Kränen aufrichten, diese als Stützpunkte für Gerüstplateaus benutzen und auf diesen entweder wiederum Gerüste errichten oder Hebevorrichtungen aufbringen, die zum weiteren Aufbau dienen können.

So handelte es sich bei Aufstellung der Eisenkonstruktionen des nach dem Schwedler'schen Kuppelsystem gebildeten Daches zum mittleren Teil des polygonalen Lokomotivschuppens auf dem Bahnhofe in Hannover⁵⁸⁾ darum, die Anwendung von Gerüsten möglichst zu vermeiden. Infolge dessen geschah die Errichtung der gußeisernen Säulen, die Befestigung der Stützen und des Zugringes der Kuppel, sowie das Aufbringen der Parabelträger des Umfassungsbaues nur mit Hilfe von Mastbäumen aus Rundholz von circa 26 cm Durchmesser und unter Anwendung von Leitern, während zur Montirung der Kuppel für den Druckring (Laternenring) in der Mitte des Baues ein circa 15 m hohes Gerüst erbaut werden musste. Verschiedene ähnliche Vorgehen zeigen die nachstehend beschriebenen Fälle.

1. Werkstatt der Maschinen- und Schiffbauanstalt „Vulkan“ in Stettin; Fig. 16—20, Taf. V. Die Konstruktion der Werkstatt besteht aus schweren Gittersäulen, welche das Dach tragen und auf denen in zwei verschiedenen Höhen Laufkranträger gelagert sind. Die Säulen- und Kranträger wurden mit Hilfe eines in Tauen gehaltenen Zweibockes aufgestellt, wie Fig. 18 und 19 zeigen. Zur Montirung des Daches war auf den oberen Kranträgern ein verschiebbares, leicht konstruirtes Holzgerüst aufgestellt. Zum Heben der Materialien zur Dachkonstruktion hingegen dienten an den vier Ecken des Gerüstes angebrachte Hebekräne.

2. Hauptgebäude der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1883; Fig. 27 bis 32, Taf. VI. Die 23 Pavillons des Gebäudes, die auf gemeinschaftlichen Säulen stehen und den größeren Teil des Gebäudes bilden, wurden auf zwei verschiedene Arten montirt. Fig. 27 und 28 stellen die Montirung mittels eines fahrbaren Gerüstes dar. Dieses Gerüst trug an seinen vier Ecken drehbare Kräne, deren Ausladung so groß war, daß mit denselben die Hauptträger des unteren Daches, die Grate desselben und die Hauptträger des oberen Daches gehoben und zusammengebaut werden konnten. Die übrigen kleineren Eisenteile wurden auch mit den Kränen gehoben, dann aber von den Arbeitern in die richtige Lage gebracht. Der obere Teil des Gerüstes wurde zum Vorfahren desselben umgelegt und zum nächsten Pavillon wieder aufgebaut.

Bei der andern Montirung der Pavillons, siehe Fig. 29 und 30, wurden die Hauptträger des unteren Daches mit Dreiböcken aufgestellt, dann die Grate dazu eingesetzt und provisorisch unterstützt und schließlich das auf dem Erdboden montirte obere Dach an 4 Standbäumen aufgezogen, um mit den Graten in Verbindung gebracht zu werden. Die übrigen kleineren Eisenteile wurden mittels Hängegerüsten montirt.

Zum Aufbringen des Wellbleches auf die Pavillons dienten besondere Fahrgerüste.

Fig. 31 und 32 stellen die Montirung der Kuppel des Ausstellungsgebäudes dar. Der untere Teil der Kuppel bis zur ersten Galerie wurde in der ein-

⁵⁸⁾ Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1870. S. 355. Siehe auch: Klasen. Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen. S. 261.

fachsten Weise mit Hilfe eines Zweibocks montirt. Zur Montirung des oberen Theiles bis zu den Gratträgern des Kuppelhelmes wurden Standbäume an dem bereits montirten unteren Teil aufgestellt, mit denen die Eisenteile hochgezogen und in ihre richtige Lage gebracht wurden. Zum Aufstellen des Kuppelhelmes wurde am Fuße desselben, wie aus der Zeichnung ersichtlich, ein Holzplateau eingelegt. Für jedes Gratträgerpaar stand auf diesem Plateau ein vierbeiniger Hebebock, an dem die Gratträger hochgezogen und so lange gehalten wurden, bis das Gerippe des Helmes zusammengeschrubt war. Die Laterne mit der Kuppelspitze wurde im ganzen an zwei Standbäumen hochgezogen, die auf dem Holzplateau standen und an den Gratträgern festgebunden waren, wie Fig. 31 zeigt.

3. Die Rotunde des Ausstellungsgebäudes der internationalen Ausstellung in Wien 1873⁵⁹⁾; Fig. 12—22, Taf. VI.

Die Konstruktion der Rotunde besteht in der Hauptsache aus folgenden vier Abteilungen:

- a. dem Unterbau bis zum ersten Druckring;
- b. der ersten Laterne bis zum zweiten Druckring;
- c. der zweiten Laterne bis zur Krone;
- d. der Ringhalle außerhalb der Rotundensäulen.

Fig. 12 stellt den Querschnitt, Fig. 13 den Grundriß der Rotunde dar.

Der Verlauf der Montirung war folgender:

a. Der Unterbau.

Der Zugring des Unterbaues wurde auf 32 Säulenfundamenten zusammengebaut und mittels 64 Schrauben auf die erforderliche Höhe gehoben. Fig. 15 stellt die Lage des Zuginnes vor Beginn des Hebens, Fig. 14 während des Hebens dar, welches in einzelnen Abschnitten derartig geschah, daß die jedesmalige Hubhöhe gleich der Baulänge des neu zu unterbauenden Säulenstückes war. War nun ein solcher Hubabschnitt vollendet und das neue Säulenstück fertig untergebaut, so wurde der Angriff der Hebeschrauben wieder nach der untersten Stelle der Säulen verlegt und das Heben begann von neuem bis zur Höhe des nächstfolgenden Säulenstückes.

Zur Lagerung der Hebeschrauben und Placirung der Mannschaften war ein geschlossenes Ringgerüst außerhalb der Säulen der Rotunde errichtet, wie es aus Fig. 14 und 15 im Querschnitt ersichtlich ist. Jedes Schraubenpaar an einer Säule wurde von 4—5 Arbeitern bedient, die mittels langer Hebel die Schraubenmutter zu drehen hatten. Auf ein gegebenes Zeichen wurden sämtliche Schrauben um ein bestimmtes Maß in die Höhe geschrubt. In Hubhöhen von circa 100 mm wurden die unvermeidlichen Hubdifferenzen an den einzelnen Säulen ausgeglichen.

Zur Sicherheit während des Hebens wurde die freie Höhe zwischen den Säulenfundamenten und den Säulenunterkanten stetig mittels Klotzlager ausgefüllt, wie in Fig. 14 dargestellt. Die größte Last, welche an den 64 Schrauben hing, betrug circa 1500000 kg. Das Herbeischaffen der einzelnen, von der Fabrik fertig vernietet bezogenen Säulenstücke, siehe Fig. 14, geschah auf einer in der Rotunde

⁵⁹⁾ Zeitschr. d. Oesterr. Ing. u. Arch. Ver. 1873, S. 137. — Klasen. Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen. S. 207. — Die Artikel in Engineering. 1873 und in der Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1873. S. 203 enthalten verschiedene Unrichtigkeiten.

erbauten Ringbahn, die mit den Haupttransportbahnen außerhalb des Ausstellungsgebäudes in Verbindung stand; siehe Fig. 13.

Der Druckring des Unterbaues wurde in seiner richtigen Lage auf einem festen Gertüst montirt, dessen Querschnitt und Grundriß Fig. 12 und 13 zeigen. Der Bau dieses Gertüstes, siehe Fig. 12, bot bei der außerordentlichen Ausdehnung desselben nicht geringe Schwierigkeiten. Die einzelnen, vorher abgebundenen Hölzer wurden mittels Dampfwinde auf die Arbeitshöhe gehoben, dort auf einem provisorischen Plateau zu einzelnen Wänden zusammengeschraubt und aufgerichtet. Das Material zum Druckring wurde gleichfalls mittels Dampfwinde gehoben, wie aus der Disposition Fig. 12 ersichtlich ist.

Nachdem der Zugring in die erforderliche Höhe gehoben und der Druckring fertig montirt war, wurden die zwischen den beiden Ringen gelagerten 30 Sparren gehoben. Das Gewicht eines Sparrens betrug ungefähr 15000 kg, die Länge circa 40 m. Bei diesen außerordentlichen Dimensionen und der großen Hübhöhe bot das Heben und Einsetzen der Sparren ebenfalls bedeutende Schwierigkeiten. Als Hebewerkzeuge dienten fünffache Flaschenzüge mit 50 mm starken Seilen und waren an jedem Ende eines Sparrens zwei solcher Flaschenzüge befestigt. Zur Anbringung der Flaschenzüge an ihrem oberen Ende waren für das äußere Ende der Sparren auf dem Zugring schwere Schnabelgerüste errichtet, wie auf der linken Seite der Fig. 12 und 13 ersichtlich. Nach dem jedesmaligen Heben eines Sparrens wurde ein solches Schnabelgerüst von einer Säule zur andern verschoben. Die abführenden Enden der Flaschenzugstau wurden über konische Trommeln an den Hebewinden geführt. Da die Zugspannung in den abführenden Seilen zu groß war, um ein solches Seil hinter der Windentrommel von einem Arbeiter halten lassen zu können, so wurde zu jeder Hebewinde noch eine zweite kleinere, ebenfalls von Mannschaften bediente und mit konischer Trommel versehene Winde gestellt und das ablaufende Seil auch noch um die Trommel dieser Winde geführt, bevor es in die Hände des Arbeiters gelangte; siehe Fig. 20.

Fig. 18 und 19 zeigen die Aufhängung der Flaschenzüge an den Sparrenden. Hängt ein Sparren frei zwischen zwei Flaschenzügen, so hat seine obere Gurtung Druckspannung zu erleiden. Bei der freien Sparrenlänge von circa 40 m genügte der einfache Gurtungs-Querschnitt nicht, um genügend steif gegen seitliche Ausbiegung zu sein, was sich beim Anheben der Sparren zeigte. Für den fertigen Bau hingegen war eine Ausbiegung nicht zu gewärtigen, da die Sparren durch konzentrische Ringe seitlich ausgesteift werden sollten.

Um also während der Montirung die oberen Gurtungen der Sparren genügend steif zu erhalten, wurden dieselben mit doppelten Sprengwerken armirt, bei denen die Druckteile aus Holz, die Zugteile aus Rundeisen hergestellt waren. Als einige der Sparren hochgezogen waren, zeigte sich, daß dieselben gegen heftigen Wind keine genügende Steifigkeit hatten, weshalb dieselben provisorisch durch Holzringe miteinander verbunden und dadurch ausgesteift wurden.

Das Einbringen der Dachfläche des Unterbaues geschah ringförmig gleichmäßig und zwar gleichzeitig vom Zug- und Druckringe aus. Die Dachplatten bestehen aus Eisenblech von 12 mm Stärke im unteren, 11 mm im mittleren und 10 mm im oberen Teil des Daches; das Gewicht einer Platte beträgt circa 300 kg. Bei diesem namhaften Gewicht einer einzelnen Platte war es zum Eindecken des Daches erforderlich, sichere Gertüst- und Hebevorrichtungen vorzusehen.

Für das Eindecken des Daches vom Zugring aus war ein an den Sparren hängendes Ringgerüst angeordnet, Fig. 12, 16 und 16^a. Dieses Gerüst bestand aus einzelnen Hängeböcken, deren doppelte Hängesäulen die Sparren umfaßten und an ihren oberen Enden eine auf den Sparren sich stützende Laufrolle trugen. Zur Aufwärtsbewegung der Hängeböcke auf den Sparren wurde ein jeder derselben mittels eines Flaschenzuges an den Druckring gehängt und das ablaufende Ende jedes dieser Flaschenzüge zu einer auf dem Druckring stehenden Winde geführt. Um bei der eigentümlichen Form der Hängeböcke ein Pendeln derselben nach der Mitte der Rotunde hin zu verhindern, war, wie Fig. 12 zeigt, an den unteren Enden der Hängesäulen eines jeden Hängebockes ein nach den entsprechenden Rotundensäulen und einer auf dem Erdböden stehenden Winde führender Gegenzug angebracht. Durch dieses Festlegen der Hängeböcke nach der oberen und unteren Richtung bekamen dieselben eine unverrückbare Lage, solange die Flaschenzüge in ihren Längen nicht verändert wurden. Die Verbindung der Hängeböcke untereinander war durch lose aufgelegte Hölzer hergestellt, auf denen Bretter lagen, welche das Arbeitsplateau bildeten.

Beim Verschieben des ganzen Ringgerüstes in der Richtung nach dem Zentrum der Rotunde wurden die Verbindungshölzer entsprechend gekürzt. An jedem Hängebocke des Ringgerüstes waren zu beiden Seiten der Sparren zwei Materialaufzüge angebracht, von denen der eine für Handbetrieb, der andere für Windbetrieb eingerichtet war; siehe Fig. 12. Das Einbringen der Dachfläche in der Richtung vom Druckring wurde vom festen Gerüste aus, auf dem der Druckring ruhte, ausgeführt. Die konzentrischen Aussteifungsringe zwischen den Sparren, welche oberhalb der Dachfläche liegen, wurden mit der letzteren gleichzeitig montiert.

b. Die erste Laterne.

Die Säulen der ersten Laterne wurden im ganzen mit der Dampfwinde auf den Druckring des Unterbaues gehoben und dann mittels Böcken von derselben Konstruktion, wie Fig. 21 und 22 zeigen, aufgerichtet. Für das Legen des Druckringes der ersten Laterne, zugleich auch zur Montirung der zweiten Laterne, war im Innern des Gerüstes, welches für den Unterbau diente, ein zweites mittleres Gerüst errichtet, welches über die zweite Laterne hinausragte. Nachdem die Säulen der ersten Laterne aufgestellt waren, wurde der Raum zwischen denselben und dem mittleren Gerüst mit einem Holzplateau überdeckt, siehe Fig. 12, auf dem die erforderlichen Gerüstböcke errichtet wurden. In derselben Reihenfolge wie beim Unterbau wurden auch bei der ersten Laterne Zugring, Druckring, Sparren und Dachfläche von der Hilfsrüstung aus montiert.

c. Die zweite Laterne.

Die Konstruktion der zweiten Laterne ist sehr einfach; sie besteht nur aus 10 Säulen, die eine kuppelförmige Abdeckung tragen. Die Montirung dieses Teiles der Rotunde bot nur Schwierigkeiten wegen der außerordentlichen Höhe, ferner war auch die Jahreszeit — Januar und Februar — diesem Teile des Baues sehr ungünstig. Das Material zur zweiten Laterne wurde mittels Dampfwinde auf die Höhe des ersten Druckringes gehoben, von da mittels Flaschenzügen zuerst außerhalb und in der obersten Etage innerhalb des Gerüstes weiter gehoben und aufgestellt.

d. Die Ringhalle.

Bei der Ringhalle waren nur gekrümmte Dachbinder zu montieren, die an einem Ende an die Rotundensäulen fest angeschlossen sind, an ihrem andern Ende auf der Umfassungsmauer aufruhend. Das Aufstellen der Binder wurde mit einem verschiebbaren Dreibock ausgeführt, wie Fig. 12 darstellt.

Die Disposition der ganzen Montirung der Rotunde hatte den großen Vorteil, daß in verschiedenen Höhen des Bauwerkes gleichzeitig und unabhängig gearbeitet werden konnte, wodurch es möglich war, in der verhältnismäßig kurzen Bauzeit von kaum einem Jahre sämtliche Arbeiten zur Vollendung zu bringen.

Die Ausführung der Rotunde hatte die Aktiengesellschaft Harkort in Duisburg a. Rh. übernommen.

E. Bauausführungen besonderer Art.

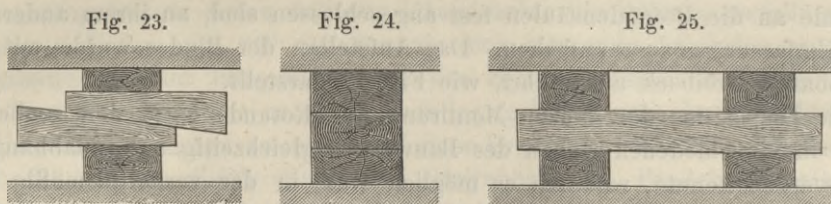
§ 28. Einleitung. Die in den Abschnitten *B* und *C* dieses Kapitels gegebene Uebersicht über die gebräuchlichsten Rüstungen und Kräne erstreckt sich im wesentlichen auf die im Hochbau bei Reparaturarbeiten und Neubauten gewöhnlich vorkommenden Anwendungen. Je nach Art und Größe der sich darbietenden Aufgabe werden sich diese Hilfsvorrichtungen einfacher oder komplizierter gestalten, und können Kombinationen derselben erforderlich werden, die nur für spezielle Gattungen von Bauausführungen sich als praktisch erweisen und bei solchen von Fall zu Fall eine den vorhandenen örtlichen Verhältnissen entsprechende Ausbildung erlangen. Als solche Bauausführungen besonderer Art sind hauptsächlich die Hebung und Verschiebung von Gebäudeteilen und ganzen Gebäuden, die Errichtung von Denkmälern, sowie die Turm- und Schornsteinbauten zu nennen und sollen auch hier die wichtigeren Ausführungsmethoden durch charakteristische Beispiele erläutert werden.

§ 29. Hebe- und Verschiebungs-Vorrichtungen. Der Gedanke, Dächer bestehender Häuser zu heben, um das Haus um ein oder mehrere Stockwerke zu erhöhen, sowie ganze Häuser an eine andere Stelle zu rücken, ohne dabei die Bewohner zum Ausziehen nötigen zu müssen, hat zuerst in Amerika praktische Ausführung gefunden. Die dabei erforderlichen Vorrichtungen sind von einfachster Beschaffenheit und erfordert die Vornahme derartiger Hebungen und Verschiebungen im wesentlichen nur zuverlässiges und gleichmäßiges Abfangen der zu transportierenden Lasten, richtige Aufeinanderfolge der einzelnen Operationen, insbesondere gleichzeitige Bewegung der meist in größerer Zahl zur Verwendung kommenden Hebevorrichtungen und umsichtige Leitung der Ausführung überhaupt. Hierbei handelt es sich meistens um die einmalige oder wiederholte Bewältigung bedeutender Lasten auf geringe Förderhöhen und sind die hierbei zur Anwendung kommenden Hebe- und Senkvorrichtungen folgende:

Der Keil wird vorteilhaft nur als Doppelkeil, wie nachstehende Fig. 23 zeigt, ausgeführt und in der Stellung verwendet, bei welcher die äußeren Flächen des Keilpaares einander parallel sind.

Zwischen dem Keilpaar und der Last einerseits, sowie der Bodenfläche andererseits legt man zur besseren Druckübertragung Zwischenstücke. Genügt die Hubhöhe, welche mit einmaligem Untertreiben der Keile erreicht werden kann, nicht, so wird die Last in irgend einer Weise abgefangen, etwa mittels Klotzlager,

vergl. Fig. 24 und 25, oder durch eine zweite Keilstellung, worauf die Hebekeile von neuem auf Antreiben eingestellt werden.



Die Keile werden aus Holz oder Eisen, bei Bauwerken in der Regel aus Holz hergestellt. Das Eintreiben der Holzkeile geschieht meistens mit Hämmern und zwar gleichmäßig von beiden Seiten. Dieses Einschlagen der Keile bedingt, daß dieselben aus hartem und möglichst homogenem Holz gefertigt werden; am besten eignen sich hierzu Eichenholz oder Buchenholz. Eiserner Keile werden seltener eingeschlagen, häufiger mittels Schrauben gegeneinander verschoben, was in sehr verschiedener Weise geschehen kann; eine sehr einfache Konstruktion zeigen Fig. 26 und 27.

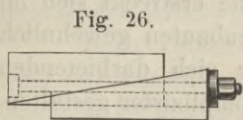


Fig. 26.

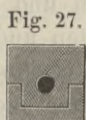


Fig. 27.

Die Neigung der Holzkeile nimmt man ungefähr 1 : 10, die der Eisenkeile 1 : 15.

Das Heben mittels Keil erscheint zwar unvollkommen, denn die momentan auszuübende Kraft, namentlich beim Einschlagen der Keile, ist verhältnismäßig groß; dann kommt noch ihre starke Abnutzung hinzu, sodaß bei wiederholten Anwendungen die Anschaffungskosten wesentlich mit in Betracht kommen. Namentlich die eisernen Keile sind so teuer, daß sich dafür wohl meistens andere bessere Vorrichtungen anschaffen lassen. Die Keile haben aber stets den großen Vorzug, bei einer verhältnismäßig geringen Höhe zwischen der Bodenfläche und der Last verwendbar zu sein.

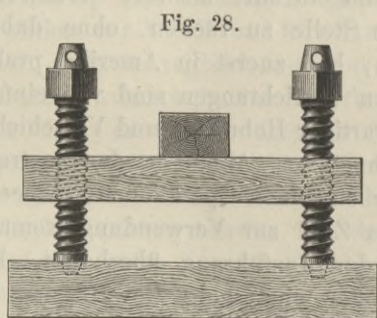


Fig. 28.

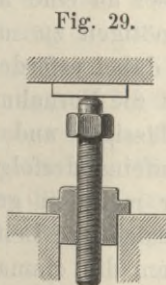


Fig. 29.

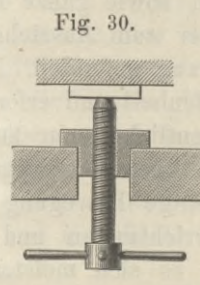
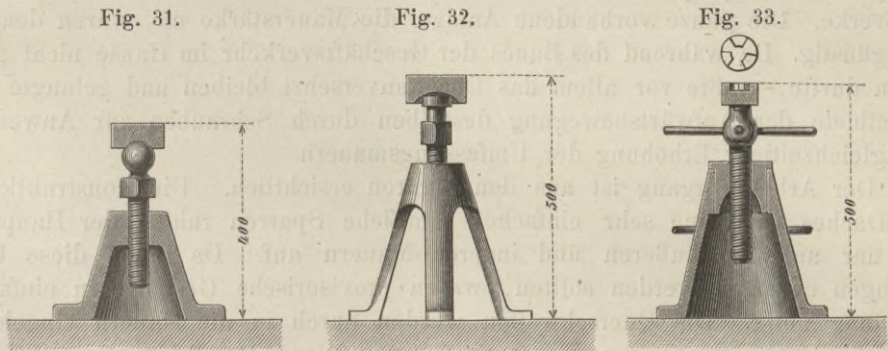


Fig. 30.

Ist hingegen genügende Höhe vorhanden und die Anwendung der Hebevorrichtungen eine häufigere, so empfiehlt es sich, als solche Schrauben zu benutzen, von welchen Fig. 28 — 33 verschiedene Konstruktionen zeigen. Bei geringeren Lasten kommen nicht selten auch Holzschrauben zur Verwendung, die dann gewöhnlich zu zweien auf eine Traverse wirken; Fig. 28. Die für bedeutende Lasten und zu wiederholter Anwendung geeigneteren eisernen Schrauben werden entweder mit aufgesteckten Schlüsseln gedreht oder sind zu diesem Zwecke mit Griffen versehen. Fig. 29 und 30 zeigen die bei Häuserhebungen verwendeten

einfachen Konstruktionen. In Fig. 31 ist die Schraubenmutter zugleich als Ständer aus Gußeisen, in Fig. 32 aus Schmiedeisen, in Fig. 33 hingegen die Mutter behufs Reduktion der Reibung als besonderes Stück aus Bronze eingesetzt. Um bei schieferm Angriff zu starke Biegungsbeanspruchung der Schraubenspindel zu vermeiden, empfiehlt sich deren kugelförmige Anlage, wie Fig. 29, 31 und 32 zeigen, während in Fig. 33 eine mit Zapfen in der Spindel locker sitzende Krone aufgesteckt ist, welche sich gegen den zu hebenden Gegenstand legt.



Uebrigens können zur Hebung oder Verschiebung bedeutender Lasten auch die auf Bauplätzen meist ohnedies vorhandenen Fußwinden in entsprechender Zahl recht wohl Verwendung finden.

Zur Bewältigung größerer Hubhöhen ist, wie schon bei den Keilen bemerkt wurde, die wiederholte Anwendung der Hebevorrichtungen erforderlich, indem man sie nach gleichmäßig vollbrachtem Ausschub und entsprechender Abstützung der Last zurückzieht und auf erhöhter Unterlage von neuem ansetzt.

Eine andere Vorrichtung, welche sich weniger zum Heben als zu geringen Senkungen einer Last eignet, ist das von Prof. Intze in Vorschlag gebrachte Excenter, welches hauptsächlich für Lehrgerüste vorteilhafte Anwendung findet⁶⁰⁾.

Als ein recht zweckmäßiges Mittel, große Lasten möglichst gleichmäßig zu senken, ist der Sandtopf zu empfehlen. Derselbe besteht aus einem hohlen, mit feinem Sand gefüllten Cylinder, mit einem vertikal beweglichen Stempel, welcher, auf den Sand sich stützend, die Last trägt. Im Boden oder kurz über demselben befindet sich in der Wand des Cylinders eine kleine Oeffnung; ist dieselbe geschlossen, so verharrt die Last in ihrer Ruhelage, bei deren Oeffnen dagegen fließt der Sand unter dem Druck der Last aus dem Cylinder und letztere sinkt dem entsprechend. Wird nun eine Last von mehreren solchen Sandtöpfen getragen, so läßt sich durch Einstellen der einzelnen Oeffnungen der verschiedenen Sandtöpfe ein sehr gleichmäßiges Sinken erreichen.

Eine rationelle Anwendung fand diese Methode des Senkens bei der Auswechslung zweier Joche der Eisenbahnbrücke bei Magdeburg; siehe „Maschinelle Hilfsmittel für die Montirung eiserner Brücken“ in der 3. Abteilung dieses Bandes, sowie Kapitel XV der 2. Abteilung des II. Bandes des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften.

Zur Verschiebung von Gebäuden werden Bahnen auf Schwellhölzern hergestellt, siehe Fig. 31 und 32, Taf. VII, auf denen das vorher gehobene Gebäude mit Hilfe von Zugvorrichtungen möglichst gleichmäßig langsam fortbewegt wird, wobei die erforderliche Zugkraft gewöhnlich durch Pferde an Göpeln oder Erd-

⁶⁰⁾ Deutsche Bauztg. 1870. S. 49.

winden⁶¹⁾ mit kräftigen Seilen oder Ketten, nicht selten mit Zuhilfenahme von Flaschenzügen ausgeübt wird.

§ 30. Das Heben von Dächern hat in der Regel den Zweck, das Gebäude um ein oder mehrere Stockwerke zu erhöhen, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Benutzung der unteren Räume möglichst wenig gestört wird.

1. Hebung eines Daches in Pittsburg⁶²⁾; Fig. 33 und 34, Taf. VII. Behufs Vergrößerung ihres Hauptbüros in Pittsburg U. S. A. entschloß sich die Pennsylvania-Company im Jahre 1872 zur Erhöhung des alten Gebäudes um zwei Stockwerke. Die ganze vorhandene Anlage, die Mauerstärke etc. waren dem Projekte günstig. Da während des Baues der Geschäftsverkehr im Hause nicht gestört werden durfte, mußte vor allem das Dach unversehrt bleiben und gelangte daher die Methode der Aufwärtsbewegung desselben durch Schrauben zur Anwendung, unter gleichzeitiger Erhöhung der Umfassungsmauern.

Der Arbeitsvorgang ist aus den Figuren ersichtlich. Die Konstruktion des alten Daches war eine sehr einfache; sämtliche Sparren ruhten der Hauptsache nach nur auf den äußeren und inneren Mauern auf. Da ihnen diese Unterstützungen entzogen werden sollten, waren provisorische Gespärre in einfachster Anordnung nötig. Die Querschwellen wurden durch in die Mauern eingehauene Löcher hindurchgesteckt, um das Gesims mitzutragen. Da dieses aus gußeisernen Platten, die fest in das Mauerwerk verankert waren, bestand, wurde auch das oberste Stück der äußeren Mauern mit in die Höhe genommen, nachdem alle etwa gelösten Backsteine entfernt waren. Die über Dach ragenden Teile der Schornsteine wurden abgetragen und die entstandenen Oeffnungen provisorisch eingedeckt. Schmiedeiserne Stangen dienten zur gegenseitigen Verankerung der Mauerlatten; außerdem waren zur weiteren Sicherstellung vier Ketten angebracht, welche mit den eisernen Tragbalken des Fußbodens verschraubt wurden. Diese Ketten waren stets fest angezogen, wenn die Arbeit ruhte. Die Querschwellen der provisorischen Gespärre lagen auf Durchzügen, unter welche die Schrauben in Abständen von ungefähr 2,5 m gestellt wurden. Je nach der Disposition der Schrauben konnten zwei bis vier derselben durch einen Arbeiter bedient werden. Das gleichmäßige Aufschrauben geschah nach Pfeifensignalen und zwar in der Weise, daß nie mehr als eine Viertelsumdrehung auf einmal vorgenommen wurde, was einer Hebung von circa 3,7 mm entsprach. Sobald die von der Länge der Schrauben abhängige Hubhöhe erreicht war, geschah das Höhersetzen derselben in folgender Weise:

Zunächst legte man um jede Schraube 0,90 m lange und 15 auf 15 cm starke Balkenstücke, deren horizontale Lage man mit untergeschobenen Schindeln regulirte. Auf dieselben wurde der Tragbalken aufgekeilt und hierdurch die Schraube entlastet. Letztere konnte dann etwas nach der Seite verschoben, die Spindel nach oben und das Bohlenstück seitwärts herausgezogen werden. Nachdem dann die Spindel bis an ihren Kopf wieder in die Mutter niedergeschraubt war, wurde der ganze Apparat auf die obersten Balkenstücke unter den Tragbalken gebracht. So einfach die ganze Arbeit ist, so genau muß dieselbe doch vorgenommen werden. Die Schrauben müssen stets senkrecht stehen, um eine schiefe Bewegung der ganzen oberen Konstruktion zu vermeiden; in dem vorliegenden Falle wurde dies voll-

⁶¹⁾ Siehe S. 24 der 1. Abteilung dieses Werkes.

⁶²⁾ Zeitschr. d. Bayr. Ing. u. Arch. Ver. 1876. S. 48.

kommen erreicht und die mit dem Dache in die Höhe genommenen Stücke der Umfassungsmauern standen nach Vollendung genau in der Flucht der neuen Mauern.

Die Schraubenspindeln waren 0,52 m lang und 0,07 m dick; an ihrem oberen Ende trugen sie einen runden Kopf von 0,10 m Durchmesser mit zwei über Kreuz gestellten Löchern von 0,03 m zum Einstecken der Drehungshebel. Auf diesem Kopfe ruhte eine 0,03 m dicke gußeiserne Platte von 0,15 auf 0,15 m, welche die provisorische Balkenlage zu tragen hatte. Der untere Teil der Spindel steckte in einer gußeisernen Mutter von 0,02 m Wandstärke und 0,13 m Länge, die ihrerseits in einem 0,09 m starken Bohlenstück von 0,30 auf 0,90 m ruhte. Das Aufschrauben konnte in 50 Minuten auf 0,38 m Höhe vorgenommen werden, wonach die Schrauben versetzt werden mußten.

Nach Vollendung der Einrüstung im Juni 1872 wurde am 1. Juli mit dem Einhauen der Löcher in die äußeren Mauern begonnen. Die ganze Hebung und Untermauerung war schon mit Anfang September vollendet und konnten die beiden neuen Stockwerke mit Anfang des Jahres 1873 bezogen werden. — Bei Beurteilung der Schnelligkeit dieser Arbeitsleistung ist zu berücksichtigen, daß sämtliche Materialien außerhalb in die Höhe gebracht werden mußten, um den Geschäftsverkehr im Hause selbst nicht zu stören.

Die zum Heben dieses Daches verwendeten Schrauben stimmen mit denjenigen überein, welche in Chicago zum Heben ganzer Häuserblocks gebraucht wurden. In diesem Falle stehen sie zwar enger, der Vorgang selbst ist aber ganz der gleiche, indem immer zunächst der Raum für Langschwellen ausgehauen wird; diese kommen dann hinein, alle Löcher darüber werden gut ausgekeilt, unten werden unter den einzelnen Mauern kurze Querswellen, eventuell, wenn zwei Mauern nahe beisammen stehen, auch lange Querswellen unter zwei Mauern, durchgesteckt, unter welche an jedem Ende eine Schraube kommt. Diese müssen gut aufruhem, am besten auf kräftigen Dielen, welche eine größere Fläche des Grundes belasten. Als Hauptbedingung gilt, daß alles gut festgekeilt ist, damit kein Gebäudeteil früher als ein anderer in die Aufwärtsbewegung kommen kann.

2. Die Hebung der Pavillondächer des Stationsgebäudes der Main-Neckar-Bahn in Darmstadt⁶³⁾, Fig. 35 und 36, Taf. VII, erfolgte in ähnlicher Weise. Auf die zwei Eckpavillons sollte ein Stockwerk aufgesetzt werden, ohne daß die Bureauarbeiten in den darunter liegenden Räumen gestört werden durften. Die zwei Dächer (Zeltdächer mit 1,5 m hohem Kniestock) wurden deshalb in folgender Weise in die Höhe gebracht.

Der Mauerlattenkranz der Stichbalken wurde auf sechs sich rechtwinkelig kreuzende Hölzer *a* gelegt (je drei parallel nebeneinander), die an den Kreuzungspunkten verschraubt wurden. Unter jedem Balkenende stand eine in den Figuren mit *o* bezeichnete Schraubenwinde, also 12 Stück; außerdem standen noch 4 Schraubenwinden an den Knotenpunkten der Gratsparren und Binderstreben; mithin wurden im ganzen 16 Hebegeschirre benutzt.

Ueber den Stichbalken der Binder und mit den Binderstreben verschraubt waren noch vier sich rechtwinkelig kreuzende Hölzer *b* (je zwei parallel nebeneinander) angebracht, um den Horizontalschub der Streben aufzunehmen. Zu gleichem Zwecke waren die einander gegenüberstehenden Streben außerdem noch durch Spannstangen mit Schlössern verbunden.

⁶³⁾ Nach dem Gewerbebl. f. d. Großh. Hessen. 1877. S. 21.

Als Horizontalverband war nur eine Diagonalverbindung der Außenhölzer *a* an den Ecken angebracht, weil der Platz innerhalb des Dachraumes freibleiben sollte und die Dachgespärre an und für sich schon einen Diagonalverband bildeten.

Genau in der Mitte hing ein Lot herab, dessen Fußpunkt markirt war, sodaß jede seitliche Bewegung des Daches sofort wahrgenommen wurde. Außer den 16 Hebegeschirren dienten noch vier Winden zum etwa stellenweise erforderlichen Nachhelfen. Das Dach wurde stets wieder untermauert, nachdem es um die Höhe von drei bis vier Backsteinschichten gehoben war; dies geschah auch zuletzt in der Höhe des Gesimses durch interimistische Ziegelpfeiler, da die Tragsteine des Gesimses 70 cm hoch waren.

§ 31. Das Versetzen ganzer Gebäude. Fig. 31 und 32, Taf. VII, zeigen die Vorkehrungen für die Verschiebung eines Gebäudes⁶⁴). Zur weiteren Erläuterung des Vorgangs bei derartigen, besonders in Amerika häufig vorgekommenen Arbeiten mögen die folgenden Beispiele dienen.

Die Verschiebung des Pelham-Hotel in Boston⁶⁵). Am 23. Juli 1865 beschloß der Rat der Stadt Boston, die Tremont-Street um circa 20 m zu verbreitern, und traf zu diesem Zwecke mit dem Besitzer des Pelham-Hotel, welches an der zu verbreiternden Straße stand, ein Abkommen, wonach es dem Rat gestattet wurde, gegen Ersatz jedweden Schadens das Haus um 4,15 m zu verschieben. Diese Verschiebung erforderte, nachdem alle Vorbereitungen getroffen waren, nicht ganz vier Tage.

Das Hotel bedeckt eine Fläche von circa 465 qm. Die Boyltonstreet-Hauptmauer wurde von acht massiven Granitpfeilern getragen, die Traymontstreet-Façade dagegen nur von zwei Pfeilern, und bestand hier das weitere Fundament aus rohen Granitblöcken und Bruchsteinmauerwerk, welches sehr mangelhaft aufgeführt war, sodaß zuvor die Mauer durch Bauholz und Eisen zu einem Ganzen verbunden werden mußte.

Vorhandene Risse in den Mauern wurden mit Papier beklebt, um jede bei der Verschiebung eintretende Lagenänderung sofort zu konstatiren. Das Hotel blieb teilweise bewohnt, auch alles Mobiliar darin. Das Eigengewicht des ganzen Hauses wurde auf 5000 Tonnen berechnet.

Die Gas- und Wasserleitung blieb durch Einschaltung biegsamer Röhren in Funktion.

Vor Inangriffnahme der Verschiebung wurden genaue Pläne entworfen und Modelle angefertigt. Am 1. Juni 1869 begann die Arbeit mit Abbrechen aller hölzernen Zwischenräume in den Kellern. Dann wurden in der Richtung, in welcher die Verschiebung stattfinden sollte, in der Fortsetzung der Haupt- und Scheidemauern schwere Granitblöcke gelegt und sauber in Zement vermauert. Diese dienten zur Aufnahme der Gleitschienen, welche auch auf ihren Fundamenten aufs sauberste in Zement gebettet waren.

Nunmehr wurden die Wände und Pfeiler des Gebäudes auf Walzen gebracht, deren ungefähr 900 Stück von circa 40 mm Durchmesser vorhanden waren. Die Zwischenräume derselben wurden durch Stücke von hartem Holz ausgefüllt. Auf den Walzen lagen wieder Schienen, die direkt die Last des Gebäudes trugen.

Zum Einbringen der Walzen und Schienen wurden die Pfeiler untergraben, jeder derselben zunächst zwischen sechs vertikale, untereinander verschraubte Ständer verpackt und darauf Unterzugsbalken eingebracht und der Zwischenraum zwischen diesen und der Pfeilerbasis mit Zement vergossen. Die eichenen Unterzugsbalken waren auf Schrauben gestellt. So wurde zunächst das gesamte Gewicht des ganzen Gebäudes abgefangen, nun die Schienen und Walzen eingebracht und erstere gegen die Pfeilerbasis verkeilt. Die beschriebene Arbeit wiederholte sich bei 10 Pfeilern und war sehr schwierig.

Um alle inneren Wände zu einem Ganzen zu verbinden, wurden längs der nordsüdlichen Mauern an beiden Seiten Balken von circa 200 mm im Quadrat angebracht, zwischen denen ebenso

⁶⁴) Journal of the Franklin Institute. 1875. S. 178.

⁶⁵) Zeitschr. d. Oesterr. Ing. u. Arch. Ver. 1870. S. 70. — Engineering. 1881 II. S. 513.

starke Balken längs der ostwestlichen Mauern mit Keilen versprengt wurden. Außerdem wurden noch sechs Eisenstangen von circa 30 mm Durchmesser durchgezogen. Längs der Tremont-Façade wurde circa 300 mm über den Walzen ein Balken von 350 mm im Quadrat gelegt, um zwischen diesen und einer eigens parallel zu ihr eingerammten Stützmauer 72 Stück Schrauben von 50 mm Durchmesser einzubringen.

Diese Vorbereitungen hatten 2 Monate 20 Tage gewährt und einen Materialaufwand von circa 250 cbm Granitquadern, 70 cbm North-River-Stein, 11 cbm Eisen, 1136 cbm Bauholz erfordert.

Am 22. August begann die Verschiebung. An je vier Schrauben wurde ein Mann gestellt und 20 Mann längs der Hauptmauer, um die Bewegung der Walzen zu beobachten und dieselben stets, wenn erforderlich, durch neue zu ersetzen.

Auf ein Signal wurden die Schrauben um ein Viertel ihres Umfangs, gedreht, wodurch das Gebäude um 3 mm verschoben wurde. Die Geschwindigkeit der Verschiebung betrug durchschnittlich 25 mm in 5 Minuten, im Maximum 25 mm in 2 Minuten. Die Schrauben waren 0,52 m lang. Um ihre ganze Länge durchzudrehen, waren circa 1³/₄ Stunden nötig. Dann erfolgte ein neues Einsetzen der Schrauben, nachdem die Stützpunkte vorgerückt waren.

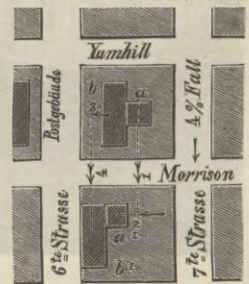
Die Verschiebung betrug am ersten Tag 0,9 m, am zweiten Tag 1,5 m, am dritten Tag 1,15 m und am vierten Tag 0,6 m.

Am 25. August gegen 10 Uhr vormittags war die ganze Distanz von 4,15 m zurückgelegt. Es wurden hierauf die Verstreibungs- und Befestigungsbalken weggenommen und ebenso die zugänglichen Walzen. Die andern wurden belassen und die Zwischenräume durch Beilagen ausgepackt und mit Portlandzement versetzt.

Die Kosten der gesamten Verschiebung incl. Materialverbrauch betragen 30000 Dollars.

Verschiebung des Schulhauses zu Portland⁶⁶⁾. Im April 1883 wurde Ingenieur Ed. Spieß beauftragt, in Portland auf dem Block, der einerseits von der Yamhill- und Morrison-Straße, anderseits von der 6. und 7. Straße begrenzt wird, siehe Fig. 34, gegenüber dem Postgebäude ein siebenstöckiges Hotel zu erbauen. Der Block wurde aber von dem mit *a* und *b* bezeichneten Schulhause eingenommen, das zuerst entfernt werden mußte. Es wurde deshalb beschlossen, das Schulhaus auf den nächsten Block in die Stellung *a*₁ und *b*₁ zu bringen und zudem ein Stockwerk unterzubauen. Die beiden Gebäude *a* und *b* wurden getrennt hinübergeschoben und zwar zuerst *a* auf den gestrichelt gezeichneten und mit den Pfeilen 1 und 2 bezeichneten Wegen. Nachdem *a* seine richtige Stellung in *a*₁ erhalten hatte, wurde *b* zuerst in der Richtung 3, dann in derjenigen 4 verschoben und so an seinen neuen Standort *b*₁

Fig. 34. M. 1 : 5000.



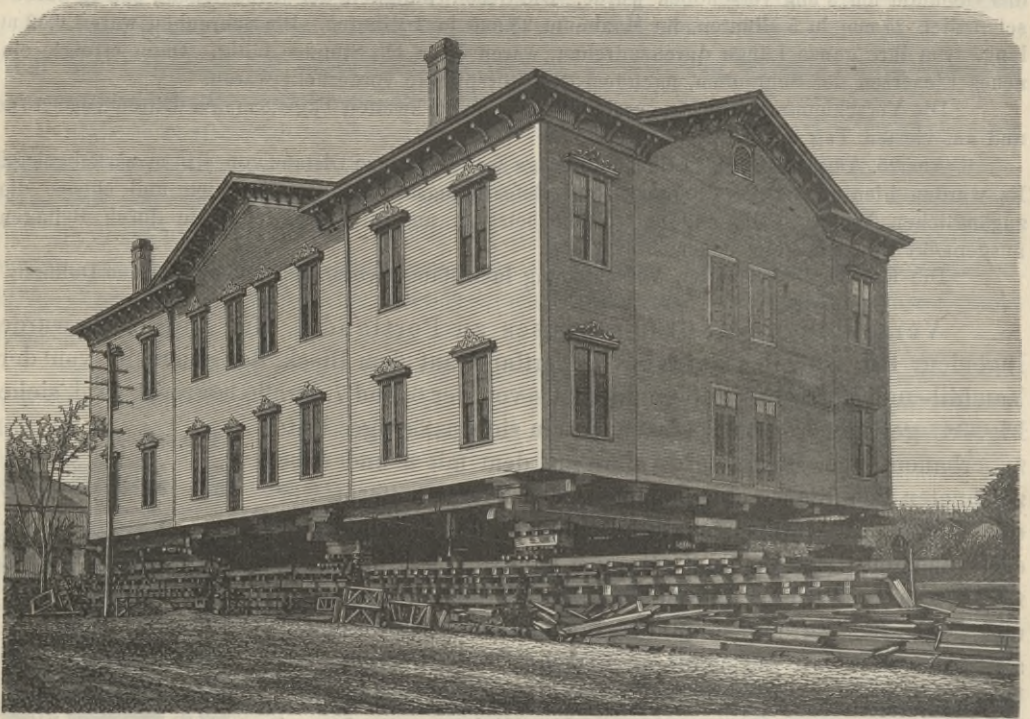
gebracht. Die perspektivische Ansicht Fig. 35, welche einer Photographie nach der Natur entnommen ist, zeigt das Gebäude *b* in der Bewegung und halb über der Morrison-Straße. Gleichzeitig ist aus dem Bilde die Anordnung der Verstreibungs- und Befestigungsbalken zum Unterfangen der Wände, sowie die Konstruktion und Unterstützung der Bahn ersichtlich. Auch das Ansetzen der Hebeschrauben ist erkennbar. Das ganze Gebäude von 41,17 m Länge und 15,24 m Breite ruhte bloß auf dreimal vier Lagern von je fünf Rollen aus Hartholz. Die Fortbewegung geschah mittels zweier Seile, welche durch zwei Pferde an Göpeln mit 32facher Uebersetzung gezogen wurden. Die von dem Gebäude *a* zurückgelegte Strecke beträgt in der Richtung 1—2 von Schwerpunkt zu Schwerpunkt gemessen ungefähr 80 m, während der Schwerpunkt des Gebäudes *b* eine Strecke

⁶⁶⁾ Nach Mitteilung von Ingenieur Ed. Spieß.

von circa 95 m zurückzulegen hatte. Die Bewegung pro Stunde wird zu 1,8 bis 2,4 m angegeben. Die zu überwindenden Strecken, sowie die Geschwindigkeit der Verschiebung sind demnach bei diesem Beispiel bedeutend größer als beim Pelham-Hotel, obwohl das zu verschiebende Objekt ebenfalls von nicht geringer Größe war.

Die ganze Arbeit war von 6 Mann für 3500 Dollars übernommen worden und fünf Wochen nach Beginn der ersten Arbeiten stand das Schulhaus mit einem neuen Erdgeschoß versehen an seinem neuen Platze, ohne daß man nötig gehabt hätte, vom Inventar das Geringste auszuräumen. Nach fünfwöchentlichen Ferien konnten die Schüler wieder einziehen, nur mußten sie eine Treppe höher in die Schulräume hinaufsteigen.

Fig. 35.



§ 32. Errichtung von Denkmälern. Die Kosten eines Denkmals sind in den meisten Fällen so bedeutend, daß es vor allem auf ein zuverlässiges und sorgfältiges, dem Werte des Objekts entsprechendes Verfahren der Aufstellung ankommt. Man wird sich demnach in der Regel für ein festes Standgerüst entscheiden, was um so notwendiger erscheint, je größer und schwerer die zu transportierenden Stücke sind, aus denen das Denkmal zusammengesetzt ist. In vielen Fällen sind mit den das Denkmal bildenden Teilen weite Wege zurückzulegen, und wo der Transport mittels Fahrzeugen auf Straßen, Eisenbahnen oder Wasserwegen wegen der Größe des Objekts sich nicht ausführen läßt, müssen die Stücke auf sorgfältig vorbereiteten und unterkeilten Holzbahnen, ähnlich den zur Verschiebung der Häuser dienenden, fortgerollt werden. Wie Großes darin bereits im Altertum geleistet worden, zeigen uns die Ueberreste der Denkmäler in Aegypten, Griechenland und Italien. Im Mittelalter stand man noch auf ähnlicher Stufe technischer Entwicklung, welche zwar die sich darbietenden Schwierigkeiten zu überwinden

wußte, aber mit ungemein großem Aufwande von Arbeitskraft und Zeit, wie z. B. der Transport und die Aufrihtung des Vatikanobelisken⁶⁷⁾ im Jahre 1585—86 durch den Baumeister Fontana in Rom zeigt. Die bedeutenden Fortschritte, welche seit jener Zeit in der Bewältigung großer Lasten gemacht worden sind, zeigen hauptsächlich die im jetzigen Jahrhundert stattgefundenen Ausführungen. So war das Umlegen, der Transport und die Aufstellung des Obelisken von Luxor⁶⁸⁾ durch den Ingenieur Mimerel im Jahre 1833 ein Aufsehen erregendes Ereignis, das in mancher Beziehung bei der nach London gebrachten Nadel der Kleopatra⁶⁹⁾, sowie in New York beim Obelisken⁷⁰⁾ von Alexandrien als Vorbild diente.

Die nachstehenden Beispiele aus neuerer Zeit zeigen verschiedene Verfahren, die in ähnlichen Fällen bei der Projektirung der Arbeiten einigen Anhalt bieten können.

1. Alexandersäule in St. Petersburg⁷¹⁾. Die Aufstellung dieses Denkmals, welche von dem französischen Architekten de Montferrand geleitet wurde, ragt sowohl durch die dabei zum Versetzen gekommene große Last als auch durch die dafür getroffenen umfassenden Vorbereitungen hervor. Wenngleich mit den heutigen ausgebildeteren technischen Hilfsmitteln die Aufstellung leichter und schneller zustande gebracht werden könnte, so ist das dort zur Anwendung gekommene Verfahren immerhin von bleibendem Interesse.

Das Denkmal besteht aus einer auf einem Piedestal sich erhebenden dorischen Säule nach Art der Trajanssäule in Rom und der Vendômesäule in Paris. Dieselbe hat 54 m Höhe bis zum Gipfel und bildet einen einzigen Monolithen aus Granit. Der Unterbau mißt 4,12 m im Durchmesser an seiner Basis und 3,16 m an der Krone bei einer Höhe von 27,72 m. Der Block kam aus den Steinbrüchen von Pytterlaxen in einer der Buchten des finnländischen Meerbusens und wurde zu Schiff nach St. Petersburg transportirt. Das Monument kostete circa zehn Millionen Mark und waren zu seiner Herstellung fast fünf Jahre erforderlich. Der Schaft der Säule wurde roh bearbeitet, doch ließ man Erhöhungen an seiner Oberfläche zum festen Anbringen des Tauwerks. Es war von dem Ufer der Newa bis zu der Stelle, wo der Block aufgestellt werden sollte, eine schiefe Ebene gebaut worden, die 161,7 m lang, 33,0 m breit und am höchsten Punkte 11,50 m hoch war. Während des Transportes des Blockes nahm man an den Verbandstücken der schiefen Ebene gar keine Veränderung wahr, doch äußerte sich der Druck auf dieselben in solchem Maße, daß der Saft des Tannenholzes mit dem Harz überall herausgepreßt wurde. Nachdem die Plattform, auf welcher sich der Block befand, in gerader Linie auf der schiefen Ebene vorgerückt war, wurde sie im rechten Winkel bis zu der Stelle geschoben, die der Block einnehmen sollte. Mittels Walzen und 8 Erdwinden brachte man nach und nach die Last vorwärts.

Diese Plattform bestand aus zwei beweglichen Theilen von 3,60 m Breite, die zusammen eine Länge von 27 m ausmachten. Man hatte rings um das Piedestal ein Mauerwerk aufgeführt, sodaß ein Quadrat von 31,35 m Seite gebildet wurde. Das Gerüst hatte 51 m Höhe und bestand aus zwei verschiedenen Theilen, getrennt durch einen Zwischenraum von 6,60 m für den Durchgang der Säule. An jeder Seite standen fünf senkrechte Masten, jeder aus vier verbolzten Hölzern bestehend und durch 27 Stützen fest verbunden. An den Gipfeln waren diese Masten durch fünf starke Balken miteinander vereinigt, auf denen sich die Rollen und die Zugwinden befanden; unter dem Monolithen durchgehende Taue wurden über diese Rollen geführt. Die Querbalken trugen das ganze Gewicht der Granitmasse. Auf der Plattform, welche über dem rings

67) Rühlmann. Allg. Maschinenlehre. IV. Band. S. 338.

68) Rühlmann. Allg. Maschinenlehre. IV. Band. S. 346.

69) Engineering. 1878 II. S. 209—210. — Scient. American. 1878 II. S. 55.

70) Scient. American. 1881 I. S. 51 u. 85.

71) Förster's Allgem. Bauztg. 1836. S. 408 u. 1865. S. 228.

um das Piedestal aufgeführten Mauerwerk ruhte, hatte man 60 eiserne Erdwinden aufgestellt, von denen jede eine Zugkraft von 27000 kg auszuüben vermochte. Jedes Tau bestand aus 322 Litzen und war im stande, 42000 kg zu tragen. Um die Festigkeit des ganzen Systems zu prüfen, machte Montferrand einen vorherigen Versuch, indem er die Säule 6,60 m hob und sie in dieser Lage eine Stunde hängen ließ. Die Taue der 60 Erdwinden bildeten ebenso viele Halbmesser, welche von außen horizontal gegen das Zimmerwerk des Gerüstes gerichtet waren, wo sie über 60 Rollen und dann in die Höhe gingen, um oben, über eine ebenso große Anzahl Rollen geführt, zur Befestigung an dem Monolithen wieder hinabzugehen.

Bei jeder Erdwinde waren 16 Soldaten thätig und 4 Matrosen hielten das Tau und rollten es auf. Acht andere Soldaten dienten als Ersatz, der sehr schnell eintreten mußte, um die Operation nicht aufzuhalten. Ein Unteroffizier leitete das Manöver an jedem Haspel, sodaß bei jeder Erdwinde im ganzen 30 Mann thätig waren. Insgesamt wurden 1440 Soldaten, 60 Unteroffiziere, 30 Tambours, sowie 300 Matrosen und eine gewisse Anzahl von Genieoffizieren verwendet. An den Ecken des Gerüstes befanden sich 4 Architekt-Adjunkten, welche das Oberkommando über die Winden führten und ihren Bericht abstatten mußten. Auf dem Gerüst standen 100 Marinesoldaten, welche den guten Gang der Rollen überwachten und ein Verschlingen des Tauwerks verhinderten. 60 der stärksten Arbeiter standen auf der Säule selbst zur Leitung der Flaschenzüge und des Tauwerks und 50 Zimmerleute waren in verschiedenen Höhen aufgestellt, um für jedes Ereignis bereit zu sein. Sechs Maurer mußten sogleich nach der Aufstellung die Säule auf ihrem Piedestal mit Zement untergießen. Ein Mann gab mittels einer Glocke das Signal zu den Bewegungen. Für etwaige Unglücksfälle war ein Chirurg bereit und eine gewisse Anzahl von Arbeitern war aufgestellt, versehen mit ihren Werkzeugen, um jede etwa eintretende Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen. Nachdem alles vorbereitet war, nahm die Bewegung ihren Anfang, die Winden drehten sich, die Taue wurden gespannt und der Monolith begann sich majestätisch zu erheben.

Das Hochheben des Monolithen dauerte 1 Stunde 40 Minuten, und als das Haltsignal gegeben wurde, befand sich die Säule 2,30 m über dem Piedestal. Die senkrechte Stellung wurde mit Hilfe einiger Winden eingehalten, das Signal zum Abwinden erteilt, worauf die Säule auf ihr Piedestal niederging, ohne daß in dem Gerüst merkbare Bewegung stattgefunden hätte.

2. Die Aufstellung der Denksäule von Devonport⁷²⁾, Fig. 30, Taf. VII, geschah mit Anwendung eines kranartigen Gerüstes. Die Säule besteht aus Granit von einem Bruche bei Tamar; ihr Durchmesser beträgt 3,25 m und 20 m ihre Höhe von dem Fuße des Schaftes bis zur Oberkante des Kapitäl, von beiläufig 6 m Durchmesser. Die ganze Höhe mit Einschluß des Piedestals und der Bekrönung beträgt 30,87 m, die Höhe über der Straße nebst Unterbau 37,80 m. Der untere Teil des Kapitäl ist aus vier Steinen zusammengesetzt, von denen jeder 3000—4000 kg wiegt. Die Steine für das Fundament, die Plinthen und der untere Teil des Schaftes wurden mit Hilfe des Richtebaums, die des oberen Teils mittels des in Fig. 30 ersichtlichen Gerüstes gehoben. Dasselbe bestand aus einem Mast, der einerseits gegen die schon gesetzten Teile der Säule abgesteift war, anderseits durch angespannte Seile gehalten wurde. An einem oben befestigten Ausleger wurden die Steine mittels Flaschenzug und Haspel versetzt.

3. Gerüst zum Hermannsdenkmal im Teutoburger Walde⁷³⁾. Wie Fig. 24 und 25, Taf. VII, zeigen, ist das von dem Schöpfer des Denkmals, Bildhauer E. v. Bandel, entworfene Gerüst ein einseitiges und verschiebbares. Durch entsprechende Verstrebung in der vom Denkmal abgewendeten Richtung gegen Umkippen gesichert, war die Vorderfläche des Gerüstes mit horizontalen Hölzern versehen, die zur Unterstützung von Bohlen dienten, welche mit dem

⁷²⁾ Förster's Allgem. Bauztg. 1865. S. 228.

⁷³⁾ Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. z. Hannover. 1861. S. 46. — E. v. Bandel. Armin des Cherusker-Fürsten Denkmal. Hannover 1864.

andern Ende auf dem Denkmal ruhten. Auf den Bohlen, die mit dem Anwachsen des Denkmals versetzt wurden, stand der Rollwagen, auf welchen die hinaufgewundenen Lasten abgesetzt wurden. Zum Aufwinden diente eine circa 6 m lange Eichenholzwalze mit Tretrad. Das Gerüst stand ungefähr 2,5 m vom Sockel ab. Die Standbäume gingen bis 30 m Höhe hinauf, entsprechend der Höhe des Unterbaues von circa 30 m.

4. Heben und Drehen des Nationaldenkmals auf dem Kreuzberge in Berlin⁷⁴⁾; Fig. 14—16, Taf. VII. Zur Zeit der Errichtung des Denkmals stand der Kreuzberg noch frei und war das Denkmal weithin sichtbar; je mehr sich aber die Stadt Berlin ausdehnte, desto mehr verschwand das Denkmal hinter den anwachsenden Häusermassen, sodaß sich eine Höherstellung desselben dringend notwendig machte. Außerdem erschien es wünschenswert, die Vorderseite des Denkmals nach der Großbeerenstraße hinzurichten. Beides geschah nun gleichzeitig nach dem originellen Vorschlage von Schwedler in folgender Weise:

Nachdem man den Eisenkörper des Denkmals mit Gerüstbalken unterzogen hatte, wurden an den Endpunkten des Gerüsts, wie aus Fig. 16 ersichtlich, 12 hydraulische Pressen untergesetzt. Für je vier derselben diente gemeinsam eine Druckpumpe. Je zwei Arbeiter bedienten eine Pumpe, und durch gleichmäßigen Betrieb der Pumpen durch sechs Mann wurde mittels der Pressen der zum Heben des Denkmals nötige Druck von 200000 kg ausgeübt.

Um mit dem Heben die erforderliche Drehung des Denkmals verbinden zu können, waren die Pressen in eigentümlicher Weise konstruiert. Wie aus Fig. 14 und 15 ersichtlich, hatte man unter die Gerüstbalken die nach unten offenen gußeisernen Preßeylinder geschraubt; in welchen ein Kolben mit Ledermanschette steckte. Dieser Kolben hatte über seiner breiteren Basis zwei Absätze, von denen der untere genau in den Cylinder paßte, während der obere einen kleineren Durchmesser hatte.

Der Kolben stand nun mit seiner Sohle auf einer bis auf $\frac{2}{3}$ ihres Durchmessers abgeschragten runden Platte, sodaß er die Tendenz des Kippens hatte, woran er jedoch durch die genaue Führung im Preßeylinder gehindert wurde. Erst in dem Moment, als durch das hineingepumpte Wasser die Hebung so weit erfolgt war, daß der mittlere Absatz des Kolbens aus dem Cylinder kam, trat ein Kippen ein, wodurch das ganze Denkmal, da dieser Vorgang bei allen Preßeylindern gleichzeitig eintrat, am äußeren Umfang um 1 cm gedreht wurde. Durch die wiederholte Vornahme dieser glücklich vollführten Manipulation gelang die Höherstellung und Drehung des Denkmals.

Obwohl bei dem Kippen der Kolben eine merkbare Erschütterung des ganzen Denkmals eintrat, hatte dieselbe doch keine Unzuträglichkeiten zur Folge.

In manchen Fällen werden für die Errichtung von Denkmälern die in Abteilung C dieses Kapitels beschriebenen Hebevorrichtungen vorteilhafte Verwendung finden; vergl. insbesondere „Versetzkran für die Frankfurter Börse“, Fig. 24—26, Taf. III, S. 33.

§ 33. Gerüste für Türme. Je höher ein Bauwerk ist, desto teurer stellt sich auch das Gerüst in der Herstellung, da es nicht allein infolge seiner Eigen-

⁷⁴⁾ Deutsche Bauztg. 1878. S. 402. — Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878. S. 379. — Uhl and. Prakt. Maschinenkonstr. 1879. Heft 4.

last, sondern auch wegen der Höhe und der Beanspruchung durch heftige Stürme besonders fest konstruiert sein muss. Wenn thunlich, wird man sich indes auch in diesem Falle gern hängender oder fliegender Gerüste bedienen und das Bauwerk selbst als Basis für Gerüstkonstruktionen verwenden.

Die für die Aufführung von Gerüsten für große Gebäude aufgestellten Bedingungen gelten auch für Turmgerüste. Möglichst viel Verstreben durch die Oeffnungen des Turmes hindurch müssen das Gerüst zu einem festen Ganzen verbinden. Nach der jeweiligen Gestalt des Turmes wird man die Gerüstkonstruktion besonders zu entwerfen haben.

Das Turmgerüst der Kathedrale in Chalons⁷⁵⁾, Fig. 6, Taf. VII, ist aus zehn Etagen zusammengesetzt und steht auf dem 30 m hohen Turme. Gegen seitliche Verschiebungen wurde es durch kräftigen Diagonalverband gut gesichert.

Die beiden Turmspitzen kamen trotz einer schon einmal vorgenommenen Wiederherstellung der Kirche infolge schlechten Materials in einen so baufälligen Zustand, daß 1821 ihre Abtragung erfolgen mußte. Man führte sie vollkommen neu wieder auf, wobei man sich des dargestellten Gerüsts bediente. Das ganze Gerüst erforderte 50 cbm Holz und kostete nebst dem gesamten Arbeitslohn für die Bearbeitung und Aufstellung damals circa 50 M. pro cbm. Da das Holz Eigentum des Unternehmers blieb, so wurde das Gerüst des einen Turmes nach dessen Vollendung abgetragen und für den Bau der andern Spitze wieder aufgestellt, welche Arbeit mit 16 M. pro cbm bezahlt wurde.

Das Turmgerüst der katholischen Hofkirche in Dresden⁷⁶⁾, Fig. 17 bis 23, Taf. VII, diente zur Reparatur des Turmes, der, aus pirnaischem Elbsandstein hergestellt, starke Verwitterungen zeigte. Schon öfters waren Stücke heruntergestürzt, glücklicherweise ohne weitere Folgen. Die Restauration geschah unter Leitung des Oberlandbaumeisters Canzler. Ueber dem Glockenstuhl bot die ringsherum gehende breite Steinbalustrade gute Stützpunkte für die Aufstellung des 16 Stockwerke hohen Gerüsts, wobei die häufigen Durchbrechungen des Turmes zahlreiche Kreuzverbände zuließen, wie aus den angegebenen verschiedenen Schnitten ersichtlich ist.

Das Gerüst bestand aus besonders abgebundenen, beschlagenen oder getrennten Hölzern und erreichte eine Höhe von 85 m über dem Straßenpflaster.

Zur Restauration der unteren Partie des Turmes dienten Hängegerüste, welche vom oberen Gerüst aus angebracht wurden.

Das Gerüst erwies sich als sehr fest, indem es im Winter 1867—1868 einen orkanartigen Sturm überstand, ohne daß irgend ein Stück heruntergerissen wurde. Das Hinaufbringen von Steinen und Material geschah mittels Winden, welche auf dem Gerüst aufgestellt waren.

§ 34. Schornsteinbauten. Dieselben bieten in mancher Beziehung Interesse dar, da hier die Konkurrenz zur Erfindung wohlfeilerer Ausführungsmethoden wesentlich beigetragen und dieselben mannigfaltig gestaltet hat.

Man kann hier feste Gerüste, Klettergerüste und fliegende Gerüste unterscheiden.

Die Aufführung fester Gerüste für Schornsteinbauten hat man in neuerer Zeit mehr und mehr verlassen, weil sich dieselben verhältnismäßig zu teuer stellen.

⁷⁵⁾ Förster's Allg. Bauztg. 1858. S. 109.

⁷⁶⁾ Deutsche Bauztg. 1872. S. 229.

Fig. 1, Taf. VII, stellt solch ein festes Gerüst dar, dessen Konstruktion unmittelbar aus der Figur verständlich ist.

Weit häufiger verwendet man bei Schornsteinbauten fliegende Rüstungen. Ein Beispiel hierfür bietet

1. der eiserne Schornstein von Creusot⁷⁷); Fig. 7—11, Taf. VII. Die Werke von Creusot besaßen bis 1860 eine Esse aus Ziegelsteinen, welche zur Abführung der Feuergase von 24 Kesseln diente. Die Esse hatte mit den Fundamenten eine Höhe von 80 m und oben an der Mündung einen inneren Durchmesser von 3,1 m. Trotz dieser großen Dimensionen genügte diese Esse später nicht mehr und man beschloß daher 1870, die Esse abzutragen und eine größere von Eisenblech aufzuführen. Dieselbe erhielt vom Boden an gemessen 85 m Höhe, einen unteren Durchmesser von 7 m und einen oberen von 3,3 m.

Die Esse erhob sich auf einem soliden Fundament von circa 300 Tonnen Gewicht und war zusammengesetzt aus Rohrstücken von 1,25 m Höhe, deren Wanddicke mit zunehmender Höhe von 14 mm auf 7 mm abnahm. Die einzelnen Rohrstücke waren aus Blechen zusammengesetzt, deren Zahl von 8—4 variierte. Die untere Partie der Esse wurde innen mit Steinen ausgefüllt, um das Eisenblech gegen Verbrennen zu schützen.

Als der Bau der Esse begann, wurden die ersten Rohrstücke auf gewöhnliche Weise mittels Bockgerüsten versetzt. Dann ging man zu einem fliegenden Gerüst über. Wie aus Fig. 8 ersichtlich, bestand dieses Gerüst aus einem Holzkreuz mit einer hohlen eisernen Säule, welche gegen das Kreuz verstrebt war. An diesem Kreuze, dessen Arme über die Schornsteinweite hinausragten, hing an eisernen Stangen und Bügeln eine Plattform. Ebenso war an einer unter dem Kreuz befestigten Balkenlage an Eisenstangen eine Plattform aufgehängt, welche den Querschnitt des Schornsteins gerade ausfüllte. Sowohl die innere wie die äußere Plattform war mit verschiebbaren Traghölzern versehen, wie aus Fig. 10 und 11 ersichtlich, sodaß sie sich in jeder Höhe dem Durchmesser des Schornsteins anpassen konnte.

Von diesem Gerüst aus wurden nun die hinaufgewundenen Bleche zu einem Rohrstück zusammengesetzt und dieses auf dem darunter befindlichen festgenietet. War die Esse so um ein Rohrstück gewachsen, so stützte man das Gerüst auf dem Rande des obersten Rohrstückes ab, schraubte die Hängeeisen, an welchen die innere Plattform hing, möglichst weit in die Höhe und setzte letztere auf vorspringende Winkeleisen, welche zu diesem Zwecke an den Innenflächen der Rohrstücke angenietet waren.

Nun konnte man wieder das obere Kreuz heben und ein neues Rohrstück unter demselben montieren. Das Aufwinden des Materials und der Arbeiter geschah mittels einer Kette, die in der Axe des Schornsteins durch die hohle Säule, außen hingegen über Führungsrollen lief, welche auf den Kreuzbalken, entsprechend der Veränderlichkeit des Schornsteindurchmessers, versetzt werden konnten. Die innere Plattform hatte ein passendes Loch zum Durchlassen des Fahrkastens. Der Betrieb der Aufzugswinde geschah durch eine Lokomobile. Zur Verständigung zwischen den auf dem Gerüst befindlichen Arbeitern und denjenigen unten an der Winde diente ein Leitseil, welches in der Esse herunterführte.

⁷⁷) Armengaud. Publication industrielle. Vol. 23, S. 415. Taf. 33.

Die Esse setzte sich aus 68 Rohrstücken zusammen. Als das letzte oberste Stück versetzt war, befestigte man an das obere Kreuz des Gerüstes vier Seile mit Rollen, an denen man die äußere Plattform herunterließ, wobei die äußere Fläche des Schornsteins den dritten und letzten Anstrich erhielt.

Die weitere Demontierung des Gerüstes geschah dadurch, daß man am Blitzableiter in die Höhe ging, oben eine Rolle befestigte und die einzelnen auseinandergeschraubten Teile des Gerüstes an derselben mittels Seil herunterließ.

Alle Operationen beim Bau verliefen ohne Störung und wurde derselbe in 70 Tagen von 24 Arbeitern so ausgeführt, daß er sich bisher gut bewährt hat.

Der Gesamtpreis der Esse mit Auführung betrug 32000 Mark.

2. Die Methode Vassivière⁷⁸⁾, Fig. 4 und 5, Taf. VII, besteht in der Anwendung eines Drehkrans, der im Innern des aus Ziegelsteinen erbauten Schornsteins an Sprossen befestigt ist, welche von unten hinaufführen und mit eingemauert werden. Mit dem Wachsen des Schornsteins wird der Kran versetzt und an den Sprossen in höherer Lage befestigt. Der Kran ist geeignet, Lasten bis zu 150 kg zu heben.

In ähnlicher Weise werden von der Firma Custodis & Co. in Düsseldorf Schornsteinbauten ausgeführt, wie Fig. 26—29, Taf. VII, zeigen. Von der vorhin angeführten Methode unterscheidet sich diese im wesentlichen nur durch eine andere Krankonstruktion.

3. Schornstein in Barmen⁷⁹⁾. Fig. 2 und 3, Taf. VII, stellen einen in Barmen aufgeführten Schornstein dar, bei dem man sich ebenfalls eines fliegenden Bockgerüstes bediente, welches zum Aufwinden des Materials diente. Nach Aufsetzen mehrerer Schichten wurde der Bock gehoben, gedreht und wieder niedergesetzt, wobei die Lücken, welche der Bock gelassen, ausgemauert wurden. Die Förderung geschah mittels einer kleinen, durch Dampf betriebenen Fördermaschine.

Bemerkenswert ist die Geraderichtung des Schornsteins, der nach seiner Auführung infolge eines heftigen Sturmes stark aus dem Lote kam. Dies geschah durch vier Einschnitte, welche in Höhen von circa 1,25 m, 31,4 m, 44,0 m und 60,0 m auf der konvexen Seite des Schornsteins in dessen Mauerwerk gemacht wurden. Um dies zu bewerkstelligen, erkletterte man den Schornstein mittels eines einseitig angebrachten Gerüstes, bestehend aus Eisen, welche auf der einen Seite in den Schornstein eingesetzt wurden und Bohlen trugen. Diese bildeten Plateaus, auf welchen man von den unteren zu den höheren mittels angelegter Leiter gelangte. Der Schornstein war 104 m hoch. Er bestand nach der Geraderichtung glücklich einen heftigen Sturm, der in der Nähe mehrere Schornsteine von nur circa 30 m Höhe umwarf.

4. Ein Klettergerüst für Schornsteine und säulenförmige Bauwerke überhaupt zeigen Fig. 12 und 13, Taf. VII.

Das Gerüst besteht aus zwei Rahmen mit Plattform, welche an den Schornstein seitlich angelegt werden. Zwei Gewichte von je 28 kg pressen die beiden Rahmen auf jeder Seite mittels eines flaschenzugartig über Rollen geführten Seiles so gegen den Schornstein, daß zwei auf den Plattformen stehende Arbeiter samt dem Gerüst gehalten werden. Mittels einer Kurbel auf jeder Seite können sich die Arbeiter selbst in die Höhe winden, wobei infolge der Verwendung eines

⁷⁸⁾ Armengaud. Publication industrielle, Vol. 23.

⁷⁹⁾ Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen. 1869. S. 369.

Schraubenrädernetriebes kein besonderes Sperrwerk erforderlich ist, um die Rückwärtsdrehung, beziehungsweise die Abwärtsbewegung der ganzen Einrichtung zu verhindern⁸⁰⁾.

5. Reparatur von hohen Schornsteinen⁸¹⁾. Für derartige Arbeiten ist als sehr zweckmäßig das Verfahren der Firma Hohmann & Ebeling in Bernburg hervorzuheben. Dieselbe übernahm im Jahre 1868 zu Stollberg bei Aachen eine größere Reparatur an einem 100 m hohen Schornstein, welche im Abtragen des oberen Stückes des Schornsteins von etwa 8 m Höhe, Aufsetzen eines neuen Stückes von etwa 0,5 m Höhe und Umlegen von 15 Eisenbändern bestand.

Zum Besteigen des Schornsteins gebrauchte genannte Firma 24 Leitern von 5 m Länge und 0,3 m Breite mit 24 Sprossen. Eine derartige Leiter wog 13 kg. Die Leitern waren aus gesundem und festem Holze gearbeitet und an ihrem oberen Teile mit Latten von 4—5 cm Stärke versehen, um nicht dicht an dem Schornstein anzuliegen und ein bequemes Besteigen möglich zu machen. Außer diesen Leitern waren kleine Holzböcke vorhanden, welche ein Gewicht von 6 kg hatten. Zum Aufhängen der Leitern sowie der Böcke wurden schmiedeiserne Haken aus 25 mm dickem Rundeisen von 300 mm Länge etwa 150 mm tief in den Schornstein eingeschlagen.

Die Besteigung des Schornsteins ging in folgender Weise vor sich: Zuerst wurde eine längere Leiter an den Schornstein gestellt, auf welcher ein Arbeiter, so hoch er von der Leiter aus reichen konnte, in gleicher Höhe zu jeder Seite derselben Haken einschlug. An jeden dieser Haken wurde ein Bock angehängt und auf diesen horizontal ein Brett befestigt. Auf dieses Gerüst stellte sich ein Arbeiter, schlug, so hoch er reichen konnte, einen weiteren Haken ein und ließ sich durch den zweiten Arbeiter eine Leiter zureichen, welche er mit der mittleren Sprosse an diesen Haken hing. Nun bestieg auch der zweite Arbeiter das Gerüst, während der erste an der eben aufgehängten Leiter, die durch den zweiten Arbeiter gehalten wurde, emporkletterte und unter der obersten Sprosse sowie auch zu beiden Seiten der Leiter neue Haken einschlug.

Um bei dieser Arbeit sich beider Hände bedienen zu können, hakte sich der Arbeiter vermittels eines Karabinerhakens fest. Vom zweiten Arbeiter wurden dem ersten zwei weitere Böcke nebst Brett zugereicht, die derselbe an den neu eingeschlagenen Haken aufhing und so ein weiteres Gerüst herstellte. Von diesem Gerüst aus wurde auf gleiche Art, wie eben beschrieben, eine weitere Leiter befestigt und mit der unteren durch Stricke verbunden.

Als drittes Gerüst benutzte man das erstere wieder u. s. w. Auf diese Weise wurde eine vollständige Leiter vom unteren Ende des Schornsteins bis zur Spitze hergestellt, welche bequem von den Arbeitern bestiegen werden konnte.

Beim Abbruch wurden die gefährlichsten Teile von der Leiter heruntergestoßen. Später wurde ein Brett über die Oeffnung des Schornsteins gelegt und von dort aus der weitere Abbruch vorgenommen, was keine Schwierigkeiten mehr verursachte. Für den Aufbau wurden um den Kopf des Schornsteins so viele Böcke mit aufgelegten Brettern aufgehängt, daß man bequem um den Schornsteinkopf herumgehen konnte. Die Materialien, wie Steine und Mörtel, wurden in

⁸⁰⁾ Dingler's polyt. Journ. 1874 IV. Bd. 214. S. 195.

⁸¹⁾ Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 34.

kleinen Quantitäten hochgezogen. Das Umlegen der Eisenbänder, welche aus zwei Teilen bestanden, geschah ebenfalls von diesem Gerüste aus, und zwar in der Weise, daß immer je drei Bänder von einem Gerüste aus umgelegt wurden. Das Gerüst mußte fünfmal umgehängt werden, was sehr schnell und geschickt ausgeführt wurde.

Das erste Besteigen des Schornsteins, d. h. das Anbringen der Leitern, nahm zwei Tage in Anspruch. Die ganze Reparatur wurde in 23 Tagen ausgeführt, doch war der Schornstein nur 14 Tage außer Betrieb⁸²⁾.

⁸²⁾ Vergl. Bau, Befestigung und Reparatur hoher Schornsteine. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 90. — Siehe auch Literaturverzeichnis.

Litteraturverzeichnis.

Zugleich Quellennachweis.

Selbständige Werke.

- Breymann. Baukonstruktionslehre. II. Teil: Gerüste. Stuttgart 1870.
 Rondelet. L'art de bâtir. Transportmaschinen. Taf. 168 u. 169. Paris 1830.
 Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre. IV. Band. Transportmaschinen. Braunschweig 1875.
 Klasen, L. Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen. Leipzig 1876.
 Mölle's Drahtseilriese. Schwebende Bahn zum Steintransport. Leipzig 1877.
 Heusinger von Waldegg. Handbuch der Eisenbahntechnik. 5. Band. Sekundär- und Tertiärbahnen. Leipzig 1878.
 Uhland's Handbuch des prakt. Maschinenkonstruktors. Lfg. XVIII. S. 139. Bauaufzüge. Leipzig 1883.
 Siehe ferner: Brückenbau. 2. Bd. d. Handb. d. Ingenieurw. IV. Kap. § 4. Disposition des Bauplatzes, Interimistische Anlagen, Transport der Materialien zur Baustelle, Transportleistungen.

Zeitschriftenlitteratur.

Bauplätze. Horizontaltransport des Baumaterials.

- Anwendung von Seilen auf Bauplätzen. Förster's Allgm. Bauztg. 1861. S. 58.
 Werkplatz in Cherbourg. Förster's Allgem. Bauztg. 1863. S. 173 u. 298.
 Müller's Trajektanstalt. Zeitschr. d. Oesterr. Ing. u. Arch. Ver. 1871.
 Hodgson's Drahtseilbahnen. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1871—73. — Engineer 1871. — Dieselben in Böhmen. Polyt. Centralbl. 1871.
 Seiltransportbahn von v. Dücker. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. Bd. 18. 1872.
 Der Transport von Baumaterialien. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1875. S. 437.
 Thonförderung auf schiefer Ebene. Dingler's polyt. Journ. 1875. Bd. 215. S. 409.
 Drahtseilbahnen System Bleichert. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1877. S. 398.
 Bauplatz bei Budapest. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1877.
 Drahtseilbahn bei Ottbergen. Deutsche Bauztg. 1878. S. 326.
 Seilbahn auf Renard-Grube. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878. S. 437.
 Drahtseilbahn mit Kastenkette. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878. S. 443.
 Maschinenbetrieb bei Bauten; Vortrag von Möller. Verhandl. d. Ver. z. Befördg. d. Gewerbl. in Preußen. 1878. S. 157.
 Drahtseilbahnen System Bleichert. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882. S. 278.
 Skizzen von New-Yorker Bauplätzen. Deutsche Bauztg. 1883. S. 549.

Gerüstelemente und deren Verbindungen.

- Sicherheitshaken. Deutsche Bauztg. 1877.
 Einschalen hoch gelegener Kappengewölbe. Deutsche Bauztg. 1882. S. 424.

- Apparat zum Einrüsten von Decken aus Beton. Deutsche Bauztg. 1882. S. 549.
 Sicherheitssprosse für Leitern, von G. Nackmann. D. R. P. No. 17200. Deutsche Bauztg. 1882. S. 49.
 Neuerungen an Hebegerüsten, von A. E. H. Keller in Berlin. D. R. P. No. 19966. Kl. 37. Zeitschr. f. Baukunde. 1883. S. 277.
 Neuerungen an Hängegerüsten, von G. A. Weissenhagen in Berlin. D. R. P. No. 20914. Kl. 37. Zeitschr. f. Baukunde. 1883. S. 510.
 Patentirter Gerüsthalter von Schaper in Hannover. Baugewerksztg. 1883. No. 39. S. 325.
 Das Kortum'sche Seilschloß. Baugewerksztg. 1883. No. 65.
 Patentirter Gerüsthalter von Muth. D. R. P. No. 23332. Baugewerksztg. 1883. S. 523.
 Neuer Gerüsthalter von J. Berger. Baugewerksztg. 1884. S. 329.

Rüstungen.

- Rollbares Restaurirungsgerüst. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1858. S. 283.
 Abputzgerüst. Förster's Allgem. Bauztg. 1861. S. 121.
 Gerüste zum Heben großer Steine. Förster's Allgem. Bauztg. 1865. S. 231.
 Rüstung zum Bau der Königl. Münze in Berlin. Romberg's Zeitschr. f. Baugew. 1870. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1871. S. 511.
 Verschiebbares Gerüst für Maler- und Reparaturarbeiten. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Baukunst. 1870. S. 107.
 Fahrbare Leiter für Reparaturen an freitragenden Dächern. Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1871. S. 512.
 Bewegliche Gerüste. Prakt. Maschinenkonstr. von Uhland. 1873. S. 117.
 Verstellbares Bockgerüst für Maler. Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 395.
 Bockgerüst für Anstreicher. Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1875. S. 454. — Maschinenbauer. 1874. S. 269. — Baugewerksztg. 1874. S. 69.
 Unterstützung von Reparaturgerüsten. Deutsche Baugewerksztg. 1875. S. 434.
 Leitergerüst. Deutsche Baugewerksztg. 1876. S. 267.
 Amerikanische Kranrüstungen. Deutsche Bauztg. 1876. No. 89.
 Hängegerüst von Laurency. Nouv. ann. de la constr. 1876. S. 82.
 Echaffaudage du nouvel Hôtel de ville à Paris. Semaine du constructeur. II. Bd. 1876—77. S. 174.
 Reparaturgerüst. Bulletin d. l. soc. d'encour. pour l'ind. nat. 1877. S. 633.
 Hilfsmittel beim Anbringen und Repariren der Ablaufrohre der Dachrinnen in Paris. Zeitg. f. Blechindustrie. 1878. S. 265.
 Charpentés employées pour la réparation des dômes à Paris. Semaine du constructeur. III. Bd. 1878—79. S. 510.
 Lehr- und Arbeitsgerüste von Wilcke. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1879. S. 137 u. 145.
 Maschinelle Einrichtungen beim Bau des neuen Postgebäudes zu Hannover. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 147.
 Rüstung für Malerarbeiten. Deutsche Bauztg. 1882. S. 132.
 Baugerüste in München. Baugewerksztg. 1883. S. 493.
 Bewegliches Gerüst zum Versetzen und Ausarbeiten von Bildwerken am Joachimsthaler Gymnasium. Zentralbl. d. Bauverw. 1883. S. 289.

Greifzeuge.

- Steinzange. Zeitschr. d. Arch. und Ing. Ver. zu Hannover. 1866. S. 219.
 Schwedische Steinklaue. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover. 1876. S. 594.
 Steinzange. Dingler's polyt. Journ. Bd. 220. 1876. S. 31.
 Steinzange. Zeitschr. d. Oesterr. Arch. u. Ing. Ver. 1876. S. 69.
 Klauen und Kloben zum Heben und Versetzen von Lasten. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1876. S. 143.
 Verbesserte Steinzange von Dr. H. Zimmermann. Zentralbl. d. Bauverw. 1884. S. 82.

Hebevorrichtungen und Kräne.

- Bewegliche Kräne. Förster's Allgem. Bauztg. 1858. S. 213.
 Dampfhebeamaschinen. Förster's Allgem. Bauztg. 1859. S. 156.

- Hebeapparat. Förster's Allgem. Bauztg. 1861. S. 45.
 Gasmaschine für Bauzwecke. Förster's Allgem. Bauztg. 1864. S. 215.
 Hydraulischer Aufzug in Paris. Förster's Allgem. Bauztg. 1865. S. 95.
 Maschinen zum Transport von Baumaterialien. Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1870. S. 309.
 Lawe's Paternosterwerk für Sand und Kalk. Scient. American. 1871. S. 275.
 Aufzug für Baumaterialien von Surfleet und Bennison. Mechanics Magazine. 1871 II. S. 442.
 Aufzug für Schornsteinbau, von C. Wigand. Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1871. S. 496.
 Hebe- und Verteilungsvorrichtung für Mörtel und Ziegel, von Schank's. Scient. American. 1872 II. S. 35
 Hebung von Baumaterialien. Deutsche Baugewerkztg. 1872. S. 21, 49, 59, 69, 104.
 Maschinen für Bauzwecke. Deutsche Baugewerkztg. 1872. S. 147.
 Hebeegerüst für Baumaterialien von A. Patrick. Scient. American. 1872. S. 262.
 Berliner Bauwinde. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Baukunst, 1873. S. 51. — Zeitschr. d. Arch. u. Ing.
 Ver. zu Hannover, 1873. S. 581. — Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1874. S. 33.
 Bauholzwinde von C. Paesler. Deutsche Baugewerkztg. 1874. S. 3 u. 48. — Zwick's Jahrb. d. Baugew.
 1874. S. 264.
 Bauholzwinde. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1874. S. 3.
 Paternosterwerk. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1874. S. 33.
 Windebaum für Werkstücke, in Brüssel gebräuchlich. Deutsche Baugewerkztg. 1876. S. 297.
 Winde für Reparaturen an Gebäudemauern. Bulletin d. l. soc. d'encour. pour l'ind. nat. 1876. S. 473
 Ueber den Gebrauch von Aufzugsmaschinen bei Hochbauten. Deutsche Bauztg. 1878. S. 183.
 Ueber Anwendung von Aufzugsmaschinen bei Hochbauten von Hagen. Zeitschr. d. Arch. und Ing. Ver.
 zu Hannover, 1878. S. 306.
 Dampfwinde für Bauzwecke. Prakt. Maschinenkonstr. von Uhland. 1878. S. 161.
 Aufzug von Lacroix. Prakt. Maschinenkonstr. von Uhland. 1879. S. 368.
 Einiges über „Wuppen“ (ältere Hebevorrichtungen in Bremen). Deutsche Bauztg. 1882. S. 571.
 Neuerungen an Winden von G. A. Weissenhagen. D. R. P. No. 18928. Kl. 35. Zeitschr. f. Bau-
 kunde. 1883. S. 125.
 Fahrbarer Dampf-Baukran von Prof. A. Teichmann. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1883. S. 120.

Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen.

- Gasbehälter der Imperial continental Gas-Association in Berlin. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1863. S. 151.
 Kuppel der neuen Synagoge in Berlin, von Schwedler. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1866. S. 32.
 Lokomotivschuppen des Bahnhofes St. Johann der Saarbrücker Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw.
 1866. S. 30.
 Gerüste für die Ausstellungsgebäude in Paris 1867. Förster's Allgem. Bauztg. 1869. S. 104. — Zwick's
 Jahrb. d. Baugew. 1870. S. 334.
 Hallendach des Niederschlesisch-Märkischen Bahnhofes in Berlin. Deutsche Bauztg. 1868. S. 539 u. 549;
 desgl. 1869. S. 429 u. 480.
 Retortenhaus der städtischen Gasanstalt zu Berlin von Schwedler. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1869. S. 65.
 Montirung der Bahnhofshalle in Altona. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1869. S. 21. — Zwick's Jahrb.
 d. Baugew. 1870. S. 334.
 Ostbahnhof zu Berlin. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1870. S. 3.
 Bahnhof der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1870. S. 151.
 Gerüst zur Bahnhofshalle der Orleansbahn in Paris. Förster's Allgem. Bauztg. 1870. S. 1 u. 18.
 Gerüst für das eiserne Dach des Lokomotivschuppens in Görlitz. Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1870. S. 334.
 Polygonaler Lokomotivschuppen in Hannover. Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. z. Hannover. 1870. S. 355.
 Lehrter Bahnhof. Deutsche Bauztg. 1871. S. 212 u. 305.
 Royal Naval School Gymnasium. Engineer 1873 I. S. 329.
 Ueber den eisernen Centralbau der Wiener Weltausstellung 1873. Zeitschr. d. Oesterr. Arch. u.
 Ing. Ver. 1873. S. 137.
 Laufgerüste beim Bau der Maschinenhalle und des Industriepalastes in Wien. Zeitschr. d. Oesterr. Arch.
 u. Ing. Ver. 1874. S. 94.
 Polygonaler Lokomotivschuppen mit 16 Ständern. Wiebe's Skizzenb. 1879. Bl. 4—5.
 Rüstungen und Hebeeinrichtungen der Pariser Weltausstellung 1879. Engineer. 1879 II. S. 108
 u. 184.
 Aufstellung der Dächer der Hygiene-Ausstellung in Berlin. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883. S. 475.

Bauausführungen besonderer Art.

- Aufbringen der Statue Napoleon's auf der Vendôme-Säule. Förster's Allgem. Bauztg. 1838. S. 223.
 Unterfangen von Säulen. Nouv. ann. d. l. constr. 1859. S. 22.
 Gerüst des Turmes von Saint-Germain l'Auxerrois in Paris. Nouv. ann. d. l. constr. 1859. S. 173.
 Schornsteinbau mit festem Gerüst. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1864. S. 154.
 Chicago und seine Häuserhebung. Deutsche Bauztg. 1868. S. 480.
 Geraderichten eines Schornsteins. Nouv. ann. d. l. constr. 1868. S. 24.
 Stützung und Unterfangung eines siebenstöckigen Hauses am Boulevard Ornano in Paris. Nouv. ann. d. l. constr. 1869. S. 89. — Engineering. 1870 I. S. 12.
 Verschiebung eines Fabrikschornsteins. Builder. 1872. S. 270.
 Maschine zum Besteigen von Schornsteinen. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1874. S. 19. — Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 214. S. 195. — Zwick's Jahrb. d. Baugew. 1875. S. 455.
 Hebung eines Hauses in Philadelphia. Gazette de l'arch. 1877. S. 128 u. 165.
 Stapellauf der Nadel der Kleopatra in Alexandrien und Aufstellung am Themse-Ufer in London. Scient. American. 1878 II. S. 55. — Engineering. 1878 II. S. 209.
 Kletterndes Arbeitsgerüst für Türme, von J. J. Lisch. Scient. American. 1879 II. S. 134.
 Umbau des Turmhelms der Jerusalemer Kirche in Berlin. Deutsche Bauztg. 1880. S. 206 u. 215.
 Gerüst für Erhöhung und Reparatur von Fabrikschornsteinen. Deutsche Bauztg. 1880. S. 505.
 Niederlegung eines Obeliskens in Alexandrien, Transport nach New York und Aufstellung im dortigen Central-Park. Scient. American. 1881 I. S. 51.
 Heben und Verschieben eines Fachwerkhauses in Mainz. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881. S. 68 u. 71.
 Zur Hebung von Gebäuden mit hydraulischen Winden. Deutsche Bauztg. 1881. S. 436.
 Verschiebung eines Hauses in Boston. Deutsche Bauztg. 1881. S. 585.
 Verschiebung des Pelham-Hotel in Boston. Engineering. 1881 II. S. 513.
 Auswechseln der Pfeiler und Fundamente eines Kellers. Deutsche Bauztg. 1882. S. 256.
 Ueber das Geraderichten schiefer Schornsteine. Baugewerksztg. 1883. S. 771.
 Absteifung und Unterfahrung von mehrstöckigen Gebäuden bei Ladenausbrüchen. Baugewerksztg. 1883. S. 227 u. 331.
 Gerüstkonstruktion zum Aufrichten der Bronze-Gruppe des Niederwalddenkmals. Centralbl. d. Bauverw. 1883. S. 353 u. 373.
 Auswechslung der Säulenfundamente und einer Säule in einem fertig eingewölbten großen Keller, von C. Wenger. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884. No. 25. S. 477.

VII. Kapitel.

Apparate und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern.

Bearbeitet von **G. Köhler**, Bergassessor, Dozent an der Bergakademie in Klausthal.

(Hierzu Tafel VIII—XII und 67 Holzschnitte.)

A. Allgemeiner Teil.

§ 1. Einleitung. Tiefbohrlöcher unterscheiden sich von den für Sprengarbeit dienenden Bohrlöchern meistens durch größere Weite, noch mehr aber durch größere Tiefe, welche bis 1000 m und darüber steigen kann.

Da die Art und Wahl der Apparate und Methoden für die Herstellung der Tiefbohrlöcher wesentlich von der Beschaffenheit der zu durchbohrenden Gebirgsarten, beziehungsweise von dem Widerstande abhängt, welchen dieselben dem Eindringen spitzer oder scharfer Geräte entgegensetzen, so dürfte eine kurze Charakteristik der Gebirgsarten zunächst erforderlich sein.

Gebirgsart oder Gebirge ist der allgemeine Begriff für die Bestandteile der festen Erdrinde, Gesteinsart oder Gestein dagegen lediglich eine Bezeichnung für feste, felsige Gebirgsarten.

Sämtliche Gebirgsarten, mit denen man sowohl bei Bohrungen als auch bei den übrigen bergmännischen Arbeiten zu thun hat, lassen sich nach Bergrat Werner in Freiberg in folgende, den geringeren oder größeren Widerstand gegen das Eindringen spitzer oder scharfer Gezüge ausdrückende fünf Klassen bringen¹⁾:

1. rollig,
2. mild,
3. gebräch,
4. fest,
5. höchstfest.

¹⁾ Vergl. auch § 5. Klassifizierung der Bodenarten im III. Kapitel und § 2. Einteilung der Gesteine in Bezug auf ihre Lösbarkeit im VIII. Kapitel des 1. Bandes des Handb. d. Ingenieurwissensch.

„Rollig“ ist ein Gebirge ohne jeglichen Zusammenhalt der einzelnen Teile. Dahin gehören alle aus ihrem natürlichen Zusammenhange, sei es auf künstlichem oder natürlichem Wege, bereits gelösten festen Gesteine, wie Erze, Kohlen und Berge, welche bei den bergmännischen Gewinnungsarbeiten fallen, aber auch solche lose Gesteine, welche sich bisweilen in einer Mächtigkeit von 40 m und darüber am Fuße hoher Berge finden²⁾. Dieselben sind durch Erosion oder durch Wogen-schlag von den Bergen abgelöst und dem damaligen Meeresgrunde zugeführt.

Ferner gehören zu den rolligen Gebirgsarten: Sand, Kies, Gerölle, Mutterboden, loser Mergel etc.

Sehr feinkörniger, häufig auch mit Thonschlamm gemischter wasserhaltiger Sand heißt schwimmendes Gebirge, Schwimmsand, Fließ oder Kurzawka (Oberschlesien).

„Mild“ heißt eine Gebirgsart, wenn sie dem Eindringen spitzer oder scharfer Gezähe nur geringen Widerstand entgegensetzt; als Beispiele sind zu nennen: Lehm, Thon, Mergel, Letten u. s. w.

„Gebräches“ Gebirge ist solches, welches sich mit Brechwerkzeugen (Keilhaue, Spitzhammer oder Picke etc.) ohne Anwendung von Schießarbeit noch gewinnen läßt. Dahin gehören zunächst alle verwitterten festen Gesteine, sodann Stein- und Braunkohlen, gewisse Schieferarten etc.

Bei „festen“ und „höchtfesten“ Gesteinen ist der Widerstand gegen das Eindringen von Werkzeugen am größten. Zu den ersteren gehören: Grauwacke, fester Schiefer, Kalkstein, Sandstein etc., zu den letzteren alle quarzigen Gesteine, u. a. Grauwacken- und Sandsteinkonglomerat, Kieselschiefer, Hornstein, quarzreicher Granit und Porphy, sodann Schwefelkies u. s. w.

Die unter 1 und 2 genannten, gegenwärtig in natürlicher Ablagerung vorkommenden Gebirgsarten sind sekundärer Natur, nämlich das Produkt der Verwitterung oder der Erosion fester Gesteine durch fließendes Wasser, und sind im ersteren Falle an Ort und Stelle verblieben (Mutterboden, Dammerde), im letzteren Falle dagegen fortgeschwemmt und früher oder später wiederum abgelagert (Sand, Kies, Gerölle, Thon, Schwimmsand etc.).

Gewöhnlich trifft man unter dem Mutterboden auf das gleichfalls durch den Einfluß von Wasser und Luft „gebräch“ gewordene feste Gebirge, dessen Festigkeit mit der Tiefe zunimmt, oder zunächst auf milde Gebirgsarten (Thon, Mergel, Lehm etc.). Da alle diese Gebirgsarten nur geringen oder gar keinen Zusammenhalt haben, so kann man sich bei ihrer Durchbohrung solcher Apparate bedienen, welche entweder lediglich schöpfen, beziehungsweise durch Wasserauftrieb wirken, oder drehend gehandhabt werden und dabei leicht in die Massen eindringen.

Beim Durchbohren fester und höchstfester Gesteine werden lediglich Meißelbohrer oder schwarze Diamanten angewendet.

§ 2. Zweck des Bohrens. Der wichtigste Zweck des Herstellens von Bohrlöchern, welche nicht der Sprengarbeit dienen sollen, ist die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Fossilien, sodann die Gewinnung von Salz-

²⁾ Ein Bohrloch am Fuße des Steinberges bei Goslar wurde im Jahre 1879 in Schiefergerölle 40 m tief niedergebracht, ohne das Ende desselben zu erreichen.

sole, Erdöl und Wasser (artesische Brunnen). Ferner die Untersuchung des Baugrundes für aufzuführende Gebäude, oder der Gebirgsschichten für abzuteufende Schächte; im Ingenieurbauwesen besonders die Erforschung der geologischen Beschaffenheit von Gebirgsmassen bei Projektirung und Ausführung von Tunneln und Verkehrswegen überhaupt.

Außerdem dient die Tiefbohrarbeit zur Erleichterung der Wasserhaltung in Schächten, indem man dem Wasser durch Bohrlöcher einen Abfluß auf tiefere Sohlen verschafft, sodann für die Verbesserung der Wetterführung beim Pfeilerabbau der Kohlenflötze und zum Abzapfen stehender Gewässer.

Während die Richtung der Bohrlöcher für die letzteren Zwecke eine verschiedene sein kann, ist sie im übrigen stets eine senkrecht abwärts gehende.

§ 3. Geschichtliches. Das Tiefbohren ist den darüber vorhandenen Nachrichten gemäß den Chinesen als Seilbohren schon in ältester Zeit bekannt gewesen. In Europa hat es, und zwar als Gestängebohren, erst einige Vervollkommnung durch die zahlreichen Bohrarbeiten in der Grafschaft Artois behufs Herstellung der danach benannten artesischen Brunnen (S. 132) erfahren.

§ 4. Uebersicht der Bohrmethoden für gröfsere Bohrlöcher. Die verschiedenen Methoden zur Herstellung tiefer Bohrlöcher lassen sich zunächst in zwei Hauptklassen bringen, nämlich in das drehende und das stoßende Bohren.

Das drehende Bohren geschieht immer mit Gestängen und zwar in milden Gebirgsmassen (Lehm, Letten, Sand etc.) mit Gezähstückchen, welche in die ersteren eindringen und sie beim Ausziehen mit zu Tage bringen, bei festem Gesteine dagegen mittels einer stählernen oder mit Diamanten besetzten Bohrkronen.

Das stoßende Bohren wird ausschließlich in festem Gesteine mit Meißeln verschiedener Konstruktion und entweder mit Gestänge oder mit Seil ausgeführt. Das dabei gelöste Gebirge, der Bohrschmand oder Bohrschlamm, wird mit Bohrlöffeln entfernt, was besonders bei tiefen Bohrlöchern sehr zeitraubend ist.

In neuerer Zeit hat man diesen Nachteil mit Erfolg durch Einführung der Bohrmethoden mit Wasserspülung zu beseitigen gesucht.

B. Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen.

§ 5. Apparate³⁾. Die beim drehenden Bohren in milden oder flüssigen Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate richten sich nach der Konsistenz der ersteren. Ist dieselbe groß, wie bei Letten, Lehm etc., so eignet sich am besten die Schappe (Löffelbohrer, Schneckenbohrer). Dieselbe ist ein der Länge nach mehr oder weniger breit aufgeschlitzter Cylinder aus Schmiedeisen, Fig. 1, Taf. VIII, welcher am unteren Ende gewöhnlich mit einer „Schnecke“ zum Eindringen in die Massen versehen ist⁴⁾.

Bei weniger konsistentem Gebirge ist der Cylinder ringsum geschlossen und

³⁾ Otiliae. Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen. 1859. Bd. 7. S. 225. Taf. XVI.

⁴⁾ Vergl. Bohren mit Schappe bei der kombinierten Tiefbohranlage von C. Köbrich, S. 127 und Taf. XI.

hat am unteren Ende ein Ventil (Klappe, Kugel etc.). Einen derartigen „Ventilbohrer“ zeigt Fig. 2, Taf. VIII.

Ist das Eindringen der Bohrer wegen großer Konsistenz mit Schwierigkeiten verbunden, so bedient man sich der Schlangen- oder Spiralbohrer, von denen Fig. 3 und 4, Taf. VIII, zwei verschiedene Konstruktionen zeigen. Der Schlangenbohrer läuft unten in zwei Spitzen aus, deren Entfernung etwas größer ist als der Durchmesser der Spiralen.

Zum Durchbohren von Schwimmsand gebraucht man in engen Bohrlöchern entweder den Ventilbohrer oder die Sandpumpe, Fig. 25, Taf. IX. Am Löffelseil hängt eine gegabelte Stange *s* mit einem massiven Kolben, welcher sich nach dem Aufsetzen des Löffels nach unten schiebt. Mit dem Aufholen des Löffelseils wirkt der Kolben saugend, das im Boden des Löffels angebrachte Ventil hebt sich und läßt den Schlamm eintreten. Ist der Kolben im oberen Teile des Löffels angelangt und dieser somit gefüllt, so faßt die gegabelte Kolbenstange *s* unter den Bügel des Löffels und nimmt diesen mit in die Höhe, während sich gleichzeitig das Bodenventil schließt.

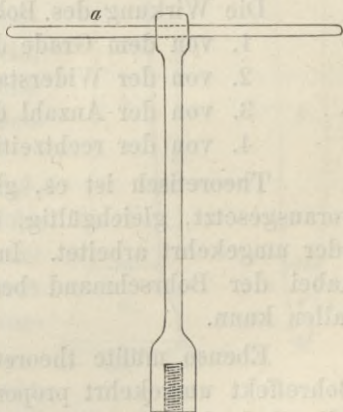
Zum Abbohren von Brunnen in milden Gebirgsmassen hat F. C. Bierlein in Lingolsheim einen sogenannten Klappenbohrer (D. R. P. 1877. No. 2943) konstruiert. Derselbe, siehe Fig. 23, 24 und 25, Taf. XI, hat in seinem trichterförmigen Boden *F* von starkem Blech einen seitlichen, ungefähr $\frac{1}{6}$ der ganzen Fläche einnehmenden Einschnitt. An dem letzteren ist eine Stahlklinge *S* angebracht, welche auf der äußeren Seite angenietet oder festgeschraubt wird. Inwendig ist dieser Einschnitt durch eine mit Gelenk versehene Klappe *K* aus Eisenblech verschlossen. Diese Klappe öffnet sich, um das Material (Erde, Sand, Kies u. s. w.), welches die Klinge *S* beim Drehen gelöst hat, einzulassen, und schließt sich beim Anheben. Während der Arbeit ruht der Bohrer auf der Spitze *P*, welche den ersteren gleichzeitig zentriert. Auf der der Klinge *S* entgegengesetzten Seite sind drei bis vier Stahlspitzen angebracht; sie dienen dazu, den Boden zu lockern, damit ihn die Klinge besser aufnehmen und heben kann. An einem rings um den Boden laufenden Rande ist ein eiserner Ring *Q* und an diesem zur Aufnahme des von der Klinge zugeführten Materials ein oben enger werdendes eimerförmiges Gefäß *J* aus schwachem Eisenblech angenietet.

Zwei flache Eisen sind innen auf dem Boden festgenietet, gehen auf der inneren Seite nach oben und laufen schließlich zusammen, um eine eiserne Bohrstange *T* zwischen sich zu nehmen. Die letztere trägt oben in einer Hülse eine bewegliche Querstange (Krückel), mittels deren die Arbeiter den Bohrer drehen.

Hat man das Wasser erreicht, so senkt man in das Bohrloch eine mit scharfem Schuh versehene Röhre, wendet zum weiteren Abteufen eine Kies- (Sand-) Pumpe, etwa der Fig. 25, Taf. IX, entsprechend, an und senkt dabei das Rohr immer tiefer.

§ 6. Kopfstücke. Die Drehung der Gestänge mit den eben beschriebenen Apparaten erfolgt entweder mit Maschinenkraft oder durch Handarbeit. Im letzteren Falle wird zum Angreifen für die Arbeiter das in Fig. 1 dargestellte Kopfstück

Fig. 1. M. 1 : 12.



mit Krückel oder Drehbündel *a* auf das Gestänge geschraubt und bei geringen Tiefen mit Gewichten beschwert.

Bei größeren Tiefen muß das Gestängegewicht teilweise ausgeglichen werden. Dies geschieht dadurch, daß man von dem Kopfstücke aus ein Seil oder eine Kette über eine Rolle führt und mit Gewichten belastet.

C. Köbrich schraubt bei größeren Bohrungen und zum Durchbohren der oberen Diluvial-schichten die Schappe an das untere Ende eines hohlen Gestänges und führt Spülwasser in das Bohrloch; vergl. S. 127.

§ 7. Verrohrung. Die Wände der Bohrlöcher sind in milden oder flüs-sigen Gebirgsmassen selten so stabil, daß sie ohne Unterstützung stehen könnten. Man muß deshalb eine Verrohrung, gewöhnlich von Eisenblech, dem Bohrer un-mittelbar nachfolgen lassen, was entweder durch einfaches Beschweren oder durch gleichzeitiges Drehen der Verrohrung geschieht.

Das Nähere über Material und Herstellung der Verrohrung wird in den §§ 60—65 besprochen werden.

Litteratur.

Ottiliae. Das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der preußischen Provinz Sachsen. Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7.

Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. (Exposition universelle 1878.)

C. Stofsendes Bohren mit Gestänge.

§ 8. Arten und Wirkungsweise des stofsenden Bohrens. Das stoßende Bohren geschieht entweder mit Seil oder mit Gestänge. Im letzteren Falle unter-scheidet man zwei Methoden, nämlich diejenige mit steifem Gestänge (englische Bohrmethode) und diejenige mit Zwischenstücken (deutsche Bohrmethode); der arbeitende Teil ist bei beiden ein Meißel.

Die Wirkung des Bohrens hängt ab⁵⁾:

1. von dem Grade der mechanischen Gewalt vor Bohrort,
2. von der Widerstandsfähigkeit des Gesteins und des Meißels,
3. von der Anzahl der Schläge pro Minute,
4. von der rechtzeitigen Entfernung des Bohrschmandes.

Theoretisch ist es, gleiche Härte⁶⁾ der stoßenden Masse des Bohrerkörpers vorausgesetzt, gleichgültig, ob man mit großem Fallgewichte und geringer Höhe oder umgekehrt arbeitet. In Wirklichkeit zieht man jedoch das letztere vor, weil dabei der Bohrschmand besser aufgeführt wird und weniger leicht zu Boden fallen kann.

Ebenso müßte theoretisch bei Aufwand derselben mechanischen Arbeit der Bohreffekt umgekehrt proportional dem Querschnitte des Bohrloches sein. Eines-teils sind aber die Schwierigkeiten, um gleichviel Masse zu lösen, bei einem kleinen

⁵⁾ v. Seckendorf. Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 93.

⁶⁾ Vergl. S. 404 in Kap. V.

Bohrloche größer (nach v. Seckendorf bei einem 16 cm weiten Bohrloche 16,1 mal größer als bei einem solchen von 32 cm Durchmesser), anderseits kann man bei weiten Bohrlöchern mit schwereren Fallgewichten arbeiten, sodaß die letzteren fast ebenso schnell niedergebracht werden können als enge Bohrlöcher.

Einen wesentlichen Einfluß auf die beim Bohren zu erzielende Leistung hat die Dauer der Bohrhitzen, d. h. die Zeit, in welcher man ohne Unterbrechung bohren kann. Im allgemeinen darf man weder zu lange bohren, weil sich sonst zu viel Schlamm im Bohrloch ansammelt, wodurch die Einwirkung des Meißels auf das Gestein beeinträchtigt wird, noch auch darf man das Aufholen des Gestänges und das Löffeln früher vornehmen, als unbedingt notwendig ist.

Bei hartem Gesteine ist die Dauer der Bohrhitzen mehr von der Haltbarkeit des Meißels als von der Ansammlung des Bohrschmandes abhängig.

Beim Bohren mit der Hand treten außerdem Pausen für die Erholung der Arbeiter ein. Dabei setzt sich aber jedesmal der Bohrschmand zu Boden, sodaß die ersten Schläge nach einer solchen Pause so lange wirkungslos sind, bis der Bohrschmand wieder aufgeführt ist. Aus diesem Grunde kann man beim Bohren mit Maschinen 16—25 Prozent an Zeit gegen das Bohren mit Menschenkräften ersparen.

a. Bohrstücke.

§ 9. Bohrmeißel. Die jetzt angewendeten Bohrer sind bei festem Gesteine in der Regel Meißel mit Ohrenschnneiden, bisweilen auch mit Nachschnneiden. Beide sollen die runde Form des Bohrloches erzielen. Die älteren Kronenbohrer hatten denselben Zweck, sie ergaben aber eine geringere Leistung, sind schwerer zu schärfen und deshalb außer Gebrauch gekommen.

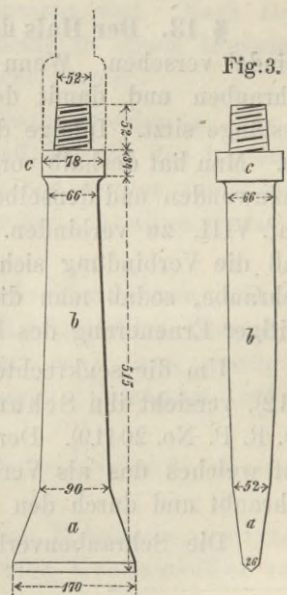
Der gewöhnliche einfache Meißel ohne Ohrenschnneiden, Fig. 2 und 3, besteht aus dem Spaten *a* mit der Schneide, dem Schaft *b* und dem Halse *c* mit Schraube.

Nach oben ist der Meißel verjüngt, um ein Festklemmen zu verhüten. Er muß symmetrisch gestaltet sein, damit er senkrecht hängt und das Bohrloch überall rund wird. Die Schneide muß senkrecht zur Axe des Meißels stehen und durch letztere halbirt werden.

Die Breite des Spatens richtet sich selbstverständlich nach dem Durchmesser des Bohrloches. Die Höhe darf nicht größer genommen werden, als es die Dauer und Widerstandsfähigkeit des Spatens erfordert, weil durch zu große Spaten dem Bohrschmand der Durchgang versperrt wird⁷⁾.

§ 10. Form der Meißelschneide. Nach Beer ist erfahrungsmäßig die geradlinige Form der Meißelschneide die beste für alle Gesteinsarten, schon deshalb, weil dabei die Sohle des Bohrloches eben und ein

Fig. 2. M. 1:14.



⁷⁾ v. Seckendorf in Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 74.

vollständiges Säubern möglich ist, hauptsächlich aber, weil die Kraft des Stoßes auf diese Weise am gleichmäßigsten von allen Teilen des Spatens aufgenommen werden kann.

Die Schärfe der Meißelschneide (Schneidenwinkel) muß um so stumpfer sein, je fester das Gebirge ist. Die Grenzen liegen zwischen 40 und 70°⁸⁾.

Bevor der Meißel eingelassen wird, muß die Breite der Schneide durch eine Lehre aus starkem Eisenblech geprüft werden. Ist die Breite zu groß, so klemmt sich der Meißel fest, ist sie zu klein, so verliert man am Durchmesser des Bohrloches, was besonders bei größeren Tiefen sorgfältig zu vermeiden ist.

§ 11. Material. In neuerer Zeit werden die Meißel ganz aus Gußstahl gefertigt, während sie früher ausschließlich aus Schmiedeisen mit verstärkten Bahnen bestanden. Die Fasern des Stahles müssen aber senkrecht zur Schneide stehen, da sich dieselbe sonst zu leicht abnutzt. Auch darf der Stahl nicht spröde sein, also nicht bei zu hoher Temperatur gehärtet werden⁹⁾.

§ 12. Form und Dimensionen des Meißelschaftes. Da der Schaft des Meißels in erster Linie von den Erschütterungen zu leiden hat und deshalb dem Abbrechen am meisten ausgesetzt ist, so muß er genügenden Querschnitt erhalten, der indes nach oben hin in der durch Fig. 2 und 3 dargestellten Weise verjüngt werden kann.

Bei Brüchen an der Schraubenspindel soll der Meißel ziemlich senkrecht stehen bleiben, um das Greifen der Fangapparate zu erleichtern. Aus diesem Grunde ist eine gewisse Höhe des Schaftes erforderlich, welche nach A. Rost¹⁰⁾ 63 bis 80 cm betragen soll.

§ 13. Der Hals des Meißels. Gewöhnlich ist der Hals mit einer Schraubenspindel versehen. Wenn sich dieselbe abgearbeitet hat, so kann leicht ein Ueberschrauben und damit der Nachteil eintreten, daß der Meißel schief am Untergestänge sitzt. Infolge dessen trifft er nur mit einer Ecke auf und bricht leicht ab. Man hat deshalb vorgeschlagen¹¹⁾, anstatt der Schraube einen konischen Zapfen anzuwenden und denselben mit dem Untergestänge durch ein Keilschloß, Fig. 16, Taf. VIII, zu verbinden. Dabei ist man aber wiederum der Gefahr ausgesetzt, daß die Verbindung sich durch die steten Erschütterungen leichter löst als eine Schraube, sodaß man die letztere meistens beibehalten hat, was auch bei rechtzeitiger Erneuerung des Halses oder des ganzen Meißels unbedenklich sein dürfte.

Um die senkrechte Stellung eines abgebrochenen Meißels zu sichern (vergl. § 12), versieht ihn Schumacher in Köln mit einem besonderen Verlängerungsstück (D. R. P. No. 20419). Der Meißel *A*, Fig. 11—13, Taf. XI, hat oben das Gewinde *a*, auf welches das als Verlängerung dienende starkwandige Schmiederohr *B* aufgeschraubt und durch den warm aufgezogenen Ring *b* noch mehr befestigt wird.

Die Schraubenverbindung *c* am unteren Ende des Verbindungsstückes ist

⁸⁾ Theoretische Untersuchungen hierüber siehe v. Sparre in Preuß. Zeitschr. 1865. Nr. 7. S. 56.— Vergl. Kap. VIII. Gesteinsbohrmaschinen.

⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 16, 40.

¹⁰⁾ A. Rost. Die deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843. S. 71.

¹¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 75.

durch eine Gegenmutter *d* versichert, welche zugleich einen guten Angriffspunkt für die Fangschere bildet.

Es ist vorteilhaft, das Rohr *B* an seinem unteren Ende der Länge nach so weit aufzuschlitzen, als die Höhe des Ringes *b* beträgt. Der Schlitz erhält eine Breite von 2—3 mm. Durch den Schlitz wird erreicht, daß die bei großer Wandstärke des Rohres *B* eintretende Spannung im Ringe *b* nicht in unzulässigem Maße überschritten wird, weil nämlich das geschlitzte Ende des Rohres *B* etwas federt. Zugleich werden durch dieses Federn die nachteiligen Einflüsse der Stöße auf das Gewinde *a* erheblich vermindert. Endlich aber wird bei der Erkaltung des warm aufgezogenen Ringes das Rohrende am unteren Ausgange des Schlitzes mehr zusammengezogen als am Anfange des Schlitzes. Es erlangt infolge dessen der Ring *b* und das Rohrende nach unten eine schwache Konizität, welche dazu beiträgt, ein Lösen der Verbindung noch weniger zu gestatten.

§ 14. Glockenbohrer oder Büchse. Bei Gestein von ungleicher Härte und wenn die Ecken des einfachen Meißels sich abgearbeitet haben, verliert das Bohrloch leicht seine runde Form und muß nachgebücht werden. Dies geschieht mit dem Glockenbohrer oder der Bohrbüchse, Fig. 11, Taf. VIII, welche einen geraden, scharfen oder gezahnten, in beiden Fällen verstärkten Rand hat und bei fortwährendem Drehen stoßend gehandhabt wird.

§ 15. Meißel mit Ohrenschnitten oder Laschenbohrer. Um das Nachbitchsen zu vermeiden, werden die Meißel nicht mit einfacher Schneide, sondern gewöhnlich mit Ohrenschnitten angewendet. Dieselben sind etwa 80 mm breite, nach den Bohrlochswänden gekrümmte Querschnitten *a*, siehe Fig. 5—7, Taf. VIII, welche 26 mm über den Ecken der Meißelschneide angebracht sind. Nach Degoussée¹²⁾ liegen die Ohrenschnitten mit der Meißelschneide in einem Horizont, auch wendet er nur eine Ohrenschneide an (*trépan à oreille simple*).

§ 16. Laschenbohrer mit Nachschnitten. Die Nachschnitten *aa*, Fig. 8 und 9, Taf. VIII, sollen die Ohrenschnitten kontrolliren und die von den letzteren etwa nicht vollständig geleistete Arbeit verrichten. Dieselben wurden zuerst von Kind angewendet und in einer Verstärkung des Meißelschaftes schwalbenschwanzförmig in 13 mm tiefe Nuten eingelassen.

Ob die Meißelschnitten senkrecht zu den Ohrenschnitten stehen, wie in Fig. 8 und 9, Taf. VIII, oder ihnen parallel sind, ist nach angestellten Versuchen für den Effekt gleichgültig. Da aber die letzteren leichter nach ihrer richtigen Stellung zu kontrolliren sind, so gibt man ihnen den Vorzug¹³⁾. Uebrigens werden Nachschnitten nicht oft angewendet.

Das Gewicht eines Meißels beträgt bei 350 mm Breite der Meißelschneide und einer mittleren Schaftstärke von 105 mm etwa 210 kg.

§ 17. Meißelbohrer von anderer Form. Für das Bohren in geneigten und verschieden festen Schichten empfiehlt A. Rost¹⁴⁾ einen Kreuzmeißel von

¹²⁾ Degoussée et Laurent. Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Quedlinburg 1856. S. 184. Taf. IX. Fig. 2 und 13.

¹³⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 74.

¹⁴⁾ A. Rost. Die deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843. S. 76.

der in beistehenden Fig. 4 und 5 dargestellten Form. Derselbe ist auch beim sächsischen Braunkohlenbergbau in Anwendung gewesen.

Fig. 4. M. 1 : 12.

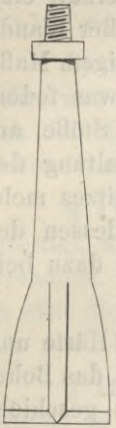
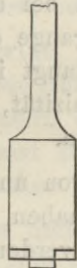
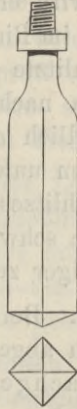


Fig. 5.



Fig. 6. M. 1 : 36.

Fig. 7 u. 8.
M. 1 : 42.

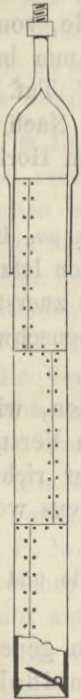
Ein von Kinne vorgeschlagener Meißel hat eine S-förmig gekrümmte Schneide und ist ebenso wie der Z-Bohrer ein Meißel mit zwei einseitig gekrümmten Ohrenschnitten. Alle diese Meißel werden ebensowenig angewendet als der von Degoussée vorgeschlagene mit einer Zitze (*trépan à téton*); Fig. 6¹⁵⁾. Die letztere nutzt sich schnell ab und der Meißel ist schwierig zu schärfen.

Zur Beseitigung von Füchsen und zum Zermahlen festerer Gesteinsstücke benutzt man wohl den Kolbenbohrer, Fig. 7 und 8, seltener den schwieriger zu schärfenden Kronenbohrer.

Der Kolbenbohrer war bei den Bohrungen im sächsischen Braunkohlenreviere gebräuchlich¹⁶⁾. Die im Kreuz liegenden, schwach konkaven Schneiden bilden fünf Spitzen, von denen die mittlere etwa 13 mm vorsteht. Beim

Kronenbohrer haben die Schneiden in der Mitte eine Vertiefung, bilden also nur vier Spitzen.

Fig. 9. M. 1 : 36.



§ 18. **Bohrkeule**; Fig. 13, Taf. VIII. Die Bohrkeule ist ein cylinderförmiges, unten abgerundetes Stück Eisen, welches dem Lettenbohrer bei der Sprengarbeit entspricht und ebenso wie dieser zum Verkleiden der Bohrlochswände mit Letten (§ 62) benutzt wird.

§ 19. **Bohrlöffel (Schlamm- oder Schmandlöffel)**. Die vom Bohrmeißel gelösten Massen bilden mit Wasser den Bohrschlamm oder Bohrschmand, welcher nach einer gewissen Dauer der Bohrarbeit — bei Gestein von mittlerer Festigkeit etwa 2—3 Stunden — mit Hilfe des Bohröffels entfernt werden muß.

Der letztere ist ein aus Eisenblech zusammengenieteter Cylinder von 3—4 m Höhe und einem Durchmesser, welcher um 20—30 mm geringer ist als derjenige des Bohrloches. Am Boden befindet sich ein nach oben schlagendes Klappen- oder Kugelventil. Die langen Nietreihen müssen alternierend stehen; siehe Fig. 9.

Der Löffel wird auch beim Gestängebohren gewöhnlich am Seile eingelassen, nur zur Beschwerung schraubt man einige Gestängestücke auf. Nachdem sich der Löffel durch mehrmaliges Aufstoßen gefüllt hat, wird er zu Tage geholt und in einen außerhalb des Bohrturmes befindlichen Sumpf oder Kasten ausgegossen, wobei man sich jedesmal von dem guten Zustande des Ventiles zu überzeugen hat.

¹⁵⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 126. — Anwendung des Erd- und Bergbohrers von Degoussé et Laurent. Quedlinburg 1856. S. 184.

¹⁶⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 226.

§ 20. Solheber. Im Zusammenhange mit den Bohrlöffeln sind hier auch die Solheber zu nennen. Dieselben dienen dazu, in Bohrlöchern Proben von Salzsole zu nehmen, und müssen so eingerichtet sein, daß sie sich nur an einer bestimmten Stelle füllen und dann verschließen lassen, sodaß die Proben ohne Vermischung mit süßem Wasser oder mit Solen von anderem Salzgehalte, welche etwa an verschiedenen Stellen des Bohrloches eindringen, zu Tage geschafft werden können.

Die einfachste Form der Solheber ist ein kupferner Cylinder mit Ventil am oberen Ende und verschlossenem Boden. Das zapfenförmige Ventil *v*, Fig. 14 und 15, Taf. VIII, ist an einem Stege *s* befestigt, von dessen beiden Enden Stangen *t* herabhängen, welche sich unten in eine schwere, das Niedergehen des Solhebers ermöglichende Birne *b* vereinigen. Stößt die letztere auf der Sohle des Bohrloches auf, so öffnet sich das Ventil *v* und der Solheber füllt sich. Beim Anheben des Cylinders, welcher durch den Bügel mit dem Gestänge in direkter Verbindung steht, zieht die Birne das Ventil zu, vorausgesetzt, daß sich kein Schlamm dazwischen gesetzt hat. Um dies zu verhüten, muß man vor Beginn des Probenehmens dem Schlamme Zeit zum Absetzen lassen.

Mit dem eben beschriebenen Solheber kann man Proben nur auf der Sohle des Bohrloches nehmen. Um es in jeder beliebigen Tiefe thun zu können, muß man eine entsprechende Anzahl von Bohrstangen unter dem Solheber anbringen.

Degoussée wendete für solche Fälle einen Sollöffel an, siehe Fig. 20, Taf. VIII, welcher oben und unten doppelte Böden *aa'* und *bb'* mit je einem Kegelventilsitze hat. Durch beide Böden hindurch geht eine Stange mit zwei doppelten Kegelventilen, welche oben im Apparate eine rechts geschnittene Schraube *s* hat. Schließen die Ventile die beiden unteren Böden ab, so kann keine Sole eindringen, wohl aber dann, wenn die Schraube, nachdem der Löffel an Ort und Stelle angelangt ist, aufwärts bewegt wird, wie in Fig. 20 angegeben. Durch Zurückschrauben wird der Löffel wieder geschlossen¹⁷⁾.

Denselben Zweck soll der Solheber (Sollöffel), Fig. 19, Taf. VIII, erfüllen. Bei ihm wird der Zapfen, an welchem eine Hubbegrenzung angebracht sein muß, durch ein Seil herausgezogen und schließt sich beim Nachlassen des letzteren durch sein Eigengewicht.

Einen andern Apparat dieser Art, welcher dem Druck im Tiefsten des Bohrloches besser widerstehen soll, hat Brandes in Salzzuffeln konstruirt und angewendet¹⁸⁾.

§ 21. Apparate zum Kernbohren. Um die Beschaffenheit des durchbohrten Gebirges auch beim stoßenden Bohren genauer untersuchen zu können, als es durch den Bohrschlamm möglich ist, werden Gesteinskerne herausgebohrt. Dies geschieht nach Kind¹⁹⁾ durch Büchsen von Gußstahl, welche an ihrem unteren Ende vier Meißel haben; Fig. 10 und 10 a, Taf. VIII. Das Abreißen und Herausholen der Steinkerne besorgte Kind mit einem komplizirten Apparate²⁰⁾, Zobel mit seinem Eisenfänger (§ 56), welcher zu diesem Zwecke halbcylindrische Backen mit vorstehenden Schuhen erhält.

¹⁷⁾ Degoussée et Laurent. S. 195.

¹⁸⁾ Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14. S. 255.

¹⁹⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 221.

²⁰⁾ Beer. A. a. O. S. 202.

b. Gestänge und Zwischenstücke.

§ 22. Bestandteile. Das eigentliche Bohrgerät besteht von oben nach unten aus dem Obergestänge, den Zwischenstücken (Freifallapparaten) und dem Untergestänge oder Schlaggewichte mit dem Meißel.¹⁾

§ 23. Obergestänge. Allgemeines. Das Obergestänge oder das eigentliche Bohrgestänge besteht aus Holz, massivem Eisen oder eisernen Röhren. Bei allen drehend auszuführenden Manipulationen, welche auch beim stoßenden Bohren und zwar bei den Fangarbeiten vorkommen, sind massive eiserne Stangen nicht zu entbehren.

Hölzerne Stangen lassen sich zweckmäßig verwenden, wenn das Bohrloch, was in der Regel der Fall ist, voll Wasser steht und wenn dasselbe genügend, etwa 16—20 cm, weit ist, weil die hölzernen Stangen schon für ihre Haltbarkeit einer gewissen Stärke bedürfen. Im Wasser verlieren sie einen großen Teil ihres Gewichtes, sodaß man beim Herausziehen einer geringeren Kraft bedarf als bei eisernen Gestängen.

Hohle eiserne Stangen werden außer beim Diamantbohren und den übrigen neueren Methoden mit Wasserspülung (§ 81—102) nur ausnahmsweise benutzt, obgleich sie durch v. Oeynhausen und Degoussée dringend empfohlen sind. Dieselben haben einen hohen Preis und sind beim Freifallbohren ohne Wasserspülung entbehrlich. Ihre Verbindung geschah zu Neusalzwerk in der Weise^{20a)}, daß die Stangen unten einen Zapfen mit einer Mutterschraube, oben einen solchen mit einer Vaterschraube erhielten; siehe Fig. 23, Taf. XII.

§ 24. Massiv eisernes Gestänge. Der Querschnitt der Stangen ist gewöhnlich viereckig, runde Stangen sind weniger gut zu handhaben²¹⁾.

Die Stärke der Stangen schwankt zwischen 20 und 30 mm Seite, sie richtet sich nach der Tiefe des Bohrloches und beträgt bei 200 m Tiefe, sowie bei Anwendung einer Rutschschere oder eines Freifallstückes 20—24, beim Bohren mit steifem Gestänge, wobei man nicht tiefer als 100 m gehen sollte, 26 mm. Bei 400 m Tiefe ohne Anwendung von steifem Gestänge ist eine Stärke von 26 mm noch ausreichend.

Beim drehenden Bohren in der Provinz Sachsen, sowie für mittlere Tiefen von 50 m und bei einer Bohrlochweite von 155 mm reichte man bei runden Stangen ebenfalls mit einem Durchmesser von 26 mm aus. Das Gewicht pro laufendes Meter betrug dabei rund 22 kg²²⁾.

Die Länge der Stangen ist so groß wie möglich zu nehmen, um die Zeit des Aufholens und Einlassens zu kürzen. Indes wird die Länge begrenzt durch die Höhe des Bohrthurmes, sowie durch die Schwierigkeit, lange Stangen in der Schmiede schweißen und richten zu lassen. Die größte Länge beträgt 12,30 m (40 Fuß).

^{20a)} Karsten u. v. Dechen. Archiv. 1847. Bd. 21. S. 135. — Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik. Halle 1877. S. 13. — Serlo. Bergbaukunde. Berlin 1844. S. 78.

²¹⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 61.

²²⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 225.

In Schöningen hatte man zwar Stangen von nur 8,55 m Länge, zog aber immer 3 Stangen auf einmal.

Außer den Hauptstangen hat man noch Ergänzungsstangen nötig, deren Länge gleich oder ein Vielfaches derjenigen der Stellschraube (§ 39) sein muß. Ist die letztere z. B. 1½ m lang, so braucht man bei Hauptstangen von 12 m Länge Ergänzungsstangen von 1½, 3 und 6 m Länge.

§ 25. Stangenschlösser der eisernen Gestänge. Die Verbindung geschieht durch Stangenschlösser. Beim stoßenden Bohren ist die beste Verbindung diejenige mit Vater- und Mutterschraube. Das Keil- oder Gabelschloß, Fig. 10—13, ist weniger zweckmäßig, weil es durch die Erschütterungen leicht locker wird und die Schraubenbolzen häufig herausfallen.

Beim Schraubenschloß, Fig. 14 und 15, muß die Mutterschraube mit dem offenen Ende nach unten gerichtet sein, damit kein Sand etc. hineinkommen kann.

Zum Abfangen während des An- und Abschraubens haben die Stangen unterhalb der Schraubenspindel einen oder zwei aufgeschweißte oder besser aus dem Ganzen geschmiedete Gestemme (Bunde).

Im allgemeinen muß die Stärke der Schrauben mindestens gleich derjenigen der Stangen sein. Auch macht man die Schrauben schwach konisch und läßt anfänglich nur etwa drei Gewinde fassen, um nach dem Abnutzen derselben tiefer schrauben zu können. Ist die Vaterschraube schließlich vollständig eingedrungen, so werden die Enden abgehauen und neue angeschweißt.

Die Gewinde werden dreieckig und für den gewöhnlichen Gebrauch rechts geschnitten. Links geschnittene Gewinde braucht man nur bei Fangarbeiten, wenn man das Gestänge drehend handhaben muß²³⁾.

§ 26. Hölzerne Gestänge. Daß hölzerne Gestänge, und zwar trotz des Eisenbeschlages, ihr Gewicht im Wasser zum großen Teile verlieren, wurde bereits erwähnt. So betrug das zu hebende Gewicht bei einem Bohrloche in Schöningen für das laufende Meter Holzgestänge 2,1 kg gegen 5,6 kg bei eisernem Gestänge und man gebrauchte zum Aufholen des ersteren mittels Tretrad nur 44 Prozent derjenigen Zeit, welche bei eisernen Gestängen nötig war. 9 Mann holten 632 m hölzernes Gestänge in 1½ Stunden auf, würden aber bei eisernem Gestänge 3,42 Stunden gebraucht haben²⁴⁾.

Die Holzstangen, welche ihrer ungenügenden Stabilität wegen für das Bohren

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 14.
M. 1:12.

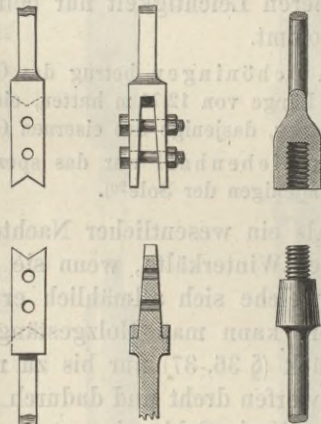


Fig. 12. Fig. 13. Fig. 15.

²³⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 225.

²⁴⁾ Serlo. Bergbaukunde. I. 1884. S. 75.

mit steifem Gestänge überhaupt nicht anwendbar sind, liefern bei Anwendung der Rutschschere (siehe § 31) für die Bohrarbeit selbst keine Kräftersparung, da dieselbe von der Verringerung des absoluten Obergestänge-Gewichtes abhängt. In demselben Maße aber, wie durch die Gewichtsverminderung des hölzernen Obergestänges und durch den Auftrieb des Wassers im Bohrloche die mechanische Arbeit beim Anheben, wird auch beim Niederfallen die Schlagwirkung vermindert, da das Gestänge bis zum Auftreffen des Meißels mitfällt.

Auch bei Anwendung von Freifallinstrumenten bieten die hölzernen Gestänge für die Erleichterung der Arbeitsleistung beim Bohren selbst wenig Vorteile, da man das größere Gewicht der Eisenstangen abbalanciren kann, sodaß der Vorteil der größeren Leichtigkeit nur beim Herausziehen der hölzernen Stangen in Betracht kommt.

In Schöningen betrug das Gewicht der Holzstangen, welche 75 mm Durchmesser und eine Länge von 12,75 m hatten, einschließlich des Eisenbeschlages, pro laufendes Meter in der Luft 5 kg, dasjenige des eisernen Gestänges von 6,849 qcm Querschnitt 5,806 kg²⁵⁾.

Zu Liebenhall war das spezifische Gewicht des hölzernen Gestänges mit Beschlag gleich demjenigen der Sole²⁶⁾.

Als ein wesentlicher Nachteil der hölzernen Gestänge ist zu erwähnen, daß sie in der Winterkälte, wenn sie naß aus dem Bohrloche kommen, Längsrisse erhalten, welche sich allmählich erweitern; auch lockern sich die Beschläge leicht. Außerdem kann man Holzgestänge bei dem sonst sehr beliebten Fabian'schen Abfallstück (§ 36, 37) nur bis zu mäßiger Tiefe anwenden, weil sich das Gestänge beim Abwerfen dreht und dadurch das letztere erschwert wird. Bei den Bohrungen zu Rohr (Kreis Schleusingen) war schon bei einer Tiefe von 160 m die Arbeit für den Krückelführer zu anstrengend.

Als Material verwendet man des geraden Wuchses wegen vorwiegend Fichten- oder Lärchenholz und zwar entweder junge Stämme von etwa 78 mm Stärke und 11—13 m Länge, oder geschnittene Stangen. Im letzteren Falle darf die Holzfasern der Stämme nicht spiralig gedreht sein. Für die Zahl der aus einem Stamme zu schneidenden Stangen ist die Stärke des spitzen Endes maßgebend, der bei Nadelholz weichere Kern darf aber nicht mitbenutzt werden.

Derartige geschnittene Stangen scheinen zweckmäßiger zu sein als die aus jungen Stämmen bestehenden, weil die Aeste in letzteren quirlförmig stehen und die Stangen dabei schwache Stellen haben, außerdem auch, weil die Holzfasern in den stärkeren Stämmen dichter sind.

Die Stärke der Holzstangen betrug in Rohr 90 mm²⁷⁾. Bei dem Bohren nach Petroleum in Nordamerika hat man sogar Stangen (Hickory-Holz) von nur 38 mm Stärke verwendet²⁸⁾.

Die Länge der Stangen betrug in Schöningen 12½ m bei 25 m Aufzugshöhe²⁹⁾. In Pennsylvanien sind die Stangen 10 m lang und bestehen aus zwei Stücken, welche sägenartig aneinander gefügt und mit einer eisernen Hülse, sowie mit mehreren Schrauben verbunden sind³⁰⁾.

25) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 70. 71.

26) Karsten's Archiv. Bd. 26. S. 39.

27) Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 12.

28) Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 299.

29) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 67.

30) Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 299.

§ 27. **Verbindung der Holzstangen.** An den Enden der Stangen befinden sich Eisenbeschläge in Form von Gabeln oder Blechhülsen, welche durch Schraubenschlösser verbunden werden. Kind hat die erste solide Verbindung hölzerner Stangen konstruiert; dieselbe wurde später von v. Seekendorf verbessert und bei den Bohrungen in Schöningen angewendet³¹⁾. Danach wird aus 7 mm starkem Eisenblech eine 471 mm lange Röhre *r* hergestellt, siehe Fig. 16, welche in dem unteren Teile auf 10 cm Länge cylindrisch, im übrigen aber konisch geformt ist (Hülsenbeschlag). In dem cylindrischen Teile der Hülse wird an dem einen Gestängeende ein Halsstück *h* mit der Vaterschraube, am andern eine Büchse *b* mit Mutterschraube eingeschmiedet. Außerdem werden die in dem cylindrischen Teile befindlichen Verbindungsstücke durch starke versenkte Niete noch mehr befestigt.

Beim Beschlagen der Holzstange wird die Hülse handwarm gemacht und auf die gefettete Holzstange so weit aufgetrieben, bis dieselbe den konischen Teil gerade ausfüllt. Darauf treibt man zunächst einen runden Keil von Buchenholz, sodann einen solchen von Eisen in die Stange hinein; beide haben die Länge des konischen Teiles der Hülse. Nachdem noch ein oder zwei kürzere Keile eingetrieben sind, werden die Verbindungsstücke in den cylindrischen Teil eingesetzt und vernietet.

Der gabelförmige Beschlag³²⁾, Fig. 17, besteht aus zwei an den äußersten Enden 105 mm breiten Schienen *s*, welche entweder platt oder nach der Rundung der Stangen gebogen sind. Die gabelförmigen Schienen vereinigen sich zu einer Stange mit Bund und Vater-, beziehungsweise Mutterschraube. Nachdem die an den Enden konisch zugespitzte, 92 mm starke Holzstange in die Gabel eingesteckt ist, werden vier eiserne Ringe rotwarm auf den Beschlag aufgetrieben und schließlich noch vier Nietbolzen durch Schienen und Stange gesteckt.

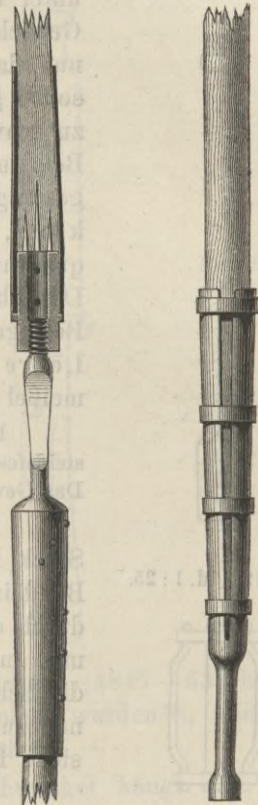
Außerdem haben die Schienen an ihrer inneren Fläche noch drei scharfkantige Rippen, welche vor dem Auftreiben der Ringe durch Schrauben in das Holz der Stange eingepreßt werden.

Dem gabelförmigen Beschlag gibt man den Vorzug, weil er einfacher und billiger ist, ferner für dauerhafter gegen Zug und Stoß gilt, und weil bei den Hülsenbeschlägen das Holz vor denselben wegen der ungleichmäßigen Verdunstung des eingesaugten Wassers leicht stockig wird.

Fig. 16.

Fig. 17.

M. 1:12.



³¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 67. 68. — Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 70. Fig. 52.

³²⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 17. Taf. II. Fig. 7.

Dagegen ist der gabelförmige Beschlag schwerer als der hülsenförmige; während dieser zu Rohr nur 18 kg wog, betrug das Gewicht des gabelförmigen Beschlages 40 kg³³⁾.

Fig. 18. M. 1 : 10.

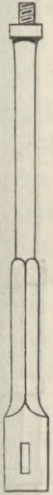


Fig. 19. M. 1 : 25.



Fig. 20.



§ 28. Untergestänge. Die Wirkung des Bohrens wird unter sonst gleichen Umständen von der Fallhöhe und dem Gewichte des abfallenden Bohrstückes abhängen. Da man nun das ganze erforderliche Schlaggewicht nicht dem Meißel selbst geben kann, weil dessen Handhabung in der Schmiede zu schwierig werden würde, so hat man lediglich zur größeren Belastung ein besonderes Gezähstück, nämlich die das Untergestänge bildende große Bohrstange, den Bären oder Bohrklotz, Fig. 18, d. h. eine mit Ausnahme des oberen Endes quadratische schmiedeiserne Stange auf den Meißel gesetzt. Der obere Teil derselben ist cylindrisch abgedreht, um die Bewegung der hier angebrachten, zur Geradföhrung dienenden Lehre zu erleichtern. Einen Bohrklotz mit Lehre und Bohrmeißel zeigt Fig. 21, Taf. VIII.

Der Bohrklotz erhält je nach der Bohrlochsweite und der Gesteinsfestigkeit eine Länge bis zu 6 m und eine Stärke bis zu 160 mm. Das Gewicht beträgt dabei zwischen 200 und 450 kg.

Die Lehre bestand früher aus einem tonnenförmigen Stück Eichenholz oder aus vier ein Kreuz bildenden und mit Bandeisen beschlagenen Holzscheiben, welche oben und unten durch einen Ring zusammengehalten wurden. Neuerdings läßt man in der letzteren Konstruktion das Holz ganz fort, sodaß die Lehre aus vier federnden eisernen Schienen besteht, welche nahezu bis auf die Weite des Bohrloches ausgebaucht sind; siehe Fig. 19 und 20.

§ 29. Zwischenstücke. Allgemeines. Bei dem älteren (englischen) Bohrverfahren mit steifem Gestänge existirte nur ein Gestänge mit dem Meißel. Da hierbei die Erschütterungen beim Bohren dem ganzen Gestänge mitgeteilt wurden, so mehrten sich mit zunehmender Tiefe die Gestängebrüche derart, daß beispielsweise zu Neusalzwerk bei Rehme im Jahre 1834 nach Erreichung einer Tiefe von 288 m mit steifem

Gestänge nicht mehr weiter gebohrt werden konnte. Man bemühte sich deshalb, über dem Meißel ein Zwischenstück einzuschalten, in welchem die Erschütterungen ihre Grenze finden und sich dem Obergestänge nicht mehr oder doch nur in geringerer Heftigkeit mitteilen sollten.

§ 30. Wechselschere oder Rutschschere von v. Oeynhausen. Das erste Ergebnis der vorstehend genannten Bemühungen war die von dem Berghauptmann v. Oeynhausen erfundene Wechsel- oder Rutschschere³⁴⁾. Dieselbe besteht aus den Scherenarmen *c* (Fig. 21 und 22), welche unten durch einen runden Wulst *e*

³³⁾ Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 17.

³⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1854, Bd. 1, S. 92. — Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858, S. 74.

abgeschlossen sind. Ueber ihnen befindet sich ein Bund *b* und darüber eine Vater-schraube zur Verbindung mit dem Obergestänge.

In dem zwischen den Scherenarmen verbleibenden Schlitz *d*, welcher 15 cm höher als der Hub sein muß, gleitet der Kopf *g* des Abfallstückes *B*, siehe Fig. 23, welcher gleichfalls mit einem Bunde *f* und am unteren Ende mit einer zur Aufnahme des Untergestänges dienenden Schraubenmutter *s* versehen ist.

Die Oeynhausens'sche Rutschschere wird gegenwärtig seltener beim Bohren als in einer durch Kind modifizirten Form (§ 31) beim Löffeln und in allen Fällen, wo man wegen Klemmungen und Nachfall mit kurzen Schlägen arbeiten muß, angewendet.

§ 31. Die Rutschschere von Kind, auch Löffelschieber und Löffelschere genannt, besteht aus dem Scherenstück *A* und dem Abfallstück *B*, Fig. 1 und 2, Taf. IX. Das letztere ist gleichfalls geschlitzt und führt sich in dem ersteren durch einen festen Querbolzen *b*.

Fig. 21.

M. 1 : 12.

Fig. 22.

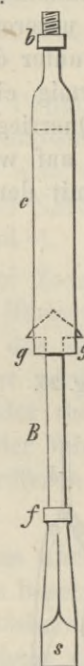
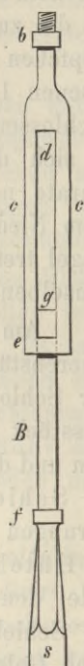
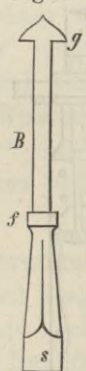


Fig. 23.



Die Löffelschere hat sich mehrfach zu Schöningen (1845—53) bewährt, namentlich wenn durch Nachfall Verklemmungen veranlaßt wurden³⁵⁾, und bildet auch jetzt noch den unteren Teil der meisten Freifallstücke.

Beim Aufholen des Gestänges mit dem Bohrschwengel hängt das Untergestänge mit dem Abfallstück in der Schere. Beim Niederfallen des Gestänges und nach dem Aufschlagen des Bohrmeißels folgt das Obergestänge nach. Dabei hat man durch rechtzeitiges Nachlassen der Stellschraube darauf zu sehen, daß der Meißel stets auf das Gestein trifft. Wird diese Vorsicht nicht genügend beachtet, so hängt sich der Kopf *g* der Oeynhausens'schen und der Querriegel *b* der Kind'schen Rutschschere auf die Querverbindung des Scherenstücks und es entstehen Brüche. Außerdem werden die Erschütterungen durch die Rutschschere nur in beschränktem Grade vom Obergestänge fern gehalten und erfolgten deshalb immer noch sehr häufig Gestängebrüche, deren wesentliche Verminderung erst gelang, nachdem man das Untergestänge durch Anwendung der Freifallapparate vollständig vom Obergestänge getrennt hatte.

§ 32. Kind'scher Freifallapparat³⁶⁾. Der erste Freifallapparat wurde von Karl Gotthelf Kind erfunden und am 17. Juli 1844 bei Mondorf, an der Grenze

³⁵⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 66.

³⁶⁾ Dingler's polyt. Journ. 1845. Bd. 97. S. 310. — 1845. Bd. 98. S. 166. — 1846. Bd. 100. S. 365. — K. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842. — Bergwerksfreund. Eisleben 1846. Bd. 10. S. 513.

zwischen Frankreich und Luxemburg, bis zu einer Tiefe von 715 m, der größten bis dahin in Europa erreichten, angewendet.

Der Kind'sche Freifallapparat, siehe Fig. 22 und 23, Taf. VIII, besteht aus der Zunge oder dem Abfallstück *i* und dem Scherenstück *f*. Das erstere hat oben das Köpfchen *e* und am unteren Ende die zur Aufnahme des Untergestänges bestimmte Hülse *k*, außerdem unter dem Köpfchen die durch eine Schraube befestigten oder schwalbenschwanzförmig eingelassenen Leisten (Nasen) *z*. Das Scherenstück ist unten durch einen Querriegel geschlossen, welcher die Bewegung der Zunge nach unten begrenzt und auf welchen sich die Leisten *z* legen, wenn das Gestänge herausgeholt oder mit dem Apparate nach Art der Rutschschere gebohrt wird.

Beim Niederfallen dürfen die Nasen nicht auf den Riegel treffen, sondern müssen noch etwa 3 cm über demselben stehen.

Am oberen Ende sind die Leitschienen des Scherenstückes durch das Halsstück *g*, sowie durch vier Schloßkeile oder Schrauben verbunden. Vom Halsstück (Kopfstück) *g* aus geht eine Stange nach oben und dient zum Aufschrauben des Obergestänges. Die Schieberstangen *b* bewegen sich in Aussparungen am Halsstücke *g*, sind mittels Schrauben am Hütchen *a* befestigt und tragen am unteren Ende den Zangenapparat. Derselbe war mit den Schieberstangen bei der ersten Konstruktion durch Gelenke verbunden, siehe beistehende Fig. 24 und 25, welche sehr häufiger Reparaturen bedurften. Bei einer durch Kind selbst vorgenommenen Abänderung wurde deshalb am unteren Ende der Schieberstangen ein Keilstück, siehe Fig. 22 und 23,

Taf. VIII, angebracht, durch welches die oberen Arme des Zangenapparates hindurchgehen. Bei der Bewegung des Keiles nach oben öffnet sich die Zange, bei umgekehrter Bewegung schließt sich dieselbe.

Diese Aenderung hat sich in Schöningen indes nicht bewährt. Im Jahre 1860 hat man mit Vorteil den Keil wiederum durch ein Gelenk ersetzt³⁷⁾.

Das Hütchen *a* stellt man durch Lederscheiben her, welche zwischen Eisenscheiben liegen. Dieselben dürfen indes nicht zu steif sein, weil sie durch den Druck des Wassers gebogen und gebrochen werden, weshalb Kleritj³⁸⁾ den Rand des Hütchens derart einrichtet, daß er beim Aufgange umklappt. Dabei gleitet auch der Schlamm ab, welcher sonst das Spiel des Hütchens stört.

Da dasselbe verschiebbar ist, so wird es beim Niedergange des Obergestänges von dem im Bohrloche stehenden Wasser nach oben geschoben. Dabei gleiten die geöffneten Zangenhaken etwa 26 mm weit über das Köpfchen des Abfallstückes hinweg. Wird alsdann das Obergestänge nach oben gezogen, so wird das Hütchen vom Wasser niedergedrückt, die Zangenhaken schließen sich, fassen unter das

Fig. 24.

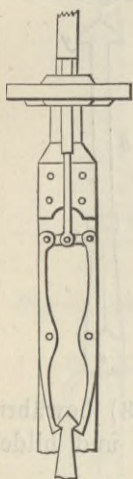
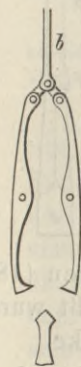


Fig. 25.



³⁷⁾ Berg- und Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und F. Wimmer. 1866. S. 257.

³⁸⁾ Ebenda 1871. S. 345.

Köpfchen und nehmen so das Untergestänge mit in die Höhe, um es im Augenblick des Hubwechsels frei fallen zu lassen.

In Weitungen, welche durch Nachfall entstanden sind, spielt das Hütchen nicht gut. In Schöningen brachte man deshalb durch Verlängerung und nachherige Verkürzung des Abfallstückes das Hütchen erst über, sodann unter die Weitung³⁹⁾.

v. Seekendorf umgab das Hütchen mit einem Cylinder aus Kupfer- oder Eisenblech, welcher oben mit einem Drahtgewebe verschlossen war, um den Nachfall unschädlich zu machen. Das Hütchen arbeitet also in einer künstlichen Wassersäule und deshalb auch in Weitungen, sowie bei Nachfall, welcher außerdem durch Beseitigung der Strömungen vermindert wird⁴⁰⁾.

Die unter das Köpfchen greifenden Flächen der Zangenenden, sowie die entsprechenden Flächen des ersteren sollen mit der Horizontalen einen Winkel bilden, welcher um so größer sein muß, je sandiger das Wasser ist, weil sonst wegen der stärkeren Reibung das Abfallen erschwert wird, während sich das Köpfchen bei steilen Flächen und bei schlammigem oder thonigem Wasser leicht aus den Zangenenden herauszieht. In Rohr betrug der Winkel 30° ⁴¹⁾ zur Horizontalen. Außerdem müssen alle greifenden und gegriffenen Teile aus Stahl angefertigt oder verstäht sein.

§ 33. Mängel des Kind'schen Freifallapparates und Abänderungen desselben. Der Kind'sche Apparat ist kompliziert, häufigen Beschädigungen ausgesetzt und kostspielig, ferner in engen und trockenen Bohrlöchern überhaupt nicht anwendbar. Sodann entsteht durch das Spiel des Hütchens eine den Nachfall befördernde Strömung. Auch das Belegen des Hütchens mit Bohrschlamm, sowie der Umstand, daß bei wechselndem Gestein die Neigungswinkel der Zangenenden geändert werden müssen, sind wesentliche Nachteile.

Abänderungen des Kind'schen Freifallapparates. Um dem Abfallstücke eine senkrechte Führung zu geben, hat man es später mit einem Schlitz versehen, siehe Fig. 23, Taf. VIII, in welchem sich ein zwischen den Scherenbacken befestigter Leitbolzen führt.

Um bei Anwendung des Keilstückes an Stelle der Scharniere das häufige Herausfallen eines schweren Abfallstückes zu verhüten, hat der Bohrmeister van Eicken in Mülheim a. d. Ruhr eine Vorrichtung angebracht⁴²⁾, welche im wesentlichen den Zweck hat, daß durch die Bewegung des Hütchens nach aufwärts zwei Haken *f* und *g*, siehe Fig. 26, Taf. VIII, die Zangenarme oben fassen und damit das Zurückgehen des Keiles verhindern, sowie das Festhalten des Abfallstückes erleichtern sollen. Bei einer Bohrung zu Hemmerde in der Nähe von Unna (1856) hat sich die Einrichtung gut bewährt.

§ 34. Freifallinstrument von Schubarth und Humboldt. Von der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz und dem Ingenieur

³⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 97.

⁴⁰⁾ Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 473.

⁴¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 15.

⁴²⁾ Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 271. Taf. 15. Fig. 1—3.

Karl Schubarth in Dortmund ist die durch Fig. 27, Taf. VIII, dargestellte Konstruktion eines Freifallinstrumentes angewendet worden, welche bei ihrer Einfachheit eine wesentliche Verbesserung des Kind'schen Instrumentes sein dürfte⁴³⁾.

Das aus zwei Backen bestehende Scherenstück *A* (der eine der Backen ist in Fig. 27 fortgelassen) ist mit dem Halsstücke *b* durch die Bolzen *ee* vernietet und am unteren Ende durch den Ring *g* zusammengehalten. Das Halsstück hat die beiden Bunde *ee* zum Unterschieben der Abfangeabel und zum Angreifen des Stuhlkrückels beim Fördern des Gestänges, sowie die Schraubenspindel *f* zum Aufschrauben des Obergestänges. Der längliche Bolzen *d* soll die Befestigung des Halsstückes mit den Scherenbacken noch mehr sichern. Die letzteren sind mit einem Schlitz versehen, von dessen Länge die Fallhöhe des Untergestänges abhängt und in welchem sich der an der Zunge (dem Abfallstücke) *C* befindliche Leitbolzen *r* führt. Die Zunge hat oben ein Köpfchen *o* mit einer Sitzfläche *s* und am unteren Ende eine Schraubentute *t* zur Aufnahme des Untergestänges.

An Stelle des Zangenapparates ist ein Hebel *k* angeordnet. Derselbe dreht sich um den Bolzen *l*, welcher mit dem Daumen *m* und dem Ansatz *n* fest verbunden ist, und hat am andern Ende ein Gelenk, von welchem aus Zugstangen *i* nach dem Hütchen *h* gehen und sich in den Schlitten *qq* führen.

In Fig. 27 hat das Hütchen seinen höchsten Stand und die Zunge ist eben abgefallen. Kommt der Freifallapparat beim Niedergehen wiederum bis auf das Köpfchen der Zunge, so gleitet die Fläche *p* an dem Ansatz *n* ab, der Daumen *m* gelangt unter die Sitzfläche *s* und wird, sobald das Gestänge den Aufgang beginnt und das Hütchen *h* durch das Wasser abwärts geschoben ist, fest unter die Sitzfläche gedrückt. Nachdem wiederum der höchste Punkt erreicht ist und das Gestänge abwärts geht, schiebt der Wasserdruck das Hütchen nach oben. Dadurch wird gleichzeitig der Hebel *k* aufwärts gedreht, der Daumen *m* ausgerückt und das Untergestänge zum Abfallen gebracht.

Das Instrument besteht aus Schmiedeseisen, das Zungenköpfchen und der Daumen aus Stahl.

§ 35. Freifallapparat von Greiffenhagen. Der Uebelstand, daß bei dem Kind'schen Apparate die Neigungswinkel der greifenden Zangenflächen bei wechselndem Gestein geändert werden müssen, veranlaßte den Bergmeister Greiffenhagen, bei den Bohrungen in Schöningen den Kind'schen Apparat zu beseitigen und folgende, ebenfalls durch große Einfachheit sich auszeichnende Vorrichtung an die Stelle zu setzen⁴⁴⁾.

An einem zwischen zwei Hauptleitbacken *B*, siehe Fig. 37, Taf. VIII, angebrachten Drehbolzen *c* bewegt sich ein Zangenarm, welcher unten einen Haken *d* und oben eine unter 45° geneigte ovale Blechscheibe *g* trägt. Die letztere ist aus zwei Teilen zusammengesetzt und umschließt allseitig die Schienen des Scherenstückes. Die Nasen (Schlag- und Querleitbacken) *b* und *b'* haben denselben Zweck wie beim Kind'schen Apparat.

Die Sitzfläche des Hakens *d*, sowie die entsprechende des Köpfchens sind horizontal. Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Scheibe und dreht den

⁴³⁾ Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 210.

⁴⁴⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 25.

Haken unter das Zungenköpfchen. Beim Beginne des Niederganges macht der Haken eine entgegengesetzte Bewegung und läßt das Untergestänge fallen. Reibungen und Klemmungen sind nur auf den Bolzen *c* beschränkt, außerdem rutschen Bohrschmand und Nachfall von der schrägen Blechscheibe ab.

§ 36. Freifallapparat von Fabian; Fig. 38 und 39, Taf. VIII. Bei dem Fabian'schen Freifallapparate⁴⁵⁾ bilden vier Stücke *a*, siehe Fig. 38, einen Cylinder und am oberen Ende eine Vaterschraube *f*, auf welche eine Mutterschraube *g* gesetzt wird, während sie unten durch einen warm aufgetriebenen Ring *e* zusammengehalten werden. In dem Cylinder befinden sich Schlitzte *i*, deren Zahl 2, 3 oder 4 beträgt. Dieselben haben oben eine Abschrägung *k* und einen Flügelsitz *b*.

In den Schlitzten gleiten die Flügel oder Nasen *c* eines Quirlstückes *d* (Fig. 26 und 27), dessen untere Verlängerung das Abfallstück (Degen im Schaumburgischen) bildet. An die Mutterschraube *g* schließt sich das Obergestänge *h* an. Der Cylinder wird mitunter von einem Blechmantel umschlossen, um das Eintreten von Nachfall in die Schlitzte zu verhindern⁴⁶⁾.

Ein in Algier von Clément Purtschet gebrauchtes Instrument⁴⁷⁾ ist ein Fabian'sches Freifallstück von umgekehrter Konstruktion, indem der geschlitzte Cylinder nicht mit dem Obergestänge, sondern mit dem Untergestänge verbunden ist.

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers müssen die Flügel *c* des Fabian'schen Quirlstückes auf dem Ringe *e* des Cylinders ruhen. Nachdem der Meißel auf der Sohle angekommen ist, folgt das Obergestänge nach, während der Cylinder an den Flügeln abwärts gleitet. Die letzteren werden schließlich durch die Abschrägung *k* auf die Sitze gebracht, auf denen sie auch beim Aufgange des Gestänges hängen bleiben, bis sie der Krückelführer durch einen Ruck des Krückels (§ 39) abwirft, worauf das Untergestänge frei abfällt. Das Abwerfen wird durch das Aufschlagen des Bohrschwengels auf die Prellvorrichtung befördert.

Bei der Anwendung des Fabian'schen Freifallstückes ist folgendes zu beachten:

1. Das Einhängen muß vorsichtig geschehen, denn wenn der Meißel an den Bohrlochswänden hängen bleibt und darauf frei niederfällt, so können die Flügel den unteren Ring durchschlagen oder selbst beschädigt werden.
2. Das Umsetzen ist mit einem kräftigen Ruck zu vollführen.
3. Durch einen Prellbalken muß verhütet werden, daß der Kraftarm des Bohrschwengels zu tief niedersinkt, beziehungsweise das Gestänge zu hoch gehoben wird.
4. Der Hub des letzteren darf nicht größer sein als die Höhe des Schlitzes.
5. Um die Abnutzung der Flügel und Flügelsitze zu verringern, muß das Abfallstück möglichst hoch über Ort sein, sodaß gröbere Teile des Bohrmehles nicht mit demselben in Berührung kommen⁴⁸⁾.

Vorzüge und Mängel des Apparates. Das Abwerfen ist bei großen Tiefen sehr beschwerlich, besonders bei hölzernem Obergestänge⁴⁹⁾. Dennoch hat man mit dem Fabian'schen Freifallapparat bei Lütgeneder und Scherfede Tfenen

Fig. 26.

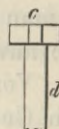


Fig. 27.



⁴⁵⁾ Beer, Erdbohrkunde, Prag 1858, S. 88—91. — Fabian in Karsten's Archiv, 1848, Neue Reihe, Bd. 22, S. 206—214. — Berggeist, 1866, No. 61.

⁴⁶⁾ Beer a. a. O. S. 90.

⁴⁷⁾ Ann. des mines, Sér. VII, T. IX, pag. 357.

⁴⁸⁾ Karsten's Archiv, Neue Reihe, 1848, Bd. 22, S. 212—214.

⁴⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859, Bd. 7, S. 18.

bis zu 422, beziehungsweise 417 m⁵⁰⁾, bei Spergau in der Nähe von Dürrenberg sogar 628 m⁵¹⁾ erreicht.

Sodann nutzen sich die Nasen und deren Sitze leicht ab, weshalb dieselben aus gehärtetem Stahl angefertigt sein müssen.

Ferner kann man nach den Resultaten in Schöningen⁵²⁾ mit dem Fabian'schen Freifallstück pro Minute höchstens 25, mit dem Kind'schen Apparat dagegen 30—35 Schläge machen.

Andererseits hat jedoch das Fabian'sche Freifallstück so wesentliche Vorzüge, daß man dasselbe bei stoßendem Bohren und mäßigen Tiefen bis jetzt vorzugsweise anwendet.

Vor allem ist der Apparat einfach und billig. In Rohr kostete derselbe bei einem Gewichte von 88 kg nur 240 M., während Kind'sche Apparate von 306, 300 und 259 kg beziehungsweise 1530, 1350 und 1296 M. kosteten. Auch kann man mit dem Fabian'schen Abfallstücke in trockenen Bohrlöchern und in solchen von geringem Durchmesser bohren.

§ 37. Modifizierte Fabian'sche Abfallstücke. Um beim Einhängen und Aufholen die Schere unverschiebbar zu machen, hat Klecka am unteren Ende der Schlitze ähnliche Erweiterungen als oben, aber in entgegengesetzter Richtung angebracht, sodaß die Fangnasen hier eingeklemmt werden können⁵³⁾ — böhmische Wechselschere.

Bei einer andern Modifikation von Rost⁵⁴⁾ befindet sich am unteren Ende ein Bajonettverschloß, welches bei Meißelklemmungen ein Lösen des Freifallstückes vom Untergestänge gestattet.

Der Werner'sche Freifallapparat⁵⁵⁾ ist ein Fabian'scher mit Kind'schem Hütchen, mit dessen Hilfe das Abwerfen des Untergestänges selbstthätig erfolgen soll. Unter den Fangnasen sitzt ein Stoßkeil, welcher beim Einwenden des Gestänges durch das Spiel des Hütchens an abgescrägten Stoßbacken abgleitet. Die letzteren sind an den inneren Seiten zweier vom Hütchen herabkommender Schienen angebracht. Dabei wird der Stoßkeil seitwärts gedreht und das Untergestänge abgeworfen.

Denselben Zweck erstreben die Apparate von Wileke⁵⁶⁾, Romanowski⁵⁷⁾ und der Zobel'sche Freifallapparat.

§ 38. Zobel'scher Freifallapparat; Fig. 28—32, Taf. VIII. Derselbe, eine Vervollkommnung des Werner'schen, ist von dem Oberbohrinspektor Zobel zu Elmen bei Schönebeck im Jahre 1859 erfunden und in der Nähe von Schönebeck, sodann in dem 1271,6 m tiefen Bohrloche zu Sperenberg⁵⁸⁾ bei Berlin mit Vorteil angewendet.

50) Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 166.

51) Ebenda. 1863. Bd. 11 A. S. 211.

52) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 92.

53) Ebenda. S. 99—103. — Oesterr. Zeitschr. 1857. No. 25. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1857. S. 280.

54) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 97. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1849. S. 295. — 1852. S. 813. — Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 154.

55) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 92—97. — Bergwerksfreund. 1859. Bd. 21. S. 273—278.

56) Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 4.

57) Dingler's polyt. Journ. 1866. Bd. 179. S. 273. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 303.

58) Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. S. 299, 302. Taf. XV. Fig. 17—25.

Bei dem Zobel'schen Apparate lassen sich ebenso wie bei dem Fabian'schen zunächst zwei Hauptteile unterscheiden, nämlich das mit dem Obergestänge verbundene Scherenstück und das in diesem auf und ab gleitende Abfallstück. Außerdem kommt aber bei dem Zobel'schen Instrument noch, wie beim Werner'schen, ein dritter wichtiger Teil hinzu, nämlich das mit dem Hütchen verbundene Schieberstück, durch welches das selbstthätige Abwerfen, beziehungsweise Einsetzen des Untergestänges vermittelt wird.

Das Scherenstück besteht aus den Schienen *a*, siehe Fig. 28, 29 und 30. Dieselben sind unten durch einen Riegel *b* und oben durch ein zwischengreifendes Verbindungsstück *c*, mit welchem zugleich der Anschluß an das Obergestänge bewirkt ist, verbunden.

In den Schienen befinden sich zwei Schlitz *d*, in welchen der am Abfallstücke befindliche Flügelkeil *i*, siehe Fig. 28, 30, 31 und 32, gleitet. Am oberen erweiterten Teile der Schlitz sind die verstärkten Sitze *e*, siehe Fig. 28, 30 und 32, angebracht, auf welche sich der Flügelkeil aufsetzt.

Das Abfallstück, siehe Fig. 31, trägt am unteren Ende die zur Aufnahme des Untergestänges dienende Muffe *f*. Ueber den oberen Teil ist der Bügel *g* gelegt, durch welchen die Stahlpannen *h h*, und der in denselben um vertikale Zapfen drehbare Flügelkeil *i* gehalten wird.

Der letztere besitzt die in beistehenden Fig. 28—30 dargestellte Einrichtung. Danach haben die zunächst der Axe befindlichen Teile einen rechteckigen Querschnitt, während die diagonal gegenüberliegenden Enden der Flügel derartig zugeschräfft sind, daß sie eine rhombische Form haben. Außerdem sind auch die rechteckigen Teile der Flügel an ihrer unteren Seite, mit der sie sich auf die Sitze *e* aufsetzen, mit einer schwachen Abschrägung versehen. Oberhalb des Schlitzes *k* (Fig. 31, Taf. VIII), in welchem der Keil *b* gleitet, sind noch die beiden Führungsstücke *l* angebracht.

Das Schieberstück wird gebildet durch die beiden Platten *x*, siehe Fig. 29, Taf. VIII, welche am oberen Teile des Scherenstückes *aa* verschiebbar angebracht und mit dem auf dem Halse desselben verschiebbaren Hütchen *D* verbunden sind. Um die Verschiebung zu ermöglichen, haben die Platten zwei längliche Schlitz *y*, wie Fig. 28 und 32, Taf. VIII, zeigen.

Ferner haben die Platten *x* an ihrem unteren Rande offene Schlitz *m*, siehe Fig. 28 und 32, Taf. VIII, in welche die rhombisch gestalteten Enden der Flügelkeile eingreifen. Diese Schlitz besitzen indes, wie aus den Fig. 28 und 32 hervorgeht, im oberen Teile eine gebrochene und den rhombischen Enden der Flügel entsprechende Form. Beim Auf- und Abgehen der Schieber wirken nun die schrägen Flächen *n* für die sich an dieselben anlegenden schrägen Enden des Flügelkeiles ebenso wie die Werner'schen Stoßkeile, indem sie an den ersteren hingleiten und dabei den Flügelkeil so weit drehen, daß er mit seinen rechteckig geformten Teilen auf die hinter den Schieberplatten in dem Scherenstücke befindlichen Sitze *e* aufsetzt, beziehungsweise von denselben wieder abgeschoben wird.

Das Hütchen *D* hat nicht die Gestalt einer Scheibe, sondern diejenige eines nach unten gekehrten Stulpes, so daß sich kein Nachfall darauf ablagnern kann.

Fig. 28.

Fig. 29.

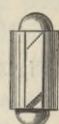
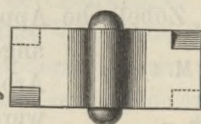


Fig. 30.



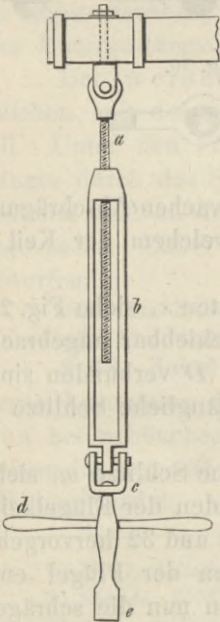
Das Spiel des Zobel'schen Instrumentes beruht hiernach ebenso wie bei dem Kind'schen auf der Bewegung des Hütchens durch das im Bohrloche befindliche Wasser und geht auf folgende Weise vor sich.

Beim Einlassen hängt das Untergestänge auf dem Keile *b* im Schlitze *k* des Abfallstückes. Ist der Meißel vor Ort angelangt, so folgt das Obergestänge nach, der Flügelkeil *i* schiebt sich in dem Schlitze *m* (Fig. 32) des durch den Druck des Wassers unter dem Hütchen hoch gehaltenen Schieberstückes aufwärts, gelangt endlich an die Abschrägung *n* und wird auf die Sitze *e* gebracht. Beim Aufgehen des Gestänges geht das Schieberstück nach unten, verschließt dabei den gebrochenen Teil des Schlitzes *m* und verhindert so das Herausgleiten des Keiles. Beim Einwenden am höchsten Punkte schiebt der Wasserdruck das Hütchen und damit die Schieberplatten in die Höhe, die untere Abschrägung *n* faßt unter die entsprechenden Enden des Flügelkeiles und schiebt denselben von den Sitzen ab, was durch die vorhin erwähnte schwache Abschrägung der unteren Keilflächen erleichtert wird. Der Flügelkeil gleitet sodann durch den wiederum offenen gebrochenen Teil des Schlitzes *m* heraus und das Untergestänge fällt frei ab.

Das Gewicht des beim Bohren mit Maschinenkraft in Sperenberg benutzten Bohrklotzes betrug 387 kg.

Der Zobel'sche Apparat zeichnet sich dadurch aus, daß die (aus Gußstahl angefertigten) Regulierungsteile ganz unabhängig von dem Arbeitszeuge gehalten sind und um so einfacher hergestellt werden konnten, als sie nur aus dem Schirm (Hütchen) mit dem Schieberstücke bestehen, sodaß der Apparat genauer und sicherer arbeitet als die älteren.

Fig. 31. M. 1 : 48.



Wenn auch der im Vergleiche mit dem Fabian'schen Apparate wesentlich höhere Preis die Anwendung des Zobel'schen Instrumentes für Bohrlöcher von mäßiger Tiefe ausgeschlossen erscheinen läßt, so ist er, wie es die Bohrarbeiten in Sperenberg ergeben haben, für große Tiefen sehr geeignet.

c. Kopfstücke und Schlagvorrichtung.

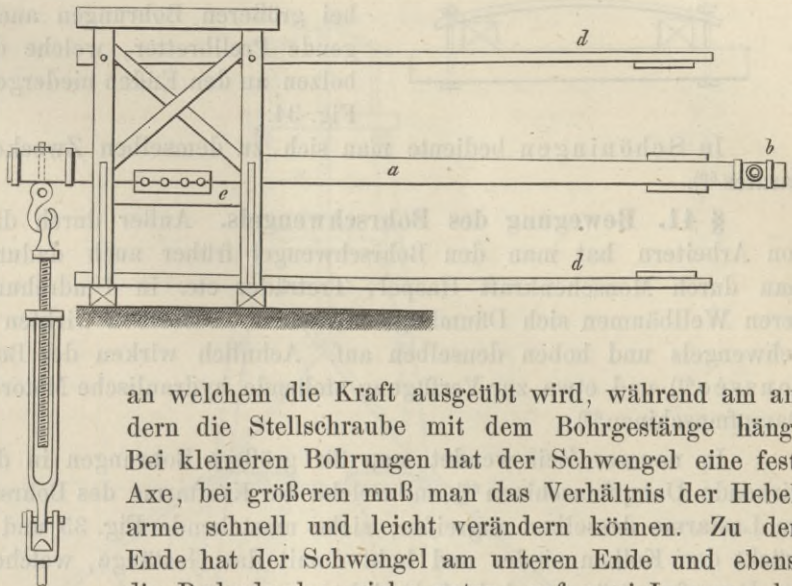
§ 39. Kopfstücke. Während das Gestänge beim drehenden Bohren, soweit sein Gewicht nicht ausgeglichen ist, frei aufsteht und mit dem Vordringen des arbeitenden Teiles tiefer sinkt, muß dasselbe beim stoßenden Bohren aufgehängt werden und zwar derart, daß man es einerseits allmählich tiefer senken, andererseits aber auch drehen kann, um das Umsetzen des Meißels zu bewirken.

Zum ersten Zwecke hatte man das Obergestänge mit der Schlagvorrichtung früher durch eine Kette verbunden, welche später durch die Stellschraube ersetzt ist. Dieselbe, siehe *a* in Fig. 31, geht durch eine Schraubennutter, welche den oberen Teil der Schere *b* bildet. Unten trägt dieselbe den Wirbel *c*, welcher mit dem Krückel *d* und der zum Aufschrauben auf das Obergestänge bestimmten Schraubentute *e* versehen ist.

Das obere Ende der Stellschraube ist mit dem Bohrschwengel verbunden.

Beim Bohren steckt man durch die Schere der Stellschraube einen hölzernen Stab und schraubt sie allmählich ab. Alsdann löst man sie vom Obergestänge, schraubt die Schere wieder hinauf und setzt in die entstandene Lücke Ergänzungsstangen (§ 24) ein.

Fig. 32. M. 1 : 72.



§ 40. Bohrschwengel und Bohrdocke.

Der Bohrschwengel *a* in beistehender Fig. 32 ist ein aus einem beschlagenen Holzstamme mit einem als Griff dienenden Querholze *b* bestehender Hebel,

an welchem die Kraft ausgeübt wird, während am andern die Stellschraube mit dem Bohrgestänge hängt. Bei kleineren Bohrungen hat der Schwengel eine feste Axe, bei größeren muß man das Verhältnis der Hebelarme schnell und leicht verändern können. Zu dem Ende hat der Schwengel am unteren Ende und ebenso die Bohrdocke, siehe unten, auf zwei Lagern *e* befestigte gußeiserne Platten mit halbkreisförmigen Pfannen, in welche die lose Axe hineingelegt wird.

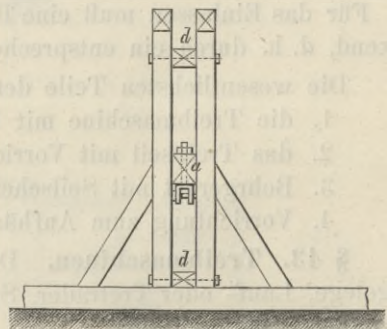
Da an dem Ende eines einfachen Schwengels nur wenige Arbeitsleute angebracht werden können, so befestigt man an demselben den Druckbaum *b*, welcher entweder aus Eisen oder aus Holz besteht. Da derselbe im letzteren Falle zum direkten Anfassen zu stark ist, so bringt man ihm parallel zwei dünnere, glatt gearbeitete Stangen an⁵⁹⁾.

Hölzerne Druckbäume werden auf oder unter dem Schwengel angeklammert.

Muß man das Gestängegewicht ausgleichen, so geschieht dies durch Anbringen eines verschiebbaren Gewichtes auf dem Kraftarme.

Die Bohrdocke (Schwengeldocke, Schwengelständer), welche den Stützpunkt für den Bohrschwengel liefert, darf nicht mit dem Bohrgestänge in Verbindung stehen, damit die Erschütterungen beim Bohren sich nicht auf dieses übertragen. Die Bohrdocke besteht aus zwei durch seitliche Streben gestützten Gerüsten, siehe Fig. 33, auch 32, zwischen denen sich der Bohrschwengel *a* bewegt. Oben und unten sind Prellvorrichtungen *d* angebracht, gegen welche

Fig. 33.

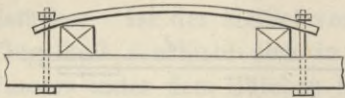


Oben und unten sind Prellvorrichtungen *d* angebracht, gegen welche

⁵⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1, S. 66. — Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 20.

der Schwengel trifft, um das Umkehren der Bewegung, sowie das Abwerfen und Abfallen des Untergestänges beim Freifallbohren zu erleichtern. Dieselben sind gewöhnlich federnde Bäume, wie in Fig. 32 und 33, bei größeren Bohrungen auch wohl überkragende Prellbretter, welche durch Schraubenbolzen an den Enden niedergezogen sind, siehe Fig. 34.

Fig. 34.



In Schöningen bediente man sich zu demselben Zwecke eines Pufferapparates⁶⁰⁾.

§ 41. Bewegung des Bohrschwengels. Außer durch direktes Angreifen von Arbeitern hat man den Bohrschwengel früher auch dadurch bewegt, daß man durch Menschenkraft Haspel, Treträder etc. in Umdrehung versetzte, an deren Wellbäumen sich Däumlinge befanden. Dieselben wirkten am Lastarm des Schwengels und hoben denselben auf. Aehnlich wirken der Bohrkran von Degoussée⁶¹⁾ und etwa zur Verfügung stehende hydraulische Motoren oder rotirende Dampfmaschinen⁶²⁾.

In neuerer Zeit wendet man für größere Bohrungen in der Regel einfach wirkende Dampfmaschinen⁶³⁾ an, welche am Kraftarme des Bohrschwengels, selten am Lastarme desselben angreifen; siehe umstehende Fig. 35 und 36. Der Dampf drückt den Kolben nieder und hebt damit das Gestänge, welches nach Oeffnung der Dampfausströmung frei niedersinkt.

Die Maschinen pflegen mit Handsteuerung versehen zu sein, damit sie bei etwa eintretenden Klemmungen des aufgehenden Meißels sofort angehalten werden können.

d. Aufholen und Einlassen des Gestänges. Löffeln. Hilfsgeräte.

§ 42. Treibvorrichtung. Der Zweck der Treibvorrichtung ist das Aufholen und Einlassen des Gestänges, wobei die möglichste Zeitersparnis anzustreben ist. Für das Einlassen muß eine Bremse angebracht sein, welche am besten selbstwirkend, d. h. durch ein entsprechendes Gewicht zu schließen ist.

Die wesentlichsten Teile der Treibvorrichtung sind:

1. die Treibmaschine mit Welle und Bremse,
2. das Treibseil mit Vorrichtung zum Festhalten der Gestänge,
3. Bohrgestüst mit Seilscheibe,
4. Vorrichtung zum Aufhängen der Stangen.

§ 43. Treibmaschinen. Die Treibmaschinen sind: Haspel mit und ohne Vorgelege, Lauf- oder Treträder, Sprossen- oder Spillenräder, Dampfmaschinen und hydraulische Motoren.

Für kleinere Bohrlöcher genügen Haspel, für tiefere kommen die andern Apparate zur Anwendung.

⁶⁰⁾ Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 278.

⁶¹⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 29.

⁶²⁾ Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 276. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 209.

⁶³⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 199; 1872. Bd. 20. S. 297.

Die Lauf- oder Treträder haben 3—4 m Durchmesser und 1,60—3 m Breite. Am Umfange sind dieselben mit einem dichten Verschlage versehen, auf

Fig. 35. M. 1 : 275.

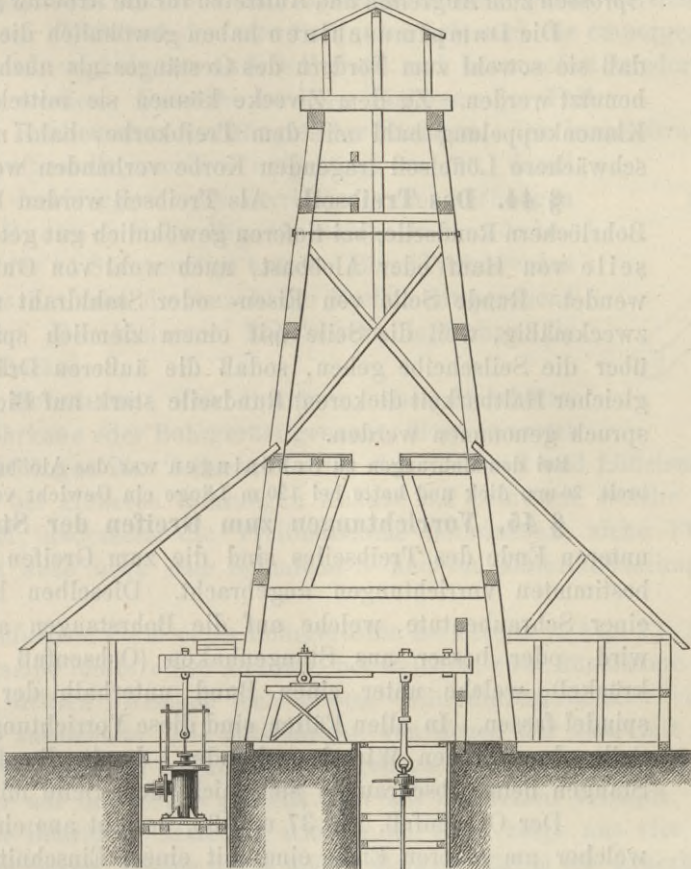
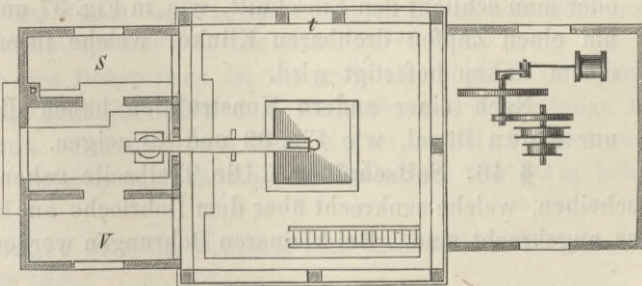


Fig. 36.



dessen innerer oder äußerer Fläche breite Leisten angenagelt sind. Auf die letzteren treten die Arbeiter in ein oder zwei Kolonnen und bringen durch ihr Körper-

gewicht das Rad, sowie dessen Welle und die auf derselben befindliche Seiltrommel in Umdrehung⁶⁴). Die Bremse wirkt am Umfange des Tretrades und ist gewöhnlich eine doppelte Backenbremse.

Spillen- oder Sprossenräder⁶⁵) haben nur einen Kranz, durch welchen Sprossen zum Angreifen und Auftreten für die Arbeiter gesteckt sind.

Fig. 37.

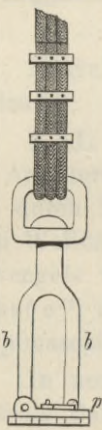


Fig. 38.



Fig. 39.

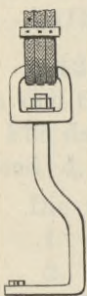


Fig. 40.



Die Dampfmaschinen haben gewöhnlich die Einrichtung, daß sie sowohl zum Fördern des Gestänges als auch zum Löffeln benutzt werden. Zu dem Zwecke können sie mittels Hebel und Klauenkuppelung bald mit dem Treibkorbe, bald mit dem das schwächere Löffelseil tragenden Korb verbunden werden.

§ 44. Das Treibseil. Als Treibseil werden bei kleineren Bohrlöchern Rundseile, bei tieferen gewöhnlich gut geteerte Bandseile von Hanf oder Aloëbast, auch wohl von Gußstahl angewendet. Runde Seile von Eisen- oder Stahldraht sind weniger zweckmäßig, weil die Seile mit einem ziemlich spitzen Winkel über die Seilscheibe gehen, sodaß die äußeren Drähte der (bei gleicher Haltbarkeit dickeren) Rundseile stark auf Biegung in Anspruch genommen werden.

Bei den Bohrungen zu Schöningen war das Aloëbandseil 15,5 cm breit, 26 mm dick und hatte bei 120 m Länge ein Gewicht von 339 kg⁶⁶).

§ 45. Vorrichtungen zum Greifen der Stangen. Am unteren Ende des Treibseiles sind die zum Greifen der Stangen bestimmten Vorrichtungen angebracht. Dieselben bestehen aus einer Schraubentute, welche auf die Bohrstangen aufgeschraubt wird, oder besser aus Stangenhaken (Ochsenfuß oder Stuhlkrückel), welche unter einen Bund unterhalb der Schraubenspindel fassen. In allen Fällen sind diese Vorrichtungen mit dem Seile durch einen Wirbel verbunden, damit die Drehung der Stangen beim Abschrauben sich nicht dem Seile mitteilen kann.

Der Ochsenfuß, Fig. 37 und 38, besteht aus einem Bügel *b*, welcher am unteren Ende eine mit einem Einschnitte versehene starke Platte *p* trägt. Die Breite des Einschnittes ist so groß, daß die Stangen bequem hineinpassen. Damit die gefaßte Stange nicht wieder herausgleiten kann, schiebt man entweder einen Ring über die in diesem Falle nach unten divergierenden Stangen *b*, oder man schließt den Einschnitt, wie in Fig. 37 und 38, mit einer um einen Zapfen drehbaren Klinke, welche ihrerseits noch mit einem Haken befestigt wird.

Nach einer andern Konstruktion haben die Stuhlkrückel nur einen Bügel, wie Fig. 39 und 40 zeigen.

§ 46. Seilscheiben. Die Treibseile gehen von den Seilkörben über Seilscheiben, welche senkrecht über dem Bohrloche am höchsten Punkte eines Bohrgestütes angebracht sind. Bei kleineren Bohrungen werden zu demselben

⁶⁴) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 90. — Siehe auch Animalische Motoren, S. 25—26 in Kap. I. der Baumaschinen.

⁶⁵) Siehe S. 24 in Kapitel I. der Baumaschinen.

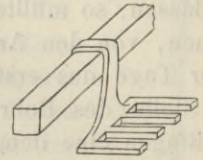
⁶⁶) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 66; Bd. 7. S. 14.

Zwecke einfache Rollen (Seilkloben) angewendet, welche in der Spitze eines aus drei Bockbeinen bestehenden Gerüsts aufgehängt sind; siehe Fig. 12, Taf. VIII. Bei größeren Bohrungen bedient man sich hölzerner oder eiserner Scheiben mit schmiedeisernen Zapfen, welche in eisernen oder messingenen Lagern ruhen.

Will man beim Aufholen und Einlassen an Zeit sparen, so wendet man zwei Seilscheiben an. Während das eine Seil aufwickelt und die emporgezogene Stange oben gelöst wird, wickelt das andere Seil ab und kann sofort wieder am Gestänge angeschlossen werden. Dasselbe ist beim Einlassen der Fall.

§ 47. Rechen zum Aufhängen der Stangen. Die losgeschraubten Stangen sollen nicht aufgestellt, sondern aufgehängt werden, damit sie sich nicht durchbiegen. Als Vorrichtung zum Aufhängen benutzt man Rechen, siehe Fig. 41, welche in Schönningen⁶⁷⁾ Raum für 14 Stangenzüge hatten. Beim Tieferwerden des Bohrloches hat man die Anzahl der Rechen entsprechend zu vermehren. Bei kleineren Bohrlöchern legt man die Stangen auf Böcke.

Fig. 41.



§ 48. Bohrturm. Der Bohrturm, auch Bohrhütte, Bohrhaus, Bohrkaue oder Bohrgertüst genannt, dient in erster Linie zum Anbringen der Seilscheiben für das Treibseil und Löffelseil. Außerdem befinden sich bei größeren Bohrungen Anbaue am Bohrturm, welche einerseits den Bohrschwengel, andererseits die Treibmaschine überdachen; siehe Fig. 35 und 36. Außerdem ist auch noch eine Schmiede *S* und ein Materialschuppen *V* anzubringen.

Die einfachste Form eines Bohrgertüsts ist bereits in Fig. 12, Taf. VIII, dargestellt. Dieselbe bildet einen Dreifuß, bei welchem zwei Rüstbäume mit schrägem Schnitte den dritten zwischen sich fassen. Ein durchgesteckter eiserner Bolzen hält alle drei zusammen. Die Rüstbäume, von denen der eine mit Sprossen versehen sein muß, um zum Seilkloben gelangen zu können, werden mit dem Stammende entweder auf den Boden gestellt oder mit Schwellen verzapft.

Größere Bohrtürme bestehen, wie Fig. 35, S. 91 zeigt, aus vier starken Rüstbäumen in den Ecken, welche durch andere Balken, Riegel etc. dauerhaft verbunden sind. Die Außenseite wird mit Brettern verschlagen. Zum Einbringen der Stangen und für den Bohrlöffel befindet sich, siehe Fig. 36, an der einen Seite eine hohe und schmale Tür *t*.

In Oelheim bei Peine sind eiserne Bohrtürme angewendet, welche durch Vernieten und Verschrauben von Winkel- und Flacheisen hergestellt sind und leicht von einem Bohrloche zum andern geschafft werden können; vergl. Fig. 27, Taf. IX.

Die Höhe des Bohrturmes ist so groß als möglich zu nehmen, damit man zur Zeitersparung beim Aufholen und Einlassen möglichst lange Stangenzüge auf einmal holen kann. Gerade hierin liegt ein wesentliches Mittel zur Förderung der Bohrarbeiten⁶⁸⁾. Im allgemeinen muß der Bohrturm 2,5—3 m höher sein als ein Stangenzug.

In Schönningen hatte der Bohrturm eine Gesamthöhe von 27,5 m, eine Länge von 14 und eine Tiefe von 9,5 m.

⁶⁷⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 66.

⁶⁸⁾ Rost. Bergbohrschule. Thorn 1843. S. 20. — Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 104.

Der Bohrturm zu Rohr (1857) hatte eine Höhe von 23,4 m in 7 Etagen. Die Dimensionen betragen unten 10,70 und 8,5 m, oben 4,4 und 3,8 m. Die Aufzugshöhe war 19 m.

§ 49. Bohrduckel und Bohrtäucher. Um an Höhe des Bohrturmes zu sparen, wird bisweilen eine Bohrduckel, d. h. ein kleiner Schacht bis zu 8 m Tiefe und solcher Weite (2 m) abgeteuft, daß man auf dem Boden desselben mit Bohrschlüsseln arbeiten kann. Bei Auflagerung von Gerölle läßt sich eine Bohrduckel nicht umgehen und ist mindestens bis zum festen Gebirge abzuteufen.

Beim Oelbohren in Pennsylvanien (§ 76) wendet man keine Bohrduckel an⁶⁹⁾.

Der Bohrtäucher ist eine aus Holzdauben, Blech oder Gußeisen bestehende Röhre, welche man u. a. in Schächten anbringt, um dem Bohrer in oberer Teufe senkrechte Führung zu geben. Wollte man in solchen Fällen den Bohrtäucher fortlassen, so müßte der Krückelführer (zugleich Vorarbeiter) auf der Schachtsohle stehen, von den Arbeitern also weit entfernt sein. Handelt es sich nur darum, über Tage das erste Ansetzen des Bohrloches zu erleichtern, so kann man auch an Stelle des Bohrtäuchers zwei Balken fest nebeneinander legen und in deren Stoßfugen eine dem Durchmesser des Bohrloches entsprechende Oeffnung anbringen.

Hat man zunächst aufgelagerte Schwimmsandschichten zu durchbohren, so dient der Bohrtäucher gleichzeitig zur Verrohrung und wird eingepreßt oder eingerammt, wie in Pennsylvanien.

§ 50. Hilfsgezähe. Weite Bohrlöcher sind mit einer Bohrschere bedeckt, damit keine Eisenteile in dasselbe hineinfallen können. Dieselbe besteht, siehe Fig. 42, aus zwei um Bolzen *b* (Fig. 42) drehbaren Balken *a*, welche eine Oeffnung für das Gestänge zwischen sich lassen und an einem Ende mit einem Bügel *c*, sowie mittels Haspen *d* und Vorstecker *e* befestigt werden.

Die Gabel oder Abfangegabel, Fig. 43, dient zum Abfangen der Ge-

Fig. 42.

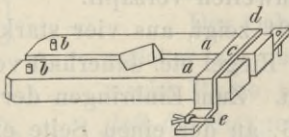


Fig. 43.

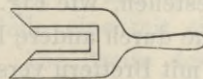
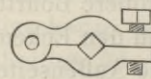


Fig. 44.



stänge beim An- und Abschrauben. Sie wird unter einen Bund des Gestänges geschoben und ruht auf der Bohrschere.

Das Bohrbündel, Fig. 44, besteht aus zwei eisernen Teilen, welche um einen gemeinschaftlichen Bolzen drehbar sind, mit einem Schraubenbolzen verbunden werden und eine Oeffnung für das Gestänge haben, sodaß das Bohrbündel fest an das letztere angeschraubt werden kann. Das Bohrbündel ersetzt die Stelle eines Bundes bei abgebrochenen Stangen oder wird zum Anlegen von Wuchtbäumen benutzt, wenn das Gestänge bei Meißelklemmungen etc. gewaltsam emporgezogen werden muß.

Zum An- und Abschrauben der Stangen beim Aufholen und Einlassen

⁶⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 31.

dienen Schraubenschlüssel, Fig. 45, 46 und 47, von verschiedener Form und Länge.

Das zum Umsetzen des Meißels, sowie zum Abwerfen des Untergestänges beim Fabian'schen Freifallstück dienende Handkrückel, siehe Fig. 32 und 33, Taf. IX, ist gewöhnlich am Gestänge befestigt und besteht entweder ganz aus Eisen oder hat hölzerne Handgriffe.

§ 51. Das Löffelseil. Als Löffelseil verwendet man schwache Rundseile von Eisen- oder Stahldraht und Hanfseile.

Zu Rohr⁷⁰⁾ hatte man ein eisernes Löffelseil von 16 mm Stärke und 632 m Länge, in Schöningen Hanfseile von 20–26 mm Stärke.

Die Geschwindigkeit des Löffels beträgt beim Aufholen aus einem 630 m tiefen Bohrloche 26, beim Einlassen 90 m in der Minute⁷¹⁾.

§ 52. Gelenkverbindung für Bohrgestänge; Fig. 24—28, Taf. XII. Um den durch das An- und Abschrauben entstehenden Zeitverlust beim Aufholen und Einhängen eiserner Gestänge zu verringern, schlägt Sachse⁷²⁾ in Orzesche vor, jeder Stange etwa 1 m über ihrem unteren Ende ein Gabelgelenk, Fig. 24, zu geben. Unterhalb des Gelenkes ist die Stange rund, oberhalb ist sie vierkantig und trägt an ihrem oberen Ende, Fig. 26, wie gewöhnlich zwei Wülste und die Schraubenspindel des Stangenschlosses. Die letztere hat eine kurze zapfenförmige Verlängerung z , welche eine vierkantige kurze Feder r trägt, deren Längsrichtung parallel der Bolzenaxe des Gelenkes ist. Das zu der Schraubenspindel passende Muttergewinde befindet sich in einer Hülse, Fig. 25, welche auswendig sechskantig gestaltet ist, während die Innenseite aus drei Partien besteht. Der unterste Teil a enthält das Muttergewinde, der darauf folgende Teil b bildet den Mantel eines Kegels, die oberste Partie c ist cylindrisch gestaltet und der innere Durchmesser derselben um ein Geringes größer als der Durchmesser des unteren Stangenendes. Die Hülse wird mit dem oberen Ende über das untere Stangenende gestreift und kann bis an das Gelenk hinaufgeschoben werden. Hierauf wird der unterste Teil der Stange gestaucht und analog der Kegelfläche b der Hülse gestaltet. In der Unterfläche des Stangenendes wird hierauf eine vierkantige Nut hergestellt, deren Längsrichtung parallel der Bolzenaxe des Gelenkes genommen wird und deren Weite die Dicke der Feder am oberen Ende der Schraubenspindel um ein Geringes übertrifft; Fig. 27. Die Hülse kann alsdann nur noch so weit über das untere Stangenende herabgezogen werden, daß der das Gewinde tragende Teil über die Stange hinausragt. Bei der Verbindung zweier Stangen greift die Feder der unteren in die entsprechende Nut der oberen Stange. Ist außerdem die Länge des Zapfens z über der Schraubenspindel richtig bemessen, so wird beim Anziehen der Schraube die Kegelfläche der Hülse fest gegen den unteren kegelförmigen Teil der oberen Stange gepreßt und dadurch in Verbindung mit dem Eingriff der Feder eine sichere Kup-

Fig. 45.

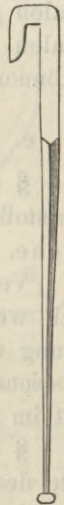


Fig. 46.

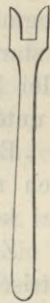
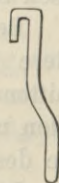


Fig. 47.



⁷⁰⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 11.

⁷¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 99. — 1862. Bd. 10. S. 254.

⁷²⁾ D. R. P. No. 2110. (1878).

pelung der beiden Stangen hergestellt. Wird später beim Betriebe ein Anziehen der Schrauben notwendig, so ist eine leicht zu bewirkende kleine Verkürzung des Zapfens z erforderlich.

Beim Aufholen des Gestänges werden die Schraubenverbindungen nicht gelöst, sondern die Stangen in ihren Gelenken über ein Gertist, Fig. 28, bis zur Horizontalen gebogen. Wird demnächst die Fortbewegung des Gestänges in einer horizontalen oder schwach geneigten Ebene durch Anbringung der Rollen erleichtert, so können beliebig lange Gestängezüge zu Tage gehoben werden.

e. Störungen beim Gestängebohren und deren Beseitigung.

§ 53. Arten der Störungen und deren Ursachen. Die Störungen, welche beim stoßenden Gestängebohren vorkommen, sind entweder Verklemmungen oder Brüche.

Verklemmungen entstehen durch ungleichmäßiges Umsetzen des Meißels, durch wechselnde Härte des Gesteines (Bohren von Füchsen), schlechte Geradföhrung und schiefe Stellung des Abfallstückes, sowie durch Nachfall; letzterer ist besonders bei Stillständen gefährlich und darf deshalb bei solchen der Meißel nicht im Bohrloche bleiben.

§ 54. Verklemmungen. Treten leichte Verklemmungen bei wechselnder Härte des Gesteines ein, so muß man die Hubhöhe vermindern und sehr vorsichtig weiter bohren. Ist der Meißel dennoch festgeklemmt, so sucht man sich zunächst dadurch zu helfen, daß man mit dem Großfäustel abwechselnd von oben und unten kräftige Schläge gegen das Gestänge föhrt und dasselbe dadurch in schwingende Bewegung bringt⁷³). Kann die Klemmung damit nicht beseitigt werden, so legt man starke Wuchtbäume an, welche man am Kraftarme mit Gewichten beschwert⁷⁴). Ist der Meißel höher im Bohrloche festgeklemmt, so löst man ihn durch Schläge von unten nach oben.

Ein besonderer Apparat zur Beseitigung starker Verklemmungen, welcher jedoch nur bei hinreichend starken Stangen anzuwenden ist, wurde von H. Paulucci konstruiert⁷⁵).

Zur Beseitigung von Füchsen hat Fauek mit Erfolg Dynamitpatronen mittels elektrischer Zündung auf der Bohrlochssohle explodiren lassen, ohne das Bohrloch weiter zu gefährden⁷⁶).

§ 55. Brüche und Fanggestänge. Um Brüche möglichst zu vermeiden, müssen sämtliche Teile häufig und sorgfältig revidirt werden.

Bei Anwendung sowohl hölzerner als auch eiserner Obergestänge sind besondere starke eiserne Fanggestänge erforderlich. Dieselben haben links geschnittene Schraubengewinde, weil bei Fangarbeiten häufig drehend gearbeitet werden muß und bei rechts geschnittenen Schrauben die im Bohrloche steckenden Teile des Hauptgestänges losgeschraubt werden würden⁷⁷).

Bei Anwendung von Freifallinstrumenten beschränken sich die Brüche bei einiger Aufmerksamkeit größtenteils auf Untergestänge und Meißel.

⁷³) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 212.

⁷⁴) Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 98.

⁷⁵) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 213.

⁷⁶) Zeitschr. des berg. und hüttenmänn. Vereins für Kärnten. 1874. S. 65.

⁷⁷) Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 217.

§ 56. Fanginstrumente⁷⁸⁾. Die Fanginstrumente dienen zum Fassen und Herausschaffen der bei Brüchen im Bohrloche stecken gebliebenen Teile.

Die Instrumente sind je nach Lage und Beschaffenheit der aufzuholenden Gegenstände sehr verschiedenen und müssen häufig vom Bohrmeister besonders konstruirt werden.

Die gebräuchlichsten sind folgende:

a. Zum Fangen unter einem Bunde.

1) Der Glückshaken; Fig. 48—51. Derselbe ist ein sehr einfacher und bei Brüchen oberhalb eines Bundes zunächst verwendbarer Fangapparat, welcher so lange drehend gehandhabt wird, bis der Haken die abgebrochene Stange in den Sitz geführt hat. Der erstere ist in derselben Richtung gekrümmt, nach welcher die Schrauben am Gestänge geschnitten sind⁷⁹⁾.

2) Der Geißfuß, auch Fanghaken oder Fingerhaken genannt; Fig. 52 und 53.

3) Die Kluppe, siehe Fig. 36, Taf. VIII, besteht am unteren Ende aus vier federnden Teilen mit Haken, welche unter einen Bund fassen sollen. Das Instrument ist nicht sehr zuverlässig, weil die zu hebenden Teile sich bei größerem Gewichte leicht aus den Haken herausziehen⁸⁰⁾. Man hat deshalb einen Ring über die Arme geschoben, welchen man für verschiedene Dimensionen der zu fangenden Stücke hoch und niedrig stellen kann⁸¹⁾.

4) Fangfeder, Federfalle; Fig. 35, Taf. VIII. Dieselbe besteht aus einem kurzen Cylinder, an dessen unterem Rande 2—4 Federn angenietet sind; die letzteren setzen sich nach dem Uberschieben über eine in der Schraube gebrochene Stange unter den Bund. Das Instrument ist nur für geringes Gestängegewicht verwendbar. Kräftiger konstruirt ist

5) die Klappenbüchse, Fig. 18, Taf. VIII, bei welcher die Federn durch zwei Klappen *a* ersetzt sind.

6) Der Krätzer, welcher einfach und doppelt sein kann, siehe Fig. 19 und 20, Taf. XI, dient sowohl zum Fangen unterhalb des Bundes als auch zum Aufholen eines Seiles, welches im Bohrloche zusammengerollt ist. Zum Fangen von Gestängen muß der Krätzer im Innern eine verstärkte Schneide haben⁸²⁾.

Fig. 48.

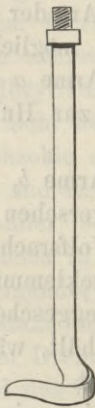


Fig. 49.

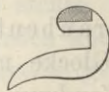


Fig. 50.

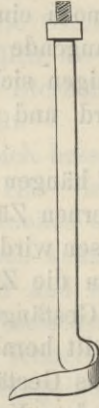


Fig. 51.



Fig. 52.

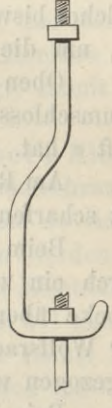
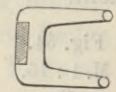


Fig. 53.



⁷⁸⁾ Preuß. Zeitschr. 1872. Bd. 20. Taf. XV.

⁷⁹⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 219—223. — Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 77, 1859. Bd. 7. S. 226.

⁸⁰⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 229.

⁸¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227.

⁸²⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 226. — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227.

β. Zum Fassen einer Stange ohne Bund.

1) Die Fallfangschere oder der Wolfsrachen, siehe Fig. 40, Taf. VIII, ist ein bei Gestängebrüchen unter dem Bunde viel gebrauchtes Instrument. Die gabelförmigen Arme *a* haben zwischen ihren unteren Enden eine Glocke *c*, an welcher bisweilen noch ein nach Art der Glückshaken gebogener Haken angebracht ist, um die zu fangende Stange möglichst in die Mitte der Glocke zu bringen.

Oben vereinigen sich die Arme *a* zu einer Stange, welche von einem Ringe *d* umschlossen wird und einen zur Hubbegrenzung für den letzteren dienenden Stift *e* hat.

Am Ringe *d* hängen zwei Arme *b*, deren untere Enden — der Wolfsrachen — mit scharfen stählernen Zähnen versehen sind.

Beim Einlassen wird der Wolfsrachen hoch geschoben und in dieser Stellung durch ein zwischen die Zähne geklemmtes Holzstäbchen *x* gehalten. Sobald die Glocke über dem Gestänge hinweggeschoben ist, wird das Stäbchen fortgestoßen, der Wolfsrachen fällt herab und hält, während das Obergestänge mit der Glocke angezogen wird, das Gestänge fest.

Bei einer andern Konstruktion wird der durch Federn auseinander gehaltene Wolfsrachen durch eine Schraubenspindel niedergeschraubt und zum Anfassen gebracht.

2) Die Schraubentute oder Trompete, Fig. 17, Taf. VIII, ist eine konische Glocke mit scharf geschnittenen Schraubengängen an ihrer inneren Wandung. Dieselben werden auf die abgebrochenen Stangenenden aufgeschraubt⁸³⁾.

γ. Fangapparate für andere Zwecke.

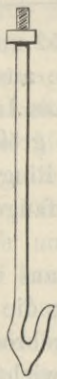
1) Der Löffelhaken (Fig. 54) ist einfach oder doppelt und dient zum Fangen des Bohrlöffels am Bügel.

2) Die Spinne oder Spinnenbüchse, Fig. 18, Taf. XI, dient zum Aufholen kleiner, auf der Bohrlochsohle liegender Eisenstücke. Die am unteren Ende angebrachten spinnenfußähnlichen Eisenstreifen legen sich auf der Bohrlochsohle zusammen, nachdem sie sich unter das zu fangende Eisenstück geschoben haben, und halten dasselbe fest⁸⁴⁾.

3) Der Zobel'sche Eisenfänger⁸⁵⁾ wird in zwei Konstruktionen angewendet. Mit der ersten Konstruktion (Fig. 33, 34, Taf. VIII), welche auch zum Abreißen von Bohrkernen benutzt wird (§ 93, 99), holt man größere Eisenstücke auf, kann aber nicht die ganze Bohrlochsohle damit absuchen. Der Apparat besteht aus einem rahmenartigen Gestelle *a a*₁, dessen beide Arme sich nach unten gabelförmig ausdehnen und welche mit Schrauben *b* und *e* zusammengehalten werden.

Zwischen den Armen liegt eine links geschnittene Schraubenspindel *d*, auf deren unterem glatten Ende ein eiserner durchlochter Keil *g* sitzt. Um den un-

Fig. 54.
M. 1 : 15.



⁸³⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 227. — Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 227. — Berg. und Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 299.

⁸⁴⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 231.

⁸⁵⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 27—29.

teren Bolzen e drehen sich die beiden Fangscheren ff_1 , welche sich nach oben verlängern und an ihren Enden von dem Keil g erfaßt werden. Am untersten Ende der Schraubenspindel d befindet sich ein Ansatz i , welcher beim Drehen der Spindel den Keil hochnimmt, wogegen ein oberer Ansatz h verhindert, daß sich der Keil beim Aufwärtsbewegen von den Zangenarmen abzieht.

Die Fangscheren haben an ihrem unteren Ende Greifhaken, um die zu fangenden Gegenstände zwischen sich zu nehmen. Sollen sie zum Abreißen von Bohrkernen dienen, so sind sie mit halbcylindrischen Blechen belegt, damit der Kern (während der Förderung zu Tage) nicht herausfällt.

Zum Absuchen der ganzen Bohrlochsohle eignet sich besser Zobel's Eisenfänger mit Parallelogramm; Fig. 41 und 42, Taf. VIII. Beim Niederschrauben des Gestänges gehen die Klauen auseinander, beim Anziehen schließen sie sich.

Soll eine dieser beiden Konstruktionen in Gebrauch kommen, so werden die untersten Enden auf die Lochweite auseinander gestellt und auf den Eisenfänger zunächst eine Bohrstange mit Leitung, sodann eine Wechselschere (§ 30, 31) gesetzt, worauf das übrige Gestänge folgt. Beim Drehen des letzteren nach rechts hebt sich die links geschnittene Spindel d und das Untergestänge schiebt sich aufwärts.

Mit der Spindel d hebt sich aber auch der Keil g , drückt die oberen Arme der Fangschere zusammen und bewirkt damit ein Schließen des Fängers, während die Stützen aa_1 auf der Bohrlochsohle stehen bleiben. Findet sich dabei, daß nicht so viele Umdrehungen gemacht werden können, als zum vollen Schließen der Fänger nötig sind, so weiß man, daß derselbe gefaßt hat, andernfalls holt man den Fänger etwas auf, dreht das ganze Gestänge um 90° , setzt den Fänger nochmals auf und wiederholt dieselbe Operation.

Ein dem Zobel'schen Eisenfänger ähnliches Instrument ist der Bohrkrätzer von Gaiski zu Corbeil. Bei ihm werden die Zangenschenkel durch eine Feder zusammengezogen⁸⁶⁾.

Schließlich ist noch

4) die Abdruckbüchse zu erwähnen, d. h. eine mit fettem Thon ausgefüllte, unten offene Büchse, welche man in das Bohrloch einhängt, um durch einen Abdruck Kenntnis von der Lage der zu fangenden Stücke zu erlangen.

f. Verkleidung der Bohrlochwände.

§ 57. Zweck der Verrohrung. Bei der Verrohrung der Bohrlöcher will man entweder durch einfache Auskleidung der Wände den Nachfall beseitigen oder einen wasserdichten Ausbau schaffen. Den ersten Zweck erreicht man durch Absperrungsröhren, den letzteren durch Isolirungsröhren.

Da bei jeder Verrohrung der Durchmesser des Bohrloches verringert wird, bei Blechröhren und Bohrlöchern ohne Knick um etwa 30 mm, und man deshalb mit kleinerem Meißel weiter bohren muß, so darf man das Bohrloch von vornherein mit nicht zu kleinem Durchmesser beginnen, weil man sonst bei wiederholter Verrohrung Gefahr läuft, daß das Bohrloch vor Erreichung der beabsichtigten Tiefe eingestellt oder von oben her erweitert werden muß.

§ 58. Beseitigung des Nachfalls. Das Einbringen von Absperrungsröhren kann ein verlorenes oder ein gültiges sein. Verloren nennt man dasselbe, wenn die Röhren nur wenig über die den Nachfall liefernde Stelle des Bohrloches

⁸⁶⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 355.

oder über den unteren Rand eines bereits eingebrachten Röhrenstranges hinwegragen, während eine gültige Verrohrung bis zu Tage ausgeht.

Im allgemeinen sind verlorene Verrohrungen zu vermeiden, weil sie von dem Meißel am oberen Rande leicht aufgeschlitzt und sodann eingebogen werden, wodurch die Bohrarbeit sehr aufgehalten werden kann.

Erlaubt es die Weite des Bohrloches nicht, alle Verrohrungen bis zu Tage gehen zu lassen, dann bleiben zur Verrohrung unterhalb eines bereits eingesenkten Röhrenstranges noch zwei Mittel:

1. Man zieht die erste Verrohrung heraus, erweitert das Bohrloch von oben an und verrohrt von neuem.

2. Man erweitert unterhalb der ersten Verrohrung und senkt die letztere, indem man gleichzeitig oben neue Röhren aufsetzt.

Das letztere Verfahren ist das im Erfolge zweifelhafteste und auch umständlichste; zumal bei festem Gebirge ist das Angreifen der Erweiterungsbohrer (§ 63) schwer zu erreichen, auch macht das Senken der Röhren oft große Schwierigkeiten⁸⁷⁾.

§ 59. Verkleiden der Bohrlochwände mit Letten oder Beton. Bisweilen gelingt es, den Nachfall dadurch zeitweilig zu beseitigen, daß man die durch den letzteren erweiterte Stelle des Bohrloches mit Letten, Zement etc. verkleidet.

Das Verletten wird mit Erfolg beim Braunkohlenbergbau in der Provinz Sachsen ausgeführt, wenn zwischen festen Gebirgsschichten nur vereinzelt lockere, zu Nachfall geneigte auftreten⁸⁸⁾. Man bringt, nachdem diese Schichten eben durchbohrt sind, gehörig durchgekneteten konsistenten Thon in das Bohrloch und drängt denselben mit Hilfe der Bohrkeule (§ 18) in derselben Weise in die Klüfte der lockeren Schicht hinein, wie es beim Austrocknen nasser, für Sprengarbeit bestimmter Bohrlöcher geschieht. Da der Thon indes vom Wasser leicht wieder aufgelöst wird, so hilft dieses Mittel nur für kurze Zeit.

Wirksamer ist das Verkleiden mit hydraulischem Mörtel, wie es u. a. in Rohr⁸⁹⁾ mit Erfolg angewendet wurde. Ist das Bohrloch unterhalb des Nachfalls schon tiefer gebohrt, so muß dicht unter demselben ein Verschuß angebracht werden. Dies geschah zu Rohr mittels eines hölzernen Spundes, in Elmen durch Ausfüllen des Bohrloches mit Sand.

Der Spund bestand zu Rohr aus zwei fichtenen Cylinderhälften, welche zwischen sich Raum für einen von oben einzusetzenden eichenen Keil ließen. Auf den oberen Flächen hatten die beiden Teile je eine Oese, in welche die unteren, mit Haken versehenen Enden einer am Hauptgestänge angeschraubten Gabel eingehakt waren. Nachdem man die Spundhälften bis etwa 1 m unter die Nachfallstelle gebracht hatte, führte man den Keil ein. Derselbe hing ebenfalls in einer Gabel, welche die Fortsetzung einer Bohrstange war. Ueber dieser war eine am Löffelseil angehängte Wechselschere angebracht. Nachdem man den Keil mit der letzteren fest eingeschlagen hatte, zog man zunächst die lose im Keile steckenden Gabelenden heraus, hakte das Hauptgestänge los, schaffte es zu Tage und brachte, nachdem man dem Keil Zeit zum Aufquellen gelassen hatte, zunächst eine Lage von Ziegelschrot auf den Spund, welcher zur besseren Abliderung an seiner Umfläche mit Riemen versehen und mit Bindfaden umwickelt war. Darauf wurde mit einem Löffel die Betonmasse eingebracht, welche aus $\frac{1}{4}$ hydraulischem Kalk, $\frac{1}{4}$ Traß und $\frac{2}{4}$ Portlandzement bestand. Man ließ sodann dem Beton zwei Monate Zeit zum Erhärten, bohrte das Loch aus und entfernte schließlich den Spund.

⁸⁷⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 41; 1861. Bd. 9. S. 154.

⁸⁸⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 229.

⁸⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 36.

§ 60. Absperrungsröhren. Zu den Absperrungsröhren verwendet man jetzt ausschließlich Eisenblech. In Nauheim hat sich in einem Solbohrloch verzinktes Eisenblech sehr gut bewährt⁹⁰⁾; bei süßem Wasser genügt Schwarzblech.

Je nach der Verbindung der einzelnen Röhren unterscheidet man Kegelhöhren, Muffenröhren und Doppelröhren, welche alle drei durch Vernieten hergestellt werden. In neuerer Zeit zieht man vielfach gezogene eiserne Röhren bis 300 mm Durchmesser mit Schraubenverbindung vor. Dieselben sind aber, ebenso wie Doppelröhren, kostspielig.

Die Dicke des Blechs beträgt für Kegel- und Muffenröhren bei

104—156 mm Durchmesser	2,18 mm
156—183 „ „	2,90 „
183—222 „ „	3,27 „
über 222 „ „	3,62—5,45 mm ⁹¹⁾ .

An den Längsnähten läßt man das Blech 40 mm übergreifen, setzt die Nieten zickzackförmig und versenkt die Köpfe, damit sie beim Einlassen nicht hängen bleiben. Vor dem Einlassen nietet man einzelne Röhren von 1—2 m Länge zu Strängen von solcher Länge zusammen, als es die Höhe des Bohrturmes und die Möglichkeit des Vernietens mit den bereits eingesenkten Röhren erlaubt.

Die Kegelhöhren werden an einem Ende durch Aushämmern erweitert und bis auf 8—10 mm zusammengesteckt, wobei die Längsnähte nicht aufeinander treffen dürfen.

Die Muffen werden zunächst an einem Rohrende festgenietet, sodann steckt man die Röhren stumpf zusammen und vernietet auch die andere Hälfte der Muffen.

Da die letzteren beim Einlassen leicht hängen bleiben, so verwendet man am zweckmäßigsten die Kegelhöhren.

Die (selten angewendeten) Doppelröhren werden derart ineinander gesteckt und unter sich vernietet, daß die Wechsel des einen Stranges auf die Mitte der Rohrlängen im andern Strange treffen.

§ 61. Vernieten der Röhren. Das Vernieten geschieht neuerdings nach dem Verfahren von Kind vorwiegend dadurch, daß man die am Ende aufgespaltenen Nieten von außen einsteckt und gegen einen im Innern der Röhren befindlichen Amboß treibt.

Der Nietamboß (Nietkolben) von Kind⁹²⁾, Fig. 24 und 25, Taf. VIII, besteht aus zwei etwa 157 mm hohen, halbcylindrischen eisernen Backen *a*. Die Stange *b*₁ des einen Backens ist mittels eines Gelenkes an derjenigen des andern *b* befestigt. Die letztere hat oben eine Schraubenspinde, mittels welcher der ganze Apparat durch einen Wirbel oder eine Bohrstange mit einem Seile verbunden wird. In gleicher Art an einer Bohrstange befestigt, ist zwischen den Backen ein Keil angebracht. Sobald nun der Nietnagel sich in dem Loche befindet, wird der Keil gesenkt, wodurch der bewegliche Backen an den Nietnagel angedrückt wird und

⁹⁰⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 197.

⁹¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 229. — Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 244. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 305.

⁹²⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 230; 1864. Bd. 9. S. 146. — Eine ähnliche Ausführung siehe: Szigmondy. Der artesische Brunnen im Stadtwaldchen zu Buda-Pest. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1878. Taf. XIX.

den Amboß bildet. Der Nietkolben von Zobel⁹³⁾, sowie ein von Ottiliae⁹⁴⁾ beschriebener beruhen auf demselben Prinzip.

Fig. 55.

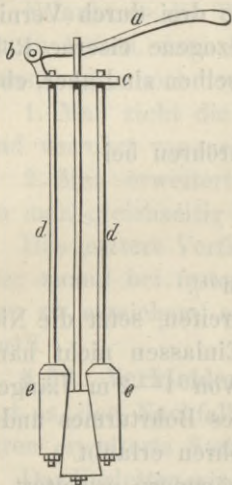
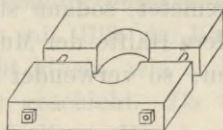


Fig. 56.



Beim Niederbringen eines Seilbohrloches in Baranowo (Provinz Posen) im Jahre 1847 benutzte der Bohrmeister Cramer zum Vernieten der 1,57 m langen Rohrstücke einen Nietamboß von der in nebenstehender Fig. 55 dargestellten Konstruktion. Zwei halbbeylindrische eiserne Backen *e* sind mit Stangen *d* an einer Scheibe *c* befestigt. Durch letztere geht außerdem eine dritte Stange, welche unten einen Keil trägt. Durch Anheben des um den Bolzen *b* drehbaren Schwengels *a* wird der Keil angehoben und drängt die Backen *e* auseinander.

§ 62. **Einhängen der Röhren.** Enthält das Bohrloch einen Knick, also eine Abweichung von der lotrechten Richtung, so muß man zunächst eine Lehre, am einfachsten den Bohrlöffel einhängen, um zu ermitteln, mit welchem größtmöglichen Durchmesser die Röhren eingebracht werden können.

Das Einlassen geschieht mit Seil und sogenannten Röhrenbündeln. Die letzteren bestehen aus zweiteiligen eisernen Ringen, siehe Fig. 43 und 44, Taf. VIII, deren Hälften um ein Scharnier *c* drehbar sind und durch eine Schraube *s* verbunden werden. An den Tatzen oder Haken *tt* greift das Seil an.

Außerdem hat man, siehe Fig. 56, Röhrenbündel aus zwei Holzstücken, welche die Röhren mit einer Aushöhlung umfassen und durch Schrauben angezogen werden⁹⁵⁾.

Sobald unter der Verrohrung fortgebohrt werden soll, muß dieselbe über dem Bohrtäucher „angebündelt“ (befestigt) werden.

Die beim Einhängen der Röhren vorkommenden Hindernisse sind, wenn man Abweichungen des Bohrloches von der Senkrechten durch genügend kleinen Durchmesser der Röhren Rechnung getragen hat, hauptsächlich Verklemmungen durch Nachfall und werden bei festem Gebirge durch langsames Auf- und Niederbewegen des Röhrenstranges, sowie durch Drehen und Rammen, bei schwimmendem Gebirge durch Löffeln beseitigt.

§ 63. **Erweiterungsbohrer.** Man unterscheidet zweierlei Arten von Erweiterungsbohrern, nämlich solche zum Erweitern eines Bohrloches vom Tage her ein oder unterhalb einer bereits eingebauten Verrohrung.

Die erste Art können gewöhnliche Meißel mit Ohrenschniden sein, deren Schneide in der Mitte unterbrochen ist, ferner Kreuzbohrer von der Konstruktion Fig. 21 und 22, Taf. IX, in welchen *m* die Schneiden, *o* eine Hohl-*schneide*, *e* den Meißelschaft darstellen.

⁹³⁾ Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 146.

⁹⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 230.

⁹⁵⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. Taf. XVI. Fig. 58.

Die Erweiterungsbüchse von Kind⁹⁶⁾, Fig. 23 und 24, Taf. IX, hat einen quadratischen Schaft und an dessen unterem Ende einen runden, an der Basis ausgehöhlten Körper *o* mit Ausschnitten *s* zum Entweichen des Bohrschmandes, dazwischen liegen die Schneiden *i*.

Endlich beschreibt Beer⁹⁷⁾ noch einen Erweiterungsbohrer, welcher aus einem gußeisernen Cylinder mit verstellbaren Längsschneiden besteht.

Die Instrumente zum Erweitern unterhalb eines vorhandenen Röhrenstranges müssen alle so eingerichtet sein, daß sie durch letzteren hindurchgehen und erst unter demselben zum Angreifen kommen.

Der Kind'sche Nachbohrer, Fig. 57, besteht aus zwei Schenkeln *cc'* mit verstellten Schneiden *nn'*. Der Keil *a* wird am Seile mittels der Gabel *b* emporgezogen und drängt die Schenkel auseinander.

Einen ähnlichen Apparat zum Aufwärtsbohren, etwa zur Entfernung der Brust unter der Verrohrung, hat gleichfalls Kind konstruirt⁹⁸⁾.

Noch ein anderer Erweiterungsbohrer ist zu Rohr und Scherfede angewendet⁹⁹⁾ und durch Fig. 19, Taf. IX, dargestellt.

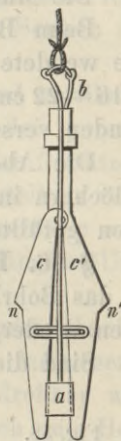
§ 64. Vereinigte Vor- und Nachbohrer sind von Kind konstruirt worden, um während des Nachbohrens das Bohrloch in geringerer Weite zu vertiefen. Fig. 3, Taf. IX, zeigt die ältere Konstruktion. Zwei bewegliche Schneiden *aa*₁ werden durch einen unter der Meißelschneide hindurchgehenden Draht in einer Vertiefung festgehalten. An den Schneiden befinden sich eiserne kurze Zugstangen *bb*₁ mit Oese; in diese wird für jede Schneide ein ganz trockenes Hanfseil gebunden. Sobald der Draht durch die Meißelschneide zerschnitten ist, ziehen die inzwischen naß gewordenen und verkürzten Hanfseile die Nachschneiden heraus¹⁰⁰⁾.

Nach der neueren Konstruktion, Fig. 4 und 5, Taf. IX, ist *a* die Bohrstange mit einer Spiralfeder *s*. Dieselbe ist zwischen zwei Ringen angebracht, von denen der untere eine Grenze für seine Bewegung nach unten durch Stifte findet. Am oberen Ringe sind Drahtseile *cc*₁ angebracht, deren untere Enden mit zwei Nachschneiden versehen sind. Die letzteren werden entweder durch eingeklemmte Holzstäbchen oder ebenfalls durch einen unter der Meißelschneide hinweggehenden Draht niedergehalten. Ist durch das Auffallen des Meißels das Holzklötzchen weggefallen, beziehungsweise der Draht durchschnitten, so dehnt sich die Feder aus und zieht mit Hilfe der Drahtseile die Nachschneiden heraus.

Die Versuche, mit Vor- und Nachbohrern schneller zum Ziele zu kommen als mit einfachen Meißelschneiden, sind fehlgeschlagen¹⁰¹⁾.

§ 65. Isolirungsröhren. Die Isolirungsröhren in Solbohrlöchern sind häufig

Fig. 57.



⁹⁶⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 131.

⁹⁷⁾ Beer a. a. O. S. 132.

⁹⁸⁾ Beer a. a. O. S. 135.

⁹⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 231; 1855. Bd. 2. S. 391; 1861. Bd. 9. S. 157; 1872. Bd. 20. S. 385. — Oesterr. Zeitschr. 1871. S. 17.

¹⁰⁰⁾ Preuß. Zeitschr. 1861. Bd. 9. S. 154; 1859. Bd. 7. S. 41.

¹⁰¹⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 84.

ausgebohrte ganze Stämme von Nadelholz oder sie sind aus zwei bearbeiteten Hälften zusammengesetzt, wie in Liebenhall bei Salzgitter. Die Verbindung der Längsnaht geschieht durch Döbbel¹⁰²⁾.

Ausgebohrte Stämme werden nach Degoussée durch außen eingelegte eiserne Ringe, siehe Fig. 20, Taf. IX, oder, wie in Schöningen, durch kupferne Muffen verbunden, welche mit acht Stück Holzschrauben in zwei Reihen an jeder Seite befestigt werden¹⁰³⁾.

Die Muffen sind außerdem mit in Talg getränkten Hanffäden gedichtet.

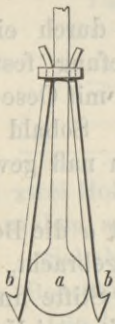
Beim Bohren nach Petroleum in Pennsylvanien und in Oelheim bei Peine wendete man zum Abdämmen der Wasserzugänge und bei Bohrlochweiten von 16—22 cm gewalzte Blechröhren an, welche an ihren Enden mit Schraubengewinden versehen sind.

Die Abdichtung am unteren Rande der Verrohrung erfolgte bei einzelnen Bohrlöchern in Oelheim dadurch, daß man einen Wulst von mit trockenen gelben Erbsen gefüllter Leinwand anbrachte, welche im Wasser aufquollen; vergl. § 76.

§ 66. Das Herausziehen einer Verrohrung kommt nicht allein vor, wenn man das Bohrloch erweitert, sondern auch, wenn nach beendeter Bohrarbeit die Röhren wiedergewonnen werden sollen.

Sind die Röhren nicht festgeklemmt, so kann man dazu einfach Seil und Röhrenbündel, andernfalls muß man Röhrenheber oder Röhrenzieher anwenden, welche den Röhrenstrang so tief als möglich fassen, um bei etwaigem Abreißen des oberen Teiles das Bohrloch nicht zu verschütten. Oft muß sogar ein Zerschneiden der Röhren vorausgehen.

Fig. 58.



Die Röhrenheber fassen entweder unter dem unteren Rand der Verrohrung oder sie werden innerhalb derselben eingeklemmt. Einen Röhrenheber der ersten Konstruktion¹⁰⁴⁾ zeigt Fig. 58. Die Kugel *a* wird, nachdem der Apparat unter der Verrohrung angelangt ist, emporgezogen und bringt dadurch die Haken *b* zum Untergreifen. Weil aber leicht ein Zerreißen der Röhren eintritt, so wendet man zweckmäßiger Röhrenheber der zweiten Konstruktion an.

Hierher gehört zunächst die Fangbirne von Glenk und ihre Abänderungen, d. h. ein birn- oder tonnenförmiger Holzkörper, auf welchen man Sand schüttet. Der letztere veranlaßt, daß die Birne sich beim Anziehen festklemmt, wobei aber der Uebelstand eintreten kann, daß man nicht wieder loszukommen vermag.

Bei dem Verfahren von Alberti¹⁰⁵⁾ wird ein abgestumpfter Holzkegel mit dem starken Ende nach unten am Gestänge und zu gleicher Zeit ein aus dünnen Holzdauben zusammengesetztes cylindrisches Gefäß am Seile eingehängt. Am unteren Ende des Gefäßes sind Holzkeile angebracht, welche sich auf den Umfang des Kegels genau auflegen. Ist man an die zu fassende Stelle gekommen, so wird der Kegel gehoben, die Dauben werden dadurch an die Rohrwandung gepreßt und bei weiterem Anziehen folgt der Röhrenstrang nach. Will man den Apparat lösen, so treibt man den Kegel nach unten und zieht am Seile die Dauben nach oben.

¹⁰²⁾ Karsten's Archiv. R. II. Bd. 26. S. 54. — Beer, Erdbohrkunde, Prag 1858. S. 257.

¹⁰³⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 202. — Beer a. a. O. S. 258.

¹⁰⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 232.

¹⁰⁵⁾ Serlo. Bergbaukunde. 1884. I. S. 143.

In ähnlicher Weise verwendet man den Nietkolben von Kind; S. 101 und Fig. 24 und 25, Taf. VIII.

Bei dem Röhrenheber von Kind¹⁰⁶⁾ sitzt an einer mit dem Gestänge verbundenen quadratischen Eisenstange ein birnförmiger Körper. An einem auf der Stange verschiebbaren Ringe befinden sich vier Federarme, welche unten an ihren Außenflächen verzahnt sind und gleichfalls von einem Ringe zusammengehalten werden. Beim Emporziehen der Birne werden die Arme gegen die Röhren gepreßt und nehmen dieselben mit in die Höhe, vorausgesetzt, daß sie nicht zu sehr festgeklemmt sind. Ist dies der Fall, so kann man das Instrument durch Senken der Birne leicht lösen.

§ 67. Das Zerschneiden der Röhren kann in horizontaler und vertikaler Richtung vorgenommen werden. Das erstere kommt besonders bei den unteren Röhren vor, welche nach den Erfahrungen in Schöningen vorzugsweise festsitzen.

Man kann sich dazu der auf Taf. IX in Fig. 15 und 16 dargestellten Säge von Degoussée bedienen, bei welcher zwei um Bolzen drehbare Sägezähne *a* in Vertiefungen eines eisernen Kolbens liegen, an Ort und Stelle durch schnelles Umdrehen des Bohrgestänges aber heraustreten und eingreifen.

Da sich dieser Apparat in Schöningen nicht bewährte, so konstruirte Greiffenhagen eine neue Röhrensäge¹⁰⁷⁾, Fig. 17 und 18, Taf. IX, welche im wesentlichen darauf beruht, daß zwei Sägeblätter *aa*, welche um Bolzen drehbar und zwischen zwei runden eisernen Scheiben *b* eingeschlossen sind, dadurch zum Heraustreten und Angreifen gebracht werden, daß eine am Gestänge befestigte, zwischen den Sägeblättern liegende ovale Scheibe *c* in entsprechender Richtung gedreht wird.

Unter der Sägevorrichtung werden Stangen angeschraubt, auf denen sie während der Manipulation steht. Hat man indes zu befürchten, daß nach dem Durchschneiden der Röhren Sand hervorquillt, welcher die untergeschraubten Gestänge festmachen könnte, so empfiehlt Greiffenhagen, die Röhrensäge schwebend zu gebrauchen.

Aehnlich sind die in Pennsylvanien benutzten Sägen¹⁰⁸⁾, durch welche Röhren von 7 mm Wandstärke in wenigen Minuten zersägt werden. Bei ihnen werden drei mit scharfen Stahlmessern versehene Keile durch Aufziehen eines Kegels aus einem Cylinder herausgedrückt.

Eine einfache Säge zum vertikalen Zerschneiden¹⁰⁹⁾ der Röhren zeigt Fig. 14, Taf. IX.

Der Apparat von Purtschit¹¹⁰⁾ ist so eingerichtet, daß am unteren Ende zweier federnder Arme Löcher angebracht sind, in welche Blätter eingesteckt werden, deren schneidende Spitzen, je nachdem ein Längsschnitt oder ein Kreisschnitt ausgeführt werden soll, verschieden gestellt sind.

¹⁰⁶⁾ Kind. Anleitung etc. S. 18. — Serlo. Bergbaukunde. 1884. I. S. 143.

¹⁰⁷⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1866. S. 305, 309.

¹⁰⁸⁾ Kärnthner Zeitschr. 1874. S. 66. — Oesterr. Zeitschr. 1874. S. 173. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 113. — Dingler's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 393. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 146.

¹⁰⁹⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 309.

¹¹⁰⁾ Ann. des mines. Sér. 7. T. IV. S. 359. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 144.

Litteratur.

- v. Seckendorf. Die bei der Herzogl. Saline zu Schöningen im Herzogtum Braunschweig in den Jahren 1845—53 ausgeführten Tiefbohrungen nach Steinsalz. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1854. B. 1.
- A. Rost. Die deutsche Bergbohrschule. Thorn 1843.
- Degoussée und Laurent. Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Quedlinburg 1856.
- Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858.
- J. L. Kleinschmidt in St. Louis. Die Gewinnung des Petroleums in Nordamerika. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. 1866. S. 299.
- Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. Exposition universelle en 1878. Mit Atlas. Ueber den Kind'schen Freifallapparat: Dingler's polyt. Journal. 1845. Bd. 97. S. 340. — 1845. Bd. 98. S. 166. — 1846. Bd. 100. S. 365.
- K. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.
- Bergwerksfreund. Eisleben 1846. Bd. 10. S. 813.
- Ueber den Fabian'schen Freifallapparat: Fabian in Karsten's Archiv. Neue Reihe. 1848. Bd. 22. S. 206—214. — Berggeist. Köln 1866. No. 6.
- Kästner. Die Tiefbohrung in Sperenberg. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1872. Bd. 20. S. 286.
- L. Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. 2. Aufl. Leipzig 1881.
- Lippmann. Petit traité de sondage. Paris.

D. Stofsendes Bohren mit Seil.

a. Aeltere Methode des Seilbohrens.

§ 68. **Chinesische Bohrmethode und Allgemeines über Seilbohren.** Das Seilbohren soll¹¹¹⁾ von den Chinesen in ausgedehntem Maße und bis zu Tiefen von 565 m schon in ältesten Zeiten angewendet worden sein. Das Verfahren beruht darauf, daß sich ein belastetes Seil auf-, ein entlastetes Seil zudreht. Nach dem Aufschlagen des Meißels wird sich also das Seil zudrehen, was durch Anwendung eines Wirbels am oberen Ende des Seiles erleichtert wird. Beim Anheben des Seiles dreht sich dasselbe auf, der Meißel folgt dieser Bewegung und die Schneide fällt in veränderter Richtung auf die Bohrlochsohle.

Als Seil wendeten die Chinesen fingerdicke Bambusriemen an. Hanfseile dehnen sich zu stark, sodaß man die Hubhöhe nicht in der Gewalt hat. Aloëseile wurden von Carbéron, Drahtseile mit Hanfeinlage von Jobard empfohlen.

Als Schlagvorrichtung diente den Chinesen ein federnder Baumstamm von etwa 15—18 m Länge, welcher an einem Ende eingespannt war, nahe am Bohrloche eine Unterstützung hatte und mit Druckbäumen am andern Ende in schwingende Bewegung gebracht wurde. Man machte dabei pro Minute 50 und mehr Hübe von etwa 10 cm Höhe.

Die größte Schwierigkeit bei diesem ältesten Bohrverfahren und bei dem Seilbohren überhaupt ist diejenige, das Bohrloch rund zu erhalten, weil das Umsetzen des Meißels sehr unvollkommen ist. Bei den Seilbohrungen in Europa hat

¹¹¹⁾ Jobard in Dingler's polyt. Journ. 1847. Bd. 105. S. 14. — C. W. Fromman. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Koblenz 1835.

man deshalb früher Kronenbohrer und runde hohle Büchsen an Stelle der Meißelbohrer angewendet.

Fernere Nachteile des Seilbohrens im allgemeinen sind diejenigen, daß der Hub unsicher ist, weil sich jedes Seil bei einigermaßen bedeutender Tiefe längt, ferner die Notwendigkeit, zur Beseitigung von Brüchen am Meißel Gestänge in Bereitschaft haben zu müssen, und — besonders bei festem Gesteine — der geringere Effekt im Vergleich mit den vollkommeneren Methoden des Gestängebohrens, sowie derjenigen mit Wasserspülung und mit Diamanten.

Die Vorteile¹¹²⁾ des Seilbohrens gegenüber dem Gestängebohren sind im allgemeinen folgende:

1. große Zeitersparnis beim Aufholen und Einlassen des Meißels,
2. das geringe Gewicht des die Stelle des Obergestänges vertretenden Seiles,
3. geringerer Nachfall als beim Bohren mit steifem Gestänge oder mit einem Hütchen.

Besonders der zuerst genannte Vorteil ist die Veranlassung zu vielen Verbesserungen gewesen, welche meistens das Ziel verfolgen, das Umsetzen des Meißels regelmäßiger zu machen. In der älteren Weise hat das Seilbohren nur noch geschichtliches Interesse.

b. Neuere Methoden des Seilbohrens.

§ 69. Seilbohrapparat von Gaiski¹¹³⁾. Bei diesem durch Fig. 10, Taf. IX, dargestellten Apparate hängt an einem auf dem Bohrloche liegenden Kranze *k* an zwei Ketten oder Seilen ein Rahmen mit Querstücken *f*, *g*, *h*, von denen *f* und *g* zum Geradführen des Abfallstückes dienen. Durch den Konus *c* werden beim Anheben des Seiles die oberen Arme *o* des Zangenapparates *z* auseinandergedrängt und der letztere selbst geöffnet, sodaß er das Köpfchen *d* des Untergestänges fallen läßt.

Das Umsetzen erfolgt durch Drehen des Kranzes *k*. Das Seil ist, wie bei allen Methoden des Seilbohrens, über Tage auf einem Haspel aufgewickelt und durch eine Seilklemme unter einem Bohrschwengel befestigt.

§ 70. Freifallbohrer von H. Sonntag. Eine ältere Konstruktion des Sonntag'schen Freifallbohrers¹¹⁴⁾ ist der Gaiski'schen insofern ähnlich, als dieselbe gleichfalls einen Zangenapparat hat, welcher durch ein Keilstück geöffnet und geschlossen wird, nur ist das Keilstück nicht fest, sondern erhält seine auf und nieder gehende Bewegung durch ein Kind'sches Hütchen (S. 82).

Die neuere Konstruktion¹¹⁵⁾ ist mit einem Fabian'schen Abfallstücke versehen. Dicht über demselben (am Obergestänge), sowie am Untergestänge befindet sich je ein Schraubengang, von denen der obere dieselbe, der untere die entgegengesetzte Drehung hat wie das Seil.

Beim Anhuben drehen sich beide mit Hilfe des Wasserdruckes in einer ihrer Drehung entsprechenden Richtung, sodaß durch den oberen Schraubengang die

¹¹²⁾ Polyt. Centralbl. 1853. S. 1558. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1861. S. 13, 309; 1862. S. 59, 251.

¹¹³⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1868. S. 365.

¹¹⁴⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1869. S. 5.

¹¹⁵⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1869. S. 169—171.

Keilsitze unter die Keile des Abfallstückes geschoben, die letzteren dagegen durch den Schraubengang am Abfallstücke auf die Keilsitze gedrängt werden.

Beim Niedergange findet die umgekehrte Bewegung statt, wodurch das Abgleiten der Keile von den Sitzen bewirkt wird. Dabei fällt aber das Untergestänge nicht senkrecht, sondern es erfährt durch die untere Schnecke eine der Weite des Schlitzes im Abfallstücke entsprechende Drehung, sodaß damit das Umsetzen des Meißels bewirkt wird.

§ 71. Freifallapparat von Hochstrate¹¹⁶⁾. Derselbe, Fig. 11, 12 und 13, Taf. IX, unterscheidet sich von dem Sonntag'schen hauptsächlich dadurch, daß das Abwerfen des Untergestänges, für welches bei einem Gewichte von 250 kg die Drehung der Schnecken allein nicht mehr ausreicht, durch zwei Hebel *m* befördert wird.

Der eigentliche Freifallapparat ist auch hier ein Fabian'scher und besteht aus einer im Innern ausgebohrten stählernen Büchse *E* und einer rund abgedrehten, in dieser Büchse verschiebbaren Stange *D* aus Schmiedeisen. In der Büchse befinden sich zwei diametral gegenüberliegende Schlitzte und an dem oberen Ende der Stange *D* ein Stahlkeil *i*, welcher durch beide Schlitzte der Büchse reicht und eine verschiebbare Verbindung dieser beiden Stücke bewirkt.

Die Stange *D* hat unterhalb der Büchse eine Schnecke, deren Windung der oberen Schnecke *F* entgegengesetzt ist, und steht weiter mit der großen Bohrstange und dem Meißel in solider, leicht zu lösender Verbindung. Die Büchse *E*, sowie die Schnecke *F* sind durch die runde Stange *G* mit dem Wirbel *H* verbunden; an letzterem ist das als Bohrseil dienende Bandseil befestigt.

Nahe über der Büchse sind zwei Klappen *k*, aus Sohlleder und Eisenblech bestehend, angebracht. Dieselben drehen sich in schmiedeisernen Gelenken und sind durch zwei Riemen *l* aus Sohlleder mit den Hebeln *mm* verbunden. Diese Hebel sind zwischen der Büchse *E* und dem daran geschraubten Stahlstück *o*, wie es Fig. 12 und 13 zeigen, verbunden. Die Drehaxe *n* ruht einerseits in der Büchse und ist andererseits in das Stahlstück *o* eingeschraubt. An ihren Drehpunkten sind die Hebel um so viel exzentrisch, daß dieselben, an einem Ende in die in Fig. 11 dargestellte punktirte Stellung gehoben, am andern Ende so weit in den Schlitz hineinreichen, wie die Breite *bc* des rechtwinkeligen Vorsprunges beträgt.

Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Oberfläche der Klappen und die Hebel befinden sich in der in Fig. 11 gezeichneten Stellung. Beim Niedergange hingegen werden die Klappen in die punktirte Stellung gehoben und die Hebel derart gedreht, daß ihre Enden die Keile abdrücken.

§ 72. Maschinelles Seilbohren mit Kolb'schem Bremswirbel¹¹⁷⁾; Fig. 34, Taf. IX. Auf der Saline Luisenhall bei Göttingen wurde von Köbrich mit Dampfkraft ein 361 m tiefes, 314 mm weites Bohrloch niedergebracht. Durch eine Lokomobile *A* wird eine Scheibe *a* und mittels Riemenübertragung von der letzteren aus eine zweite Scheibe *b* in Bewegung gesetzt. Durch Einrücken der letzteren kann man die Bewegung entweder auf die Trommel *g* des Bohrseiles oder auf diejenige *h* des Löffelseiles übertragen.

¹¹⁶⁾ Wagner in Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 133.

¹¹⁷⁾ K. Köbrich in Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1870. S. 33.

Als Schlagvorrichtung dient eine senkrecht über dem Bohrloche auf einem Gerüste verlagerte Kurbelscheibe *c*, welche in einem Arme die verschiebbare Kurbel *k* und zur Ausgleichung des Seilgewichtes eine Beschwerung *R* enthält. Auf der Axe der Kurbelscheibe sitzt ein Stirnrad, in welches ein zweites mit der oberen Riemenscheibe *f* verbundenes eingreift. Von dem Kurbelzapfen *k* aus geht eine Pleuelstange nach unten, welche sich mit einem Schlitten in der Geradföhrung *v* bewegt und unter dem letzteren eine Stellschraube *t* hat. Unterhalb derselben wird das Bohrseil von einer Holzklammer *z* gefaßt und somit durch die rotirende Kurbelscheibe *c* auf und nieder bewegt. Das Bohrseil wird oberhalb der Klammer *z* schlaff gezogen und geht über die im Bohrgestüt hängende Scheibe nach der Seiltrommel *g*.

Am unteren Ende hat das Bohrseil einen durch Fig. 26, Taf. IX, dargestellten Kolb'schen Wirbel¹¹⁸⁾. Durch den unteren Bügel desselben geht das Halsstück *f*, in welchem die große Bohrstange *B* mittels des Splintes *g* befestigt ist. Ferner ist *k* ein Kautschukring, *x* eine Stahlplatte. Das Halsstück wird durch eine Schraubenmutter *m* angezogen und diese durch den Stift *i* festgestellt. Je stärker die Stahlplatte *x* ist, um so mehr wird der Kautschukring *k* zusammengedrückt und damit der Grad des Bremsens bei der Drehung des belasteten Seiles bestimmt.

Um die Stöße beim Bohren weniger nachtheilig für die Mutter *m* zu machen, ruht auch diese auf einer Kautschukplatte *r*, welche von einer Stahlkappe überdeckt ist.

Nach dem Auffallen des Bohrers dreht sich das entlastete Seil zu, soweit es der bremsende Wirbel gestattet, und bewirkt so beim Anheben das Umsetzen des Meißels.

Bei der obengenannten Tiefe machte man pro Minute durchschnittlich 30 Hübe von 62 cm Höhe und zwar nach Abzug von 78 mm Hängeseil.

Das Ausziehen des Bohrzeuges geschah mit 64 cm Geschwindigkeit pro Sekunde. Die Zeit für Nebenarbeiten, für Nachbohren zur Erhaltung der runden Form des Bohrloches und für Beseitigung von Störungen verhielt sich zur eigentlichen Bohrzeit wie 1:2,35.

Die Leistung pro Stunde betrug ohne Nebenarbeiten 10 cm, einschließlich derselben 7 cm, war also nicht größer als beim Gestängebohren.

Außer in Luisenhall hat der beschriebene Apparat, soweit es bekannt ist, keine Anwendung gefunden. Köbrich selbst bedient sich bei seinen zahlreichen neueren Bohrungen der Methoden mit Wasserspülung, insbesondere des Diamantbohrens; vergl. § 99.

§ 73. Der Apparat von Kleritj¹¹⁹⁾ ist u. a. von K. Köbrich bei Straßfurt angewendet. Die Konstruktion ist eine ziemlich komplizirte. Das Wesentlichste dabei ist ein Zangenapparat und ein denselben bewegendes Hütchen, welches aus einem festen Ringe und aus zwei Klappen besteht. Die letzteren hängen, wie bei dem Apparat von Hochstrate, beim Aufgange des Seiles nach unten und heben sich als ganze Scheibe beim Niedergange.

Das Umsetzen des Meißels wird mit Hilfe von Schraubenschlitzen bewirkt und ist von der Torsion des Seiles unabhängig.

¹¹⁸⁾ Allgem. berg. u. hüttenm. Zeitg. von Dr. K. Hartmann, 1861. S. 13, 171; 1862. S. 59, 251. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1861. S. 309; 1871. S. 121. — Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen, 1871. S. 94. — Glückauf. 1871. No. 8. — Dingler's polyt. Journ. 1870. Bd. 198. S. 374.

¹¹⁹⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1871. S. 344; 1872. S. 104. — Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1871. Bd. 15. S. 751. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 164.

§ 74. **Freifallapparat von v. Sparre**¹²⁰⁾. v. Sparre benutzt das Fabian'sche Freifallstück und macht das Umsetzen gleichfalls unabhängig von der Torsion des Seiles.

Der Apparat ist durch Fig. 6 und 7, Taf. IX, im Durchschnitte und in der äußeren Form dargestellt. Ein Cylinder *a* hat unten den Schlitz des Fabian'schen Freifallstückes mit dem Keilsitz *y* und ist oben durch eine Gabel *e* mit dem Seilwirbel *f* verbunden.

Im unteren Teile von *a*, siehe Fig. 6, bewegt sich die hohle Abfallröhre *c*, welche das Untergestänge *d* trägt und oben mit dem Keile *i* versehen ist. Der letztere bewegt sich in bekannter Weise im Schlitze des äußeren Cylinders und befindet sich in den Zeichnungen auf dem Sitze *y*. Außerdem ist im oberen Teile der Abfallröhre *c* eine eckige Vertiefung *s* angebracht, in welche ein ebenso geformter Zahn *z* eines dritten Teiles, der Gewichtsröhre *b* paßt.

An der letzteren ist ein Führungskeil *k* befestigt, welcher sich in einem nach unten in eine Erweiterung *xx*₁ endigenden Schlitze des äußeren Cylinders bewegt.

Auf der Gewichtsröhre sitzt eine Stange *n* mit Einkerbungen, in welche eine an der Innenwand von *a* gelagerte Sperrklinke eingreifen kann. Auf derselben Stange ist ein Bund *p* verschiebbar angebracht und zwar vermittels zweier Zugstangen *l*, welche oben mit einem Hütchen *o* in Verbindung stehen.

In der gezeichneten Stellung geht das Bohrseil, die Röhre *a* und das Untergestänge nach oben. Ein Abgleiten des Keiles *i* von seinem Sitze ist nicht zu besorgen, weil durch die Sperrklinke *m* auch die Gewichtsröhre *b* gehoben und der Führungskeil *k* im oberen geraden Teile des Schlitzes gehalten wird.

Beginnt das Seil aber den Niedergang, so hebt das Wasser zunächst das Hütchen und mit den Zugstangen *l* auch den oben abgeschrägten Bund *p*. Dadurch erfolgt das Auslösen der Sperrklinke und infolge dessen das Niederfallen des Gewichtscylinders *b* mit dem Führungsstifte *k*. Sobald derselbe in den unteren abgeschrägten und erweiterten Teil des Schlitzes gelangt, zwingt er die Gewichtsröhre und vermittels des eckigen Zahnes *z* auch die Abfallröhre *c* zu einer Drehung und bewirkt so das Abgleiten des Keiles *i*, sowie das Abfallen des Meißels. Der Cylinder *a* folgt nunmehr langsam nach, mit ihm aber auch das mit dem Bolzen *k* im unteren Teile *x* des Schlitzes aufruhende Gewichtrohr *b*, dessen Zahn *z* nunmehr wieder in die Vertiefung *s* eingreift, bis der Führungsbolzen *k* sich unter die Abschrägung *x*₁ legt. Erst jetzt ist das Seil entlastet, weil nunmehr das ganze Bohrergewicht auf dem feststehenden Untergestänge ruht, und kann sich in dem Wirbel *f* zudrehen. In diesem Momente befindet sich der Fangkeil *i* bereits im oberen erweiterten Teile des Schlitzes *y* und wird ihm durch die Drehung der Sitz untergeschoben. Ferner ist inzwischen die Stange *n* so tief herabgekommen, daß die Sperrklinke *m* wieder eingreifen kann. Beim Anheben setzt sich der Fangkeil auf seinen Sitz und der Führungsbolzen gelangt in seine frühere Stellung.

Beim Freiwerden des Abfallstückes ist der Wirbel noch so stark belastet, daß eine Drehung im Sinne des Abwerfens nicht eintreten kann, zur größeren Sicherheit ist aber noch das Flügelpaar *h* angebracht, welches in derselben Weise bremsend wirkt wie der Kolb'sche Wirbel; siehe S. 108.

¹²⁰⁾ Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1873, S. 123. — Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 191. — Dinger's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 285.

Anstatt des Hütchens *o* und des Bundes *p* bringt v. Sparre auch einen sogenannten Frosch an. Derselbe besteht, wie Fig. 8, Taf. IX, zeigt, aus einem mit Eisenreifen beschlagenen Holzcylander *a*, welcher einen Schlitz zur Aufnahme des Sperrhebels *b* hat. Der Holzcylander ist um ein Geringes schwerer als das Wasser und bewegt sich derart auf der Stange *n*, daß er im Augenblicke des Niederganges durch den Auftrieb des Wassers nach oben geht und den Sperrhebel ausklinkt, beim Aufgange dagegen niedergedrückt wird und den letzteren wiederum zum Eingreifen bringt.

In einem Bohrloche bei Sterkrade hat sich der v. Sparre'sche Apparat bewährt, ist aber seitdem nicht wieder angewendet.

§ 75. **Freifallapparat von Fauck**¹²¹⁾. Derselbe ist dem v. Sparre'schen ähnlich, nur wird bei ihm nicht das Fabian'sche, sondern das Klečka'sche Abfallstück (S. 86) angewendet.

§ 76. **Amerikanisches Seilbohren**¹²²⁾; Fig. 27, 27 a, 27 b und 28, Taf. IX. Das in den Oeldistrikten Pennsylvaniens in bedeutender Ausdehnung angewendete Seilbohrverfahren hat durch die mit ihm erzielten Erfolge allgemeine Aufmerksamkeit erregt.

Die Disposition der Anlage ist aus Fig. 27 und 28 ersichtlich. Der 19 bis 22 m hohe Bohrturm (*derrick*) hat an der Basis 5—6 m im Quadrat, steht auf einem eichenen Fundamentrahmen und ist einfach aus fichtenen Bohlen zusammengesetzt.

Die Bohrwinde *A* besteht aus einem 33 cm dicken, etwa 380 cm langen Rundbaume aus Eichenholz und zwei an dessen Enden angebrachten, aus eichenen und fichtenen Bohlen bestehenden Holzrädern von etwa 2,22 m Durchmesser. Dem aus Manilahanf hergestellten Bohrseile wird eine Stärke von 46 mm gegeben. Das eine der Holzräder ist mit einer Handbremse, das andere mit einer Seilnut versehen; dieselbe dient zur Aufnahme eines die Transmission mit der Hauptwelle *w* vermittelnden, etwa 20 mm starken runden Hanfseiles, welches wie die Laufschnur einer Drechselbank einfach zusammengehakt wird, außerdem sehr leicht abgenommen und aufgelegt werden kann. Die nötige Spannung gibt man dem Seile durch Zusammendrehen vor dem Einhaken.

Der etwa 7,6 m lange Bohrschwengel *B* (*walking beam*) besteht aus Fichtenholz und ruht auf einem senkrechten Ständer (*sampson-post*). Auf dem hinteren Ende des Bohrschwengels hängt mit einem in Fig. 27 a in größerem Maßstabe gezeichneten Bügel die Pleuelstange *p*, deren unteres geschlitztes Ende den Krummzapfen umschließt.

Die Hauptwelle *w*, an deren einem Ende der Krummzapfen sitzt, hat am andern die zur Bewegung der Bohrwinde dienende Seilscheibe (*rope pulley wheel*) *b* und in der Mitte zwischen den Zapfenlagern die hölzerne Riemenscheibe (*band-wheel*) *c*, welche ihre Bewegung durch die Riemenscheibe *c*₁ der Dampfmaschine erhält.

Der Löffelseilhaspel (*sand pump reel*) *l* besteht aus einem 2,5 m langen, 20 cm dicken Rundbaume mit einer konoidischen gußeisernen Friktionscheibe,

¹²¹⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1873. S. 155. — Berg. u. Hüttenm. Jahrb. der K. K. Bergakademien. 1874. S. 222. — Dinger's polyt. Journ. 1874. Bd. 212. S. 291. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 171.

¹²²⁾ Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25. S. 29.

welche vom Bohrturme her mittels Zugstange und Hebel an die Riemenscheibe der Hauptwelle und in entgegengesetzter Richtung gegen einen festen Bremsklotz angedrückt werden kann.

Am Kopfe des Bohrschwengels hängt in einem Lasthaken die Stellschraube mit Wirbelring (*temper-screw*) und unter derselben die Klemme zum Festhalten des Seiles beim Bohren; siehe beistehende Fig. 59 und 60.

Fig. 59.

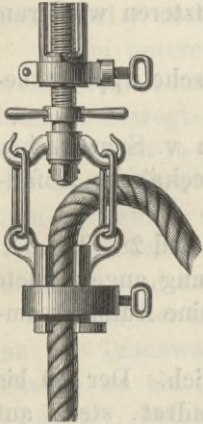


Fig. 60.

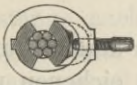
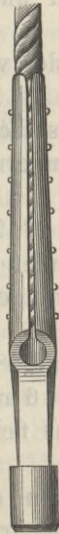


Fig. 61.



Das untere Ende des Seiles ist in dem mit einer gabelförmigen Hülse versehenen Seilfußstücke (*rope-socket*) befestigt; siehe Fig. 61. Daran schließen sich nach unten die Rutschschere (*jars*) und an diese der Bohrklotz mit dem Bohrer.

Der Bohrklotz besteht aus einer Bohrstange (*anger-stem*), zu welcher behufs Gewichtszunahme die Senkerstange (*sinkers bar*) und außerdem Ergänzungsstücke (*substitutes*) hinzukommen. Das Gesamtgewicht beträgt bei etwa 14 m Länge 693 kg, dazu Rutschschere und Meißel 107 kg, also im ganzen 800 kg. Dasselbe soll sogar auf 1000 kg steigen, während die Meißelschneide beim Beginn des Bohrloches nur 6 Zoll engl. breit ist und auf 4 Zoll ver-

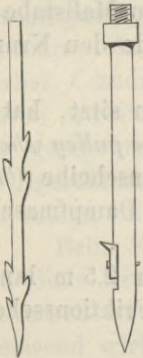
jüngt wird.

Bei dem unvollkommenen Umsetzen bilden sich wie bei jedem Seilbohren Fische, welche nach jeder Bohrhitze mit Büchsen (*reamers*), siehe Fig. 14—17, Taf. XI, beseitigt werden müssen. Dieselben sind Meißel mit einer Ohrenschneide oder Flachbüchsen (Fig. 14), Halbroundbüchsen (Fig. 15), zwei gegenüberstehende Ohrenschneiden oder Roundbüchse (Fig. 16), endlich hohle kreisförmige Büchsen (Fig. 17).

Die Fangwerkzeuge (*fishing tools*) sind folgende:

Fig. 62.

Fig. 63.



Die Glocke (*horn socket*), vergl. S. 98, Fig. 17, Taf. VIII; die Fangschere (*grabs*), ähnlich der Kluppe Fig. 36, Taf. VIII; die Fallfangschere (*slip-socket*), vergl. S. 98, Fig. 40, Taf. VIII, und der Geißfuß, eine Art Brechstange mit gespaltener Klaue (*hook*); sie alle dienen zum Fangen von Bruchstücken des Untergestänges und der Bohrgezähe.

Der Seilfänger (*rope-grabs*), siehe Fig. 62, dient zum Heraufholen von Seilstücken, der Sperrhaken (*slip-spear*), Fig. 63, zum Ausziehen von Röhren.

Die Konstruktion des Schlammloeffels (*sand pump*), Fig. 25, Taf. IX, ist bereits früher, S. 69, erwähnt.

Das Abdichten am unteren Ende der Verrohrung in den oberen wasserführenden Schichten (vergl. S. 104) geschah früher ausschließlich durch einen am unteren Ende der Verrohrung angebrachten Bleiring, welcher sich in das Gestein preßt.

In neuerer Zeit ist dafür in Pennsylvania die in Bezug auf Sicher-

heit und Zeitersparung bessere Griffin'sche Methode der Wasserabdichtung angewendet.

Dieselbe geschieht durch ein schmiedeisernes, kurzes, cylindrisches Rohrstück, welches unten mit einem schmalen, umgebördelten Rande versehen ist, um einen aufgeschobenen, mit einer links geschnittenen Mutterschraube und am äußeren Umfange mit Einschnitten versehenen Fußring tragen zu können. Dem Gewinde des Ringes entspricht eine in der Mitte des Rohrstutzens angebrachte links gewundene, nach oben in einen Absatz endigende Vaterschraube.

Der Rohrstutzen ist am oberen Ende mit einer rechts gewundenen Vaterschraube zum Anschlusse an die Verrohrung, am unteren mit mehreren weiten Löchern zum Durchlassen des Wassers beim Einhängen versehen.

Vor dem Aufschieben des Fußringes und dem Umbördeln des unteren Randes der Verrohrung wird ein nach oben in vier Lappen endigender gepreßter Lederstulp von unten auf den Stutzen geschoben und dann mit den vier Lappen an einem von oben lose auf den Stutzen gebrachten dünnen Eisenring festgenietet. Vor dem Einhängen wird der Fußring auf der in der Mitte des Stutzens befindlichen Linksschraube festgeschraubt. Beim Einhängen selbst geht der Lederstulp frei durch das Bohrloch, wird aber, sobald der Fußring sich auf den im Bohrloche gebildeten Absatz legt, durch den von oben kommenden Wasserdruck an die Bohrlochswandung dicht angepreßt und damit der Abschluß hergestellt.

Die Ausführung der Bohrarbeit geschieht in folgender Weise:

Zwei Arbeiter lösen sich alle 12 Stunden ab. Der eine bedient den Kessel, die Dampfmaschine, den Bohrkriekel, das Ein- und Ausrücken des Löffelseilhaspels, das Auf- und Ablegen des Transmissionsseiles für die Bohrwinde und das Bremsen beim Einlassen; alle übrigen Arbeiten führt der zweite Mann aus, welcher zugleich Bohrschmied ist.

Bei einem 300 m tiefen Bohrloche erfolgte das Aufholen des Bohrzeuges, beziehungsweise des Löffels in einer Minute, das Einlassen in einer halben Minute.

Das Umsetzen des Meißels geschieht durch scharfe Umdrehung des Bohrkriekels um etwa 120°, ist jedoch, wie schon erwähnt, sehr unvollkommen. Die dadurch herbeigeführte Mehrarbeit des NachbüchSENS scheint durch die Leichtigkeit und Geschwindigkeit, mit welcher man alle Nebenarbeiten ausführt, reichlich ausgeglichen zu werden.

Die Leistung beträgt etwa 13 m in 24 Stunden, selbst bei Teufen von 300—500 m. Für 500 m sollen nur 24—26 Tage, selbst bei Unfällen kaum mehr als 3 Monate Bohrzeit erforderlich sein.

Die Kosten für ein 500 m tiefes Bohrloch belaufen sich für die komplette Einrichtung, Material und Arbeitslohn auf 21 000 M. Somit kostet das laufende Meter ohne Pumpeneinrichtung und mit ein Drittel des Wertes von Kessel, Maschinen und Röhren durchschnittlich 24,75 M.

Hanfseile werden trotz des Längens wegen ihrer Leichtigkeit und Biegsamkeit den Drahtseilen vorgezogen.

Die mit dem amerikanischen Seilbohren in Pennsylvanien erzielten Erfolge dürften jedoch nicht allein durch die Bohrmethode und die zweckmäßige Organisation der Arbeit, sondern zum großen Teil auch durch milde Gesteinsbeschaffenheit veranlaßt sein.

§ 77. Das Seilbohren von Mather & Platt in Salford bei Manchester¹²³⁾ ist gleichfalls mehrfach ausgeführt und auf Taf. IX, Fig. 9 und 31, dargestellt. Besonders neu und eigentümlich ist die Konstruktion des Bohrinstrumentes, die Art und Weise, wie dasselbe umgesetzt wird, und die Bewegung des Bohrseiles.

¹²³⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 178. — Berg. u. Hüttenm. Ztg. 1874. S. 318. — Kärnth. Zeitschr. 1875. S. 286.

Das letztere, ein 12 cm breites und 0,13 cm dickes Bandseil, welches am unteren Ende den Bohrer trägt, ist über Tage auf einer Bobine aufgewickelt, geht von hier, wie Fig. 31 zeigt, unter einer Leitrolle hinweg über eine Seilscheibe S und von dieser direkt in das Bohrloch, ist aber zwischen der Scheibe und der Bobine während des Bohrens eingeklemmt.

Die Axe der Seilscheibe S ruht in der gabelförmigen Verlängerung einer Dampfkolbenstange D , welche aus einem stehenden Cylinder C hervorragt. Am unteren Ende des letzteren befinden sich Rohre zum Einblasen und Auslassen des Dampfes. Beide Funktionen werden selbstthätig regulirt.

Der eintretende Dampf hebt den Kolben, die Seilscheibe und damit den Meißel. Am Ende des Hubes wird das Ausblaserohr geöffnet und Kolben sowie Meißel fallen nieder. Da das Ausblaserohr etwa 16 cm über dem Cylinderboden, das Einblaserohr aber dicht über demselben einmündet, so bleibt unter dem Kolben ein Dampfpolster. Je nachdem der Knaggen zum selbstthätigen Oeffnen des Ausblaserohres mehr oder weniger hoch angebracht ist, ändert sich die Hubhöhe zwischen 32 und 252 cm.

Damit der Kolben beim Aufgange das Hängeseil nicht mit zu heftigem Ruck wegholen kann, findet eine dauernde schwache Dampfeinströmung statt, wodurch ein langsames Anheben des Kolbens noch vor dem vollständigen Oeffnen des Einblaserohres erreicht wird.

Der in Fig. 9, Taf. IX, dargestellte Bohrer besteht aus einem runden schmiedeisernen Stabe B von 10,4 cm Dicke und 252 cm Länge, an dessen unterem Ende ein gußeiserner cylindrischer Block C befestigt ist. In den letzteren sind die Meißel D mit ihren verjüngt zulaufenden Halsen eingesteckt. Zwei andere cylindrische Gußstücke E und F dienen zur Führung. Das letztere hat an seiner äußeren Fläche spiralförmig gewundene Rippen, welche bei der Berührung der Bohrlochswände das Umsetzen des Meißels befördern.

Die eigentliche für diesen Zweck bestimmte Einrichtung befindet sich dicht über dem Führungsstücke F und besteht aus zwei gußeisernen, in Entfernung von etwa 32 cm auf der Bohrstange B festgekeilten Kragenstücken g und h , von denen g nach oben, h nach unten gerichtete Zähne hat. Die Winkelpunkte beider Zahnreihen liegen senkrecht übereinander.

Zwischen beiden Kragenstücken bewegt sich um den Hals der Bohrstange B ein oben und unten mit Zähnen versehener Muff f frei auf und nieder. Die Winkelpunkte der oberen und unteren Zähne sind jedoch derart gegeneinander versetzt, daß der senkrechte Schnitt eines jeden Zahnes der oberen Fläche auf die Mitte der Zahnlänge der unteren Fläche trifft.

Mit dem Muffe f steht der eiserne Bügel K und mit diesem das Bohrseil in Verbindung.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt nun in folgender Weise:

Wenn das Bohrzeug aufgeschlagen ist, wird der Muff f , welcher während des Aufzuges an das obere Kragenstück H angeschlossen war, sich von diesem lösen und auf das Kragenstück g herabfallen, wobei er sich um eine halbe Zahnbreite dreht. Eine weitere ebenso große Drehung erfolgt, wenn die oberen Zähne des Muffes beim Aufgange wiederum in diejenigen des Kragenstückes H eingreifen. Auf diese Weise wird das Bandseil um die Breite eines ganzen Zahnes nach rückwärts aufgedreht, während der Hebung des Bohrzeuges aber diese Drehung wieder

rückgängig gemacht, indem sich der Bohrer um den gleichen Betrag vorwärts dreht. Diese selbstthätige Umsetzung soll sehr genau und regelmäßig wirken.

Die mit dem Verfahren von Mather & Platt in Middlesborough erzielten Resultate waren folgende: Ein Bohrloch von 48 cm Weite wurde 412 m tief abgebohrt und zwar 364 m in Buntsandstein mit Thonlagen, weißem Sandstein, roten Mergeln und Gips, weitere 12 m in Gips, festem, weißem Sand- und Kalkstein, endlich 36 m in rotem Sandstein, reinem Steinsalz, einzelnen Kalksteinschichten und wiederum reinem Steinsalz.

Auf diese Arbeit wurden im ganzen 540 Tage zu 12 Stunden verwendet und zwar 150 Tage auf Nebenarbeiten. Die durchschnittliche Leistung pro Tag beträgt also nur etwa 78 cm.

Die Belegschaft bestand aus 6 Mann, inkl. Schmied.

Zu Norwich bohrte man mit 63, beziehungsweise 47 cm Durchmesser bis 372 m in Kreide mit Feuersteinknollen, später in Mergel und Kreidethon.

Die durchschnittliche Leistung pro Tag betrug mit Nebenarbeiten und Störungen 60, ohne dieselben 70 cm. Dabei kamen aber in einem Monat Leistungen von 5 m pro Tag vor.

Bohrungen nach diesem Systeme sind zu Halifax, Stockport, Pendleton bei Manchester, Canterbury, Birkenhead, Walton bei Wakefield, Loughborough und zu Ramsaa in Norwegen, außerdem vielfach in Ostindien ausgeführt.

Litteratur.

K. W. Fromman. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Koblenz 1835.

Kegel. Ueber den Seilbohrapparat von Mather & Platt. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1873. Bd. 21.

Althaus. Das Seilbohren in Nordamerika. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1877. Bd. 25.

E. Bohrverfahren mit Wasserspülung.

a. Aeltere Methoden.

§ 78. Allgemeines. Den zum Zweck des Löffelns durch An- und Abschrauben der Gestänge entstehenden Aufenthalt hat man außer durch das Seilbohren mit dem besten Erfolge auch damit zu beseitigen gesucht, daß man den Bohrschmand durch einen konstant aufsteigenden Wasserstrom entfernt. Die Geschwindigkeit, welche man dem Wasserstrom zu geben hat, richtet sich nach der Korngröße der auszuspülenden Massen. Von Chanoit und Catelineau ist in dieser Beziehung folgendes festgestellt¹²⁴⁾:

Es werden aufwärts bewegt bei einer Geschwindigkeit des Wasserstromes von:

10 cm . . . feiner Sand,

20 „ . . . grober Sand,

50 „ . . . Körner von 2 cm Größe,

100 „ . . . alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können,

200 „ . . . sogar Kupfer- und Eisenteile.

Sollte natürlicher Auftrieb vorhanden sein, welcher jedoch nicht stark genug ist, um den Bohrschmand zu Tage zu bringen, so muß der angewendete Druck ange-

¹²⁴⁾ Serlo. Bergbaukunde. I. 1884. S. 195.

messen verstärkt werden, damit der natürliche Auftrieb gezwungen ist, in der Richtung des aufsteigenden Stromes zu entweichen.

§ 79. Verfahren von Fauvelle und von van Eicken. Die erste Anwendung des Bohrens mit Wasserspülung wurde von Fauvelle¹²⁵⁾ sowohl für stoßendes als auch für drehendes Bohren gemacht und zwar mit günstigem Erfolge, indem er 1846 in Perpignan ein Bohrloch von 170 m Tiefe in 23 Tagen niederbrachte. Fauvelle führte das Spülwasser mittels einer Druckpumpe in ein hohles Gestänge ein und ließ es außerhalb desselben wieder austreten.

Sodann brachte van Eicken im Jahre 1856 ein Bohrloch bei Sterkrade¹²⁶⁾ drehend mit der Schappe und gleichfalls mit Wasserspülung 148 m tief nieder.

§ 80. Die bohrende Pumpe. Auf das Verfahren von Fauvelle gründeten Chanoit und Catelineau ihre bohrende Pumpe¹²⁷⁾. Der obere Teil des Bohrloches ist bis auf etwas mehr als Hubhöhe mit einem gußeisernen Cylinder ausgekleidet, welcher gewissermaßen als Kolbenrohr für einen das hohle Obergestänge umschließenden und mit nach unten schlagenden Ventilen versehenen Kolben dient. Vom unteren Ende des Obergestänges geht ein den Bohrklötz mit Meißel umschließendes Blechrohr bis fast auf die Bohrlochsohle hinab.

Außerdem ist das Obergestänge an seinem unteren Ende mit einem Ventile verschlossen, welches ebenso wie das Kind'sche Hütchen auf einen Zangenapparat wirkt.

Sobald das Obergestänge mit dem Kolben im höchsten Stande einwendet, schließen sich die Klappen des letzteren und wird nunmehr Wasser und Bohrschlamm in die untere Mündung des hohlen Obergestänges hinein- und in demselben emporgedrückt. Weil aber dabei gleichzeitig das Ventil gehoben wird, so öffnet sich auch der Zangenapparat und läßt das Untergestänge fallen.

Eine ausgedehnte praktische Anwendung hat die bohrende Pumpe nicht gefunden. Dieselbe dürfte auch in Bezug auf Zweckmäßigkeit und Einfachheit dem Fauvelle'schen Verfahren nachstehen.

b. Neuere Methoden.

§ 81. Allgemeines über Diamantbohren. Für größere Tiefen und festes Gestein ist nach dem vom Major Beaumont angewendeten Verfahren seit einigen Jahren ein drehendes Bohrverfahren angewendet, bei welchem ein mit Diamanten besetzter Stahlring an einem hohlen Gestänge arbeitet, sodaß beim Bohren Kerne stehen bleiben.

Das Bohren geschieht in der Regel mit Maschinen.

Bei den sieben Bohrlöchern auf Kalisalze in der Gegend von Aschersleben betrug die durchschnittliche Tagesleistung 6 m bei einer durchschnittlichen Gesamttiefe von 454 m.

In Rheinfeldern (bei Basel) hat man in 28 Tagen 441 m, also täglich etwa 15,75 m gebohrt¹²⁸⁾.

¹²⁵⁾ Degoussée a. a. O. S. 156.

¹²⁶⁾ Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 177.

¹²⁷⁾ Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 659.

¹²⁸⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96 ff.

Nach Broja¹²⁹⁾ bohrt man pro Minute:

in Quarz	25 mm,
in Granit	50—75 „
in Sandstein	100 „

In der Umgegend von Darlington betrug die durchschnittliche Tagesleistung in Sandstein und Kalkstein 11,3 m bei 112 mm Durchmesser und 63 bis 252 m Tiefe des Bohrloches. Bei Whitehaven wurden im festen Steinkohlengebirge in zwei Monaten 190 m, bei Hamm in Westfalen in drei Wochen 123 m gebohrt.

Der hauptsächlichste Nachteil dieser Bohrmethode ist ihre Kostspieligkeit. Die Continental Diamond-Rock-Boring-Company (Vertreter: Schmidtman in Leipzig) fordert für Bohrlöcher von

1—400 m Tiefe	£ 10	p. m,
400—500 „ „	21	„
500—600 „ „	25,4	„
600—700 „ „	29,8	„
700—800 „ „	33,12	„

Außerdem hat der Arbeitsgeber für Bohrturm, Spülwasser und Betriebskraft (Lokomobile, Brennstoff und Heizer) zu sorgen.

Das Diamantbohren hat ferner auch noch die Nachteile, daß es in größeren Tiefen sehr viel Kraft und infolge dessen sehr starke Gestänge erfordert, sowie, daß das Bohrgezähe bei starkem Wechsel in der Härte des Gesteines leicht ausweicht, besonders wenn die Schichten steil einfallen.

Der früher gemachte Einwurf¹³⁰⁾, daß man das Diamantbohren nur für kleine Durchmesser von 150 auf 50 mm anwenden, dabei aber keine Verrohrung anbringen und deshalb das Verfahren in Schichten, welche zu Nachfall geneigt sind, nicht gut benutzen könne, trifft nicht mehr vollständig zu, seitdem man in Aschersleben Bohrlöcher von 234 mm anfänglicher und 78 mm schließlicher Weite mehrmals verrohrt hat.

Da man in neuerer Zeit im Stande ist, die beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne derart vollkommen zu gewinnen, daß deren Länge bei einigermaßen festem Gesteine vollkommen der abgebohrten Tiefe entspricht, so erhält man beim Diamantbohren vollständigen Aufschluß über Beschaffenheit und Lagerungsverhältnisse der durchbohrten Massen.

Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem stoßenden Bohren. Weil bei diesem alles zu Schlamm zerstampft wird, so kann man Lagerstätten unter Umständen (z. B. bei starkem Auftrieb des Wassers) leicht durchbohren, ohne sie zu bemerken. Außerdem erhält man mit dem stoßenden Bohren über Streichen und Fallen überhaupt keinen Aufschluß, es sei denn, daß man zur Festlegung der Lagerstättenebene drei Bohrlöcher stößt.

Ueberhaupt nimmt, was Schnelligkeit und Sicherheit in der Ausführung betrifft, das Tiefbohren mit Diamanten bei festem Gesteine bis jetzt die erste Stelle ein und wird in neuerer Zeit bei eiligen Bohrarbeiten allen andern Methoden vorgezogen.

¹²⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 285.

¹³⁰⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitzg. 1876. S. 235.

§ 82. **Apparate**¹³¹⁾. Die arbeitenden Teile beim Diamantbohren sind schwarze Diamanten, sogenannte Karbonate aus Bahia in Brasilien. Dieselben haben das Ansehen von Koks und werden in Linsen- bis Nußgröße in einen zuerst von Leschot in Genf angegebenen gut geglühten Stahlring eingesetzt, indem kleine Löcher in den letzteren gebohrt und ausgemeißelt werden. Nachdem die Steine eingesetzt sind, werden die Lochränder zugestemmt, sodann der Ring (die Krone) im Feuer, gewöhnlich im Bleibade glühend gemacht, mit blausaurem Kali gekohlt und in kaltem Wasser abgelöscht, beziehungsweise gehärtet.

Diamanten von Erbsengröße wiegen etwa 5 Karat. Der Preis variirt sehr stark; im Jahre 1883 ist er von 80 auf 62 M. pro Karat gesunken, sechs Jahre früher betrug er nur 25 M.

Die Bohrkronen *C*, siehe Fig. 12, 13 und 14, Taf. X, ist mit dem unteren Ende des hohlen Bohrgestänges verschraubt. Bei der Bohrung in Rheinfelden hatte die kleinste Bohrkronen 81 mm äußeren und 50 mm inneren Durchmesser. Fig. 13 zeigt die Bohrkronen in der unteren Ansicht mit den eingesetzten Diamanten; *c*, *c*₁, *c*₂ sind Aushöhlungen, durch welche das Spülwasser den Bohrschlamm fortführt.

§ 83. **Verrohrung**. Hat man Nachfall zu befürchten, so werden Futterröhren angewendet. Dabei verfährt man je nach Umständen in zweierlei Weise. Entweder wird das Bohrloch zuerst mit einer größeren Krone erweitert, und es werden sodann die dem größeren Durchmesser entsprechenden Futterröhren bis unter den Nachfall gebracht, oder man erweitert nicht und bringt die Futterröhren direkt ein, in welchem Falle mit entsprechend geringerer Weite tiefer gebohrt werden muß.

Die Futterröhren sind schmiedeeiserne, gezogene, etwa 4—5 m lang, 6—7 mm dick und miteinander verschraubt.

§ 84. **Die Diamantbohranlage in Rheinfelden**¹³²⁾; Fig. 1—18, Taf. X. Die Bohrhütte hatte in Rheinfelden die Gestalt eines viereckigen, pyramidenförmigen Turmes; dessen Grundflächen unten 10,10 m, oben 2 m Seite hatten. Die Gesamthöhe von 29 m war in fünf Etagen geteilt, wie es in Fig. 18 dargestellt ist. Die zum Bohren dienende Maschine nahm etwa die Hälfte des disponiblen Raumes ein.

Im oberen Teile des Bohrturmes befand sich der Kabel mit der zum Fördern des Bohrgestänges bestimmten, in Fig. 4 ersichtlichen Kette *H*₁; die Gesamtlast war dabei eine ziemlich beträchtliche, sie konnte 10 000 kg erreichen.

Am Bohrturme war ein mit Brettern verschlagener Anbau mit Lokomobile, Schmiede, Reparaturwerkstatt, Kohlenmagazin, einem Aufenthaltsort für den Bohrmeister, sowie einem Magazin für die Aufbewahrung der Bohrgeräte angebaut.

Die Lokomobile hatte 20 Pferdestärken und 30 cm Kolbenhub. Bei normalem Gange arbeitete sie mit 6 Atmosphären Pressung und machte 140 Umgänge in der Minute.

¹³¹⁾ Broja in Preuß. Zeitschr., 1873. Bd. 21. S. 283. — Iron, 1873. No. 40. S. 498. — Die Eisenbahn. Bohrung in Rheinfelden. 1877. Bd. VI. No. 4. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96. — Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 329. — Ann. des mines. Sér. VII. Vol. XVI. Pag. 248. — Tiefbohrung zu Northampton. Vortrag von H. J. Eunson. Excerpt Minutes of Proceedings of the Inst. of Civ. Eng. Session 1882—83.

¹³²⁾ Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 331.

Die Beschaffung des für die Bohrarbeit nötigen Spülwassers geschah aus dem Rheine. Zur Abklärung wurde dasselbe zunächst in zwei große Cisternen gepumpt. Der gesamte Wasserbedarf ergab sich während der Arbeit zu 340 000 l für 24 Stunden.

§ 85. Ausführung der Bohrarbeit. Zunächst teuft man einen Vorschacht durch den Humus und etwa aufgelagerte rollige Gebirge bis zum festen Gestein ab. In dem letzteren beginnt die Anwendung der Diamanten.

Das Bohrgestänge ist aus Röhren von nicht unter 50 mm Durchmesser zusammengesetzt. Schwächere Röhren würden der Drehung nicht widerstehen und dem Spülwasser keinen genügenden Durchgang darbieten.

Man kann mit kleinem Durchmesser beginnen und das Bohrloch später, wenn es absolut notwendig ist, erweitern; dies Vorgehen hat aber einen größeren Verlust an Diamanten im Gefolge, als wenn man von vornherein mit genügend großem Durchmesser beginnt. Da jedoch das austretende Spülwasser zunächst in einem Kasten aufgefangen wird, so hat man die Möglichkeit, abgebrochene Diamanten wiederzufinden.

§ 86. Das Bohrgestänge. Das Bohrgestänge besteht nach Fig. 1, Taf. X, aus Stücken *A* von etwa 2 m Länge, welche an beiden Enden inwendige Schraubengewinde haben und durch Verbindungsstücke *a* zusammengeschraubt werden. Der äußere Durchmesser der Röhren schwankt je nach der Tiefe und Wichtigkeit der Bohrarbeit zwischen 45 und 65 mm. Die Verbindungsstücke haben ringförmige Vorsprünge, welche das Hauptgestänge vor Abnutzung durch Reibung schützen sollen.

An dem untersten Verbindungsstücke ist das mit der Bohrkronen *C*, siehe Fig. 12 und 13, 16 und 17, Taf. X, versehene Rohrstück *B* angeschraubt, welches eine Länge bis zu 15 m haben kann.

§ 87. Die Einrichtung in Rheinfelden; Fig. 2—9, Taf. X. Die eigentliche Bohrmaschine ist im Aufriß und in der Seitenansicht durch Fig. 4 und 6, im Vertikalschnitt durch Fig. 2 dargestellt. Fig. 3 ist ein Horizontalschnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 2.

Einzelheiten der Maschine zeigen Fig. 5, 15 und 7—9.

Der Apparat besteht aus einem doppelten Gerüste *DD*₁ von I Eisen, welches oben durch Querriegel *D*₂ verbunden und durch Streben *D*₃ gestützt ist.

Dieses Gestelle enthält:

1. den Mechanismus, welcher die rotirende Bewegung auf das Bohrgestänge überträgt,
2. die Pumpe für die Zirkulation des Spülwassers,
3. die Vorrichtung zur Ausgleichung des Gestängegewichtes,
4. den Mechanismus zum Aufziehen des Gestänges.

§ 88. Drehen des Bohrgestänges; Fig. 2, 4 und 6—9, Taf. X. Die Bewegung wird durch die Scheibe *P* der Welle *d*, siehe Fig. 4 und 6, und von dieser durch die Zahnräder *d*₂ und *d*₃ einer zweiten parallelen Welle *d*₁ mitgeteilt. Die Letztere überträgt die Bewegung auf die vertikale Welle *e* und zwar durch Vermittelung der geneigten Welle *e*₁, siehe Fig. 4, an deren Enden die Winkelräder *e*₃ und *e*₄ aufgekeilt sind. Die letzteren greifen beziehungsweise in die Winkelräder *e*₂ und *e*₅. Das obere Ende der Welle *e* trägt ein Zahnrad *f*, welches in ein zweites *f*₁ eingreift. Das letztere steht in fester Verbindung mit dem Muffe *F*, welcher sich

in einer von dem Querstücke D_2 getragenen bronzenen Pfannedreht. Dieser Muff F umschließt die hohle Welle T , welche an der Rotation teilnehmen muß, ohne an einer senkrechten Bewegung gehindert zu sein; siehe Fig. 2 und 18, Taf. X.

Die hohle Welle T steht am unteren Teile mit einer andern, gleichfalls hohlen Welle T_1 und diese wieder in der aus Fig. 2 ersichtlichen Weise mit dem Muffe M in Verbindung, dessen eine Hälfte M in Fig. 3 zwei Flügel m hat, während die andere Hälfte M_1 mit der ersten durch Schraubenbolzen verbunden ist. Beide Teile haben vertikale Auskehlungen.

Die Verbindung des Bohrgestänges mit der Röhre T_1 vollzieht sich in folgender Weise. Am unteren Ende der Letzteren befindet sich eine Stoßscheibe t , siehe Fig. 2 und 7, deren untere Fläche schneckenförmig gewundene Furchen hat. Die Stoßscheibe t trägt ein Ringstück t_1 , siehe Fig. 8 und 9, mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Kanälen, in denen vier kleine Stücke t_2 gleiten können. Die Letzteren haben auf der oberen Fläche Erhabenheiten, welche den Furchen in der Stoßscheibe t entsprechen. Dreht man mittels eingesteckter Hebel das Ringstück t_1 , so schieben sich mit Hilfe der eben beschriebenen Einrichtung die Stücke t_2 gegen das Bohrgestänge A und bewirken somit die Vereinigung desselben mit dem Rohrstück T_1 .

Um die Rotation zu hemmen, genügt es, mit dem Hebel E das Winkelrad e_2 auszurücken. Man kann auch den Riemen der festen Scheibe P mit Hilfe eines der drei Hebel P_2 , P_3 und P_4 auf die lose Scheibe P_1 bringen, hält aber damit gleichzeitig alle andern Maschinenteile an.

Die Umdrehungszahl des Bohrers ist 150—250 in der Minute.

§ 89. Einführung des Spülwassers in das Gestänge. Das Spülwasser wird mit Hilfe einer in Fig. 4 dargestellten und auch in Fig. 18 angegebenen Pumpe G in das Gestänge eingeführt. Die Pumpe erhält ihre Bewegung durch die Welle g , siehe Fig. 6, diese wiederum durch die Welle d mittels des Getriebes g_2 und des Rades g_3 . Man kann übrigens das Getriebe ausrücken und die Pumpe anhalten, indem man den Hebel G_2 anzieht. Eine andere Pumpe G_1 jenseits des Gestelles dient als Speisepumpe für den Dampfkessel; sie wird in derselben Weise wie die erste durch die Welle d bewegt.

Am oberen Ende des Bohrgestänges befindet sich ein drehbarer Aufsatz mit Stopfbüchse b , siehe Fig. 2 und 18; durch denselben gelangt das von dem Kautschukrohre b_2 zugeführte Wasser in das Gestänge. Die für eine Sekunde nötige Menge desselben ist 6—10 l; die Pressung beträgt 4—6 Atmosphären.

§ 90. Gewichtsausgleichung; Fig. 2, 4 und 5, Taf. X. Damit das Bohrgestänge nicht zu fest aufsteht und die zum Drehen erforderliche Kraft nicht zu beträchtlich wird, ist eine Ausgleichung des Gestängengewichtes erforderlich. Dieselbe wird in folgender Weise bewirkt: Der Muff M ist mit seinen Flügeln m an zwei Laschenkettten H aufgehängt. Dieselben sind um Leitscheiben h , h_1 , h_2 gelegt und an ihrem Ende durch eine Traverse vereinigt, welche an dem Haken i das Gegengewicht J trägt. Das Letztere besteht aus eisernen, von einem Cylinder umschlossenen Scheiben. Jede derselben ist nach Fig. 5 in Sektoren geteilt, welche man leicht mit der Hand heben kann.

Ist das Bohrloch um 2 m vorgertückt, dann hat man ein Gestängestück von derselben Länge einzuschalten, zu diesem Zweck aber den Muff M und die hohle Axe T anzuheben. Dies geschieht durch Drehung des mit Handgriffen versehenen,

auf der Welle j festgekeilten Rades V ; die Welle j überträgt die Bewegung mittels der Getriebe j_2 und j_3 auf die Welle j_1 , welche ihrerseits die Parallelwelle k mittels der Getrieberäder k_1 und k_2 in Umdrehung versetzt. Auf der letzteren befinden sich die Getriebe h_2 , welche mit der Kette H in Verbindung stehen. Durch diesen Mechanismus erfolgt die Hebung von M und T , indem die senkrechten Ständer D und D_1 zur Führung dienen. Man kann diese Hebung auch dadurch bewirken, daß man auf der Welle n , welche auf eine weiter unten zu beschreibende Art in Bewegung gesetzt wird, die Muffenkuppelung N verschiebt, derart, daß man die Bewegung der Welle n dem Zahnrade n_1 mitteilt, welches durch Vermittelung der Getriebe j_3 , k_1 , k_2 und h_2 die Kette emporzieht.

§ 91. Vorrichtung zum Heben und Senken des Bohrapparates; Fig 2 bis 4, 6, 15 und 18, Taf. X. Das Ausziehen des Bohrers geschieht durch die Maschine mit Hilfe der starken, am Bohrgestänge befestigten Kette H_1 , siehe Fig. 4 und 18, welche auf einer Windetrommel S liegt und über eine im oberen Teile des Gerüstes angebrachte Rolle läuft. Man löst mittels eines Hebels die vier Keilstücke t_2 , welche das Gestänge und die hohle Axe T verbinden, schraubt den Aufsatz b ab und zieht das Gestänge in Teilen von höchstens je acht Rohrstücken, also in Längen von 16 m heraus.

Es ist nunmehr zu beschreiben, wie die Bewegung der Welle d auf die Winde S übertragen wird. Die Welle d bringt durch Vermittelung der Winkelräder o_1 und o_2 die schräge Welle o , diese die Welle n zur Umdrehung, und zwar entweder durch die Winkelräder pp_1 oder durch andere Winkelräder p_2p_3 . Man kann dadurch für die Welle n zwei verschiedene Geschwindigkeiten bekommen, je nachdem man mittels des Hebels L das eine oder andere Paar Winkelräder einrückt.

Das Zahnrad n_2 , welches von der Welle n bewegt wird, sobald man die Muffe N mit demselben verkuppelt, greift in das auf der Welle q festgekeilte Rad q_1 , dieses überträgt die Bewegung auf eine zweite Welle r entweder mit Hilfe des Räderpaares q_2q_3 , oder vermittels eines andern Paares q_4q_5 . Die Aenderung der Geschwindigkeit, welche man durch diese Anordnung erzielen kann, läßt sich mit dem Hebel Q (Fig. 6) regeln; derselbe gestattet außerdem Abstellen der Bewegung.

Am Ende der Welle r befindet sich das Zahnrad r_1 , welches in das auf der Welle s der Winde S angeordnete große Zahnrad r_2 eingreift. Die Winde hat Rinnen, in welche sich die Glieder der Kette einlegen; siehe Fig. 15.

Beim Einhängen des Bohrers kommen verschiedene Bremsen in Thätigkeit. Auf der Welle s ist die Scheibe der Bandbremse S_1 festgekeilt, welche durch den Hebel S_2 angedrückt wird. Eine andere durch den Hebel Q_2 bediente Bandbremse Q_1 ist auf der Welle q , eine dritte J auf der Welle j_1 befestigt. Die Letztere funktioniert mit Hilfe des Gegengewichtshebels U und läßt sich durch Drehung des Handrades u lüften.

Der Arbeiter, welcher mit dem Fuße die Bremse geschlossen hält, kann mit dem Hebel P_4 die Axe v drehen und damit den Treibriemen von der festen Scheibe P auf die bewegliche Scheibe P_1 bringen.

Um bei einem Bruche der Kette das Zurückfallen des Bohrgestänges zu verhüten, hat man folgende Anordnung getroffen:

Eine doppelte Traverse RR_1 , welche den Muff M umschließt, ist an den vertikalen Ständern DD_1 befestigt. Die Traverse trägt die in Fig. 2 und 3 angegebenen Bolzen xx_1 , um welche sich die zwei herabhängenden Stücke x_2x_3 , an deren

Enden sich die kleinen Stücke x_4 und x_5 anschließen, drehen können. Zwischen den letzteren, deren Endflächen exzentrisch abgerundet sind, geht das Gestänge hindurch und wird bei einem Bruche der Kette gefangen, da die Mittelpunkte der die Stücke x_4 und x_5 verbindenden Laschen sich nicht voneinander entfernen können. Will man das Fangen verhindern, so hebt man den Hebel X , welcher mit Hilfe der Zugstange X_1 , des Hebels X_2 , der zwei Stangen yy_1 und der Traverse y_2 die Hebung von x_4 und x_5 hervorbringt.

Das Gewicht der Maschine allein war in Rheinfelden 20000 kg.

§ 92. Fangwerkzeuge. Die bei Brüchen des Bohrgestänges gebrauchten Fangwerkzeuge sind in Fig. 10 und 11, Taf. X, dargestellt. Das Letztere entspricht der Schraubentute beim Gestängebohren, Fig. 17, Taf. VIII, und ist ein umgekehrter Trichter mit scharfen Schraubengängen an der inneren Wandung; das erstere ist eine stählerne Vaterschraube. Diese dient am häufigsten zum Herausziehen der Verrohrung, jene zum Fangen abgebrochener Bohrgestänge, zu welchem Zwecke man die Schraubentute mit dem Gestänge einhängt und auf das abgebrochene Stück aufschraubt, indem man beim Drehen Schraubengewinde einschneidet. Die Letzteren sind in der Schraubentute in umgekehrtem Sinne gewunden als diejenigen des Bohrgestänges, sodaß man die gebrochenen Stücke desselben losschrauben und zu Tage schaffen kann.

§ 93. Abreißen des Kernes. Um den untersten Teil des Kernes vom Gebirge abzulösen, wird für einen Moment die Krone etwas emporgezogen und darauf die Wasserspülung unterbrochen. Der Bohrschlamm wird sich nun sofort um den Kern und den inneren Rand der Bohrkronen festlegen und der Kern abgedreht werden. Die Krone wird dann wieder gesenkt, sodaß der innere vorstehende Kronenrand (die Lippe) den Kern an seiner Bruchstelle fassen und beim nochmaligen Anziehen mitnehmen kann. Da der Kern beim Abdrehen eine schiefe Stellung eingenommen hat, so kann er nicht herausfallen.

§ 94. Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge; Fig. 21 und 22, Taf. XII. Ebenso wie für massive eiserne Gestänge, siehe S. 95, schlägt K. Sachse in Orzesche auch für Hohlbohrgestänge eine Einschaltung von Gelenken vor, um das An- und Abschrauben beim Aufholen und Einlassen zu ersparen.

Die einzuschaltenden Gelenke sind gabelförmig. Jedes Stück besteht aus einem kurzen unteren Anschlußrohr U ; dieses teilt sich an seinem oberen Ende in die beiden Gabelrohre G_1 und G_2 . Der Querschnitt dieser beiden Rohre ist zusammen mindestens ebenso groß zu nehmen als der Querschnitt des Hauptrohres. Die Gabelrohre tragen an der Außenseite ihres unteren Teiles zwei starke Vorsprünge V_1 und V_2 . In ihrem oberen Teile, in welchem ihre Richtung der Gestängeaxe parallel geht, bilden die Gabelrohre den unteren Teil L_1 und L_2 des Lagers für den Zapfen des Gelenkes. Um diesem Zweck entsprechen zu können, sind sie in ihrem oberen Teile flach geformt, sodaß ihr Querschnitt ein Rechteck mit abgerundeten Ecken bildet. Die langen Seiten werden etwas verstärkt und die Rohre erhalten einen halbcylinderförmigen Ausschnitt zur Aufnahme des Zapfens. In die oben erwähnten Vorsprünge V_1 und V_2 werden starke eiserne Bänder B_1 und B_2 eingelassen, welche an den Seiten der Gabelrohre aufsteigen und über diese hinaus verlängert in starke Schraubenspindeln S_1 S_2 auslaufen. Der Deckel D des Zapfenlagers ist auf seiner unteren Seite halbcylinderförmig ausgeschnitten; an seinen Enden trägt er Oeffnungen, deren Lage derjenigen der oben erwähnten Schraubenspindel S entspricht. Werden diese Letzteren durch die Oeffnungen gesteckt und die Schraubennuttern angezogen, so wird der Deckel des Zapfenlagers auf den unteren Teil der letzteren gepreßt.

Der Zapfen Z des Gelenkes ist mit dem kurzen oberen Anschlußrohr O aus einem Stücke gefertigt. Der Zapfen ist cylindrisch und hohl, an seinen Enden geschlossen. An den Stellen, wo der Zapfen auf den Lagern aufruhet und bei einer Stellung, in welcher die Axen der beiden

Anschlußrohre zusammenfallen und mit dem hohlen Raume der Gabelrohre G_1 und G_2 in Berührung treten würden, ist ein halbeylinderförmiger Ausschnitt in dem Körper des Zapfens ausgespart. Sollten bei größeren Dimensionen des Zapfens Befürchtungen auftreten, daß durch die Aussparungen die Festigkeit des Zapfens zu sehr geschwächt werden könnte, so läßt sich innerhalb des Zapfens eine Rippe R_1 anbringen, deren Begrenzung so gewählt wird, daß die Rippe dem Einströmen des Wassers in die Gabelrohre möglichst wenig Widerstand entgegensetzt. Wird der Zapfen in seine Zapfenlager eingeschliffen, so wird es einer besonderen Dichtung nicht bedürfen.

Das Spiel des Apparates ist ein einfaches. Werden die Gelenke zwischen den einzelnen Rohren eingeschaltet, zu welchem Behufe sie an ihren Enden die erforderlichen Gewinde erhalten müssen, so findet beim Bohren das Wasser aus dem oberen Rohre durch den hohlen Zapfen und die Gabelrohre seinen Weg nach dem unteren Rohre. Der Verlust an Geschwindigkeit, welchen das Wasser infolge der Reibung beim Durchgange durch die engeren Rohre erleidet, muß durch eine stärkere Pressung ausgeglichen werden. Beim Aufholen des Gestänges kann dasselbe in gleicher Weise umgelegt werden, wie dies in Fig. 28, Taf. XII, für ein massives Gestänge dargestellt und S. 95 beschrieben ist.

§ 95. Die American-Diamond-Rock-Boring-Company in New-York ¹³³⁾ hat bei ihrem großen Diamantbohrer für artesische Brunnen, siehe Fig. 20, Taf. XII, folgende Einrichtung getroffen:

Die Bohrmaschine wird von der oscillirenden Dampfmaschine a aus mittels eines Kegelräderpaares getrieben, von welchem das Zahnrad g auf einer die Spindel f umschließenden Hülse h sitzt, welche in den Muffen i und k geführt wird und mit einer Keilnute versehen ist, in der der Splint des Zahnrades g schleifen kann. Die Hülse h ist unten mit einer Friktionskuppelung l versehen und trägt oben ein durch die Schienen m geführtes, zwischen den Wulsten l_1 drehbares Armstück n , an welchem die Kolbenstangen o befestigt sind. Diese letzteren treten in die Preßcylinder p ein, in denen die Kolben mittels hydraulischen Druckes so gehoben oder gesenkt werden, daß der Vorschub der mit ihnen in Verbindung stehenden Bohrspindel f gegen die Bohrlochsohle stets in der für die Diamantbohrung geeignetsten Weise erfolgt. Die Regelung des Gestängedruckes gegen das Gestein geschieht also hier nicht, wie gewöhnlich, durch Gegengewichte oder Schraubengänge mit Zahnrädern, sondern durch eine auf dem Manometer q abzulesende hydraulische Pressung, wie sie bei derartigen großen Bohrmaschinen vorzuziehen ist.

Zum Heraufholen des Gestänges dient die Seiltrommel S , deren Betrieb von der Dampfmaschine aus mittels der Räder b , c und d geschieht.

Die Zu- und Ableitung des Druckwassers zu den Cylindern p vermitteln die Röhren r , und hat der Arbeiter, welcher die Maschine führt, stets den Zuführungshahn s in der Hand zu halten, um je nach der Härte des Gesteines den Druck der Diamantbohrkrone gegen die Bohrsohle zu regeln. Die Bohrspindel, welche aus einzelnen Röhren mit inneren Muffen besteht, ist durch den Gummischlauch t mit einer besonders aufgestellten Spülpumpe verbunden. Sämtliche größere Schrauben werden durch den Schlüssel u , dessen an seinem Maule befindlicher Ansatz in die Vertiefungen w der Nippel x paßt, gedreht. Die ganze Bohrmaschine ist an dem Rahmen e und auf der Unterlage y montirt.

Die mit der Maschine ausgeführten Bohrlöcher haben eine Weite von 0,228 bis 0,381 m und können bis 700 und mehr Meter tief gebracht werden. Da die Bohrlöcher vollständig glatt und rund sind, so kann man die Futterröhren genau den Bohr-

¹³³⁾ Tecklenburg in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1883. Bd. 27. S. 517.

lochdurchmessern entsprechend wählen und bis zur Sohle niedertreiben. In der letzten Zeit wurden mit dem Bohrer drei Bohrlöcher von 0,228 m Weite, das eine von 91,4 und zwei von 108,8 m Tiefe in der Nähe von Wilkesbarre (Pennsylvanien) für die Lehigh and Wilkesbarre Coal-Company ausgeführt.

Eine Diamantbohrmaschine mit Schraubenvortrieb und Friktionskuppelung zur Regulirung des auszuübenden Druckes zeigt Fig. 29, Taf. XII^{133a)}.

§ 96. Dänisches Bohrverfahren. Dieses von Mortensen für eine Aalborger Gesellschaft eingeführte Verfahren entspricht insofern vollständig demjenigen von Fauvelle, als in ein System von zwei ineinander steckenden Röhren, dem Futterrohr und dem Hohlgestänge, mittels einer Handdruckpumpe ein Wasserstrom eingepreßt und zwischen beiden Röhren zum Aufsteigen gebracht wird.

In sehr milden, sandigen Gebirgsmassen wendet man sogar nicht einmal ein Bohrinstrument an, sondern läßt den Wasserstrom selbst als bohrendes Agens wirken (Spritzbohrverfahren). Man hat damit sehr günstige Resultate erreicht, indem man im Felde des Erdölbergwerks Schwabweiler (Elsaß) 38 Bohrlöcher von 31 bis 165 m niederbrachte. Die Durchschnittsleistung betrug 20 m in 24 Stunden bei einem Preise von 5,74 Francs pro Meter.

Die angewendeten Dimensionen waren für das Hohlgestänge 26 und für das Futterrohr 52 mm.

Das Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß man ein Bohrloch aufgeben muß, sobald das Futterrohr nicht tiefer zu bringen ist, weil man bei den geringen Rohrdimensionen eine engere Verrohrung nicht einbringen kann.

Später wurde dasselbe Bohrverfahren als kombinirtes hydraulisches Schnellbohrverfahren¹³⁴⁾ durch Olaf Terp auch stoßend in festem Gebirge ausgeführt und zwar mit steifem Gestänge, so unter anderem in einem Bohrloche am Harliberge bei Vienenburg am Harz (1882/83), ferner bei Wetzlar, in Dänemark, in Algier und zuletzt (1883) bei Pilsen. Das Hohlgestänge ist wie beim Spritzbohren mit der Handpumpe durch einen Schlauch verbunden und wird ganz wie beim Gestängebohren mittels eines Bohrschwengels bewegt.

Bei dem durch Fig. 8, Taf. XII, dargestellten Handbetriebe für das stoßende Bohren kommen zur Verwendung: das Gestänge *a*, welches aus patentgeschweißten, mit Muffen *b* verbundenen Röhren besteht; der Schwengel *c*, welcher bei *d* auf einem Bolzen liegt und bei *e* gabelförmig aufgeschnitten ist, sodaß er unter den Krückel *k* fassen kann. Bei *f* trägt der Schwengel einen Druckbaum, an welchem zwei Arbeiter angreifen.

Der Schwengelbock *h* trägt auf seiner oberen Schwelle *i* eine Anzahl halbrunder Einschnitte für den Drehbolzen des Schwengels.

Der Krückel *k* ist mittels einer Schraube und eines um ein Gelenk beweglichen Bügels leicht anzulegen und abzunehmen und so angebracht, daß die Hände des Krückelführers nicht an den Schwengel streifen.

Der Preßaufsatz *l* vermittelt die Verbindung des Gestänges mit dem oberen gebogenen Rohrende *m*, an welchem der Gummischlauch *n* hängt, sodaß das Gestänge sich unabhängig von dem Rohrende und dem Schlauche drehen kann.

^{133a)} Vergl. Pupovac. Die Diamantbohrmaschine. Wien 1874. — Drinker. Tunneling. 2. Aufl. New-York 1882. — Tecklenburg. Zeitschr. f. Baukunde. 1883. S. 178.

¹³⁴⁾ Tecklenburg in Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1884. No. 1.

Die Pumpe o ist eine gewöhnliche doppeltwirkende Saug- und Druckpumpe mit Druckwindkessel g und wird durch zwei Mann bewegt. Das durch die Pumpe in das Hohlgestänge gedrückte Wasser tritt durch den Ausguß p zu Tage.

Das Futterrohr R wird in der Regel nur einige Meter tief eingerammt, vorausgesetzt, daß das Gebirge keine tiefere Verrohrung verlangt.

Der Bohrmeißel r aus bestem Gußstahl wird unten in das Gestänge eingeschraubt, hat zwei seitliche Löcher zum Austritt des Spülwassers und Ohrenschneiden.

Der Kabel mit Vorgelege s dient zum Ausholen und Einlassen des Gestänges und der Futterrohre. Das Förderseil t läuft von der Kabeltrommel um die Seilscheibe u und trägt den mit einer Klaue versehenen Förderstuhl v , mit welchem das Gestänge beim Ausziehen gefaßt wird.

Der Bohrturm w ist sehr kräftig aus vier Rüstbäumen mit Querverbindungen gebaut und mit der Arbeitshütte x verbunden, in welcher die Arbeiter stehen und sich eine kleine Reparaturwerkstatt befindet. Die seitlich aufgehängten Rohrzangen y dienen zum Festhalten der Gestänge und Futterrohre bei dem Auf- und Abschrauben derselben.

Jedes Bohrloch wird so lange stoßend niedergebracht, bis es wünschenswert erscheint, deutliche Bohrproben zu bekommen. In diesem Falle geht man mit der in Fig. 9 und 11 dargestellten Einrichtung zum drehenden Bohren über und gebraucht dabei:

die Diamantbohrkrone, siehe Fig. 30—33, Taf. XII, mit einem zum Abreißen der Bohrkrone bestimmten, zuerst von Köbrich (S. 129) angewendeten konischen Ringe b_1 , welcher innen vier Diamanten c_1 trägt.

Das Kernrohr d bildet das Zwischenglied zwischen Bohrkrone und Gestänge und hat den Zweck, den im festen Gestänge erbohrten Kern in sich aufzunehmen.

Der obere Abschluß des Futterrohres e' soll dem Gestänge bei dem Drehen als zentrirende Führung dienen, und muß die Oeffnung desselben so weit sein, daß die Gestängemuffen hindurchgehen können.

Die Drehvorrichtung f_1 besteht aus einem Hebel, welcher von zwei Mann gedreht wird. Die Scheibe g_1 liegt auf dem Abschlusse des Futterrohres und rotirt mit dem Hebel, da die beiden mit der Scheibe verbundenen Stangen h_1 in den Hebelarmen vertikal verschiebbar sind. Beim Dampfbetriebe dient sie als Riemenscheibe. Die Bedienung des Apparates besteht in beiden Fällen aus fünf Mann.

Bei dem Dampfbetriebe für das stoßende Bohren, siehe Fig. 10, Taf. XII, sind ganz ähnliche Apparate in Anwendung. Verschieden von den bereits beschriebenen sind nur die nachstehenden:

Die hohle Schwerstange a_2 wird zwischen Meißel und Gestänge, beziehungsweise einem am unteren Ende des letzteren angebrachten Hohlreifallapparate eingeschaltet.

Der Balancier e_2 hat bei c_2 seinen Drehpunkt, steht durch die Stange d_2 mit dem Vorgelege v_2 in Verbindung und ruht auf dem Balanciergerüste f_2 .

Das Vorgelege mit Seiltrommel g_2 wird mittels Riemenübertragung von der Dampfmaschine aus in Bewegung gesetzt. An der Welle der Riemenscheibe h_2 ist die Scheibe i_2 und an dieser der Zapfen k_2 angebracht, an welchem die Verbindungsstange d_2 hängt. Die Seiltrommel g_2 kann mittels Zahnradübersetzung

eingeschaltet werden. Auch wird die Saug- und Druckpumpe m_2 von dem Vorlege aus getrieben.

Die Dampfmaschine n_2 ist von gewöhnlicher Konstruktion mit stehendem Kessel.

Der Krückel o_2 ist durch Ring p_2 und Scheibe q_2 von dem Balancier entfernt gehalten.

Bei dem Drehbohren mit Dampftrieb, siehe Fig. 11, Taf. XI, ist die Einrichtung ebenso wie bei dem Drehen von Hand getroffen, nur wird um die Scheibe g_1 ein Riemen b_3 gelegt, welcher von der Dampfmaschine aus bewegt wird. Das Gestänge macht dabei 150—250 Umdrehungen pro Minute.

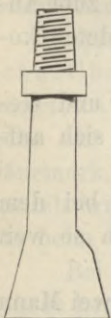
Zweckmäßig wird die Einrichtung, auf welcher die Riemenscheibe rotirt, etwas stabiler gebaut werden.

Bei dem Dampftriebe sind nur drei Mann zur Bedienung des gesamten Apparates erforderlich.

Olaf Terp bohrt in festem Kohlensandstein pro Tag circa 5 m und hat Kerne von 2—4 m Länge erzielt. Bohrlöcher von 100—200 m Tiefe werden in 1 bis 2 Monaten niedergebracht.

§ 97. Das Bohrverfahren von Fauck ist dadurch bemerkenswert, daß das stoßende Bohren mit steifem Hohlgestänge vermieden und ein Fabian'sches Freifallstück (siehe S. 85) zur Anwendung gebracht wird. Dasselbe ist ebenso wie das Untergestänge bis dicht über dem Meißel von einem Blechmantel umgeben. Innerhalb des letzteren gelangt das Wasser nach unten und steigt in der Verrohrung wieder empor. Um dieselbe nachsenken zu können, wendet Fauck einen exzentrischen Meißel an, Fig. 64, welcher als Erweiterungsbohrer unter der Verrohrung wirkt¹³⁵⁾.

Fig. 64.



§ 98. Das System Przibilla¹³⁶⁾ mit immer engeren Hohlgestängen, welche als Futterröhren stehen bleiben, sowie mit Meißel und Fallinstrument ist an vielen Orten¹³⁷⁾ mit Erfolg angewendet, so in Diedenhofen (Elsaß-Lothringen), bei Herrlen in Holland, Puertollano in Spanien, Straßfurt und Königshütte O/S.

Das Verfahren ist dem Fauck'schen ähnlich. Das von Schumacher konstruierte Fallinstrument ist ein für Wasserspülung sehr zweckmäßig eingerichtetes Fabian'sches Freifallstück. Das System, bei welchem mit dem Schwengel stoßend gearbeitet wird, soll sich für Tiefen bis 200 m, sowie für alle Gesteinsarten eignen. Die Maximalleistung in Sand, Kies und Thonschichten betrug pro Tag 47 m.

Das erste Gestängerohr erhält den Durchmesser des Bohrloches und bleibt, wenn es nicht tiefer niederzubringen ist, als Futterrohr in dem Bohrloche stehen. Sodann wird eine zweite, engere Röhre eingeschoben, welche ebenfalls so weit nachgesenkt wird, als es ohne Schwierigkeiten möglich ist; darauf folgt eine dritte, vierte Röhre etc. Das Spülwasser tritt stets in der Gestängeröhre ein und außer-

¹³⁵⁾ Kärntner Zeitschr. 1875. S. 8. — Dinger's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 125. — Oesterr. Zeitschr. 1874. S. 421. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 190.

¹³⁶⁾ Tecklenburg in Berg. u. Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und Fr. Wimmer. 1881. S. 387.

¹³⁷⁾ Ebenda 1882. S. 556, 557.

halb derselben zu Tage. In das untere Ende des Hohlgestänges ist ein Meißel so eingesetzt, daß das Wasser seitlich austreten kann.

Bemerkt der Krückelführer, daß das Gestein sich ändert, so wird einige Minuten mit Bohren eingehalten, die Wasserspülung aber fortgesetzt und sodann weitergebohrt. Nach einiger Zeit erscheint zunächst klares und darauf das von der neuen Gesteinsschicht herrührende trübe Wasser, aus welchem die Bohrproben entnommen werden können.

§ 99. Bohrverfahren von Zobel und Köbrich¹³⁸⁾; Fig. 5, 6 und 8—10, Taf. XI. Die mit dem dänischen Bohrverfahren erzielten Erfolge waren die Veranlassung, bei den vom preußischen Staate bei Purmallen unternommenen Bohrarbeiten für die Diluvialschichten in ähnlicher Weise vorzugehen. Da man jedoch hierbei größere Geröllestücke zu erwarten hatte, in dem schmalen ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr bei dem dänischen Verfahren aber nur erbsengroße Kiesel emporsteigen können, so ließ der Oberbohrinspektor Zobel nach dem Vorgange von van Eicken das Wasser in dem ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ein- und im letzteren austreten, indem er gleichzeitig größere Rohrdimensionen wählte.

Zum Einsenken der Futterröhren dient ein Preßklotz pp_1 und ein das obere Ende der Röhrentour umfassendes und sich gleichzeitig auf dieselbe aufsetzendes ringförmiges Gußstück d , siehe Fig. 8 und 9, links und rechts versehen mit je einem kräftigen Auge zur Aufnahme der zum Senken der Tour dienenden Preßspindeln ss_1 , welche mit den verankerten Schleudern aa_1 , siehe Fig. 10, in Verbindung stehen. Das Spülwasser findet durch das drehbare Stück q an höchster Stelle des Hohlgestänges seinen Austritt. Der ringförmige Raum zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ist oben mit wasserdichten Abschlüssen versehen, welche man dadurch bewirkt hat, daß man den Preßklotz mit einem Stopfbüchsenaufsatze b für das hindurchtretende Hohlgestänge (Arbeitsrohr) r bekrönte und diesen Aufsatz mit einem seitlichen Stutzen c für den Eintritt des Spülwassers versah. Behufs Abdichtung des Futterrohres h gegen den dasselbe umfassenden Preßklotz wählte man die Manschettendichtung f .

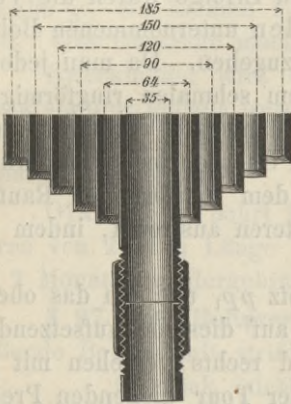
Die oberen milden Schichten werden mit der Schappe o , Fig. 8, drehend durchbohrt. Das Hohlgestänge hängt mittels Schelle t an der Kabelkette, die nach Bedürfnis nachgelassen wird; ein das Hohlgestänge oberhalb des Stopfbüchsenaufsatzes umfassendes Drehbündel u bewirkt das Rotiren der Schappe, und in dem Maße, wie das Arbeitsrohr tiefer in das Gebirge eindringt, werden die Futterröhren h nachgebracht.

Sobald man feste Gesteinsschichten erreicht hat, tritt an die Stelle des drehenden Bohrverfahrens das stoßende mit dem Köbrich'schen Hohlfreifall-Instrument, Fig. 5 und 6. Dasselbe ist, wie das von Fauck (§ 97) angewendete, in seiner Grundidee ein Fabian'scher Apparat, bei welchem das Abfallstück a von einer Hülse k umschlossen wird und in gleicher Weise wie der sich an dasselbe anschließende Bohrklotz x und Bohrer y , siehe Fig. 6, behufs Ableitung des Spülwassers durchbohrt ist. Am Kopfe ist die Hülse k , auch Mantelrohr genannt, durch Muffe m mit dem Hohlgestänge verschraubt und hat auch bei diesem

¹³⁸⁾ Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 25. S. 285. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 692. Taf. XXXVIII.

Werkzeuge, wie beim Preßklotze, die Manschettendichtung die vorteilhafteste Verwendung gefunden. Weil das Spülwasser in das Ringstück zwischen Futter- und Arbeitsrohr eintritt, um seinen Rücklauf durch das Hohlgestänge zu nehmen, wurde das unerwünschte Eindringen von Schmandwasser in das Mantelrohr von unten her durch die untere Manschette *g* unmöglich gemacht; da es aber zeitweise wünschenswert wird, den Wasserstrom umzuschalten, also das Druckwasser vom Hohlgestänge aus wirken zu lassen, so war die Hinzufügung einer zweiten Manschette *g*₁ geboten, welcher die Aufgabe zufällt, den Austritt von Wasser zwischen Mantelrohr und Abfallstück nach unten zu verhindern.

Fig. 65.



Als Bohrer, welche sich an die Bohrstange anschließen, haben sich der Kreuzmeißel, Fig. 13 und 14, Taf. XII, mit vier radial gestellten Schneiden und der Flachmeißel *y* in Fig. 6, Taf. XI, beide mit zentraler Durchbohrung, besonders bewährt. Zum Kernbohren dient der in Fig. 15 und 16, Taf. XII, dargestellte Meißel. — Die Anzahl der Stöße ist etwa 30 in der Minute.

Die benutzten Rohrsysteme, Fig. 65, bestanden aus einer Gruppe ineinander gehender patentgeschweißter (d. h. mit übereinander greifender Naht zwischen Walzen über Dorne geschweißter) Röhren von folgenden Dimensionen:

I	Röhrentour von 185 mm lichter Weite und 10 mm Wandung,
II	„ „ 150 „ „ „ „ 8 „ „
III	„ „ 120 „ „ „ „ 8 „ „
IV	„ „ 90 „ „ „ „ 7 „ „
V	„ „ 64 „ „ „ „ 7 „ „
VI	„ „ 35 „ „ „ „ 5 „ „

sowie mit Muffen von 54 mm äußerem Durchmesser und 90 mm Länge.

Von diesen Röhrentouren dienen die Nummern I, II und III nur als Futterröhren, während die Nummern IV und V zunächst in den größeren Röhrensorten als Hohlgestänge funktionieren und später, wenn es nötig wird, als Futterröhren gebraucht werden können. Die Röhrentour VI wird nur als Hohlgestänge für das Bohren mit Freifallinstrument benutzt.

Die Rohrdimensionen sind sämtlich so gewählt, daß der freie Raum zwischen Außenwand des Hohlgestänges und Innenwand des Futterrohres, ferner der Querschnitt des betreffenden Hohlgestänges, sowie des Kolbens und die Kolbengeschwindigkeit in der Druckpumpe in derart passendem Verhältnisse zu einander stehen, daß im Hohlgestänge die für die jeweiligen Gebirgsverhältnisse geeignete Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes zu erzielen ist, unnötige Kompressionen in der Wasserspülung vermieden werden und endlich der zwischen je zwei Futterröhrentouren befindliche Spielraum noch so groß ist, daß einem vorzeitigen Festwerden der im Niedergehen begriffenen Futterröhren durch etwa eintretende Sandaufgänge nach Möglichkeit vorgebeugt wird.

Das stoßende Bohren mit dem Hohlfreifallapparate benutzt Köbrich nur für mäßige Tiefen und ersetzt dasselbe für tiefere Bohrlöcher durch das drehende

Bohren mit Diamanten, sodaß also Schappe, Meißel und Diamanten bei demselben Bohrloche nacheinander zur Verwendung gelangen.

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, daß man schnell und leicht die Schappe durch Hohlfreifallapparat mit Meißel und diesen wieder durch die Bohrkronen mit Diamanten ersetzen kann, während die maschinellen Teile im wesentlichen unverändert bleiben; nur der Bohrschwengel *H*, Fig. 9 und 10, Taf. XI, muß ein- oder ausgerückt werden, je nachdem man stoßend oder drehend arbeiten will.

Auf der ersten Bühne im Bohrturme, Fig. 10, Taf. XI, ist ein mit vier Lauf- rädern versehener Holzrahmen *h* angeordnet, welcher den aus zwei konischen Rädern und Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade auf und ab bewegbare Bohrspindel *p* trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels *k*, Fig. 10, ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter *K* für das Arbeitsrohr, Fig. 7, versehen und hängt während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle *s* und zweier Hängeeisen an dem vorderen Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt, veranlaßt durch eine einfache Windevorrichtung, je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Sinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, daß das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, insoweit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, daß der Druck der sich drehenden Bohrkronen auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250—400 kg beträgt. Betrachtet man diese Anordnung, so leuchtet es ein, daß es nur des Abschraubens des Arbeitsrohres vom Gestänge und der Lösung der Verbindung zwischen Bohrschwengel und Bohrspindel bedarf, um den Rotationsapparat aus dem Bereiche des Bohrloches abfahren zu können und die Anlage sofort zum Wiedereintritt in das Stoßbohrverfahren zu befähigen. Daß sich umgekehrt die Umwandlung von Stoßbohr- in Diamantbohrverfahren ebenso einfach gestaltet, liegt auf der Hand.

Auch zum Abreißen der beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne hat Köbrich eine sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen. Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlitzter Stahlring *b*₁, siehe Fig. 30 und 31, Taf. XII. An der inneren Fläche desselben befinden sich mehrere mit Diamanten *c*₁ besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Stahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kraftanwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zu Tage gebracht.

Innerhalb 6 Tagen mit 100 Stunden wirklicher Bohrzeit wurde ein Bohrloch zunächst mit der Schappe auf 26 m Teufe niedergebracht, in ferneren 20 Tagen in 338 Stunden wirklicher Bohrzeit mit dem Hohlfreifallapparat weitere 42 m, endlich in 5 Monaten und 12 Tagen mit 1414 wirklichen Bohrstunden mittels Diamantbohren auf 1100 m vertieft¹³⁹⁾.

Die gesamten Kosten der Anlage betragen nach einem Prospekte der Maschinenfabrik und Kesselschmiede von R. Wolf in Buckau bei Magdeburg rund 22 000 M.

§ 100. Noth'sches Verfahren. Noth hat ein Bohrverfahren mit Wasserspülung und Seil in Vorschlag gebracht¹⁴⁰⁾. Das letztere ist ein starker wasserdichter Hanfschlauch, dessen unteres Ende mit irgend einem hohlen Freifallapparate verbunden wird. In das untere Ende des Bohrstückes sind Kreuzmeißelschneiden

¹³⁹⁾ Wolf in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 693.

¹⁴⁰⁾ Oesterr. Zeitschr. 1874. S. 421. — Dingler's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 122.

eingesteckt und durch Keile befestigt. Außerdem sind an der Peripherie des Bohrkopfes sogenannte Reaktionsrinnen eingearbeitet, welche aber durch einen übergeschobenen Blechcylinder bedeckt werden.

Zwischen den Kreuzmeißelschneiden befinden sich, wie bei Köbrich, vier Öffnungen zum Ausströmen des durch das „hohle Seil“ eingepreßten Wassers. Da zwischen dem blechernen Mantelrohre und der Bohrlochwand nur wenig Raum bleibt, so ist der Bohrschlamm bei dem raschen Niederfallen des Untergestänges gezwungen, durch die Reaktionsrinnen und das Innere des Mantels hindurch auszutreten, wobei gleichzeitig eine Drehung des fallenden Meißels in einem der Windung der Rinnen entgegengesetzten Sinne erreicht wird, ohne daß das hohle Seil an der Drehung teilnimmt.

Sollte sich das Verfahren praktisch bewähren und vor allem eine genügende Haltbarkeit der Schläuche und ihrer Verbindungen auch bei größeren Tiefen erreicht werden können, so würde dasselbe gegenüber den übrigen Methoden mit Wasserspülung wesentliche Vorteile haben, zunächst denjenigen der Zeitersparnis, weil das An- und Abschrauben der hohlen Gestänge fortfällt. Außerdem gestattet es den Beginn mit einem großen Durchmesser und bietet dadurch die Möglichkeit, mehrere Verrohrungen einzubringen.

§ 101. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktien-Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz a. Rh.¹⁴¹⁾; Fig. 2—4, Taf. XI, zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Er ist für Tiefen bis 100 m, sowie für mildes Gebirge bestimmt und besteht zunächst aus einem stabilen dreibeinigen Bohrgestänge *a*, welches ebenso wie die beiden Querverbindungen *b* und *c* aus Gasröhren oder \square Eisen gefertigt ist.

Der Bohrschwengel *d* besteht aus einer massiven Eisenstange, welche am Kraftarm einen Druckbaum und am (kleineren) Lastarm eine Gabel trägt. Letztere greift unter eine Scheibe *e* und ein kurzes Rohrstück *f*, über welchem der Krückel *g* mittels der Schraube *h* an das Röhrengestänge angeschraubt wird. Der Krückel bietet daher indirekt den Angriffspunkt für die Gabel, da das Rohrstück und die Scheibe nur eingeschaltet sind, damit die Hand des Krückelführers beim Drehen nicht den Bohrschwengel streift. Beim Niedergange des Gestänges wird der Krückel von Zeit zu Zeit abgenommen und etwas höher wieder angelegt. Der Schwengelbock *i* besteht aus eisernen Schienen.

Der Bohrtäucher *k* ist so hoch, daß auch bei der Abwärtsbewegung des Gestänges das Spülwasser nicht über denselben abfließen kann, sondern durch den seitlichen Ausguß in den Blechkasten *l* tritt, woselbst sich der Bohrschlamm absetzt und das einigermaßen geklärte Wasser von der Pumpe *m* wieder aufgenommen werden und dem Hohlgestänge zugeführt werden kann. Das Gestänge besteht aus gewöhnlichen Gasröhren, welche durch konisch abgedrehte Muffen verbunden werden.

Der Bohrmeißel *n*, Fig. 2, 21 und 22, Taf. XI, hat zwei unter stumpfem Winkel angeordnete Schneiden — eine Neuerung, welche in mildem Gebirge wegen des Zentrirens Vorteile bietet; in festem Gestein dürfte sie sich nicht bewähren (vergl. S. 71). Sein Schaft ist hohl und besitzt zwei seitliche Öffnungen *o* für den Austritt des Spülwassers.

Der Schlauchanschluß *p* hat zwei krückelartige Hebelarme *q* zum Auf- und

¹⁴¹⁾ Tecklenburg in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31, S. 245.

Abschrauben, beziehungsweise zum Lockern und Anziehen, sodaß man das Anlegen eines besonderen Schlüssels erspart. Ueber dem Schlauchanschlusse ist noch ein Stück Rohr mit Bogenstück angebracht und an diesem erst der Gummischlauch befestigt. Dadurch, daß man das Bogenstück an das über die Seilrolle gehende Bohrseil anhängt und mit dem Niedergange des Bohrers sinken läßt, dasselbe ferner verhindert, an der Drehung des Gestänges teilzunehmen, wird der Gummischlauch vor einer schnellen Abnutzung durch Einknicken wesentlich geschützt.

§ 102. Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina¹⁴²⁾. Zur Untersuchung des Baugrundes, für Bonitierungsarbeiten, sowie zum Schürfen eignet sich außer dem Tecklenburg'schen Hand-Tiefbohrapparate (§ 104), sowie dem Röhrenbrunnen-Rammbohrer (§ 105), das dem Verfahren von Deseniss & Jacobi in Hamburg (S. 135) ähnliche von Bertina in Schierstein a. Rh., wobei hohle Bohrröhren von 13 mm und Rammröhren von 38 mm Weite zur Verwendung gelangen.

In Fig. 1, Taf. XII, ist *a* das Rammrohr, welches in das durch den Bohrer geschaffene Loch eingetrieben wird. Die 1,5 m langen Rohrstücke werden durch Muffen *b* mit innerem Gewinde verbunden. Am untersten Rohrstücke befindet sich, um die Einführung des Rammrohres in das Bohrloch zu fördern, ein Stahlring *c*, welcher innen scharf geschmiedet und gefeilt, außen mit scharfen Zähnen von geringer Windung versehen ist.

Zur Aufnahme der Schläge eines Vorschlaghammers oder einer Ramme (vergl. § 105) ist oben auf das Rohr ein kurzes Rohrstück *d* aufgeschraubt, welches eine warm aufgezugene und hart gelötete Flansche mit aufgelegtem Schlagring trägt; auf den letzteren setzt man beim Schlagen ein Stück hartes Holz mit der Hirnseite auf. Seitlich an der Flansche sind zwei Scharnirschraubenbolzen mit Flügelmuttern angebracht, die zur Befestigung der Stopfbüchse dienen. Die letztere vermittelt die Wasserspülung aus einem 3—4 m höher aufgestellten Petroleumfasse, zu welchem ein Schlauch mit Hahnverschluß *f* führt, und besteht aus einem 38 mm weiten T-(Dreiweg-) Stücke, an welches einerseits die auf das Rammhaupt passende Flansche angenietet und hart gelötet, während andererseits mittels eines eingeschraubten Nippels mit durchbohrtem Boden und übergeschraubter Muffe mit durchbohrtem Deckel die Vorrichtung zur Abdichtung des Wassers hergestellt ist; siehe Fig. 2.

Die Bohrröhren *g* haben eine Normallänge von 4 m bis zu Stücken von 1,50—2 m. Die zugehörigen Bohrer, Fig. 6 und 7, sind aus Gußstahl geschmiedet und haben zur Aufnahme der Bohrröhren inneres Gewinde, in dessen Zentrum die Bohrung mit dem Durchmesser der lichten Rohrweite sich fortsetzt und seitlich durch zwei länglich flache Löcher ausmündet. Zum Arbeiten in Sand und losem Gerölle wird der gerade flache Meißel *h*, in Stein der S-Bohrer *i*, in sehr hartem Gesteine, wie Quarz etc., der langsamer arbeitende Kronenbohrer *k* und in Thon und Lehm der Schneckenbohrer *l* angewendet.

Ueber der Stopfbüchse trägt das Bohrgestänge den Arbeitshebel (Bohrkrückel) *m*, der mittels zweier Schrauben festgeklemmt wird, und zum Ausfließen des Bohrschlammes das Bogenstück *n*.

Der Schneckenbohrer wird bei zähem Erdreich ohne Wasserspülung und

¹⁴²⁾ Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen. 1880. No. 22.

Verrohrung angewendet. Machen tiefere Schichten, wie Kies und Sand, eine Wasserspülung erforderlich, so muß das Bohrloch verrohrt werden.

In 6—7 Stunden wurde ein verrohrt Bohrloch in Sand und Kies 10—12 m tief niedergebracht, in stehendem festen Thon mitunter 4—5 m in einer Stunde erreicht.

Litteratur.

Broja. Ueber die Anwendung des Diamantröhrenbohrens in England. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1873. Bd. 21.

Pupovac. Die Diamantbohrmaschine. Wien 1874.

Diamantbohrung in Rheinfelden. Die Eisenbahn. 1877. Bd. VI. No. 4.

A. Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877.

Armengaud. Publication industrielle. 1879. Vol. 25.

Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina. Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen. 1880. No. 22.

Wolf. Bohren mit Wasserspülung von Köbrich. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1882. Bd. 26. S. 692.

F. Gewinnung von Wasser und Untersuchung des Baugrundes mit Bohrlöchern von geringem Durchmesser.

§ 103. **Artesische Brunnen.** Das in die Erde eindringende Wasser ist oft genötigt, wasserdichten Gesteinsschichten zu folgen. Trifft es auf seinem Wege in die Tiefe eine zu Tage ausgehende Kluft, so erscheint es als Quelle.

Dringt aber das Wasser in eine poröse Gesteinsschicht *b* ein, siehe Fig. 12, Taf. XII, welche zwischen zwei wasserdichten Gesteinsschichten *a* und *c* eingeschlossen ist, so füllt es die erstere wie eine kommunizierende Röhre aus und steht bei *d* unter einem der Höhe *be* entsprechenden Drucke, mit welchem es durch ein bei *d* gestoßenes Bohrloch zu Tage tritt. Ein solches Bohrloch heißt artesischer Brunnen; vergl. S. 68.

Steigt das Wasser über die Erdoberfläche empor, so muß es durch ein Steigrohr gefaßt werden, von welchem aus das Wasser den Verbrauchsstätten zugeführt und unter Umständen sogar zum Betriebe von Maschinen benutzt werden kann. Je nach der Tiefe, aus welcher das Wasser emporsteigt, hat es mehr oder weniger hohe Temperatur.

Von größeren artesischen Brunnen ist besonders derjenige von Grenelle bei Paris zu erwähnen. Derselbe wurde 1833—41 von Muloth erbohrt, besitzt eine Tiefe von 545 m und liefert in einer Minute 640 l Wasser von 22 $\frac{1}{2}$ ° R., welches in einem Rohre 16 m über den Boden emporsteigt. Diese Wasserlieferung verminderte sich auf 430 l, als das noch großartigere Unternehmen von Passy bei Paris durch Kind vollendet wurde. Der wasserreichste artesischer Brunnen ist derjenige zu Congé sur Cher im Departement Indre-Loire, welcher bei einer Tiefe von 308 m in der Minute 4050 l liefert.

Von der größten Bedeutung sind artesischer Brunnen hiernach für wasserarme Gegenden. So haben französische Ingenieure seit 1855 in Algerien an den Rändern der Sahara mit glücklichstem Erfolge sehr ergiebige artesischer Brunnen erbohrt, welche jetzt täglich 100000 cbm Wasser liefern und den bisher sterilen Boden befruchten.

§ 104. **Hand-Tiefbohr-Apparat.** Hauptsächlich für Vorarbeiten beim Schürfen, Bonitiren, sowie zum Untersuchen des Baugrundes und zum Aufsuchen von Wasser

hat Bergrat Tecklenburg in Darmstadt einen Hand-Tiefbohr-Apparat konstruiert. Derselbe, von P. Graef in Darmstadt ausgeführt, besteht aus den in Fig. 66 (1 bis 15) dargestellten Instrumenten.

In Fig. 66(1) ist *a* eine aus massiver Bronze bestehende Krücke, *b* die Stockstange, 800 mm lang, bei 15 mm Durchmesser und 0,4 kg Gewicht, *c* eine stählerne Schaufel.

Die Brechstange, Fig. 66 (2), dient zum Durchstoßen von Steinen und in Verbindung mit dem Gestänge zum Beiseitedrängen von größeren Geröllen im Bohrloche.

Der Spitzhammer, Fig. 66(3), wird zum Aufhauen der Erde und zum Zerschlagen von Steinen, der Flachhammer, Fig. 66 (4*a* und 4*b*), zum Ausheben von Schürfen und die Schmilze *f* als Kolbenbohrer zum Zerstoßen von Steinen im Bohrloche benutzt.

Fig. 66 (5) ist ein Hohlgestänge von 1 m Länge, 15 mm Durchmesser und 0,6 kg Gewicht.

Fig. 66(6) zeigt ein Krückel *g* zum Drehen des Bohrgestänges *h*, an dessen unterem Ende sich die Schappe *i* befindet. Dieselbe ist ein hohl geschliffener, aufgeschlitzter Cylinder von 250 mm Länge und 22 mm Durchmesser.

Die Abfange gabel mit Schlüssel, Fig. (66)7, wird zum Abschrauben des Gestänges und Abfangen desselben über Tage, der Schlüssel, Fig. 66(8), gleichfalls zum Schrauben, sowie zum Reinigen der Schappe benutzt.

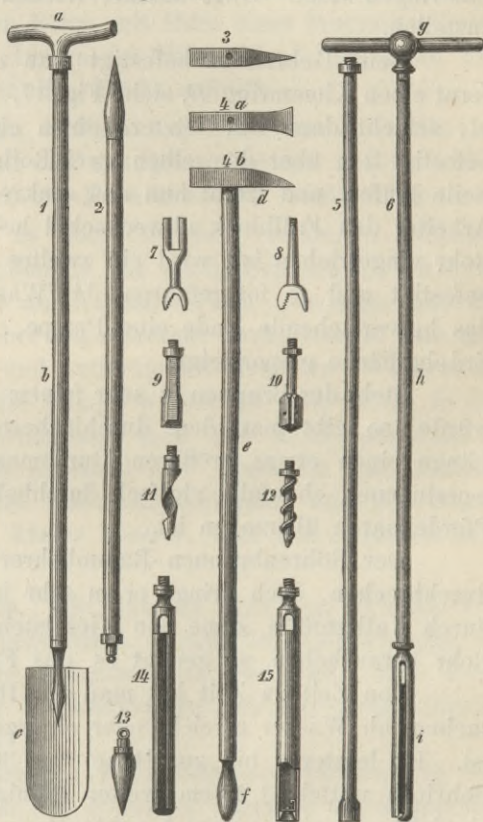
Fig. 66 (9) zeigt einen Flachmeißel mit Seitenschneiden, welcher zum Durchstoßen fester Gesteine, Fig. 66 (10) einen Kronenbohrer mit 6 unteren und 6 seitlichen Schneiden, welcher in zerklüfteten festen Gesteinslagen angewendet wird, während der Schneckenbohrer, Fig. 66 (11), zum Vorbohren in verwittertem Schiefer und der Spiralbohrer, Fig. 66 (12), zum Auflockern von festem Kies dient.

Der Spitzbohrer, Fig. 66 (13), läßt sich als Senkel oder in Verbindung mit dem Gestänge als Vorbohrer benutzen.

Der Hohlbohrer, Fig. 66 (14), eignet sich mehr für Schotter und feinkörniges Gerölle, während die Ventilbüchse oder der Schlammöffel, Fig. 66 (15), mit Gestänge oder am Seil zum Bohren in Trieb sand und zum Reinigen des Bohrloches vom Bohrschlamm benutzt werden kann.

Der ganze Apparat wiegt für 10 m Tiefe etwa 7 kg, kostet 150,50 M., kann von einem Mann getragen und ohne besondere Vorrichtungen gebraucht werden. In der Regel genügt für

Fig. 66 (1—15). M. 1 : 9.



die obengenannten Zwecke die Krücke mit Stockstange, die Schmilme, die Schappe und der Universalschlüssel, welche zusammen 26 M. kosten.

§ 105. Röhrenbrunnen oder Rappumpen. An dieser Stelle sind auch die Rappumpen¹⁴³⁾ zu erwähnen, welche als amerikanische, Norton'sche oder Röhrenbrunnen, auch abessinische Brunnen, sehr bekannt geworden, aber in Deutschland schon 1815 von Nigge und 1831 von Melm ausgeführt worden sind.

Sie bestehen im wesentlichen aus gewalzten eisernen Gasröhren, gewöhnlich von 32 mm innerem und 46 mm äußerem Durchmesser, welche sich durch Zusammenschrauben verschiedener Stücke auf eine Länge bis 9,5 m und mehr bringen lassen. Eine der Röhren, welche zuerst eingerammt wird, ist an einem Ende mit einer stählernen Spitze versehen und über dieser Spitze auf eine Länge von 30—40 cm ringsum mit Löchern von 4 mm Weite durchbohrt, sodaß Wasser leicht in das Rohr eindringen kann. Zwei Männer reichen aus, um den Brunnen in kurzer Zeit herzustellen.

Beim Gebrauche befestigt man zunächst etwa 1 m von der Stahlspitze entfernt einen Klemmring *D*, siehe Fig. 17, Taf. XII, mit Schrauben an die untere Röhre *A*, schiebt dann auf letztere einen circa 35 kg schweren eisernen Fallblock *C*, befestigt 2 m über demselben zwei Rollen *B*, über welche nach dem Fallblock hin Seile laufen, und treibt nun das senkrecht gestellte Rohr in den Boden, indem die Arbeiter den Fallblock abwechselnd heben und fallen lassen. Nachdem das erste Rohr eingetrieben ist, wird ein zweites angeschraubt, an diesem der Rappapparat befestigt und so fortgefahren, bis Wasser erreicht ist. Sodann schraubt man an das hervorstehende Ende eine Pumpe, falls nicht das Wasser von selbst über die Erdoberfläche emporsteigt.

Steht der Brunnen in sehr feinem Sande, welcher dauernd mitgerissen werden würde, so gibt man dem durchlöcherten Rohre mit der Stahlspitze bei etwa 1 m Länge einen etwas größeren Durchmesser und schiebt in dasselbe ein zweites, messingenes, ebenfalls vielfach durchbohrtes Rohr, welches mit einem Gewebe von Pferdehaaren überzogen ist.

Der Röhrenbrunnen-Rambbohrer ist nicht geeignet, feste Steinbildungen zu durchbrechen, doch dringt er in sehr harte und dichte Bodenarten ein und geht durch Kalkgerölle, ohne von Kieselsteinen aufgehalten zu werden. Will man das Rohr herausheben, so genügt es, das Fallwerk umgekehrt arbeiten zu lassen.

Von Zeit zu Zeit hat man mit Hilfe eines hohlen eisernen Lotes zu untersuchen, ob Wasser erreicht oder ob irgend eine Erdart in die Röhre eingedrungen ist. Ist letzteres bis zur Höhe von 30 cm und darüber geschehen, so wird das Bohrloch mittels 1,25 cm weiter Reinigungsröhren gereinigt, indem man Wasser eingießt und eine aufgeschraubte Pumpe in Thätigkeit setzt.

Befindet sich der Wasserstand in beträchtlicher Tiefe, so wird, nachdem die erste Röhre in den Boden eingetrieben ist, der Arbeitscylinder *A*, Fig. 18, Taf. XII, welcher aus einer kurzen, durch ein Metallfutter verstärkten Röhre besteht und mit einem Ventilsitze *B* ausgerüstet ist, an die eingetriebene Röhre geschraubt und mit einer Einlage *C* versehen. Diese Einlage hat zu verhüten, daß das Metall-

¹⁴³⁾ Prakt. Maschinen-Konstr. 1868. Nr. 14. — Dingler's polyt. Journ. 1869. Bd. 191. S. 24. — Deutsche Bauztg. 1873. S. 93. — Vergl. übrigens S. 293 und Fig. 2 und 4—7 auf Taf. XV der 1. Abteilung der Baumaschinen.

futter während des Rammens seinen Platz verläßt. An den Arbeitscylinder werden dann neue Röhren gefügt, die auf gewöhnliche Weise getrieben werden, bis der Cylinder die Nähe des Wasserstandes erreicht. Dann wird der Kolben *D*, der an einer aus mehreren Stücken bestehenden Pumpenstange befestigt ist, in den Arbeitscylinder niedergelassen und mit dem Pumpenschwengel verbunden.

Beim Reinigen solcher tieferen Bohrlöcher besitzt das Wasser während des Pumpens nicht genügende Geschwindigkeit, um schwere Sandkörner in die Höhe zu fördern. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, wendet man eine Pumpe mit hohlem, ein Bodenventil führendem Taucherkolben *A*, Fig. 19, Taf. XII, und gleichfalls hohler Pumpenstange an, deren oberes Ende *B* als Ausguß dient. Nachdem der Brunnen mit dieser Pumpe gereinigt ist, kommt ein gewöhnlicher Pumpkolben zur Anwendung.

Nach dem Verfahren von Le Grand & Suteliff (Magdalaworks Bunhillrow, London) geschieht das Eintreiben der ersten Röhre mit Hilfe eines langgestreckten, mit Stahl beschlagenen Stempels, der im Innern der Röhre Platz findet und auf der inneren oberen Fläche der stählernen Spitze direkt auftrifft.

In neuerer Zeit werden Bohrbrunnen vielfach von der Firma Deseniss & Jacobi in Hamburg ausgeführt und zwar bei sandigem Gebirge nach Art des dänischen Spritzbohrverfahrens (§ 96) mit Futterrohr und Hohlgestänge.

In ganz feinem Schwimmsande ist es trotz des oben erwähnten Roßhaarfilters nicht möglich, reines Wasser zu bekommen. In einem Brunnen zu Chiselhurst verfuhr man in einem solchen Falle auf folgende Weise: Nachdem man die Röhren herausgezogen und die unterste Röhre abgeschraubt hatte, steckte man den Rest wieder ein, schraubte die Pumpe auf und entfernte mit derselben 4—5 Karrenladungen Sand. Sodann schraubte man die Pumpe wieder ab und führte in die dadurch entstandene Höhlung — der Schwimmsand muß also nicht sehr wasserreich gewesen sein — reinen und scharfen Kiessand ein. Nachdem man schließlich die Röhren herausgezogen, die untere Röhre angeschraubt und das Ganze wiederum eingetrieben hatte, bekam man klares Wasser, weil das künstlich hergestellte Kiesbett als Filter diente.

§ 106. Bohrpumpe von Donnadieu. Die Pumpen nach dem Systeme von Donnadieu^{143a)} sind als Garten- und Feuerspritzen, ferner für Wasserhebung in Brunnen und Schächten, sowie endlich in Bohrlöchern bestimmt. Eine Konstruktion der letzteren Art, welche sogar in Bohrlöchern von nur 15 cm Durchmesser anwendbar ist, zeigt Fig. 1, Taf. XI.

In einem in das Bohrloch eingehängten Futterrohre *a* befindet sich ein Röhrengestänge *b*, an dessen unterem Ende ein Fußstück *c* mittels Flanschen befestigt ist. In das Fußstück ist ein nach unten gerichtetes Kolbenrohr *d* eingeschraubt. Dasselbe schiebt sich über einen durch Ringgliederung abgedichteten, mit dem nach oben klappenden Ventile *f* versehenen hohlen Kolben *e*, an welchen sich unten ein Saugrohr *g* mit dem durchlöcherten Saugkorbe *h* anschließt. In dem Fußstücke *c* ist ein Hubventil *i* angebracht.

Der Gang der Pumpe ist folgender: Beim Anheben des Cylinders *d*, wobei der Kolben mit dem Saugrohre stehen bleibt, hebt sich das Ventil *f* und läßt das

^{143a)} Revue industrielle. 1879. S. 9.

angesaugte Wasser in den Cylinder d treten, bei dessen Niedergange es höher steigt und schließlich zum Ausflusse gelangt.

Die Pumpe hat, wie andere ähnlich konstruirte, zum Beispiel die Perspektivpumpen, den Vorzug, daß das Wasser ohne Teilung und Richtungsveränderung emporsteigt. Außerdem sind die inneren Teile leicht zugänglich und ist die ganze Konstruktion eine sehr solide, sodaß Reparaturen selten vorkommen.

§ 107. Leistung größerer Röhrenbrunnen. In günstigen Bodenarten, besonders in grobem Sande und Kies, kann ein 7,5 cm weiter Röhrenbrunnen 1,9 bis 2,6 Sekundenliter Wasser liefern, ausnahmsweise wurde sogar eine Ergiebigkeit von 7,7 Sekundenlitern beobachtet. Bei der Herstellung von bedeutenderen Anlagen ist eine Vergrößerung des Durchmessers weniger zu empfehlen als die Ausführung mehrerer Brunnen mit der gewöhnlichen Weite von 7,5 cm. Die einzelnen Brunnen werden durch Krümmlinge und Ansatzstücke an ein gemeinsames horizontales, mindestens 0,6 m unter der Erdoberfläche liegendes Hauptrohr gekuppelt, sodaß eine Dampfmaschine aus 10—15 Brunnen gespeist wird. Der Abstand der einzelnen Brunnen beträgt je nach Beschaffenheit des Untergrundes 6 m und darüber.

Ein Wasserwerk zu Carmathen in Wales bezieht seinen ganzen Bedarf aus 10 Stück 5 cm weiten Rohrbrunnen, welche 11—12 Sekundenliter Wasser von ausgezeichneter Qualität liefern. Die Anlagekosten dieses Werkes haben nur 44000 M. betragen, die jährlichen Betriebskosten sind zu 3000 M. veranschlagt. Auch an andern Orten Englands sind gekuppelte Röhrenbrunnen mit Erfolg ausgeführt, unter anderem mögen zwei 7,5 cm weite Brunnen der Solway Hematit-Eisenwerke in Cumberland erwähnt werden, durch welche die Eigentümer jährlich 6000 bis 8000 M. für Wasserzins sparen, und drei ebenso weite Brunnen der Oelwerke von Ch. Price & Co. bei Belvedere in Kent, welche diese Werke mit einer ausreichenden Menge klaren Wassers versehen.

In Hamburg und Umgegend sind von Deseniss & Jacobi, zum Teil mit Spritzbohren, siehe S. 123, etwa 300 Rohrbrunnen niedergebracht, welche bei Tiefen von 15—290 m zwischen 0,9 und 2,8 Sekundenliter Wasser liefern. Aus 4 gekuppelten Brunnen im Hamburger Zentralgefängnis werden 10, aus 2 ebensolchen in der Wandsbecker Brauerei und Brennerei von H. Helbing 6,9 Sekundenliter Wasser gepumpt.

Hiernach haben Rohrbrunnen zunächst für die Frage der Wasserbeschaffung, sodann aber auch für die Untersuchung des Baugrundes und für Bonitierungsarbeiten eine hohe Wichtigkeit.

Litteratur.

- Wilhelm Zsigmondy. Der artesische Brunnen im Stadtwäldchen von Budapest. Separatabdruck aus dem Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt. 1878. Bd. 28. Heft 4.
- Wilhelm Zsigmondy. Mitteilungen über die Bohrthermen zu Harkány auf der Margareteninsel nächst Ofen und zu Lippik, sowie der Bohrbrunnen zu Alesúth. Pest 1873.
- Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. (Exposition universelle 1878.) Bohrloch zu Grenelle. S. 36.
- Ueber Röhrenbrunnen. Deutsche Bauztg. 1873. S. 93.
- E. Sonne. Ueber Ausführung und Erfolg von Rohrbrunnen. Zeitschr. f. Baukunde. 1880. S. 403.

G. Allgemeines über Tiefbohrbetrieb.

§ 108. Buchführung und Bohrproben. Zur Kontrolle der Bohrarbeit und damit die gewonnenen Resultate erhalten bleiben, müssen Bohrtabellen oder Bohrregister geführt werden, aus denen mindestens die Anzahl der Arbeits-

schichten, die Leistung pro Schicht, die durchbohrten Gesteinsschichten, sowie die durch Unfälle veranlaßte Arbeit und die dabei aufgewendete Zeit hervorgehen.

Bei den Bohrungen, welche von seiten des preußischen Staates ausgeführt werden, trägt man alles, was von Interesse sein kann, sorgfältig in Tabellen ein¹⁴⁴⁾.

Unter Umständen ist bei jedem Löffeln der Bohrschmand genau zu untersuchen. Die ausgewaschenen Proben müssen numerirt, mit Angabe der Bohrlochtiefe, aus welcher sie stammen, bezeichnet und in Gestalt einer Sammlung aufbewahrt werden.

§ 109. Leistungen und Kosten. Nach v. Seckendorf¹⁴⁵⁾ müssen bei Anwendung von Menschenkraft 314 m in 6 Monaten gebohrt werden können. Rechnet man die Arbeitszeit von 6 Monaten zu 4320 Stunden, so würde die tägliche Leistung etwa 3,14 m betragen.

Zu Rohr¹⁴⁶⁾ erforderte der abgebohrte Fuß Bohrlochtiefe bei Anwendung des Fabian'schen Freifallstückes 3 Stunden 20,88 Minuten (1 m = 10 Std. 40 Min.) reine Bohrzeit, sowie 3 Stunden 34,5 Minuten (1 m = 11 Std. 23 Min.) für Nebenarbeiten. Während der Bohrzeit wurden 2438 Schläge gemacht und 6,20 M. Löhne verausgabt.

Eine sehr ausführliche Zusammenstellung der Kosten und Leistungen einer großen Anzahl von tieferen Bohrungen hat Teeklenburg¹⁴⁷⁾ veröffentlicht. Einige von ihnen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

O r t .	Art des Bohrens.	Tiefe in m.	G e s t e i n .	Durchmesser		Durchschnittliche Leistung in 24 Std. inkl. | exkl. Nebenarbeiten.		Kosten pro laufend. Meter. M.
				oben	unten	m.		
				mm.				
Villefranche d'Alliers . . .	Diamantbohren	740,7	Steinkohlengebirge	225	75	1,8	5,1	—
Liebau (Schles.)	"	500,0	Buntsandstein, Rothliegendes, Quarzit, Kalk, Glimmerschiefer, Diorit, Granit	175	75	3,6	7,1	—
Rheinfeldern ¹⁴⁸⁾ bei Basel . . .	"	426,6	—	210	100	7,2	—	356,80
Aschersleben . . .	"	303,0	—	175	75	5,2	—	—
Purmallen ¹⁴⁹⁾ . . .	Zobel - Köbrich	303,23	Schwimmendes und festes Gebirge	185	84	2,958	—	93,65
Luckow in Schlesien ¹⁵⁰⁾ . . .	Fauk	220,0	Sand (schwimmend und fest)	270	95	1,5	—	26,0
Diedenhofen . . .	Przibilla	180	Kalk	150	75	2,8	—	60,0
Goslar ¹⁵¹⁾	Gestänge mit Fabian'schem Freifallstück.	329,78	Goslarer Schiefer mit Quarz	234	182	2,0	—	70,75
Pennsylvanien . . .	Dampf-Seilbohren	500,0	—	160	105	13,0	—	24,75
Utphe in Oberhessen	Fauvelle	67,5	Thon	60	60	22,5	—	0,56
Sperenberg bei Berlin	Gestänge mit Zobel's F. App.	1303	Gips, Anhydrit und Steinsalz	380	310	{ 1,25 ¹⁵⁰⁾ 1,54 ¹⁵¹⁾	—	140,0

¹⁴⁴⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 24, 25, 29, 31.

¹⁴⁵⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 104.

¹⁴⁶⁾ Preuß. Zeitschr. 1859. Bd. 7. S. 3.

¹⁴⁷⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1881. S. 345; 1882. S. 9—11, 32—34, 457.

¹⁴⁸⁾ Näheres siehe Leo Strippelmann. Bohrtechnik. S. 106.

¹⁴⁹⁾ Vergl. § 99.

¹⁵⁰⁾ Handbohrung.

¹⁵¹⁾ Maschinenbohrung.

Die große Verschiedenheit in den Leistungen und Kosten ist nicht allein im Systeme, sondern in erster Linie in der Beschaffenheit des Gesteines und in der Bohrlöchtiefe begründet. Das Diamantbohren hat für festes Gestein die höchsten Leistungen, aber auch bei weitem die größten Kosten aufzuweisen.

Nach Professor Rochelt¹⁵²⁾ rechnet man auf 4,7 m Bohrlöchtiefe den Verlust eines Diamanten und hat inkl. der Förderarbeiten, welche bei 314 m etwa 3 Stunden erfordern, in festem Sandsteine eine Leistung von 4,7 m in 6 Stunden.

§ 110. Zeitaufwand beim Einlassen und Aufholen der Gestänge. In Schöningen¹⁵³⁾ wurden bei 628 m Tiefe zum Einlassen 1 Stunde, zum Aufholen 1¹/₂ Stunden gebraucht.

In Rohr¹⁵⁴⁾ betrug die Geschwindigkeit bei derselben Arbeit und bei Anwendung von Maschinenkraft 392 cm pro Sekunde.

Nach Beer¹⁵⁵⁾ ist die durchschnittliche Geschwindigkeit einschließlich des An- und Abschraubens 190—280 cm pro Sekunde.

Zum Vergleiche sei hier wiederholt, daß bei dem amerikanischen Seilbohren bei 300 m Tiefe das Aufholen des Meißels 1 Minute, das Einlassen nur 1/2 Minute beansprucht.

H. Herstellung von Bohrlöchern für verschiedene Zwecke.

§ 111. Allgemeines. Abgesehen von der Sprengarbeit, werden beim Bergbaubetriebe Bohrlöcher für verschiedene Zwecke gebohrt. Die Richtung der Bohrlöcher ist je nach den letzteren verschieden, während sie bei den Tiefbohrungen nur senkrecht abwärts gehend ist. Die dabei gebrauchten Apparate haben insofern allgemeineres Interesse, als man dieselben auch für andere technische Zwecke mit Vorteil verwenden kann, z. B. zum Abzapfen von Teichen, Durchbohren von Bahndämmen behufs Einbringung von Abflußrohren etc.

Ebenso wie bei den Tiefbohrungen bedient man sich in festen Massen stoßend, in milden Massen drehend wirkender Apparate.

§ 112. Stoßend wirkende Apparate. Stoßend hergestellter Bohrlöcher bedient man sich beim Bergbau beispielsweise dann, wenn man alte, gewöhnlich mit Wassern und bösen Wettern angefüllte Grubenbaue abzapfen muß, bevor man mit denselben durchschlägig wird.¹

Am einfachsten stellt man derartige Bohrlöcher durch Schlagen der Meißel mit Fäusteln (zwei- und dreimännisch) her. Außerdem verwendet man zum Schlagen Rammen, welche an zwei Punkten mit Ketten aufgehängt sind.

Geht das Bohrloch saiger aufwärts, so erfolgt das Zurückziehen des Meißels durch Haspel oder durch direktes Angreifen der Arbeiter an Seilen, siehe Fig. 67, während der Vorstoß durch ein Fallgewicht bewirkt wird, dessen Seil über Rollen geführt ist.

¹⁵²⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 200.

¹⁵³⁾ Preuß. Zeitschr. 1854. Bd. 1. S. 92.

¹⁵⁴⁾ Ebenda 1859. Bd. 7. S. 11.

¹⁵⁵⁾ Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858. S. 174.

Außerdem kann man derartige Bohrlöcher mit einem Handschwengel herstellen, an dessen Lastarm das Bohrgestänge in einer eisernen Pfanne ruht.

Da bei diesem einfachen Verfahren das abzupfende Wasser nach erfolgtem Durchschlage des Meißels den letzteren zurückschleudert und frei durch das Bohrloch ausströmt, wodurch unter Umständen eine Gefährdung der Arbeiter und ein Versaufen der Grube, sowie ein Ausströmen von bösen Wettern eintreten kann, so muß man bei großem Ueberdruck des Wassers dafür sorgen, daß dem letzteren nach erfolgtem Durchschlage der freie Abfluß verwehrt wird und daß man es nach Belieben abzapfen kann.*

Diesen Zweck verfolgt die von dem Maschinen-direktor Friedrich in Klausthal konstruirte, durch Fig. 29 und 30, Taf. IX, dargestellte Harzer Bohrmaschine¹⁵⁶⁾. Die Bohrstange *a* geht durch eine Röhre *b*, welche in das Gestein hineinragt, gut abgedichtet und fest verstrebt ist. Die Bohrstange hat an ihrem rückwärtigen Ende ringförmige Wulste und ruht in einer Gabel *c*, welche mit einem am hinteren Ende mit einem Gewichtskasten versehenen Hebel *d* in Verbindung steht. Außerdem hat die Bohrstange einen konischen Zapfen, welcher in einen ebenso geformten, innerhalb der Röhre *b* angebrachten Sitz gedrängt wird und dadurch dem Wasser nach erfolgtem Durchschlage den Ausgang versperrt.

Zum Abzapfen des Wassers befindet sich an dem Rohre *b* ein nach unten gerichteter Stutzen mit einem Ablaßrohre *r* und einem Hahnverschlusse.

Will man das Wasser von bösen Wettern reinigen, so leitet man dasselbe durch einen mit passenden Ingredienzien gefüllten Kasten.

§ 113. Drehend wirkende Apparate. Beim Pfeilerabbau in Steinkohlenflötzen und bei Vorhandensein von schlagenden Wettern verbindet man die streichenden Abbaustrecken, deren Entfernung 10—12 m beträgt, anstatt durch Ueberhauen, billiger und aus mehreren Gründen zweckmäßiger durch Bohrlöcher und bedient sich zu diesem Zwecke, besonders in Westfalen, der Apparate¹⁵⁷⁾ von Wegge und Pelzer¹⁵⁸⁾, Munscheid, Gildemeister und Kamp, sowie von Hussmann¹⁵⁹⁾.

¹⁵⁶⁾ Héron de Villefosse. Mineralreichtum. Deutsch von Hartmann. 1822. Bd. 2. S. 209.

¹⁵⁷⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 255, 258; 1880. Bd. 28. S. 237, 238.

¹⁵⁸⁾ D. R. P. No. 5419. 6541.

¹⁵⁹⁾ Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29. S. 233.

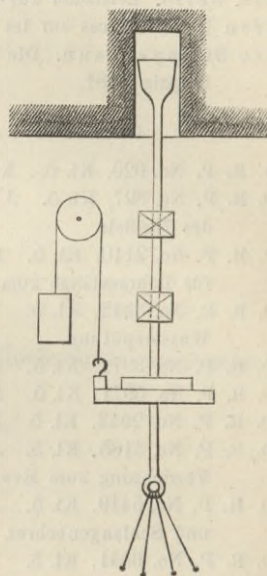
Litteratur.

C. W. Fromman. Die Bohrmethode der Chinesen, mit Rücksicht auf artesisische Brunnen. Koblenz 1835.
K. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.

A. Rost. Die deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preußischen Staate. Bd. 1. 1854. S. 65. Taf. II und III. — Bd. 7. 1859. S. 201. Taf. XV und XVI.

Fig. 67.



- Degoussée u. Laurent. Anwendung des Erd- und Bergbohrers. Quedlinburg 1856.
 Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858.
 A. Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877.
 G. Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1884.
 Alb. Serlo. Leitfaden zur Bergbaukunde. IV. Aufl. Berlin 1884.
 Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. Exposition universelle 1878.
 Leo Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbaues und der Eisenbahntechnik. 2. Aufl. Leipzig 1881.

Deutsche Reichspatente auf Vorrichtungen zum Tiefbohren.

- D. R. P. No. 620. Kl. 5. Köbrich in Schönebeck. Freifall-Vorrichtung an Hohlbohrern.
 D. R. P. No. 827. Kl. 5. J. von Sparre in Dortmund. Freifall-Seilbohrer mit selbstthätiger Drehung des Meißels.
 D. R. P. No. 2110. Kl. 5. K. Sachse in Orzesche. Gelenkverbindung mit konischer Hülsenkuppelung für Bohrgestänge zum Aufwinden ohne Auseinandernehmen des Gestänges.
 D. R. P. No. 3548. Kl. 5. W. Stoz in Stuttgart. Bohrrapparat mit Hohlgestänge zum Betriebe mit Wasserspülung.
 D. R. P. No. 3971. Kl. 5. H. Götze. Erdbohrer.
 D. R. P. No. 5971. Kl. 5. K. Sachse in Orzesche. Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge.
 D. R. P. No. 2943. Kl. 5. F. C. Bierlein in Lingolsheim. Klappenbohrer zum Bohren von Brunnen.
 D. R. P. No. 4185. Kl. 5. Amador Villar y Castropol in Madrid. Rotations-Freifallbohrer mit Vorrichtung zum Erweitern des Bohrloches und automatischer Hubregulirung.
 D. R. P. No. 5449. Kl. 5. H. Wegge und Friedrich Pelzer in Dortmund. Kombinirter Kern- und Schlangenbohrer.
 D. R. P. No. 6541. Kl. 5. H. Wegge und Friedrich Pelzer in Dortmund. Kombinirter Kern- und Schlangenbohrer.
 D. R. P. No. 7573. Kl. 5. Max Blumenreich in Berlin. Hydraulischer Erd- und Steinbohrer.
 D. R. P. No. 8407. Kl. 5. Johann Horst auf Zeche Pluto in Wanne. Neuerungen an Kohlenhohlbohrern.
 D. R. P. No. 9092. Kl. 5. Otto Lentz und Richard Sorge in Baku im Kankasus. Erweiterungsbohrer für Bohrlöcher mit Futterröhren.
 D. R. P. No. 9391. Kl. 5. Max Blumenreich in Berlin. Hydraulischer Bohrrapparat zur Herstellung von Bohrlöchern in Erde oder Gestein.
 D. R. P. No. 11499. Kl. 5. Heinrich Schumacher in Köln. Neuerungen am Fabian'schen Freifall-Instrumente zum Bohren mit Wasserspülung.
 D. R. P. No. 12076. Kl. 5. M. Schönert, A. Wasserot und G. Rahts in Freiberg i. S. Erdbohrverfahren mit Motorenordnung unmittelbar über dem Bohrwerkzeuge und der zum Betriebe angewandten Apparate.
 D. R. P. No. 14791. Kl. 5. C. Hoppe in Berlin. Hydraulischer Erdbohrer.
 D. R. P. No. 15705. Kl. 5. A. von Wedell in Kisin bei Unislaw. Erdbohrapparat für weiche Massen, einschließlich der Braunkohle.
 D. R. P. No. 18537. Kl. 5. G. L. Brückmann in Dortmund. Neuerung an Tiefbohrvorrichtungen.
 D. R. P. No. 21344. Kl. 5. J. L. Piedboeuf in Düsseldorf. Neuerungen an Bohrpumpen.

VIII. Kapitel.

Gesteinsbohrmaschinen.

Bearbeitet von **W. Schulz**, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu Tafel XIII—XVI und 48 Holzschnitte.)

Einleitung¹⁾.

§ 1. Geschichtliche Entwicklung. Das Ausbrechen von Gestein und die Herstellung von Bohrlöchern hat sich bereits auf vorgeschichtlichen Stufen der Kultur zunächst durch das wesentlich mit ihr verknüpfte Bedürfnis der Beschaffung von Wasser entwickelt. Hauptsächlich waren es die östlichen Volksstämme, welche zur Ansammlung von Tageswasser Cisternen ausgruben und die aus tieferen Schichten das Wasser entnehmenden Schachtbrunnen herstellten. Zahlreiche Brunnen dieser Art von außerordentlich hohem Alter sind theils in Resten erhalten, theils noch in Benutzung und geben Zeugnis von dem bedeutenden Umfang derartiger Ausführungen; so ein noch jetzt benutzter Brunnen bei den Pyramiden von Gizeh, welcher mit diesen Bauwerken gleichzeitig entstanden sein wird, ein Brunnen bei Wadee Jasous, erbaut von dem Sohne Pharao's, welcher noch heute für den Hafen von Aennum am Roten Meere benutzt wird, der Davidsbrunnen zwischen Bethlehem und Jerusalem u. a. m.

Als besonders interessant sind hier dann noch der Jakobsbrunnen in der Nähe von Sichem auf dem Wege von Galiläa nach Jerusalem und der Josephsbrunnen von Kairo zu nennen, von denen der erstere über 3500 Jahre alt ist, eine Tiefe von 30 m, einen Durchmesser von 3 m besitzt und völlig in festem Felsen niedergebracht ist.

Ueber die Erbauung des Josephsbrunnens, des großartigsten Bauwerkes dieser Art, fehlen uns zuverlässige Angaben. Derselbe besteht aus zwei Brunnenschächten von rechteckigem Querschnitt, welche untereinander liegen und durch eine große Kammer miteinander verbunden sind. Die Schächte wie die Kammer sind ganz in Felsen gearbeitet. Die Sohle des unteren reicht in den Kies, dem das Wasser entnommen wird. In jedem Schacht befand sich ein Eimerwerk, aus Thongefäßen an einer Kette ohne Ende bestehend, welche mittels Ochsen

¹⁾ Die Einleitung wurde von Herrn Professor Richard in Karlsruhe verfaßt.

oder Pferden an Göpeln betrieben wurden. Das untere Eimerwerk lieferte das Wasser in ein in der Zwischenkammer befindliches Reservoir, aus welchem dann das obere wieder das Wasser schöpfte. Die Seiten des oberen Schachtes hatten 7,7 m und 6,6 m Länge, während die Tiefe 50 m beträgt. Der untere Schacht hatte 4,6 m und 2,8 m Seitenlänge und 40 m Tiefe. Um in die zwischen beiden liegende Kammer die zum Göpelbetrieb nötigen Tiere zu befördern, ist um den oberen Schacht ein spiralförmiger Gang von 2 m Breite und 2,2 m Höhe ausgearbeitet.

Auch in Herculenum und Pompeji fand man bei den Ausgrabungen alte Brunnen vor, sowie auch Ueberreste solcher Bauten der alten Phönizier u. s. w. noch vorhanden sind.

Die Notwendigkeit, größere Städte mit Wasser zu versorgen, führte später zur Anlage von offenen und verdeckten Kanälen, welche theils über, theils unter der Terrainoberfläche hergestellt wurden, theils auf künstlichem Unterbau über Thäler und Niederungen hinweggeführt oder als Tunnel durch Berge und Höhenzüge hindurchgetrieben wurden.

Die älteste Nachricht über eine derartige größere Leistung gibt Herodot durch die Beschreibung der Wasserleitung der Stadt Samos, erbaut von Eupalinos, einem Architekten von Magära²⁾. Der Kanal von ungefähr 1,8 m Breite ist in einer Länge von circa 1,5 km als Tunnel ausgeführt. Die großartigsten Bauten dieser Art finden sich aber in den Wasserleitungen Roms, welche teilweise Wasser aus dem Lago Martignono, teilweise Quellwasser aus verschiedenen Bezirken zuführten. Von den bis zum Jahre 39 n. Chr. ausgeführten Leitungen zeigten drei größere Tunnelbauten, nämlich die Aqua Virgo, im Jahre 19 v. Chr. erbaut mit einem Tunnel von 800 m Länge, die Aqua Claudia und die Aqua Anio novus, beide in Jahre 39 n. Chr. erbaut mit 803, resp. 802 m langen Tunneln.

In gleicher Weise wie in Rom finden sich aber auch an vielen andern Orten römische Wasserleitungsbauten, von denen hier noch die zur Wasserversorgung von Lyon mit 2600 m langem Tunnel und die zur Wasserversorgung von Antibes mit 4940 m langem Tunnel erbauten Anlagen Erwähnung verdienen.

Als großartige Bauten dieser Art, welche wir als Vorläufer unseres heutigen Tunnelbaues zu betrachten haben, sind ferner die unterirdische Ableitung des Fucinischen Sees unter Claudius und die Galerie am Albaner See, 359 v. Chr. erbaut, zu nennen, von denen die letztere eine Länge von 2223 m besaß, während die Ableitung des Fucinischen Sees, schon von Julius Cäsar angeregt, eine Galerie von 4446—5187 m (je nach den Quellen), circa 2,8 m Breite und 6 m Höhe besaß, deren Bau 11 Jahre lang stetig 30 000 Arbeiter erforderte, sodaß sich, die Länge zu circa 5000 m angenommen, ein durchschnittlicher Fortschritt im Monat von 37,88 m ergibt.

Von den Tunnelbauten des Mittelalters mag als einer der interessantesten der im Jahre 1450 unter Anna von Lusignan begonnene Tunnel durch den Col di Tenda, zwischen Nizza und Genua, Erwähnung finden, der 1782 unter Victor Amadeus III. fortgesetzt und 1794 während der Invasion der Franzosen bei ungefähr 2500 m Länge verlassen wurde.

In größerem Umfange kommen dann Tunnelbauten vom Ende des 17. Jahrhunderts an vor, unter denen der in den Jahren 1679—80 vom französischen Ingenieur Riquet im Zuge des unter Colbert im Jahre 1665 begonnenen Kanals

²⁾ Dieser Tunnel ist nunmehr von Abyssides Pascha, Gouverneur von Samos, wieder aufgedeckt worden; siehe Ann. f. Gewerbe. 1884, II. S. 168.

von Languedoc erbaute Malpas-Tunnel von 170 m Länge, 7,3 m Breite und 9 m Höhe als der erste hervortritt. Diesem folgten alsdann der im Jahre 1707 erbaute Tunnel im Zuge des Saumpfadcs über den St. Gotthard, der im Jahre 1770 erbaute von Rive de Gier am Givorskanal und der im Jahre 1787 erbaute von Tory am Centrekanal.

In seiner heutigen Gestalt tritt der Tunnelbau zuerst auf bei der im Jahre 1803 erfolgten Erbauung des 8 m breiten Tunnels von Tronquoy des Kanals von St. Quentin, bei welchem zuerst eine Dampfmaschine Verwendung fand. Daran schlossen sich alsdann die Tunnelbauten der Alpenstrassen, nämlich über den Simplon, erbaut 1801—7, den Mont-Cenis, erbaut 1803—10, den Splügen, erbaut 1818—24, den Bernhardin, erbaut 1819—23, das Stilfser Joch, erbaut 1820—24, und den St. Gotthard, erbaut 1820—30.

Der erste Eisenbahntunnel, in dem Zuge einer eingleisigen Pferdebahn gelegen, wurde im Jahre 1826 bei St. Etienne an der Linie Roanne-Andrezien begonnen und in einer Länge von 1500 m, 2,6 m Sohlenbreite, 3 m Kämpferbreite und 5 m Höhe ausgeführt. Die ersten Tunnel für Lokomotiv-Eisenbahnen wurden bei Liverpool auf der Linie Liverpool-Manchester von Stephenson 1826 begonnen, am 1. Juli 1829 zum ersten Mal mit einer Lokomotive durchfahren und 1830 dem Betrieb übergeben; der größere derselben hat eine Länge von 1810,5 m, eine Breite von 6,7 m und eine Gesamthöhe von 4,88 m, wogegen der kürzere 88,7 m lang, 4,55 m breit und 3,66 m hoch ist. In Deutschland wurde der erste Eisenbahntunnel bei Oberau in Sachsen im Jahre 1837, in Oesterreich bei Gumpoldskirchen im Jahre 1839 ausgeführt.

Seit jener Zeit sind, der außerordentlichen Ausbreitung des Eisenbahnnetzes entsprechend, ganz bedeutende Tunnel zur Ausführung gebracht worden, sodaß Ende 1856 Frankreich, Großbritannien, Oesterreich, Deutschland, Belgien, Sardinien, die Schweiz und Nordamerika zusammen 615 Tunnel von 504 676 m Länge hatten, von denen 486 Tunnel mit 279 193 m Länge im Zuge von Eisenbahnen lagen. Im Jahre 1873 befanden sich dagegen allein im Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen 514 Tunnel mit 146 731 m Gesamtlänge. Als die bedeutendsten der jetzt ausgeführten Tunnel mögen folgende Erwähnung finden: Themsetunnel 365,8 m lang, Scheiteltunnel am Semmering 1407,8 m, Hauensteintunnel 2496,0 m, Tunnel von la Nerthe 4620 m, Altenbeckener Tunnel 1627 m, Hoosactunnel in Nordamerika 7622 m, Mont-Cenis-Tunnel 12 233,5 m, St. Gotthard-Tunnel 14 926 m und Arlberg-Tunnel 10250 m lang.

Von den letzteren Tunnelbauten, welche in hervorragender Weise auf das Bohren mit Gesteinsbohrmaschinen Einfluß gehabt haben, wurde der Mont-Cenis-Tunnel im August 1857 begonnen und fand der Stollendurchschlag am 25. Dezember 1870 statt, während die Eröffnung am 17. September 1871 erfolgte. Der St. Gotthard-Tunnel wurde Ende September 1872 begonnen, der Durchschlag des Richtstollens geschah am 29. Februar 1880, also nach einer Bauzeit von 7 Jahren und 5 Monaten, und die Fertigstellung wurde erreicht Ende Dezember 1881. Durchschnittlich wurden dabei täglich 2400 Mann beschäftigt. Der Arlberg-Tunnel endlich wurde am 28. Juni 1880 begonnen und der Stollendurchschlag am 13. November 1883 erreicht, um ein volles Jahr früher, als dies beim Beginne des Baues auf Grund der damals vorliegenden, an der Gotthardbahn gemachten Erfahrungen angenommen wurde.

Diese außerordentlichen Erfolge, welche sich hauptsächlich durch einen Vergleich mit den Arbeiten zur Herstellung der Galerie am Fucinischen See ergeben, wo zur Herstellung eines ungefähr 5000 m langen Tunnels 30 000 Arbeiter 11 Jahre thätig waren, ist hauptsächlich der umfangreichen Benutzung der Gesteinsbohrmaschinen und der Ausbildung der Schießarbeit zuzuschreiben, welche letztere zuerst im Jahre 1613 vom Bergmeister Martin Weigel in den Freiburger Gruben eingeführt wurde. Schon kurze Zeit nachher trat gegenüber dem bis dahin nur angewandten Handbohren die Idee des Maschinenbohrens hervor, indem im Jahre 1683 Henning Huthmann, Rektor in Ilfeld am Harz, dem Berghauptmann Hieronymus von Witzendorf eine Bohrmaschine, auf dem Prinzip der Rammmaschinen beruhend, vorschlug, welche indes nicht in Verwendung gebracht wurde. Erst im Jahre 1803 trat alsdann der Kunstmeister Gainschnigg zu Salzburg wieder mit der Idee auf, die langsame Häuerarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen, welcher Gedanke noch ohne Erfolg von R. Trevithik zu Cornwall weiter geführt wurde.

Im Jahre 1844 schlug Brunton vor, verdichtete Luft auf einen Hammer zum Eintreiben des Bohrers wirken zu lassen³⁾, und zwar sollte derselbe 200 Schläge pro Minute ausüben, während die verwandte Luft zur Ventilation der Grube vorgesehen war. Cavé verfolgte diese Idee im Jahre 1851 bei einem Plan für die Durchtunnelung des Col de Fréjus. Nach ihm sind alsdann, angeregt hauptsächlich durch die zur Wirklichkeit gewordenen Durchbohrungen der Alpenkette, eine ganze Reihe von Ingenieuren mit Erfindungen von Gesteinsbohrmaschinen hervorgetreten, sodaß schon im Jahre 1866 in England 91 Patente auf verschiedene Gesteinsbohrmaschinen erteilt waren.

Die wichtigsten dieser Erfindungen wurden gemacht von Bartlett im Jahre 1854, Colladon 1855, Schumann 1855, Castelain, Schwartzkopff, Sommeiller, Grattoni und Grandis im Jahre 1857, Haupt 1858, Sachs 1863, Bergström 1865, Lon 1865, Stapff 1865, Döring 1866, Dubois und François 1868, Burleigh 1869, Osterkamp 1869, Mac-Kean 1872, Azzolino dell' Acqua 1872, Ferroux 1873, Ingersoll 1873, Warrington 1873, Darlington 1873, Warsop 1874, Brandt 1876 u. s. w.

§ 2. Systematische Darstellung der Wirkungsweise der Werkzeuge in Gebirgsarten von verschiedener Festigkeit. Sowohl beim Niederbringen von Brunnen zur Wassergewinnung als bei der Herstellung von Schächten und Stollen zur Erzgewinnung, der Herstellung von Tunneln zur Durchführung von Landstraßen, Kanälen und Eisenbahnen durch Höhenzüge oder unter Wasserläufen, als endlich auch bei der Gewinnung und Bearbeitung von Steinen liegt die Notwendigkeit vor, eine Lostrennung einzelner Teile voneinander zu bewirken, welche je nach der Beschaffenheit des Materials und dem Zwecke in verschiedener Weise unter Zuhilfenahme entsprechender Werkzeuge zur Ausführung gebracht werden kann.

Es ist dabei hauptsächlich die Beschaffenheit des loszutrennenden Gesteines auf die Wahl des Werkzeuges von Einfluß, indem nach dem Widerstande des Gesteines sowohl die Form des Werkzeuges als auch die auf dasselbe einwirkende Kraft zu richten ist. Dieser Widerstand des Gesteines ist aber im wesentlichen von der Härte und dem Zusammenhang der einzelnen Massenteilchen,

³⁾ Siehe auch S. 3 der Einleitung zur 1. Abteilung dieses Werkes.

beziehungsweise deren Festigkeit, ferner von den Lagerungsverhältnissen und etwaigen Klüftungen abhängig.

Man unterscheidet

nach Hoffmann	nach Werner ⁴⁾
1. Stichgebirge	rolliges Gestein
2. Haugebirge	mildes Gestein (Hackgebirge)
3. Pickgebirge	
4. Brechgebirge	gebräches Gestein
5. Brech- und Schußgebirge	festes Gestein
6. Schußgebirge;	höchst festes Gestein.

Schon der Name dieser verschiedenen Gesteinsklassen kennzeichnet die Art der Arbeit, durch welche bei denselben eine Lostrennung erfolgen kann. Während bei den drei ersten Arten durch Stechen und Hauen eine Abtrennung zu erreichen ist, wobei im ersteren Falle lediglich durch Druck auf ein mehr oder weniger schneidend wirkendes Werkzeug, die Schaufel, den Spaten, Pflug, Erdbohrer u. s. w., gearbeitet wird, muß bei dem Haugebirge schon eine größere Kraft verwandt werden, um das Werkzeug in die Gesteinsmassen einzutreiben; solches ist aber von Hand der Menschen aus nur dadurch erreichbar, daß man dem Werkzeuge eine größere Geschwindigkeit, beziehungsweise lebendige Kraft erteilt, bevor es die Gesteinsmassen trifft, und so die angesammelte Arbeit stoßweise nutzbar macht, um den Widerstand des Gesteines zu überwinden. Es kann das Werkzeug indes noch eine größere Breite haben (Breithaue, Lettenhaue, Plathacke), um in größerer Ausdehnung die Abtrennung gleichzeitig zu bewirken.

Wird der Widerstand des Gesteines größer, so wird in genannter Weise eine Abtrennung nur dann noch erreicht, wenn die gesamte, im Werkzeug durch das Schwingen desselben aufgespeicherte lebendige Kraft auf einen kleinen Angriffsort konzentriert zur Wirksamkeit gebracht wird, indem das Werkzeug in einen schmalen Keil oder eine Spitze ausläuft (Spitzhacke).

In festen Gesteinsmassen tritt außer der durch das Eintreiben des Werkzeuges hervorgerufenen Lostrennungsarbeit, welche man mehr oder weniger mit dem Schneiden vergleichen könnte, eine zweite Wirkung ein, sobald außer der ersten geradlinigen oder etwas bogenförmigen Bewegung noch um irgend einen Punkt des Werkzeuges eine drehende Bewegung ausgeführt wird; indem der zunächst auf einer Fläche von den nächstliegenden Massen abgeschnittene Körper sich von diesen entfernt, findet ein Kippen, also bei entsprechender Ueberwindung des Widerstandes ein Abbrechen oder Abscheren dieses Körpers von dem noch anhaftenden Gebirge statt.

Eine ähnliche abtrennende Wirkung findet statt, wenn ein keilförmiges Werkzeug unter starkem Druck oder Stoß eingetrieben wird. Auf der Kombination des Schneidens, Keilens und Brechens beruhen nicht allein die Lostrennungsarbeiten im Gestein, sondern auch bei Erdarbeiten finden in den lösend und zugleich schöpfend wirkenden Baggermaschinen, insbesondere den zunächst in Amerika bei Eisenbahnbauten zur Anwendung gekommenen Excavatoren oder Grabmaschinen, dieselben Vorgänge statt.

⁴⁾ Vergl. vorhergehendes Kapitel, S. 66.

Die Arbeit des Brechens kann aber auch bei beliebig hartem Gestein vorteilhaft in Anwendung kommen, wenn dieses durch seine Struktur die Einführung von keilenden Brechwerkzeugen in schon vorhandene Spaltflächen gestattet, d. h. bei allen geschichteten Felsarten, die man dem entsprechend auch als gebräches Gestein oder Brechgebirge bezeichnet. Dieses Verfahren kommt beim gewöhnlichen Steinbruchbetrieb vor und hat im Schrämmen mit Treibkeilen in gebohrten Löchern weitere Ausbildung gefunden.

Komplizirter wird die Aufgabe, wenn in hartem Gestein mit mechanischen Werkzeugen genügende Abbruchleistung nicht mehr erzielt werden kann und zur Anwendung von Sprengmitteln übergegangen werden muß, welche bei festem oder leicht schießbarem Gebirge noch einen geringen, bei höchst festem oder schwer schießbarem Gestein dagegen einen sehr bedeutenden Widerstand, bedingt durch große Härte und Festigkeit des Gesteines, zu überwinden haben. Zu ersterem rechnet man die meisten Sandsteine, Dolomit u. s. w., zu letzterem z. B. Basalt, Quarzfels, quarzreichen Granit, Porphyr, Grauwacke, Kieselschiefer u. s. w.

Bei der Sprengarbeit kommt es wesentlich darauf an, durch Bohren von Löchern vorteilhafte Angriffspunkte des Sprengmittels im Gestein zu schaffen. Aus dem Bedürfnisse des maschinellen Betriebes der Gesteinsbohrer entwickelten sich die Gesteinsbohrmaschinen, welche in ihrer weiteren Ausbildung zu Tunnelbohrmaschinen auch dazu dienen können, Löcher von bedeutender Weite, beziehungsweise Stollen und Tunnel im ganzen Profil ohne Anwendung von Sprengarbeit zu erstellen. Während bei den für Erdmassen und milde Gebirgsarten dienlichen Werkzeugen, welche weiterhin in diesem Kapitel unberücksichtigt bleiben, im wesentlichen ein Schneiden stattfindet und entsprechend dem verhältnismäßig geringen Widerstande gegen Eindringen des Werkzeuges der Schneidewinkel klein gewählt werden kann, ist das bei dem eigentlichen Gesteinsbohrer nicht mehr der Fall; die schneidende Wirkung, welche übrigens schon bei der Spitzhacke verschwindet, tritt hier zurück gegen das Zertrümmern der Gesteinsmasse in kleine Teile, verbunden mit einer keilenden und brechenden oder einer mehr oder weniger absprengenden, abscherenden und schleifenden Wirkung, je nachdem das Werkzeug unter einem momentan stattfindenden Stoß oder, wie beim Drehbohren⁵⁾, unter konstantem Drucke arbeitet.

Im ersten Falle ist es die lebendige Kraft, bedingt durch Masse und Geschwindigkeit des arbeitenden Werkzeuges, von welcher das Maß der Wirkung abhängt, und läßt sich der Vorgang in der Weise erklären, daß zunächst das Werkzeug die Gesteinsmasse, welche sich vor seiner Schneide befindet, auf Druckfestigkeit in Anspruch nimmt, diese bei der starken Stoßwirkung überwindet und hier also den Stein zermalmt, zugleich aber keilförmig in den gebildeten Raum eindringt und nun die seitlich stehengebliebenen Teile auf Abscherungsfestigkeit beansprucht, um bei Ueberwindung derselben auch diese abzusprenge⁶⁾. Eine bloße Zertrümmerung lediglich durch die Wirkung des Stoßes erfolgt hier oder soll wenigstens zweckmäßiger Weise in möglichst geringem Maße erfolgen, während bei Arbeiten ohne Anwendung keilförmiger Werkzeuge, wie z. B. bei der

⁵⁾ Die geschichtliche Entwicklung des Drehbohrens und die bei demselben stattfindenden Vorgänge behandelt der zweite Teil dieses Kapitels.

⁶⁾ Siehe § 3 dieses Kapitels.

Carr'schen Schleudermühle (Desintegrator), in welcher die mit großer Geschwindigkeit rotirenden Schlagbolzen gegen das zu zerkleinernde Material treffen, dieses durch die Stoßwirkung nur zerschlagen wird. In ähnlicher Weise wirkt die Vapart'sche Steinzerkleinerungsmaschine⁷⁾.

Die Uebertragung der lebendigen Kraft auf den Gesteinsbohrer kann in der Weise stattfinden, daß, nachdem der Bohrer eine geeignete Stellung auf dem Gestein erhalten hat, entweder von Hand mit einem Fäustel oder Schlägel (wie beim gewöhnlichen Handbohren) geschlagen wird, oder mittels eines maschinell bewegten Stempels (Hammer), wie bei den Hammermaschinen, welche früher gebaut wurden, oder endlich dadurch, daß man den Bohrer selbst gegen die Angriffsstelle schleudert, wie es beim Wurfbohren und bei den am meisten verbreiteten Stoßbohrmaschinen geschieht.

§ 3. Die Angriffsformen und Arbeitsmethoden im Gestein. Bei der Herstellung der im Ingenieurbauwesen auftretenden Bauformen, wie Anschnitte, Einschnitte, Stollen, Tunnel u. s. w., liegt hauptsächlich die Aufgabe vor, nach vorgeschriebener Trace ein bestimmtes freies Profil herzustellen. Dies kann zunächst in der Weise geschehen, daß das Material gleichmäßig über das ganze Profil abgearbeitet wird, wie es bei dem ältesten und primitivsten Verfahren der Handarbeit geschieht, welches aber den bedeutenden Uebelstand hat, daß nur eine geringe Arbeitsfläche vorhanden ist, also die Anzahl der Menschen, welche in Anwendung gebracht werden können, sehr gering ist und somit die Zeitdauer der Arbeit verhältnismäßig groß wird, ferner aber die vollständige Zertrümmerung der Gesamtmasse des Gesteines bedeutenden Aufwand mechanischer Arbeit erfordert.

Die Vorteile der Kontinuität der Arbeit und die Vermeidung der sonstigen Nachteile des Sprengens haben jedoch zu zahlreichen Versuchen angeregt, Stollen und Tunnel durch Abarbeitung des Materials im vollen Profil auf maschinellm Wege vorzutreiben. Dieses Bestreben hat nach vielen Opfern endlich bei der Herstellung der Versuchsstrecken des Kanaltunnels zwischen Frankreich und England in dem hier zu bewältigenden weichen Kreidelfelsen zu befriedigenden Erfolgen geführt, welche die Berechtigung dieser Arbeitsmethode in milden Gebirgsarten darthun und deren weitere Anwendung wahrscheinlich machen⁸⁾.

Wesentlich reduziert wird der gesamte, für die Lostrennung erforderliche Aufwand mechanischer Arbeit, indem man durch Herstellung von Einschnitten (Schrammen, Schlitzen) größere Gesteinsmassen von den nächstliegenden abtrennt und sie dann von der Grundfläche abbricht, also als ein Ganzes gewinnt, sodaß die eigentliche Zertrümmerungsarbeit nur an den Abtrennungsstellen erfolgt. Dabei kann zugleich die Forderung gestellt werden, daß die abgebrochenen Gesteinsmassen ihrer Form entsprechend als Baumaterial verwendbar sind. Diese Arbeitsmethode läßt sich in der Weise ausführen, daß zunächst über das ganze Profil parallele

⁷⁾ Auch läßt sich hierher die Wirkung der einzelnen Sandkörnchen der Sandgebläse rechnen, welche mit großer Geschwindigkeit gegen die zu bearbeitende Materialfläche prallen und hier die obersten Teile derselben allmählich zertrümmern, während an allen den Stellen, welche mit elastischer Masse (Gummi) belegt sind, letztere nicht zerstört, sondern infolge der großen Elasticität nur zusammengedrückt wird und nach Aufnahme der lebendigen Kraft der anfliegenden Körnchen sich in die alte Form wieder zurückbegibt.

⁸⁾ Siehe „Tunnelbohrmaschinen“ im X. Kapitel dieses Werkes.

oder sich kreuzende Schrammen hergestellt und dann die zwischen denselben stehen bleibenden Klötze durch Eintreiben von Keilen, also durch Hervorrufung von Kräften, welche an einem Hebelarm wirken, dessen Länge gleich der Tiefe der Schramme ist, abgebrochen werden, ein Verfahren, welches hauptsächlich beim Steinkohlenbergbau Verwendung gefunden hat.

Es ist ferner die Möglichkeit vorhanden, statt der geradlinig sich erstreckenden Schrammen cylindrische Schrammen zu bilden, um wiederum den stehenbleibenden Kern loszubrechen. Diese Methode, welche beim Bohren hauptsächlich durch die Ausbildung der Kernbohrer, besonders der Diamantbohrmaschinen, eine weitere Verbreitung, vornehmlich für Tiefbohrungen, gefunden hat⁹⁾, bietet dieselben Vorteile dar, wie das vorige Verfahren, indem der in der Mitte stehenbleibende Kern als ein Ganzes unten abgebrochen wird, und hat man besondere Einrichtungen zum Anschneiden und Abbrechen derselben konstruirt. Vermöge der großen Widerstandsfähigkeit der Diamanten kann diese Bohrmethode im härtesten Gestein angewandt werden.

In sehr festen Gebirgsarten, welche die Schrämmaschine und auch häufig aus andern Gründen, z. B. wenn man Steinmassen von bestimmter Form erhalten will, die andern Methoden ausschließen, wird nicht selten statt der vollständigen Schrammen nur eine Reihe mehr oder weniger nahe aneinander liegender Löcher von Hand gebohrt oder mittels Bohrmaschinen hergestellt und dann die Trennung wieder durch Abtreiben mit Hilfe von Keildornen ausgeführt. Hierbei ist nicht allein die Abtrennung am Boden der Hauptgesteinsmasse zu bewirken, sondern es sind auch noch die zwischen den Löchern stehen gebliebenen Stege abzusprengen. Die zur Abtrennung erforderliche mechanische Arbeit ist daher eine bedeutendere, hauptsächlich wenn der abzutrennende Steinklotz größere Dimensionen besitzt, sodaß sich diese Methode nur zur Gewinnung sehr wertvollen Materials nach bestimmten Maßen eignet¹⁰⁾.

⁹⁾ Vergl. Tunnelbohrmaschine von Gay in Kap. X.

¹⁰⁾ Siehe „Schrämmaschinen“ in Kap. X, ferner „Steingewinnung“ in Kap. XI dieses Werkes.

Erster Teil.

Das stofsende Bohren.

A. Das Handbohren.

Das Handbohren oder Bohren von Hand kann auf zweierlei Arten erfolgen, nämlich mit zwei Werkzeugen (Gezähnen) oder nur mit einem Werkzeug; letztere Art des Bohrens nennt man spezieller Wurfbohren.

§ 1. Bohren mit zwei Werkzeugen. Diese Art des Bohrens ist die gebräuchlichste. Je nachdem ein, zwei oder drei Arbeiter mit der Führung der beiden Werkzeuge beschäftigt sind, nennt man das Bohren ein-, beziehungsweise zwei- und dreimännisches. Die beiden benutzten Gezähe sind der Bohrer und das Fäustel oder das Schlägel.

An dem Bohrer unterscheidet man den arbeitenden Teil, den Bohrkopf, von der Bohrstange oder dem Bohrschaft. Das dem Kopfe entgegengesetzte Ende des Bohrers, welches den Schlag des Fäustels aufnimmt, heißt die Bahn oder der Nacken.

Am Fäustel unterscheidet man das eigentliche Fäustel mit den beiden Bahnen und dem Auge oder Oehr von dem Helme oder Stiele, der in das Auge gesteckt ist.

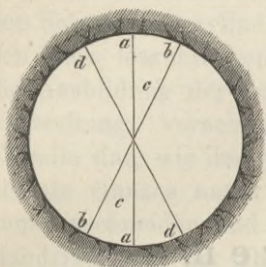
§ 2. Einmännisches Bohren. Handhabung des Bohrgezähes. Bei demselben wird in der Weise gearbeitet, daß man den Bohrer mit der einen Hand, in der Regel der linken, führt und mit dem von der andern Hand geschwungenen Fäustel auf den Bohrer, möglichst in der Richtung seiner Axe schlägt. Das Fäustel schwingt man entweder in einem Bogen, dessen Mittelpunkt im Ellbogen liegt, oder man handhabt es pendelartig, um das Schultergelenk schwingend. Die letztere Art des Bohrens nennt man Schlenkerbohren oder Schlenkern.

Nach jedem Schläge muß der Bohrer etwas gedreht — umgesetzt — werden; der Grad des Umsetzens hängt von der Festigkeit des Gesteines und der Wucht des Schlages ab. Um das Umsetzen bewerkstelligen zu können, ist es erforderlich, nach jedem Schläge den Bohrer etwas zurückzuziehen.

§ 3. Wirkungsweise des Bohrers. Einen Bohrer mit nur einer radial im Bohrloche stehenden Schneide von der Länge d vorausgesetzt, wird letztere bei

dem ersten Schlage um die Tiefe h in das Gestein eindringen und hierbei dasselbe auf seine Druckfestigkeit in Anspruch nehmen. Bei dem zweiten Schlage hat die Schneide die Stellung bb inne (siehe Fig. 1). Die von ihr zu leistende Arbeit wird hauptsächlich darin bestehen, die beiden kleinen Gesteinsstrossen cc

Fig. 1.



wegzusprengen, welche durch die beim ersten Schlage erzeugte Furche aa von einer Seite freigelegt worden sind. Bei dem zweiten Schlage wird also das Gestein vorwiegend nur auf seine Abscherungsfestigkeit in Anspruch genommen. Dasselbe geschieht bei den nachfolgenden Schlägen so lange, bis die Schneide in die Stellung dd gekommen ist. Theoretisch müßte dann ein Gesteinscylinder von dem Inhalte

$$\frac{d^2 \pi}{4} \cdot h$$

abgesprengt sein und nun die wieder in die Stellung aa kommende Schneide von neuem eine Furche von der Tiefe h herstellen.

Die ausschließliche Inanspruchnahme des Gesteines auf seine Druckfestigkeit würde mithin während eines halben Umganges der Schneide immer nur einmal stattfinden, im übrigen dasselbe aber auf Abscherungsfestigkeit in Anspruch genommen werden. Der von einem und demselben Arbeiter beim Bohren geführte Schlag ist nun stets als gleich stark anzunehmen; es wird sich also bei einem gewissen Verhältnis zwischen Abscherungs- und Druckfestigkeit der Vorgang beim Bohren nur bei einem ganz bestimmten Grade dieser beiden Festigkeiten so abspielen, wie er geschildert wurde.

In allen Gesteinsarten von andern Festigkeitsgraden wird dagegen die entsprechend zugeschärfte Schneide während der Stellungen zwischen b und d nicht nur kleine Gesteinsstrossen absprengen, sondern auch noch um eine gewisse Tiefe in das Gestein eindringen, die kleiner ist als die Tiefe h des Eindringens der Schneide in der Lage aa . Es findet mithin bei allen Stellungen der Schneide eine Inanspruchnahme auf Druck- und Abscherungsfestigkeit statt.

Auf diese Weise entstehen nun Komplikationen in Bezug auf die Höhe der abzusprengenden kleinen Gesteinsstrossen und infolge dessen auch hinsichtlich der Tiefe des Eindringens der Schneide in den verschiedenen Stellungen derselben, daß einer theoretischen Berechnung der von der Schneide aufgewandten Arbeit L_t zur Zerkümmung eines gewissen Volumens Gestein in Bohrlöchern jeder Boden entzogen wird. Hierzu kommt noch, daß über die Abscherungsfestigkeiten der Gesteine keine zuverlässigen Resultate vorliegen.

Nichtsdestoweniger ist es versucht worden, diese theoretische Arbeitsleistung L_t beim Bohren zu berechnen und zwar von Julius v. Sparre¹⁾ und Stapff²⁾.

§ 4. Theoretische Arbeit der Schneide. v. Sparre geht bei seinen Berechnungen davon aus, daß beim Bohren nur die Druckfestigkeit des Gesteines in Anspruch genommen wird, während Stapff auch die absprengende Wirkung

1) v. Sparre. Bemerkungen über das Niederbringen tiefer Bohrlöcher von größeren Dimensionen. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1865.

2) F. M. Stapff. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Stockholm 1869.

der Schneide berücksichtigt, bei der Berechnung der zum Abscheren nötigen Kraft aber den Modul der Druckfestigkeit benutzt. Nach v. Sparre wird demnach die Arbeit der Schneide größer ausfallen als nach Stapff.

Beide Autoren berechnen zunächst die Tiefe h des Eindringens der Schneide bei jedem Schlag, wenn die am Bohrkopfe disponible Arbeit L_2 bekannt ist. Die betreffenden Gleichungen sind

$$\text{nach v. Sparre: } h = \sqrt{\frac{L_2 \cos \frac{\alpha}{2}}{2 K \cdot d \left(\text{tg} \frac{\alpha}{2} + f\right)}} \dots \dots \dots 1^3).$$

$$\text{nach Stapff: } h = \sqrt{\frac{L_2}{4 K \cdot d \left(\text{tg} \frac{\alpha}{2} + f\right)}} \dots \dots \dots 2^4).$$

Es bedeutet K den Modul der Druckfestigkeit des Gesteines, f den Reibungskoeffizienten zwischen dem Material der Schneide und dem Gestein, α den Winkel der Zuschärfung der Schneide.

Aus der Tiefe des Eindringens der Schneide ermittelt sich dann die bei jedem Schlage zerdrückte und abgesprengte Gesteinsmenge V nach den Gleichungen

$$V = d \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot h^2 \dots \dots \dots 3^5).$$

v. Sparre's und

$$V = \frac{2 d^2 h^2}{d + 4 h} \dots \dots \dots 4^6).$$

Stapff's. v. Sparre gibt nach Elimination von h zur Berechnung von V noch die Gleichung:

$$V = \frac{L_2 \sin \frac{\alpha}{2}}{2 K \left(\text{tg} \frac{\alpha}{2} + f\right)} \dots \dots \dots 5^7).$$

Ist V berechnet, so ergibt sich die theoretisch zum Ausbohren eines Kubikcentimeters Gestein notwendige Arbeit L_t aus der Gleichung:

$$L_t = \frac{L_2}{V} \dots \dots \dots 6.$$

§ 5. Totales praktisches Güteverhältnis der Bohrarbeit. Bezeichnet L_c die vom Arbeiter zum Ausbohren eines Kubikcentimeters Gestein aufgewandte Arbeit und e_p den Quotienten des totalen praktischen Güteverhältnisses der Bohrarbeit, so ist:

$$e_p = \frac{L_t}{L_c} \dots \dots \dots 7.$$

Setzt man in diese Gleichung für L_t seinen Wert aus Gleichung 6 ein, so wird:

$$e_p = \frac{L_2}{V \cdot L_c} \dots \dots \dots 8.$$

3) v. Sparre; a. a. O. S. 24.
 4) Stapff; a. a. O. S. 15.
 5) v. Sparre; a. a. O. S. 52.
 6) Stapff; a. a. O. S. 15.
 7) v. Sparre; a. a. O. S. 52.

§ 6. Die vom Arbeiter beim Bohren entwickelte und die auf den Bohrkopf übertragene mechanische Arbeit. Bezeichnen: G das Gewicht des Fäustels; G_1 das Gewicht des Bohrers; c die Geschwindigkeit, mit welcher das Fäustel den Bohrer trifft; v die Geschwindigkeit, welche das Fäustel nach dem Schlage annimmt; v_1 die Geschwindigkeit, welche der Bohrer nach dem Schlage annimmt, s den Weg, welchen das Fäustel beim Zuschlagen oder Ausholen zurücklegt und welcher, ohne einen nennenswerten Fehler zu begehen, als geradlinig in Rechnung gesetzt werden kann, so ist die auf die Hin- und Herbewegung des Fäustels verwendete Arbeit:

$$L = G \cdot s + \frac{G \cdot c^2}{2g} \dots \dots \dots 9.$$

Von derselben langt am Nacken des Bohrers an, wird also zum Zuschlagen benutzt die Arbeit:

$$L_1 = \frac{G \cdot c^2}{2g} \dots \dots \dots 10.$$

Von dieser dem Nacken des Bohrers mitgeteilten Arbeit bleibt am Bohrkopf disponibel die Arbeit

$$L_2 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g} \dots \dots \dots 11.$$

oder

$$L_2 = \frac{G + G_1}{2g} \cdot v_1^2, \dots \dots \dots 12.$$

je nachdem $v_1 > v$ oder $v_1 = v$ ist.

Theoretisch kann das Fäustel nun den Bohrer in gewissen Fällen noch ein zweites Mal treffen. Für die Praxis hat dieser Nachschlag aber gar keine Bedeutung und wird derselbe hier nicht weiter berücksichtigt werden.

Zur Berechnung von v und v_1 dienen die Formeln⁸⁾:

$$v = c \left[1 - \frac{G_1}{G + G_1} \left(1 + \sqrt{\frac{\mu \cdot H_1 + \mu_1 H}{H + H_1}} \right) \right], \dots \dots \dots 13.$$

$$v_1 = c \cdot \frac{G}{G + G_1} \left(1 + \sqrt{\frac{\mu H_1 + \mu_1 H}{H + H_1}} \right), \dots \dots \dots 14.$$

in welchen bezeichnen: μ und μ_1 den Elastizitätsgrad des Materials des Fäustels, beziehungsweise Bohrers, H und H_1 die Härte des Fäustels, beziehungsweise Bohrers. Zur Berechnung letzterer dienen die Gleichungen⁹⁾:

$$H = \frac{F \cdot E_1}{l} \dots \dots \dots 15.$$

und

$$H_1 = \frac{F_1 E_1}{l_1}, \dots \dots \dots 16.$$

wenn F und F_1 die Querschnitte, E und E_1 die Elastizitätsmodul, l und l_1 die Länge des Fäustels und Bohrers bedeuten.

8) J. Weisbach, Lehrbuch der theoretischen Mechanik. 5. Aufl. Bearbeitet von G. Herrmann. Braunschweig 1875. S. 801.
9) a. a. O. S. 797.

Von der am Bohrkopf disponiblen Arbeit L_2 wird endlich auf das Ab- sprengen der kleinen Gesteinsstrossen — und nur diese keilartige Wirkung der Schneide soll hier berücksichtigt werden — die Arbeit L_3 (siehe Fig. 2) verwendet, kommt also als „wirksame Arbeit der Schneide“ zur Geltung; ihre Größe ist:

$$L_3 = \frac{L_2}{2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + f \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right)}, \quad \dots \quad 17.$$

wenn α und f dieselbe Bedeutung haben wie oben in den Gleichungen 1—5.

§ 7. Totales theoretisches Güteverhältnis der Bohrarbeit. Nennt man das Verhältnis

$$\frac{\text{am Nacken des Bohrers empfangene Arbeit}}{\text{am Fäustel angewendete Arbeit}} = \frac{L_1}{L} = e_1 \quad 18.$$

den Wirkungsgrad des Antriebes; das Verhältnis

$$\frac{\text{am Bohrkopf disponible Arbeit}}{\text{am Nacken des Bohrers empfangene Arbeit}} = \frac{L_2}{L_1} = e_2 \quad \dots \quad 19.$$

den Wirkungsgrad der Uebertragung und endlich das Verhältnis

$$\frac{\text{von der Schneide geleistete Arbeit}}{\text{am Bohrkopf disponible Arbeit}} = \frac{L_3}{L_2} = e_3 \quad \dots \quad 20.$$

den Wirkungsgrad der Arbeit des Bohrkopfes, so ist das Produkt $e_1 \cdot e_2 \cdot e_3$ das totale theoretische Güteverhältnis der Bohrarbeit. Bezeichnet man dasselbe mit e und substituirt aus den Gleichungen 18, 19 und 20 die Werte für e_1 , e_2 und e_3 , so wird

$$e = \frac{L_1}{L} \cdot \frac{L_2}{L_1} \cdot \frac{L_3}{L_2} = \frac{L_3}{L} \quad \dots \quad 21.$$

§ 8. Die Geschwindigkeit c des Fäustels beim Aufschlagen. Diese Geschwindigkeit direkt zu beobachten, ist bisher noch nicht versucht worden. Bei der Schwierigkeit, diese Beobachtung anzustellen, bleibt nichts übrig, als diese Geschwindigkeit zu berechnen. Hierzu gibt es zwei Wege. Entweder gebraucht man die Formel:

$$c = \sqrt{2g \frac{L_1}{G}}, \quad \dots \quad 22.$$

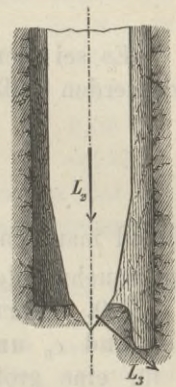
welche das Bekanntsein von L_1 voraussetzt, oder man ermittelt die zum Aufschlagen gebrauchte Zeit t und berechnet c nach der Gleichung:

$$c = \frac{2 \cdot s}{t}, \quad \dots \quad 23.$$

wenn man mit Havrez¹⁰⁾ annimmt, daß die Kraft des Arbeiters beim Aufschlagen gleichförmig bis zum Momente des Schlages wirkt.

Bei der Schwierigkeit, die Zeit t durch direkte Beobachtung zu finden, ist man darauf angewiesen, dieselbe aus der Anzahl n der in der Minute erfolgten

Fig. 2.



¹⁰⁾ J. Havrez. Note sur le meilleur mode de creusement des trous de mine. Revue univ. d. mines. 1876. I. Bd. 39. S. 519.

Fäustelschläge und dem Verhältnis ϵ der zum Aufschlagen erforderlichen Zeit zu der zum Aufschlagen und Zurückziehen des Fäustels gebrauchten Zeit zu ermitteln. Es ist dann:

$$t = \epsilon \cdot \frac{60}{n} \text{ Sekunden.} \quad \dots \quad 24$$

Es sei hier gleich erwähnt, daß nach den Beobachtungen von Havrez gesetzt werden muß:

$$\epsilon = \frac{1}{3} \text{ beim Bohren in Schieferthon,} \quad \dots \quad 25.$$

$$\epsilon = \frac{2}{5} \text{ beim Bohren in Sandstein,} \quad \dots \quad 26.$$

während man sonst geneigt ist, $\epsilon = \frac{1}{2}$ anzunehmen. Nach Havrez *) wächst also ϵ mit zunehmender Gesteinsfestigkeit.

§ 9. Werte der Arbeitsleistungen L , L_1 und L_2 , der Güteverhältnisse e_1 , e_2 und e_3 und des totalen theoretischen Güteverhältnisses e . Stapff ¹¹⁾ hat für eine große Anzahl von konstruirten Fällen Werte von L_2 berechnet; in nachstehender Tabelle I ist indes nur der von ihm angegebene Mittelwert ¹²⁾ aufgeführt worden. Derselbe bezieht sich auf Fälle, in denen die Verwendung unvollkommen elastischen Materials — Eisen und Stahl — für das Bohrgezähe vorausgesetzt wurde.

Havrez ¹³⁾ hat unter Zugrundelegung der von ihm auf belgischen Gruben angestellten Versuche Werte für L_1 und L_2 ermittelt in der Annahme, daß das Material des verwendeten Bohrgezähes — verstärkte schmiedeiserne Fäustel und Bohrer — unelastisch sei. Der in der Tabelle nach Stapff mitgeteilte Wert von L beruht auf einer Angabe Weisbach's; die übrigen Werte von L in der Tabelle sind nach den Angaben Havrez' berechnet, desgleichen sind die Werte von L_3 nach der oben gegebenen Gleichung 17 berechnet unter der Annahme, daß $\alpha = 70^\circ$ und $f = 0,45$.

Alle in der Tabelle mitgeteilten Arbeitsleistungen beziehen sich auf sekundliche Meterkilogramme. Die Tabelle enthält ferner die Angaben der Gewichte des Bohrgezähes, mit dem Havrez seine Versuche anstellen ließ und welches Stapff seinen Berechnungen zu Grunde legte. Die mitgeteilten Geschwindigkeiten beim

Tabelle I.

	Nach den Versuchen von Havrez.				Von Stapff gegebene Mittelwerte.
	In Schieferthon.	In mittelfestem Sandstein.	In sehr festem Sandstein.	Als Mittelwerte bezw. Grenzwerte.	
G	1,35—1,67 kg	1,5—1,75 kg	1,67—2,0 kg	1,35—2,0 kg	3,0 kg
G_1	1,34—1,52 kg	1,3—1,84 kg	1,35—1,37 kg	1,3—1,84 kg	1—1,5 kg
c	5,55—7,2 m	5,6—5,75 m	4,68—5,06 m	4,68—7,2 m	6,79 m
L	6,49 mkg	5,56 mkg	5,83 mkg	6,04 mkg	5,45 mkg
L_1	3,95 "	3,25 "	2,86 "	3,44 "	2,73 "
L_2	2,1 "	1,66 "	1,64 "	1,83 "	1,14 "
L_3	1,08 "	0,89 "	0,86 "	0,96 *	0,61 "

*) Havrez; a. a. O. S. 519.

¹¹⁾ Stapff; a. a. O. S. 10 und 11.

¹²⁾ Stapff; a. a. O. S. 12.

¹³⁾ Havrez; a. a. O. S. 522.

Aufschlagen sind auf Grund der Havrez'schen Beobachtungen aus Gleichung 23—26 berechnet, bei Stapff hingegen Annahmen.

Nach den in der Tabelle mitgeteilten Resultaten ergibt sich als

	nach Havrez	nach Stapff
Wirkungsgrad des Antriebes e_1	0,57	0,50
Wirkungsgrad der Uebertragung e_2	0,53	0,42
Wirkungsgrad der Arbeit des Bohrkopfes e_3	0,53	0,53
totales theoretisches Güteverhältnis e	0,16	0,111

Theoretisch ist es mithin nur möglich, rund 11—16 Prozent der auf das Bohren verwendeten Arbeit für die eigentliche Zerkleinerung des Gesteines nutzbar zu machen.

Als dieses Kapitel bereits im Druck war, erschien die Abhandlung von H. Hoefler „Häuerleistung bei der Bohrarbeit“; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1884. No. 42. 43. Nach den Messungen Hoefler's mit dem von ihm konstruirten Schlagindikator kann man die Leistung eines Häuers beim Abwärtsbohren zu 6,28 mkg annehmen. Dieses Resultat stimmt recht gut mit dem Werte 6,04 mkg von L überein, welcher auf Grund der Havrez'schen Versuche berechnet und in Tabelle I enthalten.

§ 10. Werte für das totale praktische Güteverhältnis. Solche Werte teilt Stapff¹⁴⁾ mit und finden sich dieselben in nachstehender Tabelle wiedergegeben. Er ermittelte dieselben aus publizirten Angaben über die Leistungen beim Bohren in sehr verschiedenen festen Gesteinen. Diese Leistungen wurden von ihm nach Gesteinsklassen von gleichem Modul der Druckfestigkeit gruppirt und gelangte er auf diese Weise zu Mittelzahlen über die Leistungen des Handbohrens in den verschiedenen Gesteinsklassen.

Tabelle II.

	Nach den Berechnungen von Stapff.			Nach den Versuchen von Havrez berechnet.	
Festigkeitsmodul des Gesteines in kg pro qmm	7,3	2,99	2,2	2,9	2,2
Theoretisch erforderliche Arbeit L_t zum Ausbohren eines Kubikcentimeters Gestein					
nach den Formeln von v. Sparre mkg	29,2	12,0	4,9	11,7	8,88
" " " " Stapff mkg	20	8,9	4,2	8,8	5,12
Im Mittel nach v. Sparre mkg	15,3			10,3	
" " " " Stapff mkg	11,2			7,31	
Wirklich aufgewandte Arbeit L_c , um ein Kubikcentimeter Gestein auszubohren, mkg	437,8	212,3	70,0	147,6	55,05
Im Mittel mkg	252,8			101,33	
Totales praktisches Güteverhältnis der Bohrarbeit					
$e_p = \frac{L_t}{L_c}$					
unter Zugrundelegung der Formeln v. Sparre's	0,0614	0,0560	0,0703	0,0793	0,161
" " " " Stapff's	0,0402	0,0421	0,0595	0,0554	0,0930
Im Mittel nach v. Sparre's Formeln	0,0608			0,1016	
" " " " Stapff's	0,042			0,0721	

¹⁴⁾ Stapff; a. a. O. S. 1.

In der folgenden Tabelle sind ferner Werte für das totale praktische Güteverhältnis der Bohrarbeit in mittelfestem und sehr festem Sandstein aufgeführt worden, welche nach den von Havrez veröffentlichten Resultaten seiner bereits mehrfach erwähnten Versuche berechnet worden sind. Es wurde dabei der Festigkeitsmodul des mittelfesten Sandsteines, in welchem Havrez bohren ließ, zu 2,2 und der des sehr festen Sandsteines zu 2,9 pro qmm angenommen.

Das totale praktische Güteverhältnis der Bohrarbeit schwankt mithin zwischen 0,042 und 0,072, beziehungsweise 0,06 und 0,10, je nachdem man zur Ermittlung von L_t die Formeln v. Sparre's oder Stapff's benutzt. Nimmt man an, daß die nach den Stapff'schen Formeln berechneten Werte für die zum Ausbohren eines Kubikcentimeters Gestein theoretisch erforderliche Arbeit die der Wahrheit am nächsten kommenden sind, so werden also nur rund 4, beziehungsweise 7 Prozent der auf das Bohren verwendeten Arbeit nützlich verbraucht!

§ 11. Unbestimmte Arbeitsverluste. Zwischen dem totalen praktischen Güteverhältnis e_p und dem totalen theoretischen Güteverhältnisse e der Bohrarbeit besteht nun, je nachdem man die Havrez'schen Versuche oder die Stapff'schen Angaben berücksichtigt, eine Differenz von

$$e - e_p = 0,157 - 0,072 = 0,085 \text{ (Havrez)}$$

$$\text{beziehungsweise } e - e_p = 0,111 - 0,042 = 0,069 \text{ (Stapff),}$$

also von 6,9—8,5 Prozent. Diese Differenz zu Ungunsten des totalen praktischen Güteverhältnisses rührt von Arbeitsverlusten her, die sich jeder Berechnung entziehen. Sie werden im wesentlichen verursacht durch schiefe, unwirksame Schläge, nicht entsprechendes Umsetzen des Bohrers, Pulverisirung der abgesprengten Gesteinsstückchen und Reibung des Bohrers.

Einen Ueberblick über die sämtlichen, bei dem Handbohren vorkommenden Verluste, abgerundet in Prozenten ausgedrückt, gibt folgende Zusammenstellung. Es gehen verloren von der zum Bohren gebrauchten Arbeit:

	Auf Grund der Berechnungen, bezw. Mitteilungen von	
	Stapff	Havrez
a) durch den Arbeitsaufwand beim Ausholen zum Schlagen	50 Prozent	43 Prozent
b) durch Umwandlung eines Teiles der dem Bohrer mitgeteilten Arbeit in Arbeit zur bleibenden Formänderung des Bohrgezähes und zur Erzeugung von Schall- und Wärmeschwingungen	29 „	27 „
c) durch unvollständige Verwertung der vom Bohrkopf verrichteten Keilarbeit für das Abscheren von Gesteinstrossen, entsprechend dem Verhältnisse $\frac{L_3}{L_2}$	10 „	15 „
d) durch unwirksame Schläge, Pulverisiren der abgesprengten Gesteinsstückchen etc.	7 „	8 „
	zusammen 96 Prozent	93 Prozent.

§ 12. Einfluß von Material und Gewicht des Bohrgezähes auf die Güteverhältnisse der Bohrarbeit. Von dem Material und Gewicht des Gezähes hängt die Größe des wichtigsten Faktors beim Handbohren, nämlich der am Bohrkopfe disponiblen Arbeit L_2 , wesentlich ab, folglich auch das Güteverhältnis der Uebertragung e_2 .

Am günstigsten ist es nun für die zu leistende Arbeit L_2 , wenn Bohrer und Fäustel aus vollkommen elastischem Material bestehen und wird unter diesen Umständen die Arbeit L_2 am größten, wenn beide Gezähe gleiches Gewicht haben.

Ein weniger günstiges Güteverhältnis e_2 bekommt man, wenn man Fäustel aus völlig unelastischem, dagegen Bohrer aus völlig elastischem Material benutzt und beide Gezähe gleich schwer sind.

Am unvorteilhaftesten ist es, den Bohrer aus unelastischem, das Fäustel aus elastischem Material herzustellen.

Sind Bohrer und Fäustel ganz unelastisch, so wird ein einigermaßen vorteilhaftes Güteverhältnis nur dann erreicht, wenn das Gewicht des Bohrers möglichst klein gegen das Gewicht des Fäustels genommen wird.

Bestehen endlich beide Gezähe aus unvollkommen elastischem Material, so ist L_2 am größten, wenn bei gleichem Gewichte der Gezähe der Elastizitätsgrad beider gleich ist oder doch wenigstens das Material des Fäustels einen geringeren Elastizitätsgrad besitzt als das des Bohrers.

§ 13. Mehrmännisches Bohren. Von den verschiedenen Methoden des mehrmännischen Bohrens steht fast nur noch das zweimännische Bohren in Gebrauch. Dasselbe wird überall dort noch Anwendung finden, wo man sehr tiefe Löcher bohren muß, weil das dann große Gewicht der Bohrer beim einmännischen Bohren zu unvorteilhaft für die Schlagwirkung des einmännischen Fäustels wird.

Auch dort, wo man Löcher von großem Durchmesser, sei es nun behufs Aufnahme starker Pulverladungen oder Ankerstangen etc. herstellen will, ist man auf zweimännisches Bohren angewiesen.

Die zum zweimännischen Bohren benutzten Fäustel heißen zur Unterscheidung von den beim einmännischen Bohren benutzten zweimännische Fäustel oder Großfäustel. Sie werden, da sie der Arbeiter mit beiden Händen schwingt, einen größeren Schwingungsbogen beschreiben als das gewöhnliche Handfäustel. Dieser Bogen, dessen Mittelpunkt ungefähr im Schultergelenk liegt, hat eine Länge von circa 1,1—1,5 m. Der Arbeiter, welcher den Bohrer führt, faßt denselben mit beiden Händen und setzt ebenfalls nach jedem Schläge um.

§ 14. Vergleich des zweimännischen Bohrens mit dem einmännischen Bohren. Ueber die Vor- und Nachteile des zweimännischen Bohrens gegenüber dem einmännischen Bohren geben neuere Versuche Aufschluß, die ebenfalls von Havrez¹⁵⁾ angestellt worden sind und zwar in Ortsbetrieben von 1,8 m Breite und 2 m Höhe. Die einmännischen Bohrer hatten eine anfängliche Schneidenlänge von 30 mm, die zweimännischen eine solche von 39 mm, das Gewicht der großen Fäustel wechselte zwischen 2,78 und 3,66 kg, das der kleinen zwischen 1,35 und 2 kg.

Die wichtigsten Resultate dieser Versuche sind in nachstehender Tabelle enthalten, in welcher für die Bezeichnung der verschiedenartigen Arbeitsleistungen und Güteverhältnisse die bereits oben gewählten Buchstaben beibehalten wurden.

¹⁵⁾ Havrez; a. a. O. S. 522.

Tabelle III.

	L		L ₁		L ₂		In der Minute ausgebohrtes Volumen V _m			Verhältnis von $\frac{L_2}{V_m}$		
	ein-	zwei-	ein-	zwei-	ein-	zwei-	ein-	zwei-	zwei-	ein-	zwei-	zwei-
	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich	männlich
	mkg	mkg	mkg	mkg	mkg	mkg	ccm	ccm	männlich mehr ccm	mkg	mkg	weniger mkg
In Schieferthon	6,49	9,58	3,95	5,02	2,1	2,58	20,45	27,07	6,62	6,18	5,73	0,45
In mittelfestem Sandstein	5,56	8,93	3,25	4,3	1,66	2,18	6,07	9,57	3,5	16,6	13,63	2,97
In sehr festem Sandstein	5,83	7,9	2,86	3,96	1,64	2,1	2,376	3,81	1,43	42,1	33,3	8,8
In Mittel	6,04	8,80	3,44	4,51	1,83	2,45	11,18	15,43	4,25	10,16	9,43	0,73

Die verschiedenen Güteverhältnisse sind:

	einmännlich	zweimännlich
$e_1 = \frac{L_1}{L}$	0,57	0,51
$e_2 = \frac{L_2}{L_1}$	0,53	0,54
$e_1 \cdot e_2 = \frac{L_2}{L}$	0,30	0,28

Aus den mitgeteilten Resultaten ergibt sich, daß beim zweimännlichen Bohren durchschnittlich 1,1 mkg oder rund 32 Prozent mehr Arbeit (L_1) beim Zuschlagen geleistet wird, als der einmännlich bohrende Arbeiter leistet, und daß am Bohrkopf im Mittel 0,62 kg oder 34 Prozent mehr Arbeit disponibel ist beim zweimännlichen als beim einmännlichen Bohren.

Die Hauptunterschiede beider Bohrmethoden lassen sich dahin zusammenstellen:

daß beim einmännlichen Bohren pro Arbeiter circa 0,60 mkg oder rund $1\frac{1}{2}$ mal mehr Arbeit am Bohrkopf disponibel, die Leistung pro Arbeiter also eine größere ist als beim zweimännlichen Bohren, daß dagegen:

das Ausbohren eines Kubikcentimeters Gestein bei der zweimännlichen Arbeit weniger Kraftaufwand erfordert als bei der einmännlichen und dieses praktische Güteverhältnis der Zerkleinerungsarbeit ($\frac{L_2}{V_m}$) mit der Festigkeit des Gesteines wächst.

Diese Ueberlegenheit des zweimännlichen Bohrens ist besonders darin begründet, daß von der dem Bohrer infolge des stärkeren Schlages übertragenen größeren Arbeit pro Centimeter Länge der Schneide mehr disponibel ist als beim einmännlichen Bohren; bei letzterem konnte jeder Centimeter Schneidelänge 0,431 bis 0,51 mkg, beim zweimännlichen Bohren dagegen 0,65—0,86 mkg entwickeln. Ferner werden wegen des größeren Umsetzungswinkels beim zweimännlichen Bohren größere Stücke bei jedem Schlage losgesprengt als beim einmännlichen Bohren und werden diese Stücke um so weniger dem Pulverisiren ausgesetzt sein, je fester das Gestein wird.

Die Thatsache nun, daß die Leistung pro Arbeiter beim einmännlichen Bohren größer ist als beim zweimännlichen, wird ersteres so lange für ökonomisch vorteilhafter erscheinen lassen, als die Gesteinsfestigkeit nicht zu groß wird.

In diesem Falle erlahmt bei der längeren Dauer des Bohrens zur Herstellung eines Bohrloches die Kraft eines einzelnen Arbeiters schließlich, während beim zweimännlichen Bohren die Arbeiter im Zuschlagen abwechseln können.

In welcher Weise der Arbeitsaufwand pro Arbeiter mit der Festigkeit des Gesteines zunimmt und wie schließlich der Betrieb beim zweimännischen Bohren billiger werden kann als beim einmännischen, zeigt nachstehende Tabelle, die ebenfalls nach den Resultaten der Havrez'schen Versuche zusammengestellt worden ist.

Tabelle IV.

	In Schieferthon		In mittelfestem Sandstein		In sehr festem Sandstein	
	einmännisch	zweimännisch	einmännisch	zweimännisch	einmännisch	zweimännisch
Um ein Meter aufzufahren, waren erforderlich:						
Bohrlöcher, Anzahl	30	25	38	30	58	42
In den Bohrlöchern wurde Gestein pulverisirt cem	8478	10747	10738,8	12897	16390,8	18055,8
Von den Bohrhäuern geleistete Arbeit <i>L</i> mkg	198103	257160	612110	726265	3715246	3275839
Weniger beim einmännischen Bohren	23 0/0	—	15 0/0	—	—	—
Mehr beim einmännischen Bohren	—	—	—	—	13 0/0	—
In 12 Arbeitstagen wurden aufgefahrene m	15,3	11,5	8,0	6,2	1,53	1,38
Schnellerer Fortschritt beim einmännischen Bohren	30 0/0	.	22 0/0	.	10 0/0	.
Anzahl der Bohrlöcher in achtstündiger Schicht	10—12	8	8—10	5	2,67	1,8
Leistung pro Häuer und achtstündige Schicht (<i>L</i>) . . . mkg	33016—39600	41142	64440—80550	60553	85190	77850

Die mitgeteilten Resultate lassen es nicht zweifelhaft erscheinen, daß man auch in festem Gestein schneller vorrückt beim einmännischen als beim zweimännischen Bohren, daß aber der Kraftaufwand pro Arbeiter bei ersterem eine große Höhe erreicht.

Es wird also eine Grenze geben, von der an beim einmännischen Bohren die Schichtdauer gekürzt werden muß, wenn man schnell vorrücken will; hierdurch steigen aber die Betriebskosten.

Mit Rücksicht auf den Pulververbrauch endlich stellt sich das zweimännische Bohren beim Ortsbetriebe ungünstiger als das einmännische, weil bekanntlich kleinere Bohrlochdurchmesser für die Wirkung des Pulvers vorteilhafter sind als größere. Dieser Vorteil steht im umgekehrten Verhältnis zur Gesteinsfestigkeit.

Nach ebenfalls von Havrez¹⁶⁾ angestellten Versuchen beträgt die Ersparnis an Pulver beim einmännischen Bohren gegenüber dem zweimännischen

- in Schieferthon 14—15 Prozent
- in mittelfestem Sandstein 12—15 „
- in sehr festem Sandstein 8—11 „

¹⁶⁾ Havrez; a. a. O. S. 506.

Das dreimännische Bohren kann nur da in Frage kommen, wo Löcher ganz ungewöhnlicher Dimensionen herzustellen sind.

§ 15. Bohren mit einem Werkzeuge. Das Bohren ohne Fäustel, nur mit dem Bohrer, heißt Wurf- oder Stoßbohren. Der Arbeiter handhabt hierbei den Bohrer mit beiden Händen, zieht ihn zurück und stößt ihn mit voller Gewalt gegen das Ort des Bohrloches. Beim Zurückziehen des Bohrers wird umgesetzt.

Das Wurfbohren kann auch zweimännisch erfolgen, wenn man mit sehr schweren Bohrern nahezu vertikal stehende Löcher bohren will.

Es ist selbstverständlich, daß, bevor mit dem Wurfbohrer gearbeitet werden kann, erst nach dem gewöhnlichen Bohrverfahren ein wenig tiefes Loch hergestellt werden muß, um für den Wurfbohrer eine Führung zu haben.

Bei dem Wurfbohren wird die ganze Kraft, welche der Arbeiter beim Stoße entwickelt (L_1), auf die Bohrkronen übertragen. Bezeichnet G_1 das Gewicht des Wurfbohrers, so empfängt derselbe die Arbeit:

$$L_1 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g}.$$

Am Bohrkopf ist disponibel die Arbeit:

$$L_2 = \frac{G_1 \cdot v_1^2}{2g}.$$

Der Wirkungsgrad der Uebertragung

$$e_2 = \frac{L_2}{L_1}$$

wird demnach gleich 1, während er beim Bohren mit dem Fäustel zwischen 0,42 und 0,53 schwankt. Nimmt man an, daß der Arbeiter beim Wurfbohren die gleiche Arbeit (L) leistet wie beim einmännischen Bohren und der Wirkungsgrad des Antriebes (e_1) bei beiden Arten des Bohrens derselbe ist, so wird das Güteverhältnis

$$\frac{L_2}{L} = \frac{L_1}{L} \cdot \frac{L_2}{L_1}$$

beim Wurfbohren 0,50—0,57, beim einmännischen Bohren 0,21—0,30; man arbeitet also mit ersterem 27—29 Prozent vorteilhafter.

Versuche, welche Hausse¹⁷⁾ angestellt hat, um die zum Abbohren von Handbohrlöchern nötige mechanische Arbeit zu bestimmen, können in Ermangelung andern Materials dazu dienen, den Wert des Wurfbohrers praktisch zu belegen.

Der von Hausse angewandte Versuchsapparat besitzt einige Ähnlichkeit mit der von Siebeneicher konstruirten Maschine zur Prüfung von Steinen. Er besteht aus einer in vertikaler Führung gehenden Bohrstange von circa 17 kg Gewicht mit einer 24 mm breiten Schneide. Ein Arbeiter hebt, nach Art des Wurfbohrers, diese Bohrstange und läßt sie dann fallen, ohne einen Stoß auszuüben. Das Umsetzen besorgt der Arbeiter durch eine leichte Drehung beim Heben ebenfalls. Die Hubhöhe schwankte bei den Versuchen zwischen 142 und 309 mm.

Nach den von Hausse mitgetheilten Resultaten und Berechnungen betrug nun die vom Arbeiter geleistete mechanische Arbeit zum Ausbohren eines Kubikcentimeters durchschnittlich

¹⁷⁾ R. Hausse. Bestimmung der zum Abbohren von Handbohrlöchern nötigen mechanischen Arbeit. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. S. 313.

69,2 mkg	in Hornblendeporphyr,
50,8 „	in Freiburger Normalgneis,
25,2 „	in Kohlensandstein.

Dieser Arbeitsaufwand (L_c) ist erheblich geringer als der von Stapff mitgeteilte und nach den Havrez'schen Versuchen berechnete für gewöhnliches einmännisches Handbohren; siehe Tabelle II, S. 155. Allerdings arbeitete bei den Hausse'schen Versuchen der Arbeiter nicht so anhaltend, als es in der Praxis der Fall ist, auch bot die Führung der Bohrstange eine Erleichterung; dafür wurde aber auch die Stoßkraft des Arbeiters gar nicht ausgenutzt. Aber selbst günstigere Arbeitsverhältnisse bei den Versuchen zugegeben, übertreffen die mit ihnen erzielten Resultate doch so sehr die gedachten Resultate des Handbohrens, daß der große Vorteil des Stoßbohrens nicht zu verkennen ist.

Wenn ungeachtet der günstigen Wirkungsweise des Wurfbohrens dasselbe verhältnismäßig so wenig im Gebrauch steht, so liegt dies an der geringen Tiefe, welche in der Regel die Handbohrlöcher in festem Gestein erhalten. Es fehlt dann an genügender Führung für den Bohrer, der, soll eine erhebliche Wurfwirkung erzielt werden, schwer, also lang sein muß. Löcher, die nur 0,5 m tief zu werden brauchen, wird man daher nicht mit Wurfbohrern herstellen, da für dieselben doch immer ein Hub von 20—30 cm nötig ist. Das Wurfbohren wird also nur dort ausgeübt werden können, wo tiefe Löcher herzustellen sind.

§ 16. Das Material des Bohrgezähes. Da es, wie nachgewiesen, für den Effekt der Bohrarbeit am vorteilhaftesten ist, möglichst elastisches Material für Bohrer und Fäustel zu verwenden, so wird in der Neuzeit auch vorwiegend Gußstahl als das einzig noch in Frage kommende Material zur Herstellung des Bohrgezähes benutzt. Gußstahl ist unter den Stahlsorten diejenige, welche durch Stöße am wenigsten leidet; auch sind die Schneiden aus Gußstahl widerstandsfähiger als solche aus andern gangbaren Stahlsorten. Zu den Bohrern sollte man aber stets nur Gußstahl bester Qualität nehmen und die größte Sorgfalt auf die Härtung desselben verwenden. Letztere muß der Gesteinsbeschaffenheit durchaus angepaßt werden.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der Bohrer aus gutem Gußstahl liegt noch in den geringen Unterhaltungskosten derselben. Nach Versuchen betragen bei Anwendung von Gußstahlbohrern die durch Schärpen und Abgang erwachsenden Kosten nur ein Drittel von denjenigen, welche bei Benutzung eiserner verstärhter Bohrer entstehen¹⁸⁾.

Neben Gußstahl findet auch Schmiedeeisen bei der Herstellung des Bohrgezähes Verwendung. Stets sollten dann aber Schneide und Nacken des Bohrers sowie die beiden Bahnen des Fäustels verstärht werden.

Nur bei Wurfbohrern mit sogenannten Einsatzschneiden läßt sich die Herstellung des Schaftes aus Schmiedeeisen rechtfertigen.

Wie sehr sich in der Praxis die Gußstahlbohrer gegenüber den schmiedeisernen, nur verstärhten Bohrern vorteilhafter erweisen, darüber geben von Havrez mitgeteilte Versuche Aufschluß, nach denen bei Anwendung ersterer ein 30—32 Prozent höherer Bohreffekt erzielt wurde¹⁹⁾.

¹⁸⁾ Havrez; a. a. O. S. 554.

¹⁹⁾ Havrez; a. a. O. S. 552.

§ 17. Dimensionen der Bohrer. Jedem Bohrlochdurchmesser entspricht ein ganz bestimmtes Gewicht des Bohrers, um bei einem gewissen Material desselben den theoretisch größten Bohreffekt zu erzielen. Hätte man nun keine Rücksicht auf die Haltbarkeit des Bohrers zu nehmen, so ließen sich nach den aus der Mechanik des Handbohrens folgenden Regeln einfach die vorteilhaftesten Gewichte berechnen und aus diesen die Dimensionen des Bohrers ermitteln. Die Rücksicht auf die Festigkeit desselben läßt es aber nicht zu, diesen Weg einzuschlagen. Man muß vielmehr mit dem Umstande rechnen, daß die Stärke der Bohrer ein gewisses Minimum nicht unterschreiten darf. Aber auch damit könnte man die theoretisch vorteilhaftesten Gewichte der Gezähe nur für den Fall berechnen, daß die Herstellung des Bohrloches bloß einen einzigen Bohrer erfordere. Da man aber in der Regel mehrere Bohrer verschiedener Längen zum Abbohren eines Loches zu benutzen haben wird, so folgt, daß während desselben der Wert von L_2 — also die am Bohrkopf disponible Arbeit — ein wechselnder sein wird, weil die Arbeit des Zuschlagens (L_1) konstant bleibt, das Gewicht des Bohrers aber größer wird.

Es ist also für die Praxis unmöglich, alle theoretischen Anforderungen an das Gewicht und die Dimensionen des Bohrgezähes zu erfüllen, und muß man sich damit begnügen, nach dieser Richtung hin große Fehler zu vermeiden.

Da beim Bohren in festen Gesteinen sich die Ecken der Schneiden am Bohrkopfe abnutzen, so wird das Loch mit zunehmender Tiefe enger. Ein den stumpfen Bohrer ersetzender (geschärfter) muß demnach eine Schneidenlänge besitzen, die kleiner ist als die anfängliche des stumpfen Bohrers.

Man wird auf diese Weise zum Abbohren eines Loches oft sehr viele Bohrer mit abnehmender Schneidenlänge zu gebrauchen haben. Um nun nicht mit zu vielen verschiedenartigen Sorten von Schneiden arbeiten zu müssen, stellt man sich Bohrer mit drei, höchstens vier verschiedenen Schneidenlängen her. Um mit so wenigen Sorten auskommen zu können, ist es erforderlich, daß die Schneide jeder kleineren Sorte um so viel gegen die der vorhergehenden größeren abnehme, daß eine geringe Abnutzung nicht schon die Auswechslung des Bohrers gegen einen solchen anderer Schneidenlänge bedingt. Aus diesem Grunde kann die Abnahme der Schneidenlänge in den verschiedenen Sorten nicht gut weniger als 0,12 derselben betragen; die größte Abnahme ist ungefähr 0,19 der Länge.

Den Bohrern, welche gleich große Schneiden besitzen, gibt man auch gern gleiche Längen. Da man nun beim Anfahren eines Loches nur vorteilhaft mit kurzen Bohrern arbeiten kann, so werden die Bohrer mit der größten Schneide die kleinste Länge besitzen; man nennt sie Anfänger. Es folgen dann die längeren Mittelbohrer, deren Schneidengrößen eine oder zwei Sorten bilden können, und endlich die längsten Bohrer, die Abbohrer, mit denen das Loch fertig gebohrt wird.

Anfänger, Mittelbohrer und Abbohrer bilden zusammen einen Satz Bohrer, den man auch bei wenig festen Gesteinen deshalb nötig hat, weil man nicht mit dem der herzustellenden Bohrlochtiefe entsprechend langen Bohrer beginnen kann.

§ 18. Praktische Dimensionen der Bohrstangen für ein- und zweimännische Bohrer. Die Bohrstangen werden am zweckmäßigsten im Querschnitt quadratisch mit stark verbrochenen Kanten hergestellt, sodaß sich eine dem regulären Achteck annähernde Querschnittsform ergibt. Die Stärke der Stange darf

mit Rücksicht auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen das Zerspringen nicht unter 15 mm sinken, richtet sich im übrigen aber nach dem Bohrlochdurchmesser und beträgt im Mittel das 0,6—0,7fache desselben. Die Länge der Bohrer wechselt sehr und scheint in neuerer Zeit zugenommen zu haben, was wohl mit der Gewichtszunahme der Fäustel zusammenhängt.

Die gebräuchlichen Längen sind:

	für einmännische Bohrer	für zweimännische Bohrer
beim Anfangsbohrer . . .	238—433 mm	357— 673 mm
„ Mittelbohrer . . .	428—721 „	714—1009 „
„ Abbohrer . . .	666—865 „	1000—1154 „

Piemontesische Arbeiter gebrauchen Abbohrer von sogar 1308 mm Länge. Nach Vorstehendem wird das Gewicht der Bohrer ungemein verschieden sein. Es läßt sich dasselbe indes jederzeit im voraus überschlagen, wenn man die Größe des Bohrlochdurchmessers kennt. Dieser darf, da 15 mm die kleinste zulässige Dicke der Bohrstange ist, nicht unter 15/0,7 mm oder rund 20 mm sinken. Erfahrungsmäßig steht ferner fest, daß einmännisch zu bohrende Löcher keinen größeren Durchmesser als 30—31 mm erhalten sollen. Zweimännisch zu bohrenden Löchern gibt man nicht gern größere Durchmesser als 40—42 mm.

Dimensionen und Gewichte der Wurfbohrer. Wurfbohrer erhalten in der Regel runde Bohrstangen, über deren Stärke das bei den einmännischen Bohrern Angeführte gilt. Als äußerste Grenzen ihrer Länge sind bekannt geworden 1,2 und 9,9 m, denen Gewichte von circa 4,5 kg, beziehungsweise 50 kg entsprechen. Für wenig festes Gestein trennt man wohl den Bohrkopf vom Schaft, wodurch das Schärfen des letzteren bedeutend erleichtert wird. Den mit einem vierkantigen oder runden Zapfen versehenen Bohrkopf setzt man dann in das entsprechend gestaltete Ende der Bohrstange ein. Es kommen auch Wurfbohrer mit je einer Bohrkrone an jedem Ende der Bohrstange vor.

§ 19. Dimensionen und Gewichte der Fäustel. Bei der Abmessung der Größenverhältnisse der Fäustel würde man ebenfalls, wie bei derjenigen der Bohrer, von dem Gewichte ausgehen müssen. Theoretische Grundlagen zur Ermittlung des letzteren sind: die Leistungsfähigkeit L des Arbeiters und der mit dem Fäustel zurückgelegte Weg h . Zur Berechnung des Fäustelgewichts G hätte man dann die oben gegebene Formel:

$$L = Gs + \frac{Gc^2}{2g}.$$

Die Leistungsfähigkeit des Arbeiters ist sehr wechselnd; der Weg s ist, je nach den Körperverhältnissen des Arbeiters, ebenfalls verschieden, doch tritt diese Verschiedenheit zurück gegen diejenige, welche hauptsächlich auf den Weg des Fäustels von Einfluß ist, nämlich die Verschiedenheit der Arbeitsmethode. Wesentlich wird es also darauf ankommen, ob ein- oder zweimännisch gebohrt oder ob geschlenkert werden soll.

Da man nun in der Praxis nicht für jeden Arbeiter ein besonderes Fäustel herstellen lassen kann, so begnügt man sich damit, den Fäusteln Gewichte zu geben, welche der ungefähren Durchschnittsleistung und Körperbeschaffenheit der Arbeiter bei den verschiedenen Arten des Bohrens entsprechen.

Die Grenzen für diese Gewichte sind im Mittel:

beim einmännischen Bohren am unelastischen Helm	1—2 kg
„ „ „ „ elastischen „	0,8 „
„ Schlenkerbohren „ unelastischen „	3,5—10 „
„ „ „ „ elastischen langen Helm	1,25 „
„ zweimännischen „	3,5—4,5 „

Ein richtig konstruiertes Fäustel soll nach dem Radius, in welchem dasselbe geschwungen wird, gekrümmt und an den Bahnen zusammengezogen sein, sodaß letztere ein Quadrat von 25—39 mm Seite bilden. Hierdurch wie durch eine schwache Wölbung der Bahnen wird auf die Konzentrierung der Schlagkraft hingewirkt.

Fig. 3.

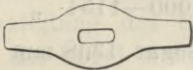
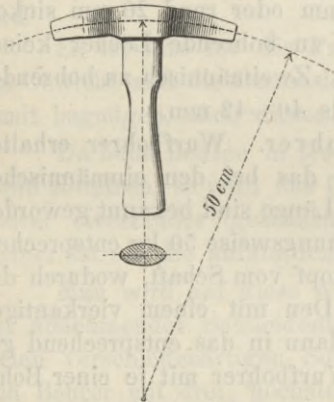


Fig. 4.



Diese Regeln werden aber meistens nur für die Handfäustel befolgt (siehe Fig. 3 und 4), während man bei den Großfäusteln häufig von einer Krümmung derselben absieht.

Das Helm, der Stiel der Fäustel ist entweder unelastisch oder elastisch; ersteres bei gewöhnlichen Bohrern, letzteres bei manchen Arten des Schlenkerbohrens und für sehr leichte Fäustel beim Bohren nach der Manier tiroler Arbeiter.

Die unelastischen Helme werden am besten aus Weißbuche oder Esche, die elastischen aus jungen Stämmen oder aus Aesten von Nadelhölzern hergestellt.

Die Länge der unelastischen Helme beträgt 26—34 cm bei den Handfäusteln, 46—78 cm bei den Großfäusteln. Die beim Schlenkerbohren angewandten elastischen Helme haben eine Länge von circa 50 cm, elastische Helme für sehr leichte Fäustel sind circa 30 cm lang. Der Querschnitt unelastischer Helme ist oval; elastische Helme haben den Querschnitt des dazu verwendeten Astes oder jungen Stammes und sind für Schlenkerbohren mit einer gekrümmten Handhabe versehen. Das Auge (Oehr) zur Aufnahme des Helmes muß, um das Abbrechen desselben zu verhüten, 1,5—2 cm breit und 4—4,5 cm lang sein.

§ 20. Formen der Bohrköpfe. Es gibt Bohrköpfe mit einer und solche mit mehreren Schneiden. Bei mehrschneidigen Bohrköpfen kreuzen sich die Schneiden und liegt der Kreuzungspunkt derselben stets in der Mittellinie des Bohrers. Die Schneiden können in der durch die Bohrxaxe gelegten Ebene gerade oder gebrochen und gekrümmt sein. Sind nur zwei gerade Schneiden vorhanden, so heißt der Bohrer ein Kreuzbohrer; die Schneiden bilden entweder ein rechtwinkeliges oder ein schiefwinkeliges Kreuz.

Sind zwei oder mehrere gebrochene oder gekrümmte Schneiden vorhanden, so kreuzen sich dieselben stets unter gleichen Winkeln. Die Schneiden können konvex oder konkav gebrochen, beziehungsweise gekrümmt sein. Im ersteren Falle nennt man den Bohrer einen Kolbenbohrer, im letzteren Falle einen

Kronenbohrer. Die Zahl der Schneiden bei diesen Arten von Bohrern beträgt selten weniger als vier.

Besteht der Bohrkopf nur aus einer Schneide und liegt dieselbe in der durch die Bohrxaxe gelegten Ebene, so heißt der Bohrer ein Meißelbohrer. Liegt die Schneide indes nur mit ihrem mittleren Teile in genannter Ebene und verläuft nach den Kanten zu nach einer mehr oder weniger gekrümmten Linie, so heißt der Bohrer je nach der Form dieser Linie, ein **S**- oder **Z**-Bohrer.

Offenbar gibt nun der Bohrer mit einer Schneide und unter diesen wieder der Meißelbohrer den größten Effekt beim Bohren, weil sich der Schlag in ihm auf eine kleinere Angriffsfläche verteilt wie bei dem Bohren mit mehrschneidigen Bohrkronen.

Der größere Effekt der Meißelbohrer, welche mit gerader, gekrümmter oder gebrochener Schneide ausgeschmiedet werden, ist auch der Grund, weshalb man sie fast ausschließlich anwendet, wenn es sich um schnelle Herstellung eines Bohrloches handelt. Allerdings erfordert ihre Handhabung größere Uebung als diejenige mehrschneidiger Bohrer; letztere werden deshalb auch noch hin und wieder von wenig im Bohren geübten Arbeitern benutzt, besonders in Fällen, in denen das Loch durchaus kreisrund und gerade werden muß, wie es zum Beispiel zur Aufnahme von Ankerstangen notwendig ist. Mehrschneidige Bohrer, insbesondere Kolbenbohrer, werden auch dort noch angewendet, wo man Löcher größerer Dimensionen — über 40 cm Durchmesser — von tadelloser Beschaffenheit herzustellen hat, was mit Meißelbohrern nur sehr schwer möglich ist. Letztere stehen endlich den mehrschneidigen Bohrern auch dort nach, wo das Gestein sehr klüftig und drusig ist, weil beim Bohren in solchem Gestein der Meißelbohrer sich leicht klemmt.

Um nun mit dem Meißelbohrer auf längere Dauer gute Effekte zu erzielen, muß man der Abnutzung — dem Stumpfwerden — der Schneide möglichst entgegenzuwirken suchen. Das Stumpfwerden tritt ein erstens als natürliche, nicht zu vermeidende Folge der von der Schneide zu leistenden Arbeit, zweitens als Folge von Mängeln bei der praktischen Ausübung des Bohrens, die theoretisch vermieden werden könnten.

Das Stumpfwerden aus natürlicher Ursache erstreckt sich über die ganze Schneide; es nimmt nach den Ecken der Schneide hin zu, denn die Abführung der Meißelschneide steht zu der von derselben verrichteten Arbeit in geradem Verhältnis und muß mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkte immer größer werden²⁰⁾.

Es kann sich für diese Art des Stumpfwerdens nur darum handeln, die Abnutzung der Schneide gleichmäßig vor sich gehen zu lassen. Diese Aufgabe würde gelöst sein, wenn die an jedem Punkte wirksame Schneidenlänge in ungefähr gleichem Verhältnisse zum Abstände vom Mittelpunkte zunähme²¹⁾.

Soll der Bohrer eine Schneide behalten — und das kann hier nur in Frage kommen — so gibt es zwei Lösungen dieser Aufgabe. Die eine würde darin bestehen, die Meißelschneide in der zur Axe des Bohrers senkrechten Ebene nach

²⁰⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 57.

²¹⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 72.

der Kreisevolvente zu krümmen²²⁾. Für die Praxis des Handbohrers kann diese Lösung indes nicht weiter in Frage kommen wegen der schwierigen Schärfung einer solchen gekrümmten Schneide.

Die zweite, annähernde Lösung gedachter Aufgabe liegt darin, die Schneide, unter Beibehaltung der radialen Richtung derselben, vom Mittelpunkte an nach beiden Seiten hin in einer Parabel in die Höhe laufen zu lassen²³⁾. In der That gibt man auch den Schneiden vielfach eine konvexe Krümmung, die aber meistens nach einer Kreislinie verläuft.

Diese Krümmung der Schneide ist nun aber auch gleichzeitig ein außerordentlich gutes Mittel, dem Stumpfwerden derselben aus der zweiten Ursache, nämlich den Mängeln bei der praktischen Ausübung der Bohrarbeit, entgegenzuwirken. Diese Mängel bestehen darin, daß die Bohrlochaxe wohl niemals mit der Axe des Bohrers zusammenfällt und die Fäustelschläge vorwiegend neben die letztere treffen.

Die Mehrzahl der Fäustelschläge wird also nicht genau in der Axe des Bohrloches fortgepflanzt. Bei gerader Schneide nun würde hierbei hauptsächlich nur die eine oder andere Ecke derselben zur Arbeit gelangen, selten die ganze Schneide; die Folgen wären starke Abnutzung der Ecken und geringer Effekt der Bohrarbeit.

Ist die Schneide dagegen gekrümmt, so kann eine vorwiegende Inanspruchnahme der Meißelecken überhaupt nicht vorkommen und werden auch die einzelnen Teile derselben öfters zur Wirkung gelangen. Die gekrümmte Schneide wird also nicht nur weniger an den Ecken abgenutzt werden wie die gerade Schneide, sondern sie wird auch wirksamer sein als diese.

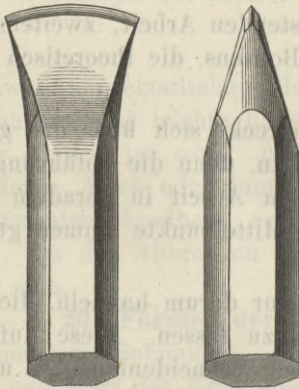
Da bei sehr geübten Arbeitern die Zahl der nicht axial sich fortpflanzenden Fäustelschläge geringer ist als bei ungeübten Arbeitern, so erklärt dies die günstigen Resultate, welche man an einigen Orten, zum Beispiel im Harz, mit geraden Schneiden in milden und gebrächen Gesteinen erzielt hat²⁴⁾.

Endlich kann der Abnutzung der Ecken infolge der Mängel der Bohrarbeit noch dadurch entgegengewirkt werden, daß man die äußersten Enden der Schneide mit in der Richtung der Peripherie des Loches laufenden Ansätzen versieht. Es entstehen dann die bereits erwähnten Z- und S-Bohrer.

Die nach der Peripherie gekrümmten Ansätze der Schneide nennt man wohl auch „Ohren“ und müssen dieselben, sollen

Fig. 5.

Fig. 6.



²²⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 73.

²³⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 72.

²⁴⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1865. S. 60. — Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1884. S. 137.

sie wirklichen Nutzen bringen, mit dem mittleren Teile der Schneide in einer Ebene liegen²⁵⁾.

Die Zuschärfung der Schneide. Die Schneide des Meißelbohrers, und nur diese soll hier noch näher betrachtet werden, wird durch zwei vom Bohrschafte auslaufende Flächen — der eigentlichen Schneide und der Zuschärfung, auch Schärfe genannt — gebildet. Um in hartem Gestein das Auspringen letzterer zu verhüten und um sie haltbarer zu machen, muß man der eigentlichen Schneide eine gewisse Fleischstärke geben, die man so groß als möglich macht; siehe Fig. 5 und 6.

Der Grad der Zuschärfung der Schneide, also die Größe des Zuschärfungswinkels α , hängt nach der Ansicht v. Sparre's von der Festigkeit des Gesteines nicht ab, sondern lediglich von dem Wert des Reibungskoeffizienten f zwischen dem Material der Schneide und dem Gestein. v. Sparre gibt zur Berechnung von α die Formel²⁶⁾:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \sqrt[3]{f}.$$

Da der Wert von f für die meisten Gesteine noch nicht ermittelt ist — nur für Sandstein und Muschelkalkstein finden sich bei Weisbach die Werte 0,42 bis 0,49²⁷⁾, beziehungsweise 0,24²⁸⁾ angegeben — so geht man in der Praxis von der Annahme aus, je nach der größeren oder geringeren Festigkeit des zu durchbohrenden Gesteines den Zuschärfungswinkel der Schneiden stumpfer oder spitzer zu machen.

Im allgemeinen wird die Größe des Winkels α sich in ziemlich engen Grenzen um 70° bewegen. Rziha gibt als überhaupt zulässige Grenze 30° an.

Die Breite der Zuschärfungsflächen hängt von der Fleischstärke der eigentlichen Schneide und vom Zuschärfungswinkel ab. Da die Fleischstärke der Schneide wegen der Haltbarkeit letzterer an eine nur in ganz engen Grenzen schwankende Größe gebunden ist, so wird die Breite der Zuschärfung fast allein nur von dem Winkel letzterer abhängen und im umgekehrten Verhältnis zur Größe dieses Winkels stehen. Im allgemeinen beträgt die Breite der Zuschärfung bei Gesteinsbohrern 8—10 mm.

Eine sogenannte Absäumung der Schärfe der Schneide, d. h. eine Abstumpfung derselben, welche die mathematische Linie der Zuschärfung in einen schmalen Flächenstreifen verwandelt, findet vorteilhaft beim Bohren in wenig festem Gestein statt, weil hierdurch die absprengende Wirkung der Schneide erhöht wird.

Die Länge (Breite) der Schneiden muß stets größer sein als der Durchmesser des Bohrschaftes; man „zieht die Ecken der Schneide aus“, wie man sagt. Dieses Ausziehen der Ecken hat den Zweck, Platz für das Bohrmehl zu schaffen und es zu ermöglichen, daß ungeachtet eingetretener Abnutzung der Schneide noch weiter gebohrt werden kann.

²⁵⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 74.

²⁶⁾ v. Sparre; a. a. O. S. 56.

²⁷⁾ Weisbach-Herrmann; a. a. O. S. 322.

²⁸⁾ Weisbach's Ingenieur. 5. Aufl. Braunschweig 1874. S. 358.

Das Ausziehen der Ecken ist größer bei mildem als bei festem Gestein, da beim Bohren in letzterem zu weit ausgezogene Ecken zu leicht abspringen würden. Das Verhältnis der Schneidenlänge zum Durchmesser des Bohrschaftes liegt zwischen 16 : 12 und 20 : 12.

§ 21. Herauschaffen des Bohrmehles. Der Bohreffekt wird um so größer sein, je weniger man von der dem Bohrkopfe mitgeteilten Arbeit auf das Pulverisieren der losgesprengten Gesteinsstückchen verwendet. Man muß daher das sogenannte Bohrmehl aus dem Loche während des Bohrens möglichst oft entfernen, auch schon deshalb, weil zu starke Ansammlungen des Bohrmehles das Umsetzen erschweren und die Wirkung des Schlages beeinträchtigen.

Bei nach aufwärts gerichteten und horizontalen Bohrlöchern wird das Bohrmehl durch die Bewegung des Bohrers aus dem Loche entfernt, bei abwärts geneigten Löchern bedient man sich indes eines besonderen Gezähstückes, des Krätzers, um das Bohrmehl aus dem Loche zu schaffen.

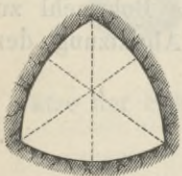
Der Krätzer besteht aus einem dünnen Eisenstäbchen, an dessen einem Ende ein rundes Blättchen aus Eisen rechtwinkelig und exzentrisch gegen die Axe des Stäbchens angesetzt ist. Am andern Ende des letzteren befindet sich ein Ohr; dasselbe dient zur Aufnahme eines Lappens, des sogenannten Bohrlappens, der zum Auswischen feuchter Bohrlöcher benutzt wird.

§ 22. Bohrwasser. Das trockene Bohrmehl läßt sich nie so gut aus dem Loche entfernen, als wenn man dasselbe mit Wasser anmengt und in Schmand, den sogenannten Bohrschmand verwandelt. Man gießt also, wenn die Lage des Bohrloches es erlaubt, Wasser in dasselbe, das der Arbeiter in einem kleinen Gefäß, dem Bohrstutz, in einigen Gegenden auch die Pfützstunze genannt, vorrätig hält. Das Bohren mit Wasser bietet auch noch andere Vorteile. Es kühlt die Bohrschneide, zieht das Pulverisieren der losgesprengten Gesteinsstückchen herab, hält die Bohrlochsohle reiner und verhindert die den Arbeitern schädliche Staubbildung.

§ 23. Beschaffenheit der Bohrlöcher. Weicht die Axe des Bohrloches von der Axe des Bohrers ab, so nennt man ein solches Loch „krumm“. Solche krumme Löcher werden häufig von ungeübten Arbeitern mit Meißelbohrern gebohrt, besonders wenn die Schneide derselben gerade ist, weil dann bei mangelhafter Ausübung der Bohrarbeit die Schlagwirkung am ehesten nicht in der ursprünglichen Axenrichtung des Loches fortgepflanzt wird. Konkav gekrümmte Schneiden wirken auch hier günstiger und erleichtern die Herstellung eines geraden Loches.

Die Querschnittsform der mit Meißelbohrern hergestellten Löcher ist nur

Fig. 7.



selten kreisförmig; es liegt dies daran, daß das Umsetzen des Bohrers nicht der Gesteinsbeschaffenheit und der Stärke des Schlages entsprochen hat. Selbst bei geübten Arbeitern können polygonale Querschnittsformen — in der Regel Dreiecke — vorkommen, deren Seiten nach Kreisbogen gekrümmt sind und welche entstehen, wenn das Drehen (Umsetzen) des Bohrers um die Ecken des Polygons als Mittelpunkt erfolgt; vgl. Fig. 7.

Nicht entsprechendes Umsetzen kann endlich auch dazu führen, daß sich an der Wand oder in der Sohle des Bohrloches ein hervorragender Gesteinsknauer

bildet, der es schließlich unmöglich macht, den Bohrer noch zu drehen und das Loch weiter zu bohren. Man sagt in solchen Fällen, „das Loch habe einen Fuchs“.

Das schiefe und nicht kreisrunde Bohrloch ist zur Aufnahme von Ankerstangen ungeeignet, dagegen schadet es bei der Sprengarbeit nichts, wenn man nur dafür sorgt, daß die Patrone mit dem Sprengstoff fest an die Wandungen des Bohrloches gedrückt wird, sodaß das Sprengmaterial den unteren Raum des Loches völlig ausfüllt, also keine hohlen Räume bleiben.

§ 24. Erweiterung der Bohrlöcher. Zur Aufnahme von Ankerköpfen bei Verankerungen und zur Unterbringung größerer Sprengladungen kann es notwendig werden, im Tiefsten der Bohrlöcher mehr oder weniger große Erweiterungen herzustellen. Je nach dem Zwecke, dem diese Erweiterungen dienen sollen, können dieselben durch Vergrößerung des ursprünglichen Durchmessers des Bohrloches an seiner tiefsten Stelle oder durch erweiterndes Vertiefen desselben hergestellt werden. Zur ersten Art der Erweiterung können chemische und mechanische Mittel, zur letzteren nur mechanische Mittel angewendet werden.

a. Chemische Mittel.

Diese können nur in wenig kostspieligen Flüssigkeiten bestehen, welche lösend auf die Gesteine einwirken. Als letztere kommen nur kalkige Gesteine, seien es nun reine Kalksteine oder sedimentäre Gesteine mit kalkigem Bindemittel, in Frage und als Lösungsmittel Salzsäure.

Von Courberaise ist dieser Prozeß im marmorartigen Kalkstein mit Erfolg angewendet worden.

b. Mechanische Mittel (Erweiterungsbohrer).

Die Erweiterungsbohrer werden stoßend oder drehend gehandhabt; im ersteren Falle wirken sie absprengend, im letzteren schabend. Von den Erweiterungsbohrern, welche stoßend benutzt werden, ist der einfachste der Kraut'sche Bohrer²⁹⁾ mit exzentrischer meißelartiger Schneide; siehe Fig. 8. Mit demselben kann man bei einiger Uebung eine Vertiefung des Bohrloches von größerem als dem ursprünglichen Durchmesser leicht herstellen.

Ein anderer stoßend zu handhabender Erweiterungsbohrer ist von Trouillet³⁰⁾ konstruirt und auch angewendet worden. Er besteht aus zwei scherenförmig miteinander verbundenen Stahlmeißeln *ss*, die am unteren Ende einer Stange *r* befestigt sind; siehe Fig. 9 und 10, von welchen letztere einen Schnitt durch das Rohr parallel zur Ebene der Schneiden darstellt. Die Stange führt durch das Rohr *n*, in dessen unterem Ende sich zwei diametral gegenüberliegende Schlitzte befinden.

Hebt man die Stange *r*, so hängen die Meißel *ss* senkrecht herunter und finden im Rohre *n* Platz; läßt man die Stange *r* aber fallen, so schlagen die Meißel auf zwei im Rohre *n* befestigte Stahlklötzchen *tt* und drängen durch die Schlitzte des Rohres nach außen, wie es Fig. 9 zeigt.

²⁹⁾ Stapff; a. a. O. S. 37 ff.

³⁰⁾ Dingler's polytechn. Journal. 1856. Bd. 179. S. 182.

Um nun mit diesem Apparate eine Erweiterung in einem Bohrloche herstellen zu können, wird das Rohr mit Stange r und den Meißeln in dasselbe bis

Fig. 8.

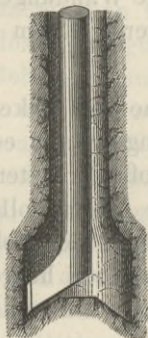
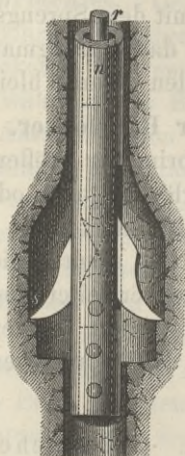
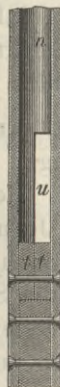


Fig. 9.



M. 1 : 8.

Fig. 10.



zu der Stelle eingelassen, von wo aus die Erweiterungsarbeit beginnen soll. Ein oder zwei Arbeiter handhaben dann die Stange r wie beim Stoßbohren, wobei die aus den Schlitzten des Rohres n vorspringenden Meißel von den Bohrlochswandungen Stückchen wegsprengen.

Gleichzeitig mit dem Stoßen wird nun durch einen besonderen Arbeiter das Rohr n langsam gedreht, wobei sich die Stange r mitdrehen muß. Mit der Drehung ist ferner eine langsame Senkung der Röhre verbunden, die so lange dauert, bis von den Meißeln die Höhe der herzustellenden Erweiterung durchlaufen ist. Hierbei haben sie nach und nach auf alle Punkte der Bohrlochswandung eingewirkt und einen Hohlzylinder von gewisser Wandstärke und von der Höhe der Senkung der Röhre weggesprengt. Letztere wird dann wieder gehoben und das Spiel der Schneiden beginnt von neuem.

Das Wiedererheben der Röhre n kann so oft wiederholt werden, bis die Meißel das Maximum ihrer Entfernung erreicht haben. Zur Erleichterung der Arbeit hat Trouillet mehrere Meißelsätze von zunehmenden Dimensionen konstruiert. Der beschriebene Apparat kann aber nur für Bohrlöcher über 50 mm Durchmesser benutzt werden, da er sich für kleinere Durchmesser nicht mehr haltbar herstellen läßt.

Die Anwendbarkeit des Apparates ist ferner dadurch beschränkt, daß die zum Drehen sowie zum Heben und Senken der Röhre n erforderliche, nicht ganz einfache Vorrichtung sich ohne Schwierigkeiten nur bei Löchern anbringen läßt, die abwärts gebohrt sind.

Ein anderer stoßend zu benutzender Erweiterungsbohrer mit beweglichen Schneiden ist von Vergus³¹⁾ vorgeschlagen worden. Er eignet sich aber für die kleinen Dimensionen der von Hand hergestellten Bohrlöcher ebenfalls nicht.

³¹⁾ Rziha, Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. 2. Aufl. S. 96. — Stapff; a. a. O. S. 36.

Schabend wirkende Erweiterungsbohrer sind von Tollhausen³²⁾ und Trouillet³³⁾ konstruiert worden. Die Apparate beider Erfinder haben eine gewisse Aehnlichkeit und bestehen im wesentlichen aus einem Rohr, in welchem am unteren Ende zwei diametral gegenüberliegende Oeffnungen (Fenster) ausgeschnitten sind. Durch diese Fenster können nun von innen zwei stählerne Schneidplatten heraustreten, deren Schneiden beim Drehen des in das Bohrloch gelassenen Rohres gegen die Wandungen desselben gedrückt werden mittels einer Stange, die durch das Rohr geführt ist. Während des Drehens des Rohres mit den Schneidplatten wird ersteres gleichzeitig in die Höhe bewegt, sodaß die Schneiden einen Hohlzylinder von gewisser Dicke und beliebiger Höhe ausschaben können.

Ist das Rohr so weit gehoben, als es der Höhe der herzustellenden Erweiterung entspricht, so wird dasselbe wieder gesenkt, die Schneiden mittels der gedachten Stange weiter aus den Fenstern gedrückt und das Spiel des Apparates beginnt von neuem. Es wiederholt sich so oft, bis die Erweiterung genügend groß geworden ist.

Auch diese Apparate können nur in Bohrlöchern von über 50 mm Weite benutzt werden und unterliegt ihre sonstige Anwendbarkeit derselben Beschränkung, die oben bezüglich des stoßend wirkenden Trouillet'schen Erweiterungsbohrers angeführt wurde.

Nach Erfindung des rotirenden Diamantbohrers dürfte es übrigens nicht schwierig sein, einen schabend (zerreibend) wirkenden Erweiterungsbohrer mit Diamantbohrkrone zu konstruieren. Letztere müßte aus mehreren Teilen bestehen, die durch einen Mechanismus allmählich auseinander getrieben werden könnten.

c. Sprengstoffe als Mittel zur Erweiterung.

Nach der Erfindung von Nitroglyzerin - Sprengpräparaten endlich kann man diese wegen ihrer großen Brisanz vorteilhaft anwenden, um in der Sohle enger Bohrlöcher Erweiterungen, allerdings nur von unregelmäßiger Form, herzustellen, welche auch nur für Sprengzwecke dienen können. Es ist dieses Verfahren in neuerer Zeit besonders von Penrice ausgebildet und von diesem zum Stollenbetriebe benutzt worden; hiervon wird weiter unten ausführlich die Rede sein.

§ 25. Praktische Masseinheit für die Nutzleistung beim Handbohren.

Das einfachste und richtigste Maß für die Leistung beim eigentlichen Bohren ist die Tiefe des Bohrloches. Kombiniert man diese Tiefe mit der Zeit, in welcher sie hergestellt wurde, so kommt man zu einem brauchbaren Ausdruck für den erzielten Bohreffekt. Die Ermittlung der Tiefe als Meßmethode für die Leistung des Arbeiters ist aber dort nicht anwendbar, wo es mit Hilfe der Sprengarbeit darauf ankommt, rasch und so billig als möglich Gesteinsmassen hereinzugewinnen, wie zum Beispiel beim Stollenbetriebe. Hier würde das Messen der Tiefe der Löcher den Arbeiter in der so wichtigen Wahl der Richtung derselben beeinflussen zum Nachteil des raschen Fortschrittes der Arbeit, denn der Arbeiter würde nur darauf bedacht sein, möglichst tiefe Löcher zu bohren, ohne Rücksicht auf die mit denselben zu erzielende Sprengwirkung.

³²⁾ Stapff; a. a. O. S. 34.

³³⁾ Dingler's polyt. Journal. 1866. Bd. 179. S. 177.

Wollte man dies hintertreiben, so bliebe nichts übrig, als dem Kontrollpersonal außer der Aufgabe, die Tiefe der Löcher zu messen, auch noch die zu stellen, die Richtung und Tiefe eines jeden Bohrloches im voraus zu bestimmen. Dieses Verfahren würde sich aber der zu hohen Kosten wegen bei dem vorausgesetzten Ziele eines raschen und billigen Betriebes verbieten, und so bleibt nichts übrig, als es dem Arbeiter, als bestem Kenner des Gesteines, zu überlassen, wie tief er die Löcher bohren will, als Maß für seine Leistungen aber das anzunehmen, was er mittels dieser Löcher lossprengt, nämlich den Rauminhalt der hereingewonnenen Gesteinsmassen.

Da der Arbeiter ein Interesse daran hat, möglichst viel durch die von ihm gebohrten Löcher abzusprengen, so bringt diese Meßmethode auch dem Arbeitgeber keine Nachteile, vorausgesetzt, daß der Arbeiter die Kosten des Sprengstoffes zu tragen hat.

Der Rauminhalt dessen, was der Arbeiter hereingewonnen hat, kann nun gemessen werden an den losgelösten Massen oder an dem Hohlraum, den diese Massen ursprünglich ausfüllten. Die erstere Art des Messens ist dort üblich, wo die hereingewonnenen Massen einen Wert haben, also zum Beispiel bei der Bruchsteingewinnung. Sind diese Massen aber wertlos, so zieht man als das einfachere Verfahren vor, die Leistung nach der Größe des hergestellten Hohlraumes zu bemessen, besonders wenn die regelmäßige Form dieses Raumes das Ausmessen desselben erleichtert.

Als Maßstab für das Messen dient das Kubik- oder das Längenmeter; letzteres verdient als das bequemere den Vorzug dort, wo der Querschnitt des hergestellten Hohlraumes beim Fortschritt der Arbeit unverändert bleibt, wie es zum Beispiel beim Stollenbetriebe meistens der Fall ist.

Die durch das Kubik- oder Längenmeter ausgedrückte Leistung beim Handbohrbetriebe setzt sich nun aus zwei Größen zusammen, aus der Leistung des Arbeiters und aus der Leistung des Sprengstoffes. In welchem wechselnden Verhältnis diese beiden Größen an einer bestimmten Arbeitsleistung partizipieren, geht aus nachstehender Tabelle hervor, die nach den von Havrez veröffentlichten Resultaten seiner bereits mehrfach erwähnten Versuche aufgestellt worden ist.

Tabelle V.

Bei der Gewinnung eines Kubik- meters Gestein betrug:	In Schieferthon.		In mittelfestem Sandstein.		In sehr festem Sandstein.	
	Gebohrt wurde		Gebohrt wurde		Gebohrt wurde	
	ein- männisch	zwei- männisch	ein- männisch	zwei- männisch	ein- männisch	zwei- männisch
der Arbeitsaufwand L zum Bohren der Löcher in mkg	55028	71433	170030	201724	1032013	909955
die Arbeit des Pulvers L_p in mkg	178200	207900	262350	297000	480150	519750
die gesamte Arbeitsleistung ($L + L_p$) in mkg	233228	279333	432380	498774	1512163	1429705
die Arbeit des Pulvers von der Gesamtarbeit rund	76 %	74 %	61 %	59 %	32 %	36 %

Bei der Berechnung der in der Tabelle angeführten Arbeitsleistungen des Sprengpulvers wurde nach den Resultaten der Versuche von Roux und Sarrau

die Annahme zu Grunde gelegt, daß ein Kilogramm Pulver eine Arbeit von 270000 mkg³⁴⁾ leisten könne.

Die in der Tabelle mitgeteilten Zahlen lassen erkennen, wie der Anteil der Arbeit des Pulvers an der Gesamtarbeit zur Hereingewinnung eines Kubikmeters Gestein mit zunehmender Festigkeit des letzteren kleiner wird und wie es eine Gesteinsbeschaffenheit geben muß, bei welcher der Anteil beider Arbeitsgrößen an der Gesamtleistung gleich groß ist³⁵⁾.

Es liegt nun auf der Hand, wie wichtig es wäre, eine Maßeinheit für den Arbeitseffekt am Gestein zu besitzen, welche diesen wechselnden Anteil der Arbeit des Sprengstoffes an der Gesamtarbeit ausdrückte. Ein Versuch, eine solche Maßeinheit einzuführen, ist neuerdings von M. Kraft³⁶⁾ gemacht worden, indem er die Anzahl der pro Zeiteinheit herausgeschlagenen Kubik- oder Längenmeter als Ausdruck der Leistung des Arbeiters mit der Größe des Sprengmaterialverbrauches als Ausdruck für die Gewinnbarkeit des Gesteines zusammenfaßt, beide Größen durch Multiplikation verbindet und die so entstandene Zahl Spreng-Kilogramm-meter nennt.

Als Zeiteinheit wählt er — was übrigens ganz auf Uebereinkommen beruhen würde — die achtstündige Schicht; die Auffahrung pro Mann und Schicht führt er nicht als Meter, sondern als Millimeter in Rechnung, da bei sehr festem Gestein die Auffahrung pro Mann und Schicht eine sehr geringe ist und sich sonst wohl oft erst an der zweiten und dritten Dezimalstelle eine Ziffer ergeben würde. Als den dem Sprengmaterialverbrauch entsprechenden Faktor stellt Kraft den Verbrauch pro Längen- oder Kubikmeter in Rechnung.

Bezeichnet nun L die Größe der Auffahrung pro achtstündige Schicht und Mann in Millimetern, K die Größe der Auffahrung pro achtstündige Schicht und Mann in Kubikmetern, P den Pulververbrauch pro Meter Auffahrung in Kilogrammen, p den Pulververbrauch pro Kubikmeter Auffahrung in Kilogrammen, F den Querschnitt des getriebenen Stollens in Quadratmetern, S_l die Spreng-Kilogramm-meter bei Benutzung der Längeneinheit, S_k die Spreng-Kilogramm-meter bei Benutzung der Kubikeinheit, so ist

$$K = F \cdot \frac{L}{1000} = \frac{L}{1000} \cdot \frac{P}{p},$$

$$p = \frac{P}{F},$$

$$S_l = L \cdot P = 1000 \cdot S_k,$$

$$S_k = K \cdot p = \frac{L \cdot P}{1000} = \frac{S_l}{1000}.$$

Um das Spreng-Kilogramm-meter behufs Vergleichung auch für solche Ge-

³⁴⁾ Roux und Sarrau. Experimentelle Untersuchungen über explosive Substanzen. Dingler's polyt. Journal, Bd. 210, S. 22. — Nach den Untersuchungen von Bunsen und Schischkoff würde sich die Arbeitsleistung eines Kilogramms Pulver zu 260729 mkg berechnen.

³⁵⁾ Wie klein die Leistung des Bohrarbeiters im Vergleich zu der des Sprengstoffes ist, zeigt sich am deutlichsten, wenn man die beim Bohren und Sprengen zerkleinerten Massen gegenüberstellt. Nach den Versuchen von Havrez berechnet sich, daß beim Bohren nur 0,2—0,5 % der ganzen herauszugewinnenden Masse zerbohrt werden, während 99,8—99,5 % von der Zertrümmerung durch Sprengen herrühren.

³⁶⁾ Max Kraft. Ueber Arbeitseffekte am Gestein. Leobener Jahrbuch 1881. Bd. 29. S. 221.

steinsarbeiten berechnen zu können, bei denen statt des Pulvers das stärker wirkende Dynamit zur Verwendung kommt, nimmt Kraft 1 kg Dynamit als gleichwertig mit 1,9 kg Sprengpulver an.

In folgender Tabelle sind einige Arbeitseffekte in Spreng-Kilogramm Metern nach der Längeneinheit (S_l) angegeben worden; sie wurden, soweit sie sich nicht auf die Havrez'schen Versuche beziehen, der gedachten Abhandlung Kraft's entnommen. Man kann aus den mitgeteilten Werten für S_l sofort den Arbeitseffekt, in Spreng-Kilogramm Metern ausgedrückt, nach der Kubikeinheit (S_k) erhalten, wenn man erstere durch 1000 dividirt; vergl. die oben angeführte Gleichung zur Bestimmung von S_k .

Tabelle VI.

Lau- fende No.	Bezeichnung des Betriebes.	Bezeichnung des Gesteines.	Quer- schnitt des Ortes. qm	Arbeits- effekt in Spreng-Kilo- gramm- metern S_l .
1.	Richtstollen des St. Gotthard - Tunnels (Göschenen)	Gneisgranit und Glim- merschiefer	6,0	1527,17
2.	Sutro - Stollen in Nevada	Propylit, Somidin-Tra- chyt, Syenit und Andesit	3,9	1084,33
3.	Querschlag des Albert-Schachtes im Plauen- schen Grunde	Porphyry	7,5	655,69
4.	Querschlag auf einer belgischen Steinkohlen- grube (nach Havrez)	Schieferthon	3,6	503,7
5.	Stollen der Wiener Hochquellenleitung	Fester dolomitischer Kalk	3,5	461,97
6.	Querschlag auf einer belgischen Kohlengrube (nach Havrez)	Mittelfester Kohlen- sandstein	3,6	388,3
7.	Stollen auf der Grube am Ringwechsel Ober- Schwarz in Tirol	Fester Dolomit	3,4	292,12
8.	Feldörter auf Stefan- und Segen-Gottes- Schacht bei Prziham	Grauwackensandstein und Konglomerat	2,6	230,77
9.	Querschlag auf einer belgischen Kohlengrube (nach Havrez)	Sehr fester Kohlen- sandstein	3,6	134,4

Will man die Kraft'sche Maßeinheit nicht anwenden, so bleibt nichts übrig, als den Arbeitseffekt durch die in einer bestimmten Zeiteinheit herausgeschlagene Anzahl Längen- oder Kubikmeter zu bezeichnen unter Angabe des Verbrauches an Sprengmaterial. Letztere Angabe ist unbedingt erforderlich, um sich von der Gewinnbarkeit des Gesteines eine Vorstellung machen zu können.

Nichtsdestoweniger gibt weder diese Methode der Bestimmung des Arbeitseffektes noch die von Kraft vorgeschlagene einen klaren Einblick in das Verhältnis, in welchem die Arbeit des Bohrens zu der des Sprengens steht, weil zufällige Umstände die Gewinnbarkeit des Gesteines oft sehr beeinflussen können, so zum Beispiel das Auftreten von Klüften oder Ablösenden (auch wohl Schlechten und Bahnen genannt), welche einmal die Gewinnbarkeit des Gesteines erhöhen, das andere Mal dieselbe vermindern.

§ 26. **Vorausberechnung des Arbeitseffektes.** Nach dem eben Angeführten ergibt sich bereits, daß sich der Arbeitseffekt am Gestein beim Bohren von Hand nicht im voraus berechnen läßt. Die einzelnen Löcher werden je nach dem augenblicklichen Gesteinsverhalten sehr verschiedene Tiefen und Sprengladungen erhalten, die vom Sprengstoffe zu leistende Arbeit wird also in jedem Loche eine andere sein. Abweichend gestaltet sich die Sache, wie später gezeigt werden wird, bei gewissen Arbeitsmethoden mittels Bohrmaschinen. Für den Betrieb mittels Handbohrens bleibt mithin nichts übrig, als sich bei einer vorherigen Effektbestimmung an Resultate zu halten, welche man an andern Orten unter ähnlichen Verhältnissen erzielt hat.

B. Das Maschinenbohren.

§ 27. **Maschinensysteme.** Bohrmaschinen mit stoßend arbeitenden Bohrern können direkt oder indirekt wirken, je nachdem der Bohrer bei ihnen durch Vermittelung einer stoßenden Masse oder ohne eine solche gegen das Gestein getrieben wird. Im ersten Falle erfolgt die Arbeit des Bohrens, nach Art des Handbohrens, gewissermaßen mit zwei Werkzeugen, im zweiten Falle nach Art des Wurfbohrers. Diejenigen Maschinen, welche indirekt wirken, nennt man wohl „Hammermaschinen“ oder nach Angström „Maschinen-Bohrschlägel“ zum Unterschiede von den direkt wirkenden Maschinen, welche kurzweg als „Stoßbohrmaschinen“ bezeichnet werden sollen.

Indirekt wirkende Bohrmaschinen.

§ 28. **Die Hammermaschinen.** Daß der Wirkungsgrad dieser Maschinen dem der direkt wirkenden nachstehen muß, folgt bereits aus der oben gegebenen Vergleichung des Stoßbohrers von Hand (Wurfbohren) mit dem Bohren mit zwei Werkzeugen. Die lebendige Kraft der schlagenden Masse wird nicht völlig auf den Bohrkopf übertragen, vielmehr ein Teil dieser Kraft auf Formänderung und Erzeugung von Wärme- und Schallwellen verwendet.

Nur bei völlig elastischem Material wäre unter gewissen Umständen, nämlich bei gleichem Gewichte der schlagenden und geschlagenen Masse der gleiche Wirkungsgrad wie bei direkt wirkenden Maschinen zu erzielen. Da aber völlig elastisches Material zur Verwendung für den in Rede stehenden Zweck noch nicht aufgefunden worden ist, so bieten die Hammermaschinen nur historisches Interesse. Wegen ihres in Vergleich mit den direkt wirkenden Maschinen erheblich nachstehenden Wirkungsgrades konnten sie in der Praxis keine Verbreitung finden und stehen Hammermaschinen nirgends mehr in Anwendung.

Es möge deshalb hier nur kurz erwähnt werden, daß die erste Hammermaschine, mit welcher einige Bohrarbeiten ausgeführt worden sind, 1857 von Schwartzkopff konstruiert wurde. Eine 1863 von Chr. G. Barthelson in Schweden angefertigte Maschine ahmte das Handbohren völlig nach, leistete aber nur ein Drittel von der Arbeit eines Häuers beim Handbohren³⁷⁾.

³⁷⁾ Stapff; a. a. O. S. 45.

Von neueren ausgeführten Hammermaschinen sei noch die von Warsop erwähnt, mit welcher indes sehr ungünstige Resultate erzielt wurden³⁸⁾.

Hinsichtlich anderer, hier nicht genannter Hammermaschinen ist auf das Litteraturverzeichnis am Schlusse des Kapitels zu verweisen.

Direkt wirkende Bohrmaschinen.

Hinsichtlich der in Anwendung kommenden Betriebskraft lassen sich die direkt wirkenden Bohrmaschinen in drei Gruppen bringen, indem sie als solche mit Betrieb durch motorische Flüssigkeiten oder durch Elektrizität oder durch Menschenkraft zu unterscheiden sind.

Maschinen mit Elementarbetrieb (Kolbenmaschinen).

§ 29. Allgemeines. Alle Maschinen, welche durch Elementarkraft, d. h. mittels motorischer Flüssigkeiten (komprimirte Luft oder Dampf) betrieben werden, sind so eingerichtet, daß der Bohrer mit einem Kolben, dem Arbeitskolben, fest verbunden ist und letzterer sich in einem Cylinder, dem sogenannten Schlagcylinder, hin und her bewegt.

Ferner gehört zu allen diesen Maschinen ein als Träger dienender Rahmen, an dem der Schlagcylinder mit Zubehör hin und her gleiten kann.

Da, wie beim Handbohren, beim Bohren mit Maschinen der Bohrer umgesetzt werden und der Vertiefung des Loches folgen muß, so sind bei den Bohrmaschinen noch besondere Mechanismen nötig, welche das Umsetzen und den sogenannten Vorschub des Bohrers bewirken. Da es ferner in den meisten Fällen nicht durchführbar ist, die Bohrmaschine von Hand anzustellen und zu führen, so müssen endlich Gestelle vorhanden sein, welche zur Aufnahme einer oder mehrerer Maschinen eingerichtet sind.

§ 30. Entwicklungsstufen der Stoßbohrmaschinen. Die für den Ingenieur so wichtigen direkt wirkenden Stoßbohrmaschinen, ohne welche es unmöglich gewesen sein würde, die großen Tunnelbauten der Neuzeit auszuführen, haben sich jetzt zu einem Grade von Vollkommenheit entwickelt, der nur noch wenig hinter den Ansprüchen zurückbleibt, welche man überhaupt an diese Maschinen stellen kann. Je nach der Art der Arbeit, zu welcher dieselben gebraucht werden sollen, haben sich zwei in den äußeren Formen wesentlich verschiedenartige Maschinensysteme herausgebildet, nämlich die lange und die kurze Maschine.

Erstere eignet sich, wie später noch ausgeführt werden wird, allein für den forcirten Betrieb, letztere mehr für eine Arbeit, bei der es darauf ankommt, mit jedem einzelnen der gebohrten Löcher eine möglichst große Wirkung zu erzielen. Jedes dieser beiden Maschinensysteme hat interessante Entwicklungsstufen durchlaufen, bevor es zu der jetzigen Vollkommenheit gebracht wurde, und soll in folgendem nur kurz geschildert werden, wie die in der Praxis wirklich gebrauchten Maschinen nacheinander folgten.

³⁸⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 155. Unter gleichen Verhältnissen bohrte beim Abteufen des Lillischachtes in Przi Bram die Maschine von Warsop 0,47 cm pro Minute, während die direkt wirkende Maschine von Burleigh 1,42 cm Bohrtiefe leistete.

Die Ingenieure, welche zuerst als leistungsfähig erprobte Bohrmaschinen konstruiert haben, sind Sommeiller und Sachs. Sommeiller, als Erfinder der ersten brauchbaren langen Maschine, bewies ihre Leistungsfähigkeit im Mont-Cenis-Tunnel und in einigen französischen Gruben. Sachs, als Konstrukteur der ersten bewährten kurzen Maschine, erprobte dieselbe zunächst auf dem Altenberge bei Aachen; die Maschine fand dann schnell Verbreitung auf den Gruben Deutschlands.

Abgesehen von den äußeren Formen, unterscheiden sich die Maschinen der genannten beiden Ingenieure wesentlich. Während Sommeiller eine durch die motorische Flüssigkeit betriebene sogenannte Hilfsmaschine anwandte, um die Umsteuerung der eigentlichen Bohrmaschine zu besorgen und die Mechanismen für das Umsetzen und den Vorschub zu betreiben, benutzte Sachs hierzu die lebendige Kraft des Arbeitskolbens.

Als die Leistungen der Sommeiller'schen und der Sachs'schen Maschine bekannt wurden, entwickelte sich auf dem Gebiete der Konstruktion von Bohrmaschinen eine lebhaftere Thätigkeit, die besonders in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zu solchen Erfolgen führte, daß von dort kurze Maschinen nach Europa gesandt werden konnten, so die von Ingersoll und Burleigh, welche hier eine geraume Zeit lang in Anwendung standen. Bei diesen beiden Maschinen wird, wie bei der Sachs'schen, ebenfalls die lebendige Kraft des Kolbens zur Umsteuerung benutzt, sie zeigen aber eine erhebliche Vereinfachung in der Bewegungsübertragung vom Kolben auf den Schieber.

Während bei der Sachs'schen Maschine der Kolben sowohl beim Vor- als auch beim Rückgang zwei Hebel in Bewegung setzen muß, um umzusteuern, bewegt bei den Maschinen von Burleigh und Ingersoll der Kolben für den Hin- oder Rückgang des Schiebers immer nur einen Hebel. Ferner zeichnen sich diese beiden amerikanischen Maschinen noch dadurch vorteilhaft vor der Sachs'schen Maschine aus, daß der die Steuerung in Gang setzende Mechanismus, sowie diese selbst völlig geschützt gegen das Verstauben und Verschmanden angebracht sind.

Die gleichen Vorzüge und Vereinfachungen sind auch der amerikanischen Maschine von Rand, der englischen, unter dem Namen „Power Jumper“ bekannten und der deutschen Maschine von Meyer eigen.

Für die langen Maschinen adoptierte Mac-Kean ebenfalls die Bewegungsübertragung vom Kolben auf den Schieber durch einen Hebel, nur mit dem Unterschiede, daß er den Schieber oscillierend konstruierte.

In neue Bahnen wurde die Konstruktion der Bohrmaschinen durch Bergström und Osterkamp gelenkt. Beide benutzten in ihren allerdings nur in geringem Umfange angewandten Maschinen, wie Sommeiller, die motorische Flüssigkeit zur Umsteuerung, aber nicht indirekt wie jener, sondern direkt, indem sie den Steuerkolben einführten.

Der große Vorteil, der hierin lag, wurde bald anerkannt und es überstürzten sich in Europa förmlich die Konstruktionen von Bohrmaschinen mit Steuerkolben, von denen am verbreitetsten die kurzen Maschinen von Schram, Frölich, Jäger, sowie die sogenannte Eclipse und die langen Maschinen von Dubois u. François, sowie Guénez sind.

In Nordamerika wurde die erste brauchbare Maschine mit Steuerkolben von

Wood konstruiert; 1880 folgte Ingersoll mit einer „New Sergeant Drill“ genannten Bohrmaschine.

Das Bestreben nach Vereinfachung der Bohrmaschinen führte den Engländer Darlington zu der Erfindung, den Schieber durch den Arbeitskolben zu ersetzen. Bei der Darlington'schen Maschine und den mehrfachen Nachbildungen derselben ist nun in der That die Vereinfachung so weit gegangen, daß eigentlich nur noch zwei Stücke nötig sind, um eine Bohrmaschine herzustellen, nämlich der Cylinder und der Kolben.

Daß aber hierin nicht das zu erreichende Ziel für Bohrmaschinen liegen kann, beweist die Thatsache, daß bei den großen Tunnelbauten der Neuzeit, wo es auf forcirten Betrieb ankommt, gerade diese so einfachen Maschinen keine Anwendung gefunden haben, ihr Gebrauch vielmehr nur beim Bergbau stattfindet. Bei forcirtem Betrieb ist für Bohrmaschinen nicht die größte Einfachheit entscheidend, sondern vielmehr die größte Zuverlässigkeit zu erstreben; der Umstand, daß die Maschine aus mehr oder weniger Teilen zusammengesetzt ist, fällt kaum ins Gewicht, wenn dafür gesorgt ist, daß diese Teile sich leicht auswechseln lassen.

Die letzten wichtigsten Erfindungen in der Konstruktion von Bohrmaschinen beziehen sich auf den automatischen Vorschub derselben. Hier führte Ferroux den sogenannten Vorschubcylinder ein, indem er die Maschine unter dem unmittelbaren Druck der motorischen Flüssigkeit vorrücken ließ. Die großen Erfolge, welche im Arlberg-Tunnel mit der Ferroux-Maschine (III. Modell) erzielt worden sind, sprechen für die Richtigkeit des Princip, welches diesem Vorschubsystem zu Grunde liegt.

Turrettini erkannte, daß der Vorschubcylinder eigentlich überflüssig sei und daß die motorische Flüssigkeit den Schlagecylinder direkt vorschieben könne, wenn die Masse desselben kleiner ist als die der mit dem Arbeitskolben zusammenhängenden Teile. Wengleich nun die von ihm konstruirte Maschine nur eine geringe Verwendung im St. Gotthard-Tunnel gefunden hat, so wurde doch das Turrettini'sche Vorschubsystem bei den Maschinen von Ferroux, Welker, sowie Mac-Kean und Séguin angewandt und mit letzterer in gedachter Weise modificirten Maschine auch im Monte-Cenere-Tunnel mit gutem Erfolge gebohrt.

Um die mit dem Vorschub nach Turrettini'schem System ausgerüsteten langen Maschinen auch zum Abwärtsbohren benutzen zu können, hat endlich G. Hanarte³⁹⁾ in Mons das Eigengewicht des Schlagecylinders durch angehängte Gewichte ausgeglichen.

Was die Verbreitung der erprobten Stoßbohrmaschinen anlangt, so werden jetzt in Europa aus Nordamerika bezogene Maschinen kaum noch benutzt, anderseits gehen auch europäische Maschinen nur ausnahmsweise nach Amerika; man kann mithin, da für die Benutzung von Bohrmaschinen zur Zeit nur Europa und Nordamerika in Frage kommen, von keiner „internationalen“ Maschine sprechen.

In Europa ist die Verwendung von Bohrmaschinen am ausgebreitetsten auf dem Kontinent und sind da die am meisten in Gebrauch stehenden Maschinen die von

³⁹⁾ G. Hanarte. Perforatrice à avancement automatique continu et à cylindre équilibré. Publications de la société des ingénieurs sortis de l'école provinciale d'industrie et des mines du Hainaut, 1882. Serie II. Bd. 13. S. 142.

Broßmann, Darlington, Darlington-Blanzy, Dubois u. François, Ferroux, Frölich, Guénez, Jäger, Mac-Kean und Séguin, Meyer, Neill, Sachs und Schram.

In England werden besonders die Maschinen von Cranston, Darlington, Geach und die unter den Namen „Cornish drill“, „Eclipse“, „Excelsior“, „Power Jumper“ und „Roanhead“ bekannten Maschinen benutzt.

Für Nordamerika nennt Drinker⁴⁰⁾ als die verbreitetsten Maschinen diejenigen von Bryer, Burleigh, Ingersoll (Sergeant), Duncan (Johnson), Rand und Wood.

§ 31. Die Verhältnisse der Kolbenbewegung. Bei der Bewegung des Kolbens wird eine mechanische Arbeit verrichtet, welche darin besteht, dem Kolben, der Kolbenstange, dem Bohrer und dem die Verbindung des letzteren mit der Kolbenstange herstellenden Teile eine gewisse lebendige Kraft zu erteilen.

Von der den bewegten Massen erteilten lebendigen Kraft wird nur die für den Vorgang derselben nützlich, nämlich für den Schlag verwendet, während die für den Rückgang des Kolbens erforderliche Arbeit dem Bohreffekt nur insoweit zu statten kommen kann, als der Steigerung der Rückgangsgeschwindigkeit entsprechend die Anzahl der Schläge pro Minute größer wird. Die Rücktriebsarbeit soll daher thunlichst klein sein und würde es vom theoretischen Standpunkte aus genügen, den zu bewegenden Massen für ihren Rückgang nur so viel lebendige Kraft zu erteilen, als zur Ueberwindung der hierbei sich entgegenstellenden Widerstände erforderlich ist.

Das einzig mögliche Mittel nun, den zu bewegenden Massen beim Vorgang eine größere lebendige Kraft zu erteilen als beim Rückgange, besteht darin, daß man durch entsprechende Bemessung der beim Vorgang und Rückgang wirksamen Kolbenquerschnitte die Antriebskraft für jenen größer macht als für diesen.

§ 32. Gröfse der Antriebskraft. Diese hängt, da die Spannung der motorischen Flüssigkeit bei einem Kolbenspiel konstant ist, von der Größe der dem Drucke derselben ausgesetzten Kolbenflächen ab. Für den Kolbenvorgang wird man mithin eine größere Kolbenfläche anwenden als für den Rückgang.

Am günstigsten liegen hierfür die Verhältnisse bei denjenigen Maschinen, deren ganze hintere Kolbenfläche dem Drucke der motorischen Flüssigkeit ausgesetzt ist, wie zum Beispiel bei den Maschinen von Ferroux und Dubois u. François. Wird dagegen der Kolben auf beiden Seiten von der Kolbenstange geführt, so bleibt nur übrig, den Durchmesser der hinteren Kolbenstange kleiner zu nehmen als den der vorderen.

Bezeichnet man nun mit F_a und F_b die hintere und vordere Fläche des Arbeitskolbens, so schwankt, wie aus Tabelle VII hervorgeht, das Verhältnis von F_a und F_b zwischen 1,09 und 2,5⁴¹⁾.

Da nun die Größe der Schlagkraft, wie später noch gezeigt werden wird, ebenfalls von der Größe der Antriebskraft beim Kolbenvorgang abhängt, so werden diejenigen Maschinen, deren ganze hintere Kolbenfläche dem Drucke der motorischen Flüssigkeit ausgesetzt ist, auch in dieser Beziehung mehr Vorteile

⁴⁰⁾ Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. 1882. S. 233.

⁴¹⁾ Bei der Maschine von Neill ist dieses Verhältnis sogar nur 0,77. Es liegt dies daran, daß die hintere Fläche des Kolbens dieser Maschine stets unter Druck steht, die vordere Fläche also größer sein muß als jene, um den Kolben zurücktreiben zu können.

bieten als die Maschinen mit nach hinten verlängerter Kolbenstange. Diesen müßte man, sollen sie gleiche Antriebskraft wie jene erhalten, einen größeren Kolbendurchmesser geben, was für den Gebrauch der Bohrmaschine nicht gerade als ein Vorzug anzusehen ist.

Tabelle VII.

Nummer	Bezeichnung der Bohrmaschine.	Größe der nützlichen Kolbenflächen		Ver- hält- nis $\frac{F_a}{F_b}$	Ver- hält- nis $\frac{F_a}{F_a+F_b}$	Kolbenhub			Antriebs- kraft beim Kolben- vorgang für 3 Atm. Ueber- druck kg
		hintere F_a	vordere F_b			m	m	m	
		qcm	qcm						
1	Broßmann	48,20	33,64	1,43	0,59	—	0,26	—	144,6
2	Cranston	58,10	58,10	1,0	0,50	—	0,100	—	174,3
3	Darlington	58,40	30,00	1,95	0,66	—	—	—	85,2
4	Darlington-Blanzy	47,71	43,98	1,09	0,52	—	—	—	143,1
5	Dubois u François	38,48	18,85	2,04	0,65	0,02	0,29	—	115,4
6	Eclipse No. 1	101,16	82,44	1,23	0,55	0,152	0,178	—	303,5
7	Eclipse No. 3.	36,29	29,46	1,23	0,55	0,101	0,107	—	108,8
8	Ferroux (3. Modell), Arl- berg	78,54	38,48	2,05	0,67	—	0,13	—	235,6
9	Frölich	32,2	17,28	1,86	0,65	0,07	0,11	0,090	96,6
10	Geach	57,68	46,25	1,25	0,55	—	—	0,092	173,0
11	Guénez	63,62	25,13	2,53	0,71	—	0,120	—	115,5
12	Mac-Kean und Seguin	78,54	53,91	1,45	0,59	—	0,16	—	235,6
13	Meyer	49,67	28,47	1,74	0,63	—	0,12	—	149,03
14	Neill	45,36	58,90	0,77	0,43	—	—	0,120	136,1
15	Power-Jumper	46,8	33,16	1,41	0,58	—	—	0,156	140,4
16	Reynold	42,89	35,22	1,22	0,55	—	—	0,100	128,7
17	Sachs	31,07	17,59	1,76	0,64	—	0,145	0,132	93,2
18	Schram No. 1	41,85	23,76	1,76	0,64	—	—	0,139	125,5
19	Schram No. 2.	52,81	29,91	1,76	0,64	—	—	0,160	158,4

Es gibt nun aber Maschinen, bei denen die vordere Kolbenfläche konstant unter dem Drucke der motorischen Flüssigkeit steht; dies ist der Fall bei der Darlington'schen Maschine und den vielfachen Nachbildungen derselben, bei welchen die Verhältnisse für die Antriebskraft zur Schlagbewegung am ungünstigsten liegen.

Sollen derartige Maschinen dieselbe Antriebskraft erhalten wie Maschinen, bei denen der Druck der komprimierten Luft je nur auf eine Kolbenfläche wirkt, so müssen sie erheblich größere Kolbendurchmesser erhalten wie diese.

Bezeichnet man mit p den nutzbaren Ueberdruck der Betriebsluft, mit P_a und P_b die Antriebskraft für den Vor- und Rückgang des Kolbens, so bestehen die Gleichungen:

$$P_a = F_a \cdot p \quad 27.$$

$$P_b = F_b \cdot p \quad 28.$$

In Tabelle VII sind unter der Annahme, daß die motorische Flüssigkeit einen Ueberdruck von 3 Atmosphären (3 kg pro qcm) ausübe, die Antriebskräfte P_a für eine Reihe von Maschinen berechnet worden; deren Wert schwankt zwischen 85 und 303 kg.

§ 33. **Größe der stoßenden Masse.** Diese Masse besteht aus dem Kolben, der Kolbenstange, dem Bohrer und dem etwa die Verbindung zwischen letzterem und der Kolbenstange herstellenden Stücke. Das Gewicht dieser Massen wechselt sehr; so beträgt es z. B. bei der Bohrmaschine von Sachs nur ein Viertel von dem der Bohrmaschine Dubois u. François, nämlich 8 kg. gegen 32 kg.

Im allgemeinen hängt dieses Gewicht vom Durchmesser des Kolbens und von der Länge und dem Durchmesser der Kolbenstange ab. Bei den sogenannten langen Maschinen wird daher das Gewicht der in Bewegung gesetzten Massen größer sein als bei den kurzen Maschinen. Bei der Herstellung tiefer Löcher vergrößert sich das Schlaggewicht mit der Einwechselung immer länger werdender Bohrer.

Um ein konstantes Schlaggewicht zu behalten, kann man in diesen Fällen ein leichteres Verbindungsstück zwischen Bohrer und Kolbenstange einschalten. Solche auswechselbare Verbindungsstücke haben auch noch den Vorteil, die Schlagkraft des Bohrers beim Aufwärts- und Abwärtsbohren entsprechend reguliren zu können.

§ 34. **Die Schlagkraft,** d. h. die für den Stoß gegen das Gestein disponible lebendige Kraft, ist direkt dem Gewicht G der in Bewegung gesetzten Massen und dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional, mit welcher der Bohrer gegen das Gestein stößt. Diese Geschwindigkeit hängt wieder vom Verhältnis der Antriebskraft zum Gewicht der bewegten Massen und der Länge des Kolbenhubes ab.

Es kann nun vorteilhafter Weise der Zerkleinerungseffekt des Bohrers nicht beliebig dadurch vergrößert werden, daß man die lebendige Kraft der Schlagmassen vermehrt, denn wenn die Schneide des Bohrers bei einer gewissen Schlagstärke z. B. 1 mm tief in das Gestein eindringt, so wird bei zehnmal stärkerem Schläge die Eindringungstiefe nicht 10 mm erreichen⁴²⁾. Für jedes Gestein gibt es ein ganz bestimmtes günstiges Maximum der Schlagstärke, welches man zu erreichen, nicht aber zu überschreiten bestrebt sein muß. Wird über dieses Maximum hinausgegangen, so ist das Mehr für den Bohreffekt verloren und führt nur zu rascherer Abnutzung oder zu einem Bruch der beweglichen Theile.

Bezeichnet man mit v_a die Geschwindigkeit, mit welcher der Bohrer das Gestein trifft, so berechnet sich die disponible Schlagarbeit L_a nach der Formel:

$$L_a = \frac{v_a^2}{2g} \cdot G \quad \dots \dots \dots 29$$

Nennt man ferner die dem Kolben und den mit ihm verbundenen Massen beim Vorwärtsgange ertheilte Beschleunigung q_a und ist s die Größe des Kolbenhubes, so findet man v_a aus der Gleichung:

$$v_a = \sqrt{2 \cdot q_a \cdot s} \quad \dots \dots \dots 30$$

Die Beschleunigung q_a , welche direkt proportional der Antriebskraft P_a ist, ergibt sich aus der Formel:

$$q_a = \frac{P_a}{G} \cdot g \quad \dots \dots \dots 31$$

In den meisten Maschinen wird die Größe der Schlagkraft kleiner sein, als sich nach der Gleichung für L_a berechnet, da die Umsteuerung in der Regel kurz vor dem Schläge geschieht. Ferner wird zur Sicherung gegen Herausschlagen der

⁴²⁾ Rapport sur les expériences faites au Levant du Flénu sur la perforation mécanique; par H. Mativa. Revue universelle des mines. 1878. Serie 2, Bd. 3, S. 705.

durch Verbindung mit bestimmten Organen die Mechanismen zum Umsteuern und Umsetzen, sowie der Vorschubmechanismus in Gang gesetzt werden. Die Widerstände letzterer Art werden mithin bei der Klasse von Maschinen am geringsten sein, deren Mechanismen durch die motorische Flüssigkeit direkt betrieben werden.

§ 38. Der Hub des Kolbens. Beim Bohren in gewissen Gesteinsarten kann es vorkommen, daß der Bohrer hintereinander mehrere Schläge verrichten muß, bevor die Schneide desselben in das Gestein eindringt, beziehungsweise von demselben etwas wegsprengt. Der Bohrer wird also dann und wann bei einem Schläge plötzlich vordringen und demgemäß hierbei der Kolben einen größeren Hub machen müssen als bei den vorhergehenden Schlägen. Dasselbe kann vorkommen, wenn der Bohrer auf Hohlräume, Klüfte und ausnahmsweise milde Stellen im Gestein trifft.

Hieraus folgt, daß selbst bei sonst vollkommenem Vorschubmechanismus jede Bohrmaschine für variablen Kolbenhub eingerichtet sein sollte, und ferner, daß der Hub der Maschine der jedesmaligen Gesteinsbeschaffenheit angepaßt werden müßte.

Da man aber nicht für jede Gesteinsart eine besondere Maschine konstruieren kann und selbst die Regulirung des Vorschubes von Hand nicht ganz vollkommen ist, so bleibt nichts übrig, als den Kolben der Bohrmaschinen einen Hub zu geben, der innerhalb ziemlich weiter Grenzen variabel ist. Hierdurch wird dann bei Vorschub von Hand ermöglicht, was oft äußerst wünschenswert ist, viele Schläge bei ganz kleinem Hube, wenig Schläge bei großem Hube zu geben.

Die meisten Bohrmaschinen besitzen dem entsprechend variablen Hub; nur solche Maschinen, bei denen der Arbeitskolben selbst die Stelle des Schiebers vertritt, die also nach dem Systeme der Darlington'schen Maschine gebaut sind, besitzen als Eigenschaft dieses Systems einen konstanten Hub.

Aus den angegebenen Gründen wird es auch unmöglich, den Kolben in unveränderlicher Weise mit dem Schieber, sei es direkt oder indirekt, in Verbindung zu setzen; vielmehr muß in den Mechanismen, welche bei der Uebertragung der Bewegung vom Kolben auf den Schieber in Anwendung kommen, stets ein gewisser toter Gang vorhanden sein.

Die Größe des Maximalhubes der Maschinen schwankt, wie aus Tabelle VII (S. 180) hervorgeht, zwischen 0,1 und 0,29 m. Diese Tabelle gibt auch über die Veränderlichkeit des Hubes bei den verschiedenen Bohrmaschinen Auskunft.

§ 39. Theoretische Arbeit der Kolbenbewegung. Nennt man die totale Arbeitsleistung der Kolbenbewegung bei einem Spiel L , so setzt sich dieselbe zusammen aus der Arbeit des Schläges L_a und aus der Arbeit des Kolbenrück-schlages L_b . Es ist demnach:

$$L = L_a + L_b \quad \dots \quad 35.$$

Setzt man für L_a und L_b die Werte aus den Gleichungen 29 und 33 ein, so wird

$$L = \frac{G}{2g} (v_a^2 + v_b^2) \quad \dots \quad 36.$$

Für die Bohrmaschinen von Dubois u. François, Sachs und Neill sind L , L_a und L_b berechnet und die betreffenden Werte in nachstehender Tabelle zusammengestellt worden.

Tabelle VIII.

	Bohrmaschine von		
	Dubois u. François	Sachs (Modell Humboldt)	Neill
Kolbenhub s in m	0,25	0,132	0,120
Gewicht G der Schlagmasse in kg	32	8	15
Ueberdruck p der motorischen Flüssigkeit in Atmo- sphären	2 $\frac{1}{2}$	3	3
Größe der disponiblen Schlagarbeit L_a in mkg	24,06	12,31	16,3
Dem Kolben beim Rückgang erteilte lebendige Kraft L_b in mkg	11,77	6,95	4,9
Arbeit L pro Kolbenspiel in mkg	35,83	19,26	21,2
Zahl der Schläge pro Minute	125	300	300
Arbeit pro Minute in mkg	4479	5778	6360
Theoretische Arbeit der Kolbenbewegung in . . Pfkr.	0,99	1,38	1,41

Vergleicht man die totale Arbeitsleistung L pro Minute dieser drei Maschinen mit dem totalen Arbeitsaufwande beim Handbohren, welcher sich nach den auf Grund der Havrez'schen Versuche angestellten Berechnungen zu 362,4 mkg für einmännisches und zu 528,0 mkg für zweimännisches Bohren pro Minute ergab, so findet man, daß theoretisch geleistet wird mit der Maschine von:

Dubois u. François	das 12,36	beziehungsweise	8,48	fache vom Handbohren,
Sachs	- 15,94	-	10,95	- - -
Neill	- 17,55	-	12,04	- - -

In Wirklichkeit muß aber zur Kolbenbewegung eine weit größere Arbeit aufgewendet werden als diejenige, welche hier theoretisch berechnet wurde, und zwar wegen der verschiedenartigen Widerstände, die sich, wie oben erwähnt, der Kolbenbewegung entgegenstellen. Wie groß letztere sind, läßt sich schwer rechnerisch ermitteln. Zum Teil werden sie sich aus den Güteverhältnissen der maschinellen Bohrarbeit ergeben, über welche Ermittlungen weiter unten folgen.

§ 40. Das Umsetzen des Bohrers. Das Umsetzen des Bohrers sollte stets beim Rückgange desselben erfolgen; wollte man bei seinem Vorwärtsgange umsetzen, so würde die damit fast immer verbundene Reibung des Bohrers gegen die Bohrlochwandungen die Wirkung des Schlages beeinträchtigen.

Das Umsetzen des Bohrers erfolgt bei den meisten der neueren benutzten Maschinen automatisch, nur bei einigen Konstruktionen wird dasselbe von Hand besorgt. Da der Grad des Umsetzens von der Gesteinsbeschaffenheit und von der Kraft des Schlages abhängt, so kann nicht in Abrede gestellt werden, daß im Umsetzen von Hand der Vortheil liegt, dasselbe bequem allen Verhältnissen anpassen und auf diese Weise stets die größte Wirkung erzielen zu können. Wenn man aber dafür sorgt, daß beim automatischen Umsetzen dasselbe erst dann vor sich geht, wenn der Bohrer bis zu einer gewissen Tiefe in das Gestein eingedrungen ist, oder man den Umsetzungswinkel durch Einwechseln gewisser Teile des betreffenden Mechanismus der jedesmaligen Gesteinsbeschaffenheit anpaßt, oder endlich den Umsetzungswinkel so klein macht, daß er selbst für das härteste Gestein genügt, so verschwinden die Vorteile des Umsetzens von Hand und kann

diesem gegenüber als Nachteil des automatischen Umsetzens nur ein zu geringer Bohreffekt bestehen bleiben in den Fällen, wo der angewandte Grad des Umsetzens kleiner ist als derjenige, welcher der Gesteinsbeschaffenheit eigentlich entspricht.

Das Umsetzen von Hand verbietet sich übrigens gänzlich bei Maschinen, welche mit sehr großer Hubzahl arbeiten; hier wäre der Arbeiter gar nicht mehr im Stande, das Umsetzen jedem Schläge folgen zu lassen. Auch bei solchen Maschinen, die behufs schwunghaften Betriebes gleichzeitig in größerer Zahl vor einem Orte betrieben werden und bei welchen der Vorschub von Hand erfolgen sollte, könnte der Arbeiter nicht mehr gut zwei Mechanismen gleichzeitig in befriedigender Weise handhaben.

Das Umsetzen von Hand wird mithin auf Maschinen beschränkt bleiben, die bei geringer Hubzahl im Einzelgebrauch unter möglichst vorteilhafter Wirkung arbeiten sollen. Bei den jetzt benutzten Maschinen ist nun fast durchweg ein Umsetzungsmechanismus angewendet, der nur einen konstanten Grad des Umsetzens zuläßt; die Einfachheit dieser Vorrichtung bildet ein genügendes Aequivalent für die Verringerung des Bohreffektes in weniger festen Gesteinen, bei denen dann ein Teil der vom Bohrer geleisteten Arbeit auf die Zerkleinerung der zeitweise abgesprengten größeren Gesteinspartikel verwendet wird. Kennt man die Tiefe h des Eindringens der Schneide des Bohrers bei jedem Schläge, so kann man die vorteilhafte Anzahl u der Umsetzungen pro Umgang des Bohrers aus der Formel⁴³⁾:

$$u = \pi \left(\frac{d + 4h}{4h} \right)$$

berechnen, in welcher d den Durchmesser des Bohrloches bezeichnet.

Bei den jetzt in Anwendung stehenden Bohrmaschinen schwankt die Anzahl u der Umsetzungen zwischen 8 und 30 pro Umgang, der Umsetzungswinkel also zwischen 12 und 45°.

§ 41. Das Vorrücken des Bohrers. Nach der in der Mechanik des Handbohrens gegebenen Darstellung von der Wirkungsweise der Schneide des Bohrers darf man annehmen, daß beim maschinellen Bohren erst dann ein Vorrücken des Bohrers einzutreten hat, wenn die Schneide eine halbe Umdrehung gemacht hat, d. h. wenn sie einen kleinen Cylinder weggesprengt und zermalmt hat, dessen Durchmesser gleich dem des Bohrloches ist und dessen Höhe vom Grade des Eindringens der Schneide bei jedem Schläge abhängt. Dem entsprechend wirken die mechanischen Vorrichtungen zum Vorrücken des Bohrers in der Weise, daß dasselbe periodisch, d. h. nach einer mehr oder weniger großen Zahl von Schlägen ruckweise erfolgt.

Vom theoretischen Standpunkte aus wäre nun wieder derjenige Mechanismus der vorteilhafteste, welcher nach genau einer halben Umdrehung des Bohrers den Vorschub des letzteren bewirkte. Da nun aber, je nach der Gesteinsbeschaffenheit, die nach einer halben Umdrehung des Bohrers hergestellte Vertiefung verschieden groß sein wird, so müßte der Mechanismus dann auch so eingerichtet sein, daß er einen variablen Vorschub gestattete.

Die Versuche, einen solchen Vorschubmechanismus automatisch wirkend zu konstruiren, haben bisher noch nicht zu einem befriedigenden Ziele geführt und es erscheint auch fraglich, ob dieses Ziel überhaupt erreichbar sein wird.

43) Stapff; a. a. O. S. 15.

Bewährt hat sich bisher von automatisch wirkenden Mechanismen derjenige, welcher den Vorschub in konstanter Grösse vollführt, wie es z. B. an der Ferroux'schen Maschine der Fall ist, welche im Arlberg-Tunnel Anwendung fand. Dieser Vorschub von konstanter Grösse bedingt dann, daß der Arbeitskolben der Maschine einen variablen Hub besitzt, und zwar innerhalb Längen, deren Differenz mindestens gleich der Grösse des jedesmaligen ruckweisen Vorschubes ist. Da es aber nach den gelegentlich der Ausführungen über die Grösse des Hubes angeführten Gründen vorkommen kann, daß der Bohrer bei einem Schlage tiefer eindringt, als der Grösse des Vorschubes entspricht, so ist es angezeigt, Veränderlichkeit des Hubes der Maschine innerhalb möglichst weit auseinander liegender Grenzen vorzusehen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse, wenn man von einem automatisch wirkenden Vorschub absieht und denselben für Handbetrieb einrichtet. In diesem Falle ist es möglich, einen dem Bohrfortschritt entsprechenden variablen Vorschub zu erzielen, wenn der Arbeiter die nötige Uebung erworben hat und den Mechanismus mit Sorgfalt benutzt, indem sonst der Kolben gegen die Cylinderdeckel schlagen oder die Maschine zum Stillstand kommen kann. Deshalb unterläßt man nicht, selbst solchen Maschinen, deren Bohrer von Hand vorgertückt wird, variablen Hub zu geben.

Wenn nun hiernach nicht in Abrede gestellt werden kann, daß solche Maschinen Vorzüge besitzen, so unterliegt es doch kaum einem Zweifel, daß Maschinen mit automatischem Vorschub einzig den praktischen Anforderungen entsprechen, welche sich bei forcirtem Betriebe ergeben. Auch dort, wo ein solcher nicht in hohem Maße beabsichtigt wird, aber doch mehrere Maschinen gleichzeitig in einem engen Räume nebeneinander arbeiten, wird der Vorschub von Hand unvorteilhaft.

Der bei solchen Arbeiten entstehende Lärm verhindert, durch das Gehör — und dieses kommt hierbei vorwiegend in Frage — wahrzunehmen, ob der Bohrer noch mit genügender Kraft gegen das Gestein stößt oder nicht. Der die Maschine bedienende Arbeiter wird also nicht mehr in der Lage sein, den Vorschub so fein zu reguliren, wie es für einen möglichst großen Bohreffekt zu geschehen hat. In solchen Fällen des gleichzeitigen Arbeitens mehrerer Maschinen ist der Arbeiter bei Inangsetzung des Vorschubes nur auf die empirische Schätzung angewiesen, bei welcher dann jedenfalls nicht bessere Wirkungen erzielt werden als mit einem vollkommen automatisch arbeitenden Mechanismus; der im Vorschub von Hand liegende Vorteil geht mithin verloren.

Bei den jetzt in Gebrauch stehenden Maschinen wird das Vorrücken des Bohrers stets in der Weise bewirkt, daß sich der Schlägcyylinder schiebt. Diesen fest, den Bohrer aber verschiebbar zu machen, haben schon früh Schumann und Haupt, später noch Azolino dell' Acqua versucht.

Das Verschieben der Maschine hat während des Rückganges des Bohrers zu erfolgen, weil es andernfalls bei Klemmungen des letzteren im Bohrloche sehr leicht vorkommen kann, daß der Vorschubmechanismus in Unordnung gerät.

Bei den jetzt im Gebrauch stehenden Bohrmaschinen mit automatischem Vorschub schwankt die Grösse desselben zwischen 0,18 mm und 15 mm.

§ 42. Die motorische Flüssigkeit und deren Leitung durch die Bohrmaschine. Als motorische Flüssigkeiten, mit welchen die Gesteinsbohrmaschinen zu ihrem Betriebe beaufschlagt werden, kommen hauptsächlich Dampf, komprimirte Luft und Wasser in Anwendung. Letzteres ist jedoch für Stoßbohrmaschinen, ob-

wohl von Brandt zu diesem Zwecke in Aussicht genommen, wegen der durch seine Masse bedingten Stoßwirkung nicht geeignet, hat hingegen als Hochdruckwasser mit Pressungen von 80—150 Atmosphären für den Betrieb von Drehbohrmaschinen die erfolgreichste Anwendung gefunden.

Dampfbetrieb empfiehlt sich bei kleineren Anlagen und in den Fällen, wo die Entfernung der Dampfkesselanlage von der eigentlichen Arbeitsstelle nicht groß und Ventilation zur Beseitigung des Auspuffdampfes, sowie der Pulvergase von der Sprengarbeit nicht erforderlich ist, also beispielsweise bei Steinbrüchen und andern Tagebauten.

Im Tunnelbau und Bergwerksbetrieb hingegen bedient man sich fast ausschließlich der komprimierten Luft, mit deren Leitung größere Entfernungen zwischen der Kraftmaschinenanlage und den zu betreibenden Maschinen ohne Schwierigkeit überwunden werden können, und welche noch den Vorteil bietet, nach dem Verlassen der Gesteinsbohrmaschinen zur Ventilation beizutragen. Auch sind aus gleichem Grunde die Schwierigkeiten bei den nicht selten vorkommenden Undichtigkeiten der Leitungen geringer als bei Dampf.

Mit Rücksicht auf die vorwiegende Anwendung komprimierter Luft erscheint es zulässig, fernerhin im allgemeinen die motorische Flüssigkeit kurz als komprimierte Luft (Betriebsluft) zu bezeichnen.

Die Betriebsluft tritt bei fast allen Maschinen durch einen kleinen Vorraum, der Dampfkammer bei den Dampfmaschinen entsprechend, auf zwei Wegen in den Schlagcylinder, die beide in der Nähe der Deckel oder Bodenstücke des letzteren ausmünden. Wird die komprimierte Luft nur dazu benutzt, den Arbeitskolben hin und her zu bewegen, so ist der Weg, welchen dieselbe durchläuft, der Cylinder und der Ein-, beziehentlich Ausströmungskanal; es tritt also eine weitere Verzweigung der Betriebsluft, wenn dieselbe einmal in den Cylinder, beziehentlich Vorraum getreten ist, nicht mehr ein. Die Betriebsluft kann indes außer der Hin- und Herbewegung des Kolbens noch andere Arbeiten verrichten, so z. B. die Umsteuerung der Maschine besorgen, den Umsetzungs- oder Vorschubmechanismus bewegen. In diesem Falle wird sich die motorische Luft in der Maschine weiter verzweigen und zwar um so weiter, je mehr Mechanismen sie noch zu betreiben hat. Auf die Wege, welche die Luft bei diesen Verzweigungen durchläuft, wird bei der gleich folgenden Beschreibung der einzelnen Bohrmaschinen näher eingegangen werden.

§ 43. Eintheilung der Stofsbohrmaschinen. Nach den verschiedenartigen Arbeiten, welche die Betriebsluft in den Bohrmaschinen direkt zu verrichten hat, kann man zwei Klassen von Maschinen unterscheiden:

I. Maschinen, in denen die Betriebsluft nur den Arbeitskolben hin und her bewegt;

II. Maschinen, in denen die Betriebsluft außer der Hin- und Herbewegung des Arbeitskolbens auch noch andere Arbeiten verrichtet.

I. Maschinen, in denen die Betriebsluft nur den Arbeitskolben hin und her bewegt.

§ 44. Allgemeine Forderungen. Für diese Maschinen ergibt sich ohne weiteres die Notwendigkeit, zur Ingangsetzung des Steuerungs-, Umsetzungs- und

Vorschubmechanismus die lebendige Kraft des Arbeitskolbens nutzbar zu machen, wenn man hierzu nicht Menschenkraft verwenden will; letzteres ist nur von Schumann versucht worden. Es bedarf indes wohl keiner weiteren Begründung, daß bei der großen Zahl von Schlägen, welche man einer Bohrmaschine jetzt zumuten muß, die Umsteuerung von Hand nicht mehr in Frage kommen kann. Anders liegen die Verhältnisse für das Umsetzen und Vorschieben des Bohrers, worauf weiter unten zurückgekommen werden wird.

Die Steuerungen der Maschinen der I. Klasse.

Die Steuerung dieser Maschinen erfolgt in der Regel durch einen Muschelschieber, der dem bei den Dampfmaschinen gebräuchlichen durchaus ähnlich ist; derselbe wird entweder als ebener Muschelschieber (Planschieber) oder als oscillirender Schieber ausgeführt.

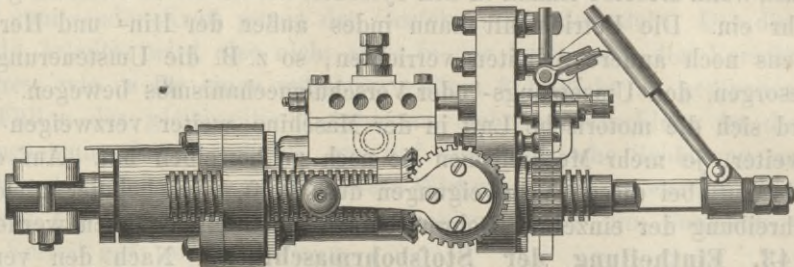
§ 45. Planschiebersteuerungen mit Hebelmechanismus. Hierher gehören die Maschinen von Sachs, Ingersoll, Burleigh, Meyer, Cranston, Geach, ferner von Brydon, Davidson u. Warrington (Power Jumper), Rand u. a.

Die Bewegung des Planschiebers geschieht auf zweierlei Weisen:

a) Die Kolbenstange setzt einen Winkelhebel in Bewegung, mit dessen einem Arme sie in gelenkartiger Verbindung steht, während der andere Arm an der Schieberstange angreift.

Diese Bewegungsweise des Schiebers ist bei der Maschine von Sachs angewendet; siehe beistehenden Holzschnitt, sowie Fig. 1—3, Tafel XV. In letzteren Fi-

Fig. 11.



guren ist mit g der Winkelhebel bezeichnet, welcher durch die mittels Halsbandgelenk an der Kolbenstange angebrachte Stange f in Bewegung gesetzt wird. Der andere Arm des Winkelhebels geht dabei in einem Schlitz der Schieberstange hin und her und schiebt, nach genügendem toten Gange, den Schieber vor- und rückwärts. Die Größe des toten Ganges, also des Verweilens des Schiebers, kann durch die in Fig. 1 angegebene Schraube regulirt werden. Die Stange f , welche die Bewegung des Arbeitskolbens auf den Winkelhebel überträgt, findet in einer längeren, am Arme g des Winkelhebels angebrachten Hülse Führung.

Als eine Eigentümlichkeit der Sachs'schen Maschine sei hier noch erwähnt, daß die Betriebsluft nicht in einen Schieberkasten tritt, sondern durch die in Fig. 1, Taf. XV, angegebene Oeffnung direkt in das Innere des Schiebers und von dort in den Schlagcylinder gelangt. Die durch den Deckel der Schieberführung

gehende Druckschraube hat den Zweck, den dichten Schluß des Schiebers gegen die Spiegelflächen desselben zu bewirken.

b) Der Arbeitskolben oder eine Verdickung (Wulst) der Kolbenstange stößt gegen Hebel, die ihrerseits den Schieber bewegen.

Ist nur ein solcher Hebel vorhanden, so kann die Uebertragung der Bewegung des Kolbens auf den Schieber entweder mittels einer Schieberstange erfolgen, welche Hebel und Schieber verbindet, oder es fehlt die Schieberstange, und die Uebertragung der Bewegung geschieht direkt.

Ist eine Schieberstange für die Bewegungsübertragung auf den Schieber vorhanden, so kann ein dreiarmer oder ein einarmer Hebel damit in Verbindung gebracht werden.

1) Den dreiarmligen Hebel mit Zugstange hat zuerst Burleigh in der nach ihm benannten Maschine erster Konstruktion benutzt. Meyer und Cranston entlehnten für ihre Maschinen diese Bewegungsübertragung.

Meyer'sche Maschine. Die Steuerung dieser von R. W. Dinnendahl etwas modifizierten Maschine ist aus Fig. 19, Taf. XIV, ersichtlich und ohne weiteres verständlich. b ist der dreiarmlige Hebel, gegen dessen nach unten gerichtete Arme der Wulst a der Kolbenstange bei deren Hin- und Hergang stößt.

Maschine von Cranston. Die Steuerung dieser in Fig. 8, Taf. XV, abgebildeten Maschine ist der der Meyer'schen sehr ähnlich. Die ganze Abweichung besteht darin, daß der Angriffspunkt der Schieberstange im Arme x des dreiarmligen Hebels etwas toten Gang hat und eine Feder die Schieberstange gegen die oberen Flächen des Führungslagers w drückt. Durch letzteres wird bezweckt, den Schieber zum Stillstand zu bringen, sobald der Wulst o vom Winkelhebel abkommt.

2) Ein einarmliger Hebel vermittelt die Uebertragung der Bewegung des Arbeitskolbens auf den Schieber bei der Maschine von Geach; siehe Fig. 4 und 5, Taf. XV, welche die Steuerung deutlich erkennen lassen.

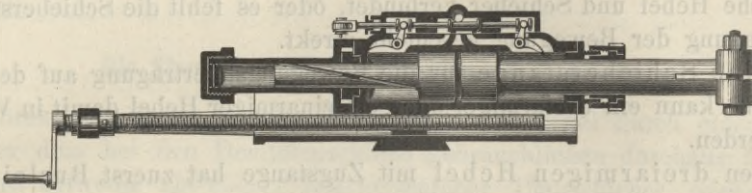
Abgesehen von der Benutzung eines nur einarmligen Hebels zur Ingangsetzung des Schiebers, zeigt letzterer auch eine von dem gewöhnlichen Muschelschieber abweichende Konstruktion, indem versucht worden ist, durch Anwendung von Federn und metallenen Ringstücken eine dichte Liderung der kolbenartigen Teile des Schiebers gegen die Wandungen des röhrenartigen Schieberkastens herzustellen.

3) Steuerung ohne Schieberstange. Die Bewegung des Schiebers durch Hebelübertragung ohne Schieberstange zeigt die in Fig. 12 — 14 auf Taf. XIV dargestellte Maschine, genannt „Power-Jumper“, konstruiert von Brydon, Davidson u. Warrington, deren Steuermechanismus ohne weiteres aus dem Längsschnitt in Fig. 12 und dem Querschnitt in Fig. 14 nach der Linie AB des Längsschnittes deutlich ist. Ein Vorteil dieser Konstruktion beruht darin, daß der Steuermechanismus gegen das Verstauben und Verschmanden vollständig geschützt liegt und durch Umgehung der Schieberstange die Reibungswiderstände vermieden werden, welche bei Anwendung letzterer wegen der nötigen Führungen unausbleiblich sind.

Eine dem soeben beschriebenen Steuermechanismus sehr ähnliche Vorrichtung zur Bewegungsübertragung auf den Schieber unter Vermeidung der Zerteilung des Kolbens zeigt die vielfach in Nordamerika gebrauchte Bohrmaschine von Rand.

4) Bei Anwendung zweier Hebel für die Schiebersteuerung sind diese als Winkelhebel je an der Stelle des längsten Kolbenhubes im Cylinder angeordnet. Der Schieber hat dem entsprechend eine durchgehende Stange, an deren Anläufen je ein Winkelhebel kurz vor der extremen Stellung des Kolbens angreift, wie dies

Fig. 12.



aus beistehendem Holzschnitt ersichtlich ist, welcher das neuere Modell der Burleigh'schen Maschine darstellt.

Burleigh hat diese Steuerung Ingersoll entlehnt, welcher zuerst zwei Winkelhebel für die Schiebersteuerung in Anwendung brachte.

§ 46. Steuerung mit oscillirendem Schieber. Maschine von Mac-Kean u. Séguin. Ein solcher Schieber wurde von Mac-Kean für die erste nach ihm benannte Maschine angewendet und ist auch für die dargestellte verbesserte Maschine von Mac-Kean u. Séguin, siehe Fig. 5—8, Taf. XIII, beibehalten worden. Einen oscillirenden Schieber besitzt auch die unter dem Namen „Union Rock Drill“ bekannte amerikanische Bohrmaschine; ferner die englische Maschine, genannt „Kainotom“.

Gesteinsbohrmaschine von Mac-Kean u. Séguin. Der in Fig. 7 auf Tafel XIII im Querschnitt und in Fig. 5 im Längsschnitt dargestellte, mit *a* bezeichnete Schieber dieser Maschine wird auf folgende Weise in schwingende Bewegung gesetzt:

Auf der Schieberstange *x* sitzt eine Hülse *h*, an der zwei Anschlagnasen *nn* befestigt sind. Die Kolbenstange trägt einen doppelt konischen Wulst *k*. Dieser schlägt beim Hin- und Hergang des Kolbens abwechselnd gegen die vordere und hintere der gedachten beiden Nasen und setzt dadurch die Hülse *h* und demgemäß auch den Schieber in hin und her schwingende Bewegung. Um auch von Hand umsteuern zu können, ist, wie in Fig. 5 und 6 angegeben, auf der Schieberstange *x* eine Handhabe angebracht worden. In dieser Maschine braucht der Kolben seinen Maximalhub nicht zu erreichen, um umzusteuern. Die Länge und Form des doppelt konischen Wulstes ist vielmehr derartig bemessen, daß der Schieber sich bereits circa 2 cm vor dem höchsten Kolbenhube am weitesten öffnet. Voreilen und Ueberdeckung des Schiebers können übrigens leicht verändert werden, da die Hülse *h* auf der Schieberstange bequem verstellbar ist.

Die Umsetzung bei den Bohrmaschinen der I. Klasse.

a. Automatische Umsetzung.

Die selbstthätige Umsetzung wird bei der in Rede stehenden Klasse von Maschinen zur Zeit fast ausschließlich unter Anwendung eines Schaltwerkes be-

wirkt, das entweder mittels Drallzügen in den Kolbenstangen oder mit sogenannten Dornen oder endlich mittels Schaltklinken funktioniert.

c) Schaltwerke mit Drallzügen, deren Wirkung auf der Reibung zwischen Arbeitskolben und Cylinder beruht.

§ 47. Die Drallzüge befinden sich auf einem Dorne. Die Eigentümlichkeit dieser sehr verbreiteten Art der Umsetzung liegt darin, daß ein gewundener kantiger oder mit Drallzügen versehener Dorn vorhanden ist, über welchen sich die entsprechend hohle Kolbenstange hin und her schieben kann. Hierbei geht der Dorn durch eine genau seiner Querschnittsform angepaßte, in der Kolbenstange befestigte Mutter. Wird nun der Dorn festgehalten, so muß sich die Kolbenstange, mithin also auch der Bohrer, entsprechend der Steigung der Windung des Dornes oder seiner Drallzüge drehen. Das Festhalten des Dornes geschieht, indem ein mit ihm fest verbundenes Sperrad (Schaltrad) durch Sperrkegel am Drehen in einer Richtung verhindert wird. Die absetzende Drehung des Sperrades in entgegengesetzter Richtung kann frei vor sich gehen und ist dabei nur die Reibung des Sperrkegels an den Zähnen des ersteren zu überwinden. Diese Reibung ist aber kleiner als die des Arbeitskolbens an den Cylinderwandungen; es wird also, wenn das Sperrad nicht festgehalten wird, der Kolben geradlinig vorwärts gehen und vermöge der Windungen, beziehungsweise Drallzüge des Dornes diesen entsprechend drehen, mithin auch das Sperrad.

Die ganze Einrichtung ist nun so getroffen, daß das Schaltrad festgehalten wird, wenn der Kolben rückwärts geht, und somit der Bohrer beim Zurückziehen umgesetzt.

Die beschriebene Vorrichtung zum Umsetzen ist nach Dr. Gurlt⁴⁴⁾ geistiges Eigentum der Engländer John Darlington und Thomas Jordan, während nach Drinker zuerst einem gewissen Low dieser Umsetzungsmechanismus patentirt worden sein soll, der dann erst von Döring und Darlington Verbesserungen erfahren hätte. Einen Umsetzungsmechanismus beschriebener Art besitzt z. B. die Maschine von Meyer.

Meyer'sche Maschine. In Fig. 19 und 20, Taf. XIV, ist das mit dem Dorn fest verbundene, durch *s* bezeichnete Sperrad am hinteren Teile der Maschine frei liegend angebracht. Ueber den mit Drallzügen versehenen Dorn schiebt sich die am hinteren Ende hohle Kolbenstange hin und her. Das Festhalten des Dornes erfolgt während 'des Rückganges des Kolbens durch die in Fig. 20 mit *n* und *m* bezeichneten beiden Sperrkegel, welche durch eine Feder gegen das Sperrad gedrückt werden.

§ 48. Die Drallzüge befinden sich in der Kolbenstange. Für die Wirkungsweise des Schaltwerkes ist es gleichbedeutend, ob die Drallzüge sich in einem Dorne oder in der Kolbenstange befinden. In letzterem Falle muß nur dafür gesorgt sein, daß die Züge genau in eine Mutter passen, mit der das Schaltrad fest verbunden ist, oder daß durch entsprechende Federn oder Nasen am Schaltrade die in der Kolbenstange hergestellten Nuten Führung in diesem bekommen.

Maschine von Geach. Die Kolbenstange dieser Maschine ist, wie aus

⁴⁴⁾ Dr. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875. S. 18.

Fig. 4 und 5, Tafel XV, ersichtlich, an ihrem hinteren Ende mit Zügen versehen. Diese, acht an der Zahl, besitzen eine Ganghöhe von 813 mm und werden von einer Mutter umfaßt, auf welcher das Schaltrad *c* sitzt. Die Sperrklinke wird, wie in Fig. 5 angedeutet, durch eine Feder gegen das Schaltrad gedrückt.

Maschine von Mac-Kean u. Séguin. Die sehr lange Kolbenstange dieser Maschine ist nur mit einer schraubenförmig gewundenen Nut versehen, wie dies aus Fig. 5 und 8, Taf. XIII, hervorgeht. Ferner sind bei dieser Maschine statt des Sperrades zwei mit *s* und *o* bezeichnete Sperrscheiben angewendet worden, welche mittels eines Zahnes auf der Kolbenstange sitzen, sich mit dieser also drehen können. Durch eine Spiralfeder werden diese beiden Sperrscheiben gegen zwei wie diese gezahnte feste Scheiben *t* und *l* gepreßt, welche die Stelle der Sperrkegel versehen. Beim Vorwärtsgange des Kolbens werden die Scheiben *s* und *o* über die festen Scheiben *t* und *l* hinweggleiten, da sie der Steigung der Nut folgen müssen. Beim Rückwärtsgange aber werden sie durch die Scheiben *t* und *l* festgehalten und die Kolbenstange muß sich drehen.

β) Die Wirkung des Schaltwerkes ist unabhängig von der Reibung zwischen Kolben und Cylinderwandung.

§ 49. Schaltwerk der Gesteinsbohrmaschine „Power Jumper“. Bei dieser in Fig. 12—14, Taf. XIV, abgebildeten Maschine ist ein mit schraubenförmig ansteigender Nut versehener, fest auf dem Sperrade sitzender Dorn vorhanden. Die sich über den Dorn verschiebende Kolbenstange erhält auf diesem durch einen im hinteren der beiden Kolben angebrachten Zahn Führung und wird deshalb beim Rückgange veranlaßt, sich zu drehen, da dann das Sperrad durch eine Sperrklinke festgehalten wird.

Um nun beim Vorwärtsgange den Kolben sicherer, als es durch Reibung geschehen könnte, zu verhindern, sich zu drehen, sind auf dem zwischen den beiden Kolben liegenden Teilen der Kolbenstange parallel zur Axe dieser verlaufende Rippen angebracht, zwischen welche der Sperrkegel *f*; siehe Fig. 14, durch Federdruck eingreift. Beim Rückwärtsgange des Kolbens schleift dann dieser Sperrkegel über die Rippen der sich drehenden Kolbenstange hinweg.

γ) Schaltung mit Schubklinken.

§ 50. Maschine von Sachs. Von den hier zu betrachtenden Maschinen besitzt nur die Sachs'sche ein Schaltwerk mit Schubklinken. In Fig. 3, Taf. XV, ist die Schubklinke, welche eine Feder gegen das Schaltrad *n* drückt, angegeben. Wird diese Schubklinke so weit gehoben, daß sie in die nächstfolgende Zahnücke einschnappt und sie dann niederdrückt, so dreht sich das Schaltrad um einen Winkel, welcher der Entfernung zweier Zähne entspricht.

Da nun die durch das Schaltrad hindurchgehende Kolbenstange vierkantig ist, so muß letztere die Drehung des ersteren mitmachen. Das Heben und Niederdrücken der Schubklinke erfolgt durch die bereits oben besprochene Uebertragung der Kolbenbewegung auf den Hebel *g* und eine Axe, von welcher aus mittels einer kurzen Zugstange die Schubklinke bewegt wird.

Geht der Kolben zurück, so wird die Schubklinke niedergedrückt, das Schaltrad, also auch der Bohrer, gedreht. Beim Kolbenvorgang wird dagegen die

Schubklinke gehoben, das Schaltrad ist dann frei; das Drehen desselben verhindert in diesem Augenblicke eine in Fig. 3 angegebene Sperrklinke.

Der beschriebene Umsetzungsmechanismus verlangt, daß der Bohrer bei jedem Schläge mindestens um so viel in das Gestein eindringe, daß die gehobene Schubklinke den nächstfolgenden Zahn erfasse, denn sonst würde keine Drehung des letzteren beim folgenden Rückgange des Bohrers stattfinden. Um dies zu vermeiden, gibt man dem Schaltrad eine große Zähnezahl, in der Regel 36, sodaß für gewöhnlich auf ein Umsetzen nach jedem Schläge zu rechnen ist.

b. Umsetzen von Hand.

An neueren, im Gebrauch stehenden Maschinen findet das Umsetzen von Hand nur noch bei den Maschinen von Cranston und Roanhead statt.

§ 51. Cranston'sche Maschine. Während die ältere Cranston'sche Maschine für automatisches Umsetzen und Umsetzen von Hand eingerichtet war⁴⁵⁾, ist die neuere, in Fig. 9, Taf. XV, abgebildete Konstruktion nur für Umsetzen von Hand dienlich. Zu dem Zwecke steckt in dem Ende der hohlen Kolbenstange, hin und her verschiebbar, eine Röhre cc ⁴⁶⁾, die eine Flansche b' trägt; letztere ist behufs Führung des Rohres bei seiner Drehung mit einer ringförmigen Nase n versehen. Ein Ausweichen des Rohres cc nach vorn verhindert die stählerne Platte z ; diese wird durch die Schraube a_1 festgehalten, kann sich also nicht drehen, wenn die Flansche b_1 gedreht wird.

Das Rohr cc ist mittels eines Keiles in der hohlen Kolbenstange so befestigt, daß letztere sich drehen muß, wenn ersteres gedreht wird. In der hohlen Kolbenstange, durch das Rohr frei hindurchgehend, bewegt sich nun ferner eine flachgängige Schraubenspindel, auf welcher, durch Federn gehalten, der Mitnehmer s sitzt.

Dieser Mitnehmer kann durch eine Spiralfeder gegen die gedachte Flansche b_1 des Rohres cc gepreßt werden und wird sich dann, wenn man die Schraubenspindel an der Kurbel dreht, letzteres mitdrehen, folglich auch die Kolbenstange mit dem Bohrer.

Soll der Bohrer nicht umsetzen, so wird der Mitnehmer ausgertickt. Zum Aus- und Einrücken des Mitnehmers dienen die beiden Hebel o_1 und n_1 . Hebt man o_1 , bringt ihn also in die gezeichnete Lage, so hebt er n_1 mit und der Mitnehmer wird ausgertickt, beim Senken von o_1 dagegen eingertickt.

Der Vorschub und Rückgang der Maschinen der I. Klasse.

§ 52. Allgemeines. In allgemeiner Beziehung ist über den Vorschub der Bohrmaschinen hier zu bemerken, daß dem schrittweise vorrückenden Schlagcylinder eine Führung gegeben werden muß. Hierzu dient der bereits erwähnte Rahmen der Maschine. Derselbe besteht in der Regel aus zwei durch Querstücke verbundenen parallelen starken Stangen oder Schienen, von denen die eine meistens durch eine Schraubenspindel, die sogenannte Vorschubspindel, ersetzt wird;

⁴⁵⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 70.

⁴⁶⁾ In Fig. 8 auf Tafel XV ist mit c irrthümlich auch der Schlagcylinder bezeichnet.

erforderlichen Falls ist eine solche außer den beiden Rahmenstangen noch besonders vorhanden.

Längs des Rahmens läßt sich der Schlagecylinder durch im folgenden noch zu besprechende Vorrichtungen hin und her bewegen, wobei seine Führung auf verschiedenartige Weise erfolgen kann. Am verbreitetsten sind an den Cylinder gegossene Tatzten, durch welche die Stangen des Rahmens hindurchgehen.

Statt der beschriebenen Rahmen stehen auch, besonders für kurze Maschinen, cylindermantelförmige Gußstücke in Anwendung, innerhalb welcher schlittenartige Führungen für die Schlagecylinder und Lager für die Vorschubspindel angebracht sind.

Im Anschluß an den Vorschub der Bohrmaschinen soll in nachstehendem gleichzeitig der Rückgang derselben betrachtet werden, da derselbe meistens durch dieselben Mechanismen bewirkt wird, welche die Maschinen vorschieben.

Hinsichtlich des Rückganges ist nur die Anforderung zu stellen, daß er möglichst schnell erfolge, da die auf denselben verwendete Zeit für die Bohrarbeit verloren geht.

a. Automatischer Vorschub.

Der selbstthätige Vorschub erfolgt bei der hier in Rede stehenden Klasse von Maschinen dadurch, daß eine auf der Vorschub-Schraubenspindel sitzende Mutter vorwärts bewegt wird und diese hierbei die Maschine mitnimmt. Die Bewegung der Mutter erfolgt, indem entweder sie gedreht wird und die Vorschubspindel feststeht, oder letztere gedreht wird und die Mutter undrehbar befestigt ist.

Das Drehen der Mutter oder Schraubenspindel geschieht durch ein Schaltrad, welches mittels einer Schubklinke Zahn um Zahn gedreht wird, und zwar faßt die Schubklinke erst dann einen Zahn, wenn das Bohrloch um ein entsprechendes Stück vertieft ist.

§ 53. Die Vorschubspindel ist fest. Maschinen von Meyer und Sachs. Bei der Meyer'schen Maschine sitzt das in Drehung zu versetzende Schaltrad *e*, siehe Fig. 19 und 20, Taf. XIV, auf einer über die Vorschubspindel gezogenen langen Mutter. Die in das Schaltrad *e* greifende, hinten kolbenartige Schubklinke *o* ist in dem einarmigen Hebel *g* befestigt, welcher durch eine Spiralfeder stets in der in den Figuren gezeichneten Lage zu halten gesucht wird. Eine in der Figur nicht angegebene Spiralfeder drückt die Schubklinke *o* an das Schaltrad.

Beim weitesten Ausschub des Arbeitskolbens drückt nun der am hinteren Ende der Kolbenstange befindliche Wulst *a* den Hebel *g* so weit nieder, daß das Schaltrad *e* um einen ganzen Zahn gedreht wird und beim Kolbenrückgang, also Hochschnellen des Hebels *g*, die Schubklinke einen neuen Zahn faßt. Letzteres kann mithin nicht eher eintreten, als bis das Loch gehörig weit vertieft worden ist. Das Zurückdrehen des Schaltrades während des Hebens der Schubklinke verhindert die Sperrklinke *k*.

Der Rückgang der Maschine wird einfach dadurch bewirkt, daß man das an der Vorschubmutter befestigte, in Fig. 19 mit *h* bezeichnete Handrädchen dreht und zwar in entgegengesetztem Sinne zu der vom Hebel *g* bewirkten Drehung des Schaltrades *e*. Es ist dabei noch nötig, durch Heben des Hebels *g* den Sperrkegel *o* außer Eingriff mit dem Schaltrade *e* zu bringen.

Sachs'sche Maschine. Das den Vorschub vermittelnde Schaltrad o in Fig. 2 und 3, Taf. XV, sitzt als Mutter auf der Vorschubspindel p ⁴⁷⁾ und ist mit einer Muffe verbunden, welche derart von einem mit der Maschine in fester Verbindung stehenden Ansatz umschlossen ist, daß sie sich wohl frei drehen kann, bei dem Hin- und Herbewegen auf der Spindel aber die Maschine mitnimmt. Die Auf- und Niederbewegung der in das Schaltrad eingreifenden Schubklinke m geschieht auf dieselbe Weise wie bei der Schubklinke für das Umsetzen.

Die durch die Kolbenstange, die Stange f und den Hebel g in Bewegung gesetzte Welle erteilt der in einer Führung gehenden Spindel i eine auf- und niedergehende Bewegung, welche sich auf die Schubklinke m überträgt.

Geht der Arbeitskolben vorwärts, so hebt sich letztere und wird, wenn das Bohrloch die nötige Vertiefung bekommen hat, in den nächstfolgenden Zahn des Schaltrades einschnappen und beim nun folgenden Kolbenrückgang dieses drehen, also die Maschine vorschieben. Ist diese bis ans Ende der Vorschubspindel gerückt, so wird sie durch Drehen an der in Fig. 2 angegebenen Kurbel zurückgeschoben. Letztere setzt nämlich zwei Winkelräder in Bewegung, von denen das eine mit der Muffe, folglich auch mit der Mutter des Schaltrades o fest verbunden ist. Dadurch wird es nötig, beim Zurückschrauben der Maschine die Schubklinke m aus dem Eingriff mit jenem zu bringen, was von Hand leicht möglich ist, da diese Schubklinke eine nach unten gehende Verlängerung besitzt, welche bequem mit den Fingern gefaßt werden kann.

§ 54. Die Vorschubspindel wird gedreht. Maschine von Mac-Kean u. Séguin. Auf der in zwei zum Rahmen der Maschine gehörigen Lagern drehbaren Vorschubspindel v , siehe Fig. 5—8, Taf. XIII, sitzt, der Länge nach auf dieser verschiebbar, die Sperrscheibe q und findet mittels einer Feder w in der in der Spindel befindlichen geraden Nut n Führung. In die Sperrscheibe q greift, als Schubklinke wirkend, die gezahnte Muffe p ein, welche sich um die Vorschubspindel frei drehen kann. Den steten Eingriff von Muffe und Schaltrad bewirkt die in Fig. 6 angegebene Feder.

Mit der Muffe p ist ein Hebel e verbunden, der durch die Feder f stets gegen die Kolbenstange gedrückt wird. Trifft nun beim Vorgang des Arbeitskolbens die doppelt konische Verdickung der Kolbenstange den Hebel e , so hebt er diesen und dreht die gezahnte Muffe p , folglich auch die Sperrscheibe q und die Vorschubspindel; die Maschine wird also vorrücken.

Die hierbei aus den Zahnlücken des Schaltrades kommenden Zähne der Muffe p werden erst dann wieder in die nächstfolgenden Zahnlücken des ersteren fallen, wenn der Hebel e genügend hoch gehoben, das Loch also entsprechend vertieft worden ist.

Will man die Maschine mit Vorschub von Hand arbeiten lassen, so ist dazu nur nötig, mittels des Hebels z das Schaltrad q auszurücken und das konische Rädergetriebe y durch eine Kurbel in Bewegung zu setzen, wodurch die Vorschubspindel v gedreht wird.

⁴⁷⁾ In Fig. 3 auf Tafel XV ist die Vorschubspindel, auf welcher die Muffe mit dem Schaltrad o sitzt, irrtümlich mit r , anstatt mit p , bezeichnet.

Das Ausrücken des Schaltrades q muß auch dann stattfinden, wenn man durch Drehen der Vorschubspindel die Maschine zurückziehen will.

b. Vorschub von Hand.

Derselbe erfolgt bei den hier noch zu betrachtenden Maschinen der I. Klasse dadurch, daß entweder die Vorschub-Schraubenspindel mittels einer Kurbel gedreht wird und die durch eine Führung festgehaltene Vorschubmutter die Maschine mitnimmt, oder daß die Mutter bei fester Vorschubspindel gedreht wird. Um diese Maschinen rückwärts zu bewegen, dreht man einfach an der Kurbel in einer Richtung, welche der für den Vorschub entgegengesetzt ist.

§ 55. Die Vorschubspindel ist fest. Bohrmaschine „Power-Jumper“. Bei dieser in Fig. 12—14, Taf. XIV, dargestellten Maschine sind zwei feste, mit der Bohrmaschine verbundene Vorschubspindeln i vorhanden; auf jeder derselben sitzt eine als Zahnrad gestaltete Mutter. Beide Muttern werden durch Schrauben ohne Ende gedreht, welche in die im Rahmen der Bohrmaschine verlagerte Kurbelwelle h geschnitten sind.

§ 56. Die Vorschubspindel wird gedreht. Diesen einfachsten Vorschubmechanismus besitzen die Maschinen von Geach und Cranston.

Bei der Geach'schen Maschine liegt, wie aus Fig. 4, Taf. XV, ersichtlich, die Vorschubspindel unter der Maschine und erhält dieselbe ihre Führung in Lagern, die sich an den Enden der Bodenplatte h des Führungsrahmens befinden.

Die Cranston'sche Maschine besitzt nach der Darstellung in Fig. 8 auf Taf. XV eine durch die hohle Kolbenstange c gehende Vorschubspindel, da sie, wie oben erwähnt, gleichzeitig zum Umsetzen des Bohrers dient. Geführt wird die Vorschubspindel in dem Lager k_1 , welches mit dem Rahmen k der Maschine durch einen Bügel und durch die hohle Kolbenstange in Verbindung steht.

Die mit der eigentlichen Bohrmaschine fest verbundene Vorschubmutter ist in dem hinteren Teile des konischen Ansatzstückes h verlagert.

II. Maschinen, bei denen die motorische Luft ausser der Bewegung des Kolbens noch andere Arbeiten verrichtet.

§ 57. Einleitung. Die natürlichste Einteilung dieser Klasse von Maschinen wäre diejenige nach den verschiedenen Arbeitsleistungen, zu welchen die motorische Flüssigkeit benutzt wird; man würde auf diese Weise sieben Gruppen von Maschinen bekommen, je nachdem die motorische Flüssigkeit noch die Arbeit des Umsteuerns, oder des Umsetzens, oder des Vorschubes, oder des Umsteuerns und Umsetzens, oder des Umsteuerns und Vorrückens, oder des Umsetzens und Vorschiebens, oder des Umsteuerns, Umsetzens und Vorschiebens unmittelbar verrichtet. Wollte man die Maschinen der zweiten Klasse in dieser Gruppierung behandeln, so würde die Uebersichtlichkeit in der Darstellung der verschiedenen Methoden des Umsteuerns, des Umsetzens und des Vorschiebens sehr beeinträchtigt. Es sollen daher diese Maschinen, wie diejenigen der ersten Klasse, je nach der Art des Umsteuerns, des Umsetzens und des Vorschubes gesondert betrachtet werden.

Die Steuerungen der Maschinen der II. Klasse.

Das Steuerungsgetriebe wird entweder durch die lebendige Kraft des Kolbens oder durch die motorische Luft bewegt.

§ 58. Steuerung durch die lebendige Kraft des Kolbens. Zur Zeit steht nur eine zu der zweiten Klasse gehörige Maschine im Gebrauch, bei der zur Umsteuerung die lebendige Kraft des Kolbens benutzt wird, nämlich die Maschine von Ferroux, Modell III. Wie aus Fig. 15—18, Taf. XIII, hervorgeht, besitzt diese Maschine zwei kolbenartige Schieber, in Fig. 15 mit *o* bezeichnet. Der beiderseits konisch verjüngte Arbeitskolben bewegt kurz vor Vollendung seines Hubes den einen dieser Schieber durch Anstoß direkt, den andern dagegen jeweilen indirekt mittels des Balanciers *d*. Mithin kann sich keiner der beiden Schieber bewegen, ohne daß der andere die entgegengesetzte Bewegung macht. Bei der in Fig. 15 gezeichneten Stellung der Schieber tritt die Betriebsluft aus dem kastenförmigen Raume *m* durch die Kanäle des linken Schieberkolbens hinter den Arbeitskolben, während die vor diesem befindliche Luft durch mit der Atmosphäre kommunizierende Kanäle des rechten Schieberkolbens entweichen kann.

In den Raum *m* gelangt die Betriebsluft aus dem Eintrittsrohre *b* durch zwei Kanäle, die sich in dem mit *t* bezeichneten, mit dem Cylinder zusammengegossenen Teile der Maschine befinden und die nur in Fig. 17 zur Darstellung gelangen konnten.

Steuerungen mittels der motorischen Luft.

Die Maschinen dieser Art lassen sich einteilen in solche, deren Steuerung durch einen besonderen Verteilungsschieber erfolgt, und in solche, bei denen der Arbeitskolben selbst als Schieber funktioniert.

a. Steuerungen mit besonderem Verteilungsschieber.

Bei diesen Maschinen wird der Schieber entweder durch eine kleine Hilfsmaschine bewegt oder direkt durch den Druck der Betriebsluft.

§ 59. Anwendung einer Hilfsmaschine für die Umsteuerung. Eine besondere Steuermaschine besitzen die von Sommeiller konstruirten Maschinen und die von Ferroux, Modell I. Bei dieser und der letzten von Sommeiller erbauten Maschine dreht die Hilfsmaschine mittels konischer Getriebe und langer Welle ein sogenanntes Steigrad, welches den durch die motorische Flüssigkeit stets nach einer Richtung hin gedrückten Schieber bei einmaliger Umdrehung in die entgegengesetzte Stellung schiebt und dadurch umsteuert. So gut diese Einrichtung auch funktionirte, so kann doch jetzt die Verwendung besonderer Steuerungsmaschinen für Bohrmaschinen kaum noch in Frage kommen, da einfachere und zweckmäßigere Vorrichtungen zur Umsteuerung in die Praxis eingeführt worden sind.

§ 60. Der Verteilungsschieber wird direkt durch die motorische Luft bewegt. Bei den Maschinen mit diesem System der Umsteuerung ist der Schieber stets an einem sogenannten Steuerkolben befestigt, welchen die Betriebsluft hin und her bewegt.

Dieser Steuerkolben besitzt in der Regel vier Kolbenflächen; zwei derselben und zwar stets die äußeren sind größer als die beiden andern, inneren. Erstere

sind meistens kreisförmig, letztere ringförmig. Die Bewegung eines solchen Steuerkolbens erfolgt nun einfach dadurch, daß abwechselnd gewisse Flächen desselben unter den Druck der Betriebsluft kommen, während andere entlastet sind.

Die Betriebsluft zur Bewegung des Steuerkolbens kann entweder aus dem Schlagcylinder oder aus dem Schieberkasten entnommen werden.

§ 61. Die Betriebsluft zum Umsteuern wird aus dem Schlagcylinder entnommen. Bei dieser Art von Maschinen müssen Kanäle vorhanden sein, welche eine Verbindung des Schieberkastens mit dem Schlagcylinder herstellen. Solche „Umsteuerungskanäle“ besitzen die Maschinen von Schram, Broßmann, Frölich, Jäger u. a. m. Das Oeffnen und Schließen dieser Kanäle besorgt bei allen diesen Maschinen der Arbeitskolben und zwar kurz vor dem Augenblicke, wo er seinen höchsten Hub, sei es vor- oder rückwärts, vollendet hat.

Von Maschinen, bei welchen die Betriebsluft zum Umsteuern aus dem Schlagcylinder entnommen wird, sollen zuerst diejenigen betrachtet werden, bei denen

1) nur die beiden äußeren Flächen des Steuerkolbens abwechselnd unter Druck kommen und entlastet werden.

Hierher gehören die Maschinen von Schram (Schram u. Mahler), Broßmann, Richter u. a. m.

Bei der Maschine von Schram sind die Umsteuerungskanäle in Fig. 5, 6 und 7, Taf. XIV, mit xx_1 bezeichnet worden, bei der Maschine von Broßmann in Fig. 1 und 3 genannter Tafel mit hh . In beiden Maschinen können die Umsteuerungskanäle gleichzeitig mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt werden, wodurch die Entlastung bald auf der einen, bald auf der andern Fläche des Steuerkolbens eintritt. Zu diesem Zwecke ist in jeder Maschine ein Kanal (Entlastungskanal) vorhanden, welcher das Innere des Schlagcylinders mit der Austrittsöffnung für die motorische Flüssigkeit in Kommunikation setzt. Dieser Entlastungskanal ist in der Abbildung der Schram'schen Maschine mit b , in derjenigen der Broßmann'schen Maschine mit d bezeichnet.

Es kommt nun, um die Entlastung der einen Fläche des Steuerkolbens zu bewerkstelligen, darauf an, abwechselnd einen der beiden Umsteuerungskanäle mit dem Entlastungskanal in Verbindung zu setzen. Diese Funktion verrichtet der Arbeitskolben, der zu diesem Zwecke in seinem mittleren Teile auf eine solche Länge ausgedreht ist, daß er, hierdurch gleichsam als Muschelschieber wirkend, je einen Umsteuerungskanal und den Entlastungskanal umschließt.

Der Gang der Umsteuerung bei den beiden in Rede stehenden Maschinen ist nun einfach folgender: Kurz vor Vollendung des Hubes, z. B. nach rechts, legt der Kolben den linken Umsteuerungskanal frei, bringt aber auch gleichzeitig den rechten Umsteuerungskanal mit dem Entlastungskanal in Kommunikation. Hierdurch kommt die rechte Fläche des Steuerkolbens unter Druck, während die linke Fläche desselben entlastet wird. Der Steuerkolben muß also nach links gehen. Sein Rechtsgang wird auf analoge Weise beim Linksgang des Arbeitskolbens vermittelt.

2) Maschinen, bei denen auch die inneren (kleineren) Flächen des Steuerkolbens abwechselnd unter Druck kommen und entlastet werden.

Hierher gehören die Maschinen von Frölich und Jäger.

Die Frölich'sche Maschine besitzt zwei in Fig. 32 auf Taf. XIV mit 8 bezeichnete Umsteuerungskanäle. Ferner sind noch zwei mit der Zahl 5 bezeichnete Kanäle vorhanden, welche aus den Einströmungswegen der Betriebsluft zu den inneren ringförmigen Flächen des Steuerkolbens führen. In der in Fig. 32 auf Tafel XIV gezeichneten Stellung, in welcher der Arbeitskolben sich vorwärts bewegt, steht die linke innere Fläche des Steuerkolbens unter dem Drucke der motorischen Flüssigkeit. Kurz vor Vollendung des Hubes legt nun der Arbeitskolben die beiden Umsteuerungskanäle 8 frei und die Betriebsluft strömt durch diese und eine mit 6⁴⁸⁾ bezeichnete, rechtwinkelig gebrochene Durchbohrung des Steuerkolbens hinter die äußere rechte Fläche desselben und treibt ihn nach links, steuert also um. Hierdurch wird die (hinter der linken äußeren Fläche des Steuerkolbens vom vorigen Hube her befindliche) motorische Luft so lange komprimirt, bis die Durchbohrung 6 der linken Seite des Steuerkolbens mit dem Kanale 8 derselben Seite kommuniziert. In diesem Moment wird die linke äußere Fläche des Steuerkolbens entlastet, da die auf sie drückende Betriebsluft durch die Kanäle 6, 8, 1, durch den Muschelschieber und den Kanal 2 in die Atmosphäre entweichen kann.

Die Einströmung der Betriebsluft hinter beide äußere Flächen des Steuerkolbens dauert demnach nur so lange, als die Durchbohrungen 6 in demselben mit den Kanälen 8 kommunizieren. Hört dies beim Fortbewegen des Schiebers auf, so wirkt die Betriebsluft von da an nur durch Expansion auf den Steuerkolben.

Bei der Jäger'schen Maschine, deren Umsteuerungsmechanismus zum Teil der Frölich'schen Maschine entlehnt ist, wird der Steuerkolben in seinen äußersten Stellungen festgehalten durch den Druck eines Zweigstromes der motorischen Flüssigkeit, welcher, ohne den Schlageylinder passieren zu müssen, direkt von der Eintrittsöffnung derselben in die Maschine hinter die äußersten Flächen des Steuerkolbens tritt und zwar durch die in Fig. 15, 16 und 18 auf Taf. XIV mit 6 und 9 bezeichneten Kanäle.

In der in Fig. 15 gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens steht die äußerste linke Fläche des Steuerkolbens *v* unter diesem Drucke, da der linke Teil des mit 9 bezeichneten Kanals frei gelegt ist, während der Steuerkolben den rechten Kanal 9 verschlossen hält.

Der Arbeitskolben, im Vorwärtsgange begriffen, wird kurz vor vollendetem Hube den Umsteuerungskanal 4 freilegen und der Betriebsluft durch diesen, den Kanal 8 und die Durchbohrung 10 des Steuerkolbens den Durchgang zur rechten äußeren Fläche desselben gestatten.

Hierdurch allein würde nun aber der Steuerkolben noch nicht nach links getrieben werden, denn der Druck auf die beiden äußeren Flächen desselben ist gleich groß. In der gezeichneten Stellung des Steuerkolbens steht aber der rechte Kanal 5 durch die Kanäle 3 und 2 mittels des Verteilungsschiebers mit der Atmosphäre in Verbindung; die rechte innere Fläche des Steuerkolbens ist also entlastet. Die linke innere Fläche desselben befindet sich indes unter Druck, da die Betriebsluft vom Eintrittswege 1 aus durch den Kanal 5 auf dieselbe drückt. Es

⁴⁸⁾ In Fig. 32, Taf. XIV, ist die rechtwinkelige Durchbohrung 6 der rechten Seite des Steuerkolbens falsch angegeben. Dieselbe müßte in der gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens mit dem nach rechts gehenden Kanale 8 kommunizieren.

wird demnach ein Ueberdruck nach links vorhanden sein und der Steuerkolben dem entsprechend nach links getrieben werden.

§ 62. Die motorische Luft zum Umsteuern wird aus dem Schieberkasten entnommen.

1. Die Ingangsetzung des Steuermechanismus ist vom Vor- und Rückgange des Arbeitskolbens abhängig.

Maschine „Eclipse“. Bei der in Fig. 9, Taf. XIV, gezeichneten Schieberstellung geht der Arbeitskolben rückwärts. Die rechte Fläche des Steuerkolbens ist entlastet, da der Umsteuerungskanal 4, in Fig. 10 im Grundriß punktirt angegeben, mit dem Entlastungskanal 6 sich im ausgedrehten Teil des Arbeitskolbens befindet. Sperrt letzterer nun beim weiteren Rückwärtsgange diese Kanäle 4 und 5 ab, so kommen die Kanäle 5 und 7 in den ausgedrehten Raum des Arbeitskolbens und die linke Fläche des Steuerkolbens wird entlastet. Der Ueberdruck zur Bewegung des letzteren nach links stellt sich nun dadurch her, daß aus dem mit *b* bezeichneten Teile des Schieberkastens Betriebsluft in den Raum *f* tritt und zwar durch eine sehr flache Furche, welche in der Führungsfläche des Steuerkolbens hergestellt ist. Eine solche Furche ist auch im linken Teile des Schieberkastens vorhanden, sodaß also aus *b* auch nach *e* Betriebsluft gewissermaßen durchsickern kann, wenn der Steuerkolben die entgegengesetzte Stellung einnimmt und er nach rechts bewegt werden soll.

Infolge der beschriebenen Dispositionen ist bei dieser Maschine kein sogenannter toter Punkt in dem Steuermechanismus vorhanden, da stets eine der beiden äußeren Flächen des Steuerkolbens entlastet ist.

2. Die Ingangsetzung des Steuermechanismus ist nur vom Rückgang des Arbeitskolbens abhängig.

Hierher gehören die Maschinen von Dubois u. François und von Guénez. Beide unterscheiden sich im wesentlichen nur dadurch, daß bei ersterer der Schieberkasten auf, bei letzterer dagegen hinter dem Schlagcylinder angebracht ist.

Maschine von Dubois u. François. Der Steuerkolben dieser in Fig. 1, Taf. XIII, im Längsschnitt dargestellten Maschine ist so geformt, daß er nach links getrieben wird, wenn seine äußere rechte Fläche unter demselben Drucke der motorischen Luft steht wie der im Schieberkasten befindliche Kolbenteil. Der rechte Teil des Kolbens ist nun rechtwinkelig durchbohrt, wodurch die im Schieberkasten befindliche Betriebsluft Zutritt hinter die rechte äußere Fläche des Steuerkolbens findet.

Der Durchmesser dieser Durchbohrung ist so bemessen, daß die motorische Luft gerade so lange Zeit gebraucht, um hinter der rechten äußeren Fläche des Steuerkolbens zur vollen Druckäußerung zu gelangen, als der Arbeitskolben Zeit zum vollen Vorwärtsgange nötig hat. Nach Ablauf dieser Zeit, also nach vollendetem Hube, wird wegen der angedeuteten Querschnittsverhältnisse der Steuerkolben nach links bewegt.

Nach erfolgter Umsteuerung geht der Arbeitskolben rückwärts und schlägt dabei der an der Kolbenstange befindliche Wulst *e* kurz vor vollendetem Hube gegen die Klinke *w*, wodurch ein Ventil geöffnet wird, das die hinter der rechten äußeren Fläche des Arbeitskolbens befindliche Betriebsluft entweichen läßt. Diese Fläche wird dann also entlastet. Es kommt nun der Druck der motorischen Luft im Schieberkasten auf den Steuerkolben zur Geltung, dieser wird nach rechts

bewegt und steuert um. Bei dem nun stattfindenden Vorwärtsgange des Steuerkolbens fällt die Klinke *w* wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück und das gedachte Ventil wird durch eine Spiralfeder zgedrückt, sodaß sich nun wieder Betriebsluft hinter der rechten äußeren Fläche des Steuerkolbens ansammeln kann.

Soll der beschriebene Steuermechanismus gehörig funktionieren, so muß zwischen der Spindel des geschlossenen Ventils und dem vertikalen Arm der Klinke *w* ein Spielraum von circa 2 mm vorhanden sein; ferner muß sich das Ventil leicht, jedoch dicht schließen und darf die Feder nicht zu stark gespannt sein.

Die Geschwindigkeit des Arbeitskolbens hängt lediglich von der Größe der Durchbohrung des Steuerkolbens ab. Je größer dieselbe ist, desto größer ist auch bei gleichbleibender Spannung der motorischen Luft die Zahl der Hübe. In der Regel hat die betreffende Durchbohrung einen Durchmesser von 2,5 mm.

Bei der Maschine von Guénez ist ebenfalls, wie bei der Maschine von Dubois u. François, ein durchbohrter Steuerkolben *ae*, siehe Fig. 21, Taf. XIV, vorhanden, der in ganz ähnlicher Weise wie der Steuerkolben in jener Maschine entlastet wird.

Charakteristisch für die Guénez'sche Maschine ist noch der Umstand, daß vom Schieberkasten *m* aus ununterbrochen motorische Luft auf die vordere ringförmige Fläche des Arbeitskolbens wirkt und zwar durch die zwei Kanäle *nt*.

In der in Fig. 21 gezeichneten Stellung geht der Arbeitskolben rückwärts, da seine hintere Fläche entlastet ist, denn dieselbe kommuniziert durch die Wege *p* und *r* mit der Atmosphäre. Bei Vollendung seines Hubes stößt nun der in den Arbeitskolben eingelassene Puffer *k* gegen die Kolbenstange *e* des Steuerkolbens; dieser geht nach links, der Schieber *f* überdeckt den Ausweg *r* zur Atmosphäre, während Betriebsluft durch den Weg *p q* in den Schlageylinder hinter den Arbeitskolben strömt. Dieser geht nun vorwärts, da seine hintere Fläche größer ist als die vordere.

Während des Vorganges des Arbeitskolbens muß der Schieber nun wieder in die in Fig. 21 gezeichnete Stellung zurückkehren. Dies geschieht auf folgende Weise: Durch die kapillare Durchbohrung *d* in der Wandung des linken hohlen Teiles des Steuerkolbens tritt komprimierte Luft aus dem Schieberkasten hinter die linke äußere Fläche desselben und treibt ihn nach rechts, da diese Fläche größer ist als die im Schieberkasten dem Drucke ausgesetzte Kolbenfläche. Ist der Schieber nun in die in der Figur gezeichnete Lage gekommen, so kommuniziert eine zweite Durchbohrung *h* des hinteren Steuerkolbenteiles mit der Durchbohrung *g* des Führungscylinders für letzteren. Die in *a* enthaltene Betriebsluft kann dann entweichen. Bei erneutem Anstoß des Arbeitskolbens gegen den Steuerkolben setzt dieser mithin seiner Bewegung nach links nur Reibungswiderstand entgegen.

Die Oeffnung *i* dient dazu, Ansammlung von Luft hinter der rechten ringförmigen Fläche des Steuerkolbens zu verhindern.

Um den Anprall des Arbeitskolbens gegen die Stange *c* des Steuerkolbens elastisch zu machen, kann durch eine in Fig. 21 angedeutete Oeffnung stets komprimierte Luft hinter den im Arbeitskolben verschiebbaren Puffer *k* treten.

Die Maschine von Guénez zeichnet sich dadurch aus, daß bei ihr alle Steuerungsorgane völlig geschützt liegen und die Zahl der einzelnen Teile des Steuermechanismus aufs äußerste reduziert ist. Als ein Mangel der Maschine ist es

anzusehen, daß die Steuerung nicht von Hand in Funktion gesetzt werden kann, was zur Aufhebung von Meißelklemmungen erwünscht ist.

b. *Maschinen ohne besonderen Steuerungsschieber.*

§ 63. Der Arbeitskolben dient als Steuerungsschieber. Die schieberlosen Maschinen zeichnen sich durch die größte überhaupt erreichbare Einfachheit aus, denn sie bestehen nur aus zwei wesentlichen Teilen zur Hervorbringung einer stoßenden Bewegung, aus dem Cylinder und dem Arbeitskolben mit Kolbenstange.

Es kommen hier besonders vier Maschinen in Frage, nämlich die von Darlington, Neill, Reynold und Darlington-Blanzy. Diese unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß bei der Maschine von Darlington die vordere, bei der Maschine von Neill die hintere Kolbenfläche fortwährend unter dem Drucke der Betriebsluft steht, während bei den Maschinen von Darlington-Blanzy und von Reynold abwechselnd die vordere und hintere Kolbenfläche unter Druck kommen.

Maschine von Darlington. Die Betriebsluft tritt konstant am vorderen Cylinderrande ein, wie aus Fig. 11, Taf. XIII, ersichtlich ist. Beim Anlassen der Maschine ist die hintere Fläche des Arbeitskolbens entlastet und derselbe geht rückwärts, bis er den Kanal *a* frei legt. Die motorische Luft tritt dann durch diesen Kanal hinter den Arbeitskolben, um diesen vorwärts zu treiben und zwar so lange, bis die in die innere Cylinderwandung eingedrehte Nut *e*, welche mit der Atmosphäre kommuniziert, frei gemacht wird. Der hierdurch auf der hinteren Fläche entlastete Arbeitskolben geht dann wieder zurück.

Die Ein- und Austrittsöffnungen für die Betriebsluft und der Kanal *a* sind so angeordnet, daß mit einem gewissen Expansionsgrade gearbeitet wird und sich über und unter dem Kolben Luftkissen bilden, welche sein Anschlagen am Boden und Deckel verhindern.

Fig. 13 u.14.

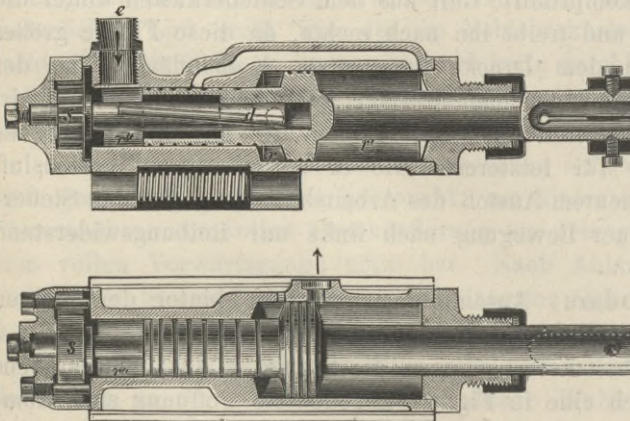


Fig. 15.

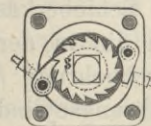
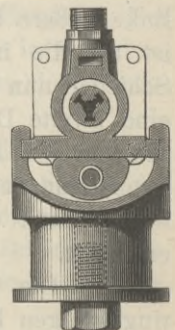


Fig. 16.



Maschine von W. L. Neill. Die motorische Luft strömt, wie in vorstehenden Figuren angegeben, durch den Rohransatz *e* in den hinteren engeren Teil *r* des Schlagcylinders fortwährend ein und treibt beim Beginn der Arbeit den

Arbeitskolben unter vollem Druck so lange vor, bis derjenige Kanal frei gelegt wird, welcher den engen mit dem weiten Cylinderteil verbindet. In diesem Moment hat der Bohrer den Schlag geführt und die jetzt auch in den Raum r' tretende Luft treibt den Arbeitskolben rückwärts; da seine vordere Ringfläche noch einmal so groß ist als die hintere Fläche im Raume r'' .

Der Rückwärtsgang des Kolbens dauert so lange, bis derselbe die Austrittsöffnung der Betriebsluft in die Atmosphäre frei legt, wodurch seine Vorderfläche entlastet und er wieder vorwärts getrieben wird. Der Raum r des Cylinders kommuniziert durch eine kleine Oeffnung stets mit der Atmosphäre.

Die Maschine von Reynold, siehe Fig. 14, Taf. XIII, besitzt im Gegensatz zu den Maschinen von Darlington und Neill zur Verteilung der Betriebsluft zwei mit e bezeichnete Wege. Der Arbeitskolben k ist bei a ausgedreht, wodurch zwei Innen- und zwei Außenkanten entstehen. Erstere öffnen und schließen abwechselnd die Wege ee , leiten also die treibende Luft vor oder hinter den Kolben, während die Außenkanten auf entgegengesetzter Seite die Ausströmungskanäle oo frei legen.

In Fig. 14, Taf. XIII, steht der Kolben gerade auf dem toten Punkte, d. h. es sind sowohl die Eintritts- als auch die Austrittskanäle geschlossen. Ueber diesen toten Punkt muß die lebendige Kraft dem Kolben hinweghelfen. Die Bedeutung des noch vorhandenen Kanales a wird später angegeben werden; siehe folgende Seite.

Maschine Darlington-Blanzky. Diese in den Werkstätten der Gruben von Blanzky konstruirte Maschine ist in Fig. 9 und 10 auf Taf. XIII abgebildet. Ueber den Arbeitskolben ist eine Röhre geschoben, die in der Mitte durch ersteren dicht abgeschlossen wird. Zu beiden Seiten des Kolbens ist die Röhre von Löchern o durchbohrt, welche der motorischen Luft den Zutritt vor und hinter den Kolben, sowie ihren Austritt aus dem Cylinder ermöglichen. Ferner sind vier mit n bezeichnete Austrittsöffnungen im Cylinder angebracht und acht mit a und b bezeichnete Eintrittsöffnungen. Letztere führen vom Cylinder in eine auf diesem befindliche Kammer.

Der Kammer wird die Betriebsluft in der in Fig. 9 angedeuteten Weise zugeführt. Sie tritt, bei der gezeichneten Stellung des Kolbens, durch die Oeffnungen b und e hinter den Kolben und treibt diesen vorwärts; hat er seinen größten Hub ausgeführt, so korrespondiren die hinter dem Kolben befindlichen Oeffnungen o mit den Austrittsöffnungen n , während die Eintrittsöffnungen b durch die Röhre geschlossen gehalten werden. Der Kolben wird sich also rückwärts bewegen.

Die Umsetzung bei den Bohrmaschinen der II. Klasse.

Die Umsetzung erfolgt hier stets automatisch und zwar unter Mitwirkung der Betriebsluft oder ohne dieselbe.

a. Die Betriebsluft wird zum Umsetzen benützt.

Das Umsetzen geschieht hier wie bei den Maschinen der I. Klasse mittels eines Schaltwerkes, welches entweder mit Drallzügen oder mit Schubklinke funktioniert.

§ 64. Umsetzen durch Schaltwerk mit Drallzügen. Die Drallzüge (steil schraubenförmige Windungen) befinden sich stets an einem Dorn. Ueber die

Wirkungsweise dieser Umsetzungsmechanismen gilt das S. 191, 192 bereits oben Gesagte. Eigentümlich ist die Verwendung der Betriebsluft für das Umsetzen bei der Maschine von Reynold.

Wie aus Fig. 14, Taf. XIII, ersichtlich, sitzt die Drallspindel d an einer Scheibe s , die genau am hinteren Cylinderdeckel eingeschliffen ist und sich etwas vor- und rückwärts bewegen kann. Hinter diese Scheibe, die das Schaltrad von ähnlichen Mechanismen vertritt, drückt beständig, durch den Kanal a eintretend, komprimierte Luft und verhindert die Scheibe, sich zu drehen, wenn der Kolben rückwärts geht, da dann gegen die vordere Fläche derselben kein Druck wirkt. Mithin wird sich der Kolben beim Rückgange drehen müssen. Beim Vorgange desselben drückt auf die vordere Fläche der Scheibe s ebenfalls Betriebsluft, dieselbe wird entlastet und muß sich deshalb, wenn der Kolben rückwärts geht, drehen, während dieser sich geradlinig bewegt.

Die beschriebene Vorrichtung erübrigt nun zwar die Sperrklinke, sie läßt aber nicht zu, den Umsetzungswinkel scharf zu begrenzen und wird dieser Nachteil durch die ungewohnte Einfachheit des Mechanismus nicht aufgehoben.

Maschine von Schram. Das Schaltrad dieser Maschine ist in Fig. 5 und 8, Taf. XIV, angegeben und mit r bezeichnet, der vierkantige gewundene Dorn mit d . Ueber dem Sperrhaken w befindet sich der Schaltkolben g . Die dem ersteren abgewandte Fläche des letzteren steht unter dem steten Druck der motorischen Luft, da diese durch den Kanal y aus dem Schieberkasten direkt zugeleitet wird. Die andere Fläche des Schaltkolbens kommt ebenfalls unter den Druck der Betriebsluft, wenn der Arbeitskolben vorwärts geht; es tritt dieselbe dann durch die Oeffnungen der den Cylinder hinten abschließenden Scheibe zur unteren Fläche des Schaltkolbens. Dieser wird hierdurch entlastet, folglich auch der Sperrhaken frei und das Sperrrad kann sich drehen.

Geht der Arbeitskolben hingegen rückwärts, so kommt die untere Fläche des Schaltkolbens unter Atmosphärendruck, wie aus der in Fig. 5 gezeichneten Schieberstellung folgt, und der Schaltkolben wird auf den Sperrhaken gedrückt; dieser hält also das Sperrrad fest.

Maschine von Frölich. Die mit der Drallspindel verbundene Schaltscheibe s , Fig. 32, Taf. XIV, steht mit einer zweiten gezahnten Scheibe s in Eingriff, welche mit dem K öl b c h e n m verbunden ist. Eine Nase c verhindert die Scheibe s , sich zu drehen. Gegen das K öl b c h e n m drückt fortwährend Luft, welche durch den in Fig. 32 und 34 angegebenen, mit 9 bezeichneten Kanal Zutritt.

Die Scheibe s_1 wird sich nun über die Zähne der Scheibe s frei hinweg drehen können, wenn beide Scheiben unter gleichem Drucke der Betriebsluft stehen. Dies ist der Fall beim Vorwärtsgang des Arbeitskolbens. Es drückt nämlich die dann hinter letzterem befindliche Luft ebenso stark auf die Scheibe s_1 , wie die durch den Kanal 9 zuströmende Luft auf das K öl b c h e n m .

Beim Rückgang des Arbeitskolbens kommt die Scheibe s_1 unter den Druck der Atmosphäre, da der Schieber dann die Kanäle 1 und 2 überdeckt; sie wird mithin durch die unter Druck stehende Scheibe s festgehalten.

§ 65. **Schaltwerke mit Schubklinken.** Die Schubklinke wird direkt oder indirekt durch die motorische Luft hin und her bewegt. Dieser früher mehr als gegenwärtig verbreitete Mechanismus findet sich unter den in Gebrauch stehenden Bohrmaschinen nur noch bei der Maschine von Dubois u. François.

Das Schaltrad dieser Maschine ist in Fig. 1 und 3, Taf. XIII, mit s bezeichnet, die Schubklinke mit x . Diese sitzt an dem Hebel h , der auf die über die ganze Maschine hinweggehende Stange u gekeilt ist. Das Schaltrad greift mit zwei Nasen c in entsprechende, geradlinig verlaufende Nuten der verlängerten Kolbenstange. Durch schwingende Bewegung des Hebels h wird das Schaltrad je um einen Zahn gedreht. Das Zurückgehen des letzteren verhindert, wie Fig. 3 verdeutlicht, eine Sperrklinke, die durch ein Gummiband zugleich mit der Schubklinke an das Schaltrad gedrückt wird. Die schwingende Bewegung des Hebels h wird mittels der in g , f und d gelagerten Stange u bewirkt, auf welche zwei in Fig. 2 und 4 mit q und r bezeichnete nasenartige Hebel gekeilt sind; diese werden durch zwei Schaltkolben auf und nieder bewegt.

Zu diesem Zwecke sind die Cylinder, in denen die Schaltkolben auf und nieder gehen, mit den Luftkanälen zum Schlagcylinder durch je eine Durchbohrung in Verbindung gesetzt, sodaß abwechselnd unter den einen und unter den andern Schaltkolben gepreßte Luft tritt und diesen hebt.

Zum Niedergang wird jeder Kolben durch den Aufgang des andern gezwungen, da, wenn der eine nasenartige Hebel hoch geht, der andere niedergehen muß. Die gedachten Durchbohrungen sind in Fig. 1 als zwei kleine Kreise in den Einströmungskanälen zum Schlagcylinder angegeben; in Fig. 4 kommt ferner der unter den rechten Schaltkolben führende Kanal zur Darstellung.

Die Einrichtung funktioniert in der Weise, daß der Hebel h sich niederwärts bewegt, wenn der Arbeitskolben rückwärts geht. Der Umstand, daß der beschriebene Umsetzungsmechanismus unabhängig von der Kolbenbewegung wirkt, ist der Grund, weshalb er nie versagt. Hierin ist eine gewisse Ueberlegenheit der Maschine Dubois u. François andern Maschinen gegenüber begründet, der ihre weite Verbreitung entspricht.

Man hat versucht, den allerdings nicht ganz einfachen Umsetzungsmechanismus durch einfachere Schaltwerke zu ersetzen, doch ohne Erfolg, da die so vereinfachten Maschinen bei dem veränderlichen Hube des Kolbens, den man wegen des Vorschubes von Hand nicht gern aufgeben wollte, nicht sicher umsetzten.

Eine derartige vereinfachte Maschine ist den Erfindern Dubois u. François im Jahre 1877 patentirt worden. Ferner hatte der Ingenieur L. Daumont von der Gesellschaft Anzin eine Umsetzungsrichtung mit Schaltwerk für die in Rede stehende Maschine konstruirt⁴⁹⁾.

b. Umsetzung ohne direkte Mitwirkung der Betriebsluft.

§ 66. Schaltwerke mit Drallzügen. Wie bei der I. Klasse der Stoßbohrmaschinen ist auch bei der II. Klasse dieser Umsetzungsmechanismus der gebräuchlichste.

⁴⁹⁾ Vergl. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. VII. S. 388.

a) Die Wirksamkeit des Schaltwerkes beruht auf der Reibung zwischen Arbeitskolben und Cylinderwandung.

1) Schaltwerke ohne Dorn.

Maschine von Ferroux. Die Kolbenstange dieser Maschine besitzt, wie aus Fig. 15 und 18, Taf. XIII, ersichtlich, zwei gewundene Nuten n , in welche die Nasen des im hinteren Teile des Cylinders angebrachten Schaltrades passen. Die Anordnung der Sperrklinke ist aus Fig. 18 ersichtlich.

Maschine von Guénez. Die Kolbenstange ist in ihrem vorderen Teile mit einer schraubenförmig gewundenen Nut versehen, wie aus Fig. 21, Taf. XIV, hervorgeht. Das mit s bezeichnete Sperrrad wird durch eine in der Figur nicht sichtbare Sperrklinke festgehalten.

2) Schaltungen mit Dorn.

Maschine von Darlington. Aus Fig. 11 und 13, Taf. XIII, ist der Umsetzungsmechanismus sofort verständlich. s bezeichnet das mit dem Dorne fest verbundene Sperrrad, in dessen Zähne zwei Sperrkegel einfallen, welche je durch eine Spiralfeder angedrückt werden. Der Dorn besitzt drei Drallzüge.

Maschine „Eclipse“. Das Sperrrad ist in Fig. 9, Taf. XIV, mit i , der zugehörige, mit mehreren Drallzügen versehene Dorn mit h bezeichnet.

Maschine von Jäger. Der mit nur einem Drallzuge versehene Dorn dieser Maschine ist in Fig. 15 und 18, Taf. XIV, mit g , das Sperrrad mit t , der Sperrhaken mit x bezeichnet.

β) Die Wirksamkeit des Schaltwerkes ist von der Kolbenreibung unabhängig.

Maschine von Broßmann. Diese Maschine ist mit einem Schaltwerk versehen, welches, wie aus Fig. 1, 3 und 4, Taf. XIV, ersichtlich, aus einem weder gewundenen, noch mit Zügen versehenen vierkantigen Dorne e nebst dem Sperrrade q und aus einer gewundenen Kolbenstange a nebst Sperrrad i besteht. Geht der Kolben vorwärts, so wird er durch den vom Sperrade q festgehaltenen Dorn geradlinig geführt, während das vordere Sperrrad i sich wegen der gewundenen Kolbenstange drehen muß. Beim Rückwärtsgange des Kolbens wird das Sperrrad i festgehalten, ersterer dreht sich und mit ihm auch der Dorn und das Sperrrad q .

§ 67. Schaltwerke mit Schubklinken. Maschine Darlington-Blanzy. Eine ganz eigenartige Bewegung erhält das Sperrrad mittels einer Schubklinke in der Maschine Darlington-Blanzy. Wie aus Fig. 9 und 10, Taf. XIII, hervorgeht, ist das Sperrrad s auf dem Kolben befestigt und kann sich mit diesem drehen. Das Sperrrad ist mit einer Hülse umgeben, welche in einer Vertiefung den durch zwei Federn vorgedrückten Sperrkegel aufnimmt. Dem Sperrkegel ungefähr diametral gegenüber ist an der Außenseite der Hülse eine Nase angebracht, welche ein um einen außerhalb des Cylinders liegenden Festpunkt drehbarer Hebel umfaßt. Dieser Hebel kann nur in der Horizontalebene hin und her schwingen.

Die Länge des Hebels und die Anordnung seines Drehpunktes sind so bemessen, daß in der äußersten Rückwärtsstellung des Kolbens der Hebel normal zur Kolbenstange steht.

Wenn der Kolben vorwärts geht, bleibt die Nase der Hülse stets in derselben Entfernung vom Drehpunkt des Hebels; sie wird sich also der Axe der Maschine erst nähern, dann sich aber nach der entgegengesetzten Seite hin mehr oder weniger von dieser entfernen, je nachdem der Kolben einen größeren oder kleineren Hub macht. Da nun die Hülse an der Bewegung der Nase teilnimmt, der Sperrhaken aber verhindert, daß sie sich um das Sperrrad dreht, so muß letzteres sich drehen und mit ihm der Kolben.

Der beschriebene Umsetzungsmechanismus funktioniert nur beim Vorwärtsgang des Arbeitskolbens. Derselbe dürfte leicht dahin abzuändern sein, daß er beim Kolbenrückgang in Wirksamkeit tritt; es wäre dazu nur nötig, den Hebel normal zur äußersten Vorwärtsstellung des Kolbens anzuordnen.

Vorschub der Maschinen der II. Klasse.

Der Vorschub geschieht meistens automatisch und zwar direkt oder indirekt durch die Betriebsluft oder ohne deren Einwirkung.

§ 68. Die direkte Benutzung der Betriebsluft findet sich bei allen von Ferroux konstruirten Maschinen und so auch bei dem sogenannten Modell III; siehe Fig. 15—18, Taf. XIII.

Die Maschine ist fest mit dem Rohre *b* verbunden, auf dessen hinterem Ende ein Kolben sitzt, der genau in den sogenannten Vorschubcylinder *c* paßt. Da durch die Oeffnung *g* komprimierte Luft zum Betriebe der Maschine einströmt, so steht der Kolben der Röhre *b* konstant unter Druck und würde der Schlagecylinder vorgeschoben werden, wenn keine Arretirung vorhanden wäre. Dieselbe besteht in einer zweiarmigen Klinke *h*, welche in die Sperrzähne der beiden Führungsstangen *a* des Rahmens eingreift, wie dies besonders auch aus dem Grundrisse der auf einem Wagengestell montirten Maschine in Fig. 20, Taf. XIII, hervorgeht.

Soll der Schlagecylinder vorrücken, so muß die Klinke *h* gehoben werden, bis sie außer Eingriff mit den Zähnen der Führungsstangen kommt. Dieses Heben geschieht auf folgende Weise: Die Klinke *h* sitzt auf einem zweiarmigen Hebel, dessen rechter Arm noch einen Frosch *i* trägt, während der linke Arm *v* in der in Fig. 15 gezeichneten Stellung von einem Schaltkolben *p* nach oben gedrückt wird. Unter diesen Kolben tritt fortwährend komprimierte Luft durch einen Kanal, der mit dem Rohre *b* kommuniziert, in den Figuren jedoch nicht angegeben ist. Hat nun der Bohrer das Loch um so viel vertieft, als die Breite eines Zahnes der Führungsstangen *a* ausmacht, so schlägt die abgeschrägte Kante des stärkeren Teiles der Kolbenstange gegen den Frosch *i*, hebt diesen und löst somit die Klinke *h* aus. Der Druck der Betriebsluft auf den Kolben im Vorschubcylinder *c* kommt nun zur Geltung und schiebt den Schlagecylinder vor.

Die Größe dieses Vorschubes ist genau begrenzt, denn in dem Moment, wo der Schlagecylinder vorrückt, kommt auch der Frosch *i* von der Kolbenstange ab und der Druck unter dem Schaltkolben *p* treibt die Klinke *h* wieder nieder, die dann in die nächste zurtückliegende Zahnücke der Stangen *a* fällt und den Cylinder festlegt.

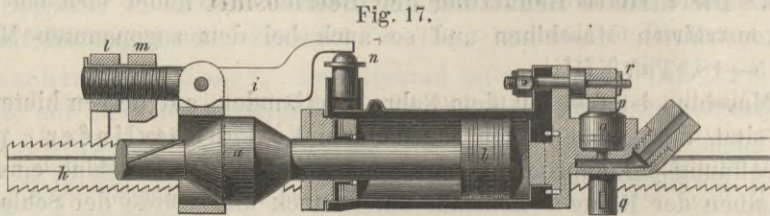
Damit der Cylinder infolge des vom Bohrer geführten Schlages nicht rückwärts getrieben werde, ist folgende Einrichtung getroffen worden: Die unteren Seiten der Führungsstangen *a* sind, wie dies am deutlichsten aus Fig. 19,

Taf. XIII, hervorgeht, ebenfalls auf eine gewisse Länge, aber in entgegengesetztem Sinne gezahnt. In diese unteren Zähne greift eine an dem Bügel *r* befestigte Klinke *n* ein, denn dieser Bügel wird durch einen kleinen Kolben *e* fortwährend nach oben gedrückt. Die Kraft, welche dies bewirkt, übt ebenfalls die Betriebsluft aus, indem sie, wie besonders aus Fig. 15 ersichtlich ist, aus dem Rohre *b* durch eine kleine Oeffnung ununterbrochen unter das K öl b c h e n *e* tritt.

Den Vorschub des Schlagecyinders beeinträchtigt der oben beschriebene Mechanismus nicht, denn der Druck der Luft unter dem K öl b c h e n *e* reicht nicht hin, das Ueberschnappen der Klinke *n* in die nächstfolgende Zahn l ü c k e zu verhindern in dem Moment, wo die vordere Klinke *h* ausgelöst ist.

Sehr einfach und schnell findet bei dieser Maschine der Rückgang des Cylinders statt. Nach Abstellung der Betriebsluft drückt man durch einen leichten Schlag den Bügel *r* nieder und zieht den nun frei gewordenen Cylinder von Hand zurück.

Ein sehr einfaches System des Vorschubes wurde bei den im Tunnel des Monte Cenere angewandten Bohrmaschinen versucht, wie beistehender Holzschnitt



zeigt, in welchem alles andere nicht zum Vorschubmechanismus Gehörige fortgelassen ist.

Der Schlageylinder wird ebenso wie bei der Ferroux'schen Maschine zwischen zwei gezahnten Stangen *h* geführt. Ferner ist der Mechanismus zum Feststellen des Cylinders ebenso eingerichtet wie bei der Maschine von Ferroux. Stößt nun der Wulst *a* beim größten möglichen Hube gegen den Frosch *m* und hebt diesen, so wird auch die gabel fö r m i g e Klinke *h* ausgelöst. In demselben Augenblicke strömt auch die Betriebsluft vor den Arbeitskolben. Da nun die Masse des Schlagecyinders kleiner ist als die von Arbeitskolben mit Kolbenstange und Bohrstange, so wird der Cylinder vorrücken und nicht der Kolben, welcher zurückgeht. Da dann auch der Wulst *a* vom Anschlag-Frosch *m* abkommt, so drückt der Schaltkolben *n* die Klinke wieder zwischen die Zähne der Führungsstangen.

Durch die beschriebene Anordnung wird die Maschine um die ganze Länge des Rohres, in welchem sich bei der Ferroux'schen Maschine der Vorschubkolben bewegt, kürzer.

Zu bemerken bleibt noch, daß bei der abgebildeten Maschine das Sperrrad für den Umsetzungsmechanismus in das vordere Rahmenstück, ähnlich wie bei der Maschine von Dubois u. François, verlegt ist.

Das Zurückziehen der Maschine wird einfach in der Weise bewirkt, daß man mittels des exzentrischen Hebels *r* den Bügel *p*, folglich auch die Sperrklinke *q* niederdrückt und die Maschine weiter arbeiten läßt. Bei jedem Schlage wird der Cylinder so lange zurückgehen, bis man die Sperrklinke *q* wieder einrückt.

Der soeben beschriebene höchst einfache Vorschubmechanismus ist auch an der Welker'schen Maschine vorhanden⁵⁰⁾.

§ 69. Die Betriebsluft wirkt indirekt auf den Vorschubmechanismus.

1. Die Bewegungsübertragung geschieht mittels einer kleinen Hilfsmaschine. Eine Hilfsmaschine zum Betriebe des Vorschubmechanismus befindet sich an der Bohrmaschine von Sommeiller; es ist derselbe kleine Apparat, von dem bereits bei der Umsetzungsrichtung dieser Maschine die Rede war. Da der Vorschubmechanismus der letzteren durch zweckmäßigere Mechanismen überholt worden ist und man besondere Hilfsmaschinen bei Bohrmaschinen kaum noch je anwenden dürfte, so darf von einem näheren Eingehen auf den Vorschub der Sommeiller'schen Maschine Abstand genommen und auf die im Litteraturverzeichnis angegebenen Quellen verwiesen werden.

2. Bewegungsübertragung mittels Schaltkolben. Während bei den Maschinen der I. Klasse der automatische Vorschub in der Weise geschieht, daß entweder die Vorschubmutter oder die Vorschubspindel bewegt wird, kommt für diesen Zweck bei den Maschinen der II. Klasse nur die Drehung der Vorschubmutter in Frage.

Maschine von Jäger. Wie aus Fig. 15 und 18, Taf. XIV, hervorgeht, sitzt auf der Vorschubmutter *m* ein Schaltrad *s*, in welches die Schubklinke *d* eingreift. Letztere ist mit dem Hebel *c* fest verbunden, der auf das eine Ende einer Welle *b* gekeilt ist, deren anderes Ende den in Fig. 15 und 17 angegebenen Hebel *a* trägt. Die Welle *b* findet ihre Führung in einer Bohrung der Cylinderwandung.

Wird nun der Hebel *a* gehoben, so hebt sich auch der Hebel *c*, wobei die Schubklinke in die nächste, nach Fig. 18 rechte Zahnflanke des Schaltrades *s* kommt. Wird dann der Hebel *a* niedergedrückt, so geht auch der Hebel *c* nieder und die Schubklinke dreht das Schaltrad um einen Zahn nach links, mithin auch die Vorschubmutter, und die Maschine wird vorrücken. Die Aufwärtsbewegung des im Cylinder liegenden Hebels besorgt nun der an der Kolbenstange befindliche Wulst *e*, wenn das Bohrloch so weit vertieft ist, daß der Arbeitskolben seinen größten Hub machen muß.

Das Niederdrücken des Hebels *a* vermittelt die Betriebsluft, welche auf ein Kößchen wirkt, das sich in dem Cylinder *g* auf und nieder bewegen kann. Die Kolbenstange dieses Kößchens drückt direkt auf den Hebel *a*, wie aus Fig. 17 ersichtlich ist.

Das Kößchen steht während des Ganges der Maschine ununterbrochen unter dem Drucke der Betriebsluft, da diese direkt von ihrer Eintrittsöffnung in die Maschine durch die Kanäle *6*, *9* und *h* in den oberen Raum des kleinen Cylinders *g* gelangt.

Den Rückgang der Maschine bewirkt man durch Drehen an einer Kurbel, welche auf das hintere, in den Figuren nicht angegebene Ende der Vorschubspindel gesteckt wird. Hierbei muß dann natürlich die Schubklinke *d* gehoben werden.

Die Kurbel kann übrigens auch dazu benutzt werden, den Vorschub der Maschine von Hand zu besorgen.

⁵⁰⁾ Der beschriebene Vorschubmechanismus befindet sich auch an der dem Civilingenieur Fritz Marti in Winterthur patentirten Bohrmaschine (D. R. P. No. 13 566; auch abgebildet in Glaser's Annalen. 1881. Bd. 9. S. 8), die im übrigen durchaus der Maschine von Mac-Kean u. Séguin gleicht.

Bei der Maschine von Frölich ist, wie bei der Jäger'schen Maschine, ein kleiner Schalteylinder vorhanden, der aber nicht wie bei letzterer auf dem vorderen, sondern auf dem hinteren Ende des Schlagezylinders sitzt, wie Fig. 32, Taf. XIV, zeigt.

In diesem mit p bezeichneten Schalteylinder kann sich ein Schaltkolben q bewegen, dessen Kolbenstange die Schubklinke trägt. Letztere dreht das auf der Vorschubmutter sitzende Schaltrad n beim Niedergang des Schaltkolbens; beim Rückgange hingegen verhindert ein Sperrhaken die Drehung des Schaltrades in entgegengesetzter Richtung.

Die untere ringförmige Fläche des Schaltkolbens steht fortwährend unter dem Druck der Betriebsluft, da diese durch den Kanal 9 direkt aus dem Schieberkasten zuströmt. Um den Schaltkolben nun auf und nieder zu bewegen, wird die obere Kolbenfläche abwechselnd entlastet und unter Druck gebracht. Dies geschieht auf folgende Weise:

Zur oberen Kolbenfläche führt, wie aus Fig. 33 ersichtlich, ein mit 4 bezeichneter Kanal, welcher von der Führung der Kolbenstange im vorderen Cylinderdeckel ausgeht und dort mit einer in die Führungsflächen gedrehten, in Fig. 32 angegebenen Nut kommuniziert. Ferner ist die Kolbenstange in dem mit r bezeichneten Teile ebenfalls so weit ausgedreht, daß, wenn der Kolben genügend weit vorgegangen ist, dieser Raum r eine Verbindung zwischen der gedachten Nut und dem vorderen Raum des Schlagezylinders herstellt.

Dieser Zustand tritt nun ein, wenn das Bohrloch so weit vertieft worden ist, daß der Arbeitskolben seinen größten Hub vorwärts machen kann. Es wird dann der Kanal 4 bei der gezeichneten Schieberstellung mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt und die obere Fläche des Schaltkolbens entlastet. Dieser geht dann hoch und die Schubklinke faßt einen neuen Zahn. Bei dem hierauf folgenden Kolbenrückgang wird gedachte Nut, folglich auch der Kanal 4, durch einen zweiten mit r_1 bezeichneten ausgedrehten Teil der Kolbenstange ebenfalls mit dem vor dem Kolben befindlichen Cylinderraum in Verbindung gesetzt. Da dieser dann mit Betriebsluft gefüllt ist, so wird letztere auch zum Schaltkolben strömen und denselben niederdrücken, da die obere volle Fläche desselben größer ist als die untere ringförmige. Die Schubklinke muß also den beim Vorwärtsgang gefaßten neuen Zahn des Schaltrades niederdrücken, wodurch die Vorschubmutter gedreht wird und die Maschine vorrückt.

Der Rückgang der Maschine erfolgt, wie bei der Jäger'schen Maschine, durch Drehen an einer auf das hintere Ende der Vorschubmutter geschobenen Kurbel.

§ 70. Der automatische Vorschub wird nicht durch die Betriebsluft bewirkt. Maschine „Eclipse“. Der eigentliche Vorschubmechanismus dieser Maschine hat große Ähnlichkeit mit dem der Jäger'schen Maschine nur mit dem Unterschiede, daß bei ersterer eine Feder die Funktion der Betriebsluft für den Vorschub übernimmt.

Wie bei der Jäger'schen Maschine ist bei der Maschine „Eclipse“ eine lange, in die Cylinderwandung eingelassene Welle m , siehe Fig. 10 und 11, Taf. XIV, vorhanden. Auf dem einen Ende derselben sitzt der Hebel n mit der Schubklinke o , an dem andern, im Cylinder liegenden Ende der Anschlaghebel l . Die leicht auswechselbare Feder 9 drückt den Hebel n mit Schubklinke o stets nieder und

zwar in die Zähne des Schaltrades s , das auf der Vorschubmutter befestigt ist. Gehoben wird der Hebel n jedesmal und zwar so weit, daß die Schubklinke einen neuen Zahn des Sperrades s fassen kann, wenn der Arbeitskolben den Anschlaghebel l bei entsprechender Vertiefung des Bohrloches trifft.

Geht der Arbeitskolben, nachdem er den Anschlaghebel gehoben hat, wieder zurück, so drückt die Feder q den Hebel n mit der Schubklinke nieder und dreht das Schaltrad, also auch die Vorschubmutter um die Höhe des beim Kolbenvorgang gewonnenen Zahnes.

Will man die Maschine von Hand vorschieben, so braucht man nur die Vorschubspindel mittels der in Fig. 9 angegebenen Kurbel zu drehen. Letztere dient auch dazu, den Rückgang der Maschine zu bewerkstelligen, wobei dann nur die Schubklinke o aus dem Eingriff mit dem Schaltrade s gebracht werden muß.

§ 71. Vorschub von Hand. Von den hier noch zu erwähnenden Maschinen sind für Vorschub von Hand eingerichtet die Maschinen von Dubois u. François, Guénez, Schram, Broßmann, Darlington, Darlington-Blanzly, Neill und Reynold. Bei allen diesen Maschinen erfolgt der Vorschub durch Drehen der Vorschubspindel mittels einer Kurbel in der schon mehrfach beschriebenen Weise, die Vorschubmutter ist also fest mit dem Schlageylinder verbunden. Wegen der Einfachheit dieses Mechanismus wird von einer Wiederholung der Beschreibung desselben bei den genannten acht Maschinen hier Abstand genommen.

§ 72. Totales theoretisches Güteverhältnis e der maschinellen Bohrarbeit. Dieses Güteverhältnis besteht aus dem Verhältnis:

$$\frac{\text{am Bohrkopf disponible Arbeit}}{\text{Arbeitsaufwand zum Bohren}} = \frac{L_2}{L} = e_2 \dots \dots \dots 37.$$

und aus dem Verhältnis:

$$\frac{\text{von der Schneide des Bohrers geleistete Arbeit}}{\text{am Bohrkopf disponible Arbeit}} = \frac{L_3}{L_2} = e_3 \dots \dots \dots 38.$$

Nach Analogie der in der Mechanik des Handbohrers gebrauchten Bezeichnungen soll das Verhältnis e_2 der Wirkungsgrad der Uebertragung, das Verhältnis e_3 der Wirkungsgrad der Arbeit des Bohrkopfes genannt werden. Das totale theoretische Güteverhältnis der maschinellen Bohrarbeit ist mithin:

$$e = e_2 \cdot e_3 = \frac{L_2}{L} \cdot \frac{L_3}{L_2} = \frac{L_3}{L} \dots \dots \dots 39.$$

1. Der Wirkungsgrad e_2 der Uebertragung

ist abhängig von dem Verhältnis der hinteren Fläche F_a des Arbeitskolbens zur Summe der hinteren und vorderen Fläche F_b desselben. Man kann nämlich, wenn s den Kolbenhub und p den Ueberdruck der motorischen Luft bedeuten, setzen

$$L_a = p \cdot F_a \cdot s \dots \dots \dots 40.$$

$$L_b = p \cdot F_b \cdot s \dots \dots \dots 41.$$

woraus dann folgt:

$$e_2 = \frac{L_2}{L} = \frac{L_a}{L_a + L_b} = \frac{F_a}{F_a + F_b} \dots \dots \dots 42.$$

Nach der Tabelle schwankt das Verhältnis $\frac{F_a}{F_a + F_b}$, also auch der Wirkungsgrad e_2 der Uebertragung, zwischen 0,43 und 0,71.

Für einmännisches Handbohren war auf Grund der Havrez'schen Versuche dieser Wirkungsgrad zu 0,30 gefunden worden. Die Ueberlegenheit des Maschinenbohrens ist lediglich darin begründet, daß bei letzterem mit Wurfbohrern gearbeitet wird. Bei den Hammermaschinen würde dieser Vorteil entfallen.

Während nun ferner beim Handbohren der hier in Rede stehende Wirkungsgrad keinen nennenswerten Schwankungen unterworfen ist, wenn immer dasselbe Material für das Bohrgezühe verwendet wird, wechselt dieser Wirkungsgrad beim Maschinenbohren mit den Konstruktionsverhältnissen der Maschinen in erheblichem Maße. Will man sich den Vorteil eines hohen Wirkungsgrades der Uebertragung nicht entgehen lassen, so muß man das Verhältnis $F_a : (F_a + F_b)$ möglichst groß machen, was auch bei anerkannt guten Maschinen, z. B. der von Ferroux, der Fall ist.

2. Der Wirkungsgrad e_3 der Arbeit des Bohrkopfes ist für das Maschinenbohren so groß anzunehmen als für das Handbohren. Er war oben ^{50a)} zu 0,53 gefunden worden.

Setzt man nun die im Vorstehenden für e_2 und e_3 ermittelten Werte in die Gleichung:

$$e = e_2 \cdot e_3$$

ein, so findet sich der totale theoretische Wirkungsgrad zu

$$e = 0,22 \text{ bis } 0,37.$$

Theoretisch können also 22—37 % der von der Maschine bei der Hin- und Herbewegung des Kolbens geleisteten Arbeit auf die eigentliche Abtrennungsarbeit verwendet werden, gegen 14—15 % beim Handbohren.

§ 73. Totales praktisches Güteverhältnis e_p des Maschinenbohrens. Dasselbe gibt an, wieviel von der in der Bohrmaschine disponiblen Arbeit wirklich zum Ausbohren, d. h. zum Zertrümmern des Gesteines verwendet wird.

Dieses Verhältnis setzt sich zusammen aus dem Wirkungsgrad ϵ_a der eigentlichen Arbeitsmaschine der Bohrmaschine und aus dem Wirkungsgrad ϵ_o der Betriebsluft. Es ist demnach

$$e_p = \epsilon_a \cdot \epsilon_o \dots \dots \dots 43.$$

1. Wirkungsgrad ϵ_a der Arbeitsmaschine.

Bezeichnet L_c die zum Ausbohren eines ccm Gestein erforderliche Arbeit und A die hierzu von der Maschine wirklich aufgewendete Arbeit, so ist:

$$\epsilon_a = \frac{L_c}{A} \dots \dots \dots 44.$$

Der Wert von L_c läßt sich für jedes Gestein durch Versuche feststellen, zu denen man den schon oben erwähnten von Hausse angegebenen Apparat ⁵¹⁾ anwenden

^{50a)} S. Seite 155.

⁵¹⁾ R. Hausse. Bestimmung der zum Abbohren von Handbohrlöchern nötigen mechanischen Arbeit. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. Bd. 41. S. 313.

kann. Der Wert für A findet sich für jede Bohrmaschine aus ihrem wirklichen Verbrauch V an Betriebsluft. Ist dieser bekannt, so berechnet sich unter der Annahme, daß die komprimierte Luft nur mit Volldruck ausgenutzt wird, die in dem Volumen V enthaltene Arbeit nach der Formel:

$$A = p_a \cdot n \cdot V \left(1 - \frac{1}{n}\right), \dots \dots \dots 45.$$

in welcher p_a den Druck der Atmosphäre in kg pro qm und n die absolute Spannung der komprimierten Luft, in Atmosphären ausgedrückt, bedeuten.

2. Der Wirkungsgrad ϵ_o der Betriebsluft.

Bezeichnet A_o die totale Volldruck- und Expansionsarbeit, welche in der der Bohrmaschine zugeführten komprimierten Luft enthalten ist, A die Volldruckarbeit derselben, so ist:

$$\epsilon_o = \frac{A}{A_o} \dots \dots \dots 46.$$

Nimmt man an, daß die komprimierte Luft zum Betriebe der Bohrmaschine mit einer absoluten Spannung von n Atmosphären arbeite, so ist der Wirkungsgrad der komprimierten Luft:

$$\epsilon_o = \frac{1 - \frac{1}{n}}{\log. \text{ nat. } n} \dots \dots \dots 47.$$

Die Werte von ϵ_o in runden Zahlen sind nachstehend für verschiedene Spannungen der komprimierten Luft zusammengestellt worden.

Absolute Spannung der komprimierten Luft									
in Atmosphären	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
Werte von ϵ_o	0,72	0,69	0,61	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,44.

Mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad der komprimierten Luft ist es also vorteilhafter, mit niedrigen als mit hohen Spannungen zu arbeiten.

§ 74. Beispiel für eine Schram'sche Maschine, Modell I.

Auf Grund der von Hausse⁵²⁾ angestellten Versuche kann man annehmen, daß zum Ausbohren eines cem in Freiburger Gneise bei einem Bohrlochdurchmesser von 37,5 mm eine Arbeitsleistung von 49,5 mkg erforderlich ist. Mit einer Schram'schen Maschine von 73 mm Kolbendurchmesser wurde in diesem Gneise pro Sekunde 0,85 cem ausgebohrt, mithin wirklich beim Ausbohren geleistet

$$0,85 \cdot 49,5 = 42,04 \text{ mkg}$$

pro Sekunde oder

$$\frac{42,04}{75} = 0,56 \text{ Pfkr.}$$

Die Maschine machte bei dieser Arbeit 300 Schläge in der Minute und verbrauchte in dieser Zeit 0,266 cbm Luft von 4,7 Atm. absoluter Spannung. Hiernach berechnet sich die zum Bohren von der Maschine aufgewandte Arbeit zu

$$A = \frac{10333 \cdot 4,7 \cdot 0,266 \left(1 - \frac{1}{4,7}\right)}{60} = 2,2 \text{ Pfkr.}$$

52) Hausse; a. a. O. S 324. — Förster. Kraftbedarf, Leistungen etc. bei den Ortsbetrieben mit hydraulischen und Luftbohrmaschinen, sowie mit Handbohrung auf der Grube Beihilfe Erbstillen. Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1882. S. 26.

Der Wirkungsgrad der Bohrmaschine als Arbeitsmaschine ist mithin:

$$\varepsilon_a = \frac{0,56}{2,2} = 0,25.$$

Von der von der Bohrmaschine wirklich aufgenommenen Volldruckarbeit werden also nur 25% auf die Gesteinszertrümmerung verwendet; 75% jener Arbeit gehen verloren, und zwar wird dieser Verlust verursacht durch die schädlichen Räume, die Luftverluste infolge von Undichtigkeit und die Arbeitsleistungen zur Ueberwindung der Reibungswiderstände, insbesondere auch bei der Bewegung des Umsteuerungs- und Umsetzungsmechanismus.

Da die Schram'sche Maschine mit Luft von 4,7 Atm. absoluter Spannung betrieben wurde, so berechnet sich der Wirkungsgrad der komprimierten Luft im vorliegenden Falle zu

$$\varepsilon_o = 0,51.$$

Das totale praktische Güteverhältnis der Schram'schen Bohrmaschine ist mithin:

$$e_p = 0,25 \cdot 0,51 = 0,13.$$

Von der für die Bohrmaschine disponiblen Arbeit werden also nur 13% nützlich verwendet!

§ 75. Güteverhältniss der Bohrmaschinen als Kraftmaschinen.

Die Nutzleistung der Bohrmaschine als Kraftmaschine wird von dem Verhältnis ε_m abhängen, das zwischen der dem Kolben für seinen Hin- und Hergang erteilten lebendigen Kraft L und der in der motorischen Flüssigkeit konsumierten Arbeit A_o besteht. Man kann daher schreiben

$$\varepsilon_m = \frac{L}{A} \dots \dots \dots 48.$$

Bezeichnet V in cbm den nach den Konstruktionsverhältnissen der Maschine berechneten Verbrauch an komprimierter Luft, welche das am meisten angewandte motorische Mittel ist, so berechnet sich die totale, in dem Volumen V aufgespeicherte Volldruck- und Expansionsarbeit A_o nach der Formel:

$$A_o = p_a \cdot n \cdot Q \cdot \log. \text{ nat. } n, \dots \dots \dots 49.$$

in welcher bedeuten p_a den Druck einer Atmosphäre in kg pro qm und n die Größe der absoluten Spannung der komprimierten Luft, in Atmosphären ausgedrückt.

Die nach der Formel 48 sich ergebende Nutzleistung der Bohrmaschine wird aber nie erreicht, verschiedene Einflüsse ziehen dieselbe vielmehr bedeutend herab.

Zunächst verbrauchen die Bohrmaschinen ein größeres Luftquantum als das sich aus den Konstruktionsverhältnissen derselben ergebende, oben mit V bezeichnete und zwar infolge von schädlichen Räumen und Undichtigkeiten. Dieser Mehrverbrauch an komprimierter Luft sei durch den Koeffizienten ζ ausgedrückt.

Ferner wird auch von der theoretisch berechneten Arbeit zur Kolbenbewegung nur ein Teil auf diese verwendet, der andere Teil dient dazu, die Reibungswiderstände und andere Bewegungshindernisse in der Maschine zu überwinden. Den hierdurch entstehenden Verlust für die nützliche Arbeit der Kolbenbewegung möge der Koeffizient η ausdrücken.

Endlich wird von der Arbeit zur Kolbenbewegung nur diejenige nützlich, also zum Schläge verwendet, welche den Kolben vortreibt. Der Rückgang des Kolbens bedeutet einen nicht unerheblichen Arbeitsverlust, welchen der Koeffizient μ ausdrücken möge.

Unter Berücksichtigung des Mehrverbrauches von komprimierter Luft gegen

den rechnermäßigen und der gedachten Arbeitsverluste wird sich nun die Formel für den Nutzeffekt der Bohrmaschinen schreiben lassen:

$$\varepsilon = \frac{L}{A_0} \cdot \frac{\eta \cdot \mu}{\zeta} \dots \dots \dots 50.$$

§ 76. Werte für die Koeffizienten ζ , η und μ . Ueber dieselben ist sehr wenig Zuverlässiges bekannt.

Für ζ ermittelte Dolezalek⁵³⁾ an der Maschine von Ferrotx (Gotthard-Modell) 1,19 bis 1,22, an der Maschine von Mac-Kean 1,12 bis 1,16. Pernolet⁵⁴⁾ setzt durchweg für $\zeta = 1,25$.

Als Werte von η gibt Dolezalek⁵⁵⁾ nach seinen Versuchen für die Maschinen von Ferroux und Mac-Kean 0,80—0,70 an.

Die Größe des Koeffizienten μ ist allein genau für jede Maschine zu ermitteln. Dieser Koeffizient drückt den oben gedachten „Wirkungsgrad e_2 der Uebertragung“ aus und ist, wie S. 211 ausgeführt wurde, seine Größe abhängig von dem Verhältnisse $F_a : (F_a + F_b)$, das aus der Tabelle VII, S. 180, für jede Maschine entnommen werden kann. Nach der Tabelle schwankt der Wert von μ zwischen 0,43 und 0,71.

§ 77. Beispiele. Als Beispiele sind für die Bohrmaschinen von Dubois u. François und Sachs Werte von ε berechnet und im Nachstehenden mit den Unterlagen für die betreffenden Rechnungen zusammengestellt worden.

	Bohrmaschine von	
	Dubois u. François	Sachs
Absolute Spannung der Luft in Atm. n	3½	4
Berechneter Luftverbrauch pro Kolbenspiel in Litern	1,569	0,642
Zahl der Spiele pro Minute	125	300
Luftverbrauch V pro Minute in cbm	0,196	0,193
Disponibile Arbeit A_0 im Luftquantum V in mkg	8887	11048
Dem Kolben in der Minute mitgeteilte lebendige Kraft L in mkg	4479	5778
Verhältnis $\frac{L}{A_0}$	0,50	0,52
Wert des Koeffizienten ζ	1,20	1,20
- - - η	0,70	0,70
- - - μ	0,65	0,64
Nutzleistung ε	0,148	0,186

Die Nutzleistung beträgt also bei der Maschine von Dubois u. François rund 15%, bei der Sachs'schen Maschine rund 18½%. Für die Maschinen von Ferroux und Mac-Kean ermittelte Dolezalek⁵⁶⁾ eine Nutzleistung von 16%.

§ 78. Art der Betriebskraft. Zum Betriebe von Stoßbohrmaschinen beschriebener Konstruktionen können nur komprimierte Luft und Dampf angewendet werden. Die Benutzung von Druckwasser würde Maschinenkonstruktionen erfordern, bei denen die Entstehung von Stößen während des Betriebes ausgeschlossen sein müßte.

⁵³⁾ C. Dolezalek. Bemerkungen über Bohrmaschinenarbeit im Gotthard-Tunnel. Zeitschr. d. Arch. u. Ingen. Ver. zu Hannover. 1878. Bd. 24, S. 50.

⁵⁴⁾ Pernolet. Mémoire sur l'applications des moyens mécaniques au creusement des puits et des galeries au rocher. Bulletin de la société de l'industrie minérale. Serie 2. Bd. 2. S. 31 und 37.

⁵⁵⁾ Dolezalek; a. a. O. S. 50.

⁵⁶⁾ Dolezalek; a. a. O. S. 51.

Eine für den Betrieb mit unter sehr hohem Druck stehendem Wasser geeignete Stoßbohrmaschine ist von Brandt erbaut worden; mit derselben wurde aber bisher nur versuchsweise, im Jahre 1876, gearbeitet. Riedler⁵⁷⁾ teilt darüber mit, daß die Maschine unter einem Betriebsdrucke von 100—150 Atm. und bei einem mittleren Hube von 20 mm circa 1000 Spiele pro Minute machte. Die erzielten Leistungen sollen günstig gewesen sein.

Ob komprimierte Luft oder Dampf zum Bohrmaschinenbetriebe benutzt werden soll, wird oftmals von lokalen Verhältnissen abhängen. Während man auf dem europäischen Kontinente gegen die Verwendung des Dampfes eine gewisse Abneigung zu haben scheint, wird in England und Amerika Dampf fast überall, wo es nur angeht, benutzt. Der hierin liegende ökonomische Vorteil gegenüber der Verwendung von komprimierter Luft, wenn letztere erst mittels einer Dampfmaschinenanlage erzeugt werden muß, ist ohne weiteres klar, wird indes weiter unten noch rechnermäßig belegt werden. Die kleinen Uebelstände bei der Benutzung des Dampfes, welche besonders in der Belästigung der Arbeiter durch den abgehenden Dampf und die heißen Maschinenteile bestehen, stehen dem genannten Vorteil gegenüber zurück.

§ 79. Vorteilhafte Luft- oder Dampfspannung. Da bei den Bohrmaschinen die im Dampfe und in der komprimierten Luft enthaltene Expansionsarbeit nicht ausgenutzt werden kann, so ist es für den Wirkungsgrad der Bohrmaschinen als Kraftmaschinen am vorteilhaftesten, mit möglichst niedrigen Spannungen zu arbeiten. Wo also auf die Kosten der maschinellen Bohrarbeit großes Gewicht zu legen ist, sollten nur absolute Spannungen von nicht mehr als etwa 4 Atmosphären benutzt werden. Für forcirten Betrieb genügt aber bei sehr festen Gesteinen diese Spannung nicht und muß man mit höheren Spannungen arbeiten; so betragen dieselben bei den neueren großen Tunnelbauten 5—6 Atmosphären.

§ 80. Verbrauch an Betriebsluft oder Dampf. Ueber den Luftverbrauch ist für die einzelnen Maschinen wenig Zuverlässiges bekannt; auch hängt derselbe im hohen Grade von dem Zustande, beziehungsweise der Unterhaltung der Bohrmaschinen ab. Die wenigen zur Verfügung stehenden Zahlen über den Verbrauch einiger Maschinen an komprimierter Luft sind in Tabelle IX, S. 217, mit aufgeführt worden. Der Verbrauch an motorischer Flüssigkeit nimmt mit der Spannung derselben zu, da die Zahl der Schläge mit diesen Spannungen wächst.

Kann man nicht durch direkte Versuche den Verbrauch einer Bohrmaschine an motorischer Flüssigkeit ermitteln, was immer das Sicherste ist, so bleibt nur übrig, denselben aus dem theoretischen Verbrauch zu ermitteln, was geschehen kann, wenn man den Kolbenquerschnitt, den Kolbenweg und den schädlichen Raum kennt. Wegen der unvermeidlichen Verluste, die insbesondere vom Grade der Unterhaltung der Maschine abhängen, muß man diesen theoretischen Verbrauch bei Anwendung von komprimierter Luft um mindestens noch 25 %, bei Anwendung von Dampf (abgesehen von der Kondensation in der Zuleitung) um mindestens noch 30 % erhöhen, will man sich keinen Enttäuschungen bei der Benutzung der Maschine aussetzen.

Nennt man das auf diese Weise ermittelte minutliche Verbrauchsquantum V , so berechnet sich bei Anwendung von komprimierter Luft die in derselben enthaltene Arbeit A_0 , in Pferdekraften ausgedrückt, nach der Formel:

⁵⁷⁾ A. Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Wien 1877. Mit Abbildg. S. 9.

$$N_o = \frac{A_o}{57} = \frac{V \cdot n \cdot 10333 \cdot \log. \text{ nat. } n}{60 \cdot 75}, \dots \dots \dots 51.$$

wenn n die Spannung der komprimierten Luft in Atmosphären bedeutet.

In nachstehender Tabelle sind für einige Maschinen die Luftmengen angegeben, welche zugeführt werden müssen, um bei gewissen Luftspannungen mit ihnen voll arbeiten zu können.

Tabelle IX.

Verbrauch einiger Bohrmaschinen an komprimierter Luft in Kubikmetern pro Minute und entsprechende Betriebskraft in Pferdekräften.

Absolute Spannung der kompr. Luft in Atmosph.	Bezeichnung des Bohrmaschinensystems.															
	Darlington- Blancy (88 mm)		Dubois u. François (70 mm)		Ferroux (2. Modell) (90 mm)		Frölich (65 mm)		Jäger (67 mm)		Mac-Kean (2. Modell) (100 mm)		Schram (73 mm)		Schram (82 mm)	
	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.	cbm	Pfkr.
3	0,470	3,60	.	.	.	.	0,46	3,5	.	.	.	.
3 1/2	.	.	0,196	1,98	0,520	5,25	.	.	0,150	1,50	0,51	5,25	.	.	.	.
4	0,300	5,09	.	.	0,530	6,76	0,250	3,18	.	.	0,57	7,28	.	.	.	.
4 1/2	.	.	0,250	3,87	0,550	8,5	.	.	0,200	3,09	0,59	9,11	0,280	4,34	0,380	5,89
5	0,580	10,66	.	.	.	.	0,62	11,38	.	.	.	.
5 1/2	0,680	14,64	.	.	.	.	0,79	17,00	.	.	.	.

Die eingeklammerten Zahlen geben die Kolbendurchmesser der Maschinen an.

Will man sich für einen bestimmten Fall darüber Rechenschaft geben, welche Vorteile etwa die Benutzung des Dampfes an Stelle der komprimierten Luft zum Betriebe der Bohrmaschinen bietet, so genügt es, die von letzteren verbrauchte Dampfmenge Q_d mit derjenigen Dampfmenge Q'_d zu vergleichen, welche zur Erzeugung des von den Bohrmaschinen verbrauchten Quantum an komprimierter Luft erforderlich ist. Diese Dampfmenge Q'_d hängt von dem System des Kompressors ab, welches man zur Darstellung der komprimierten Luft benutzt. Bedeutet η den dynamischen Wirkungsgrad des Kompressors, d. h. das Verhältnis der in der komprimierten Luft enthaltenen disponiblen Arbeit A_o zu der von der Dampfmaschine für die Komprimierung der Luft indizierten Arbeit, so kann man setzen im Mittel:

- für Kompressoren, die mit möglichster Abkühlung arbeiten, $\eta = 0,70$,
- für Kompressoren mit unvollkommener Abkühlung $\eta = 0,50$,
- für Kompressoren, die ohne Abkühlung arbeiten $\eta = 0,35$.

Man erhält also die von der Dampfmaschine des Kompressors zu leistende Arbeit in diesen drei Fällen zu

$$\frac{N_o}{0,70}, \text{ beziehungsweise } \frac{N_o}{0,50} \text{ und } \frac{N_o}{0,35} \text{ Pferdekräften.}$$

Bezeichnet man nun den Dampfverbrauch einer Maschine pro Stunde und indizierte Pferdekraft mit G_i , so berechnet sich die zum Betriebe der Bohrmaschine erforderliche Dampfmenge Q'_d nach der Formel:

$$Q'_d = \frac{N_o}{\eta} \cdot G_i.$$

Es darf gesetzt werden⁵⁸⁾:

für Auspuffmaschinen $G_i = 9-12$ kg,

für Kondensationsmaschinen $G_i = 5-7$ kg.

§ 81. Beispiel. Der Verbrauch einer Bohrmaschine an komprimierter Luft sei zu 0,52 cbm, der Verbrauch an Dampf zu 0,54 cbm pro Minute ermittelt; in beiden Fällen ist eine Spannung von $3\frac{1}{2}$ Atm. vorausgesetzt. An disponibler Arbeit werden der Bohrmaschine in der komprimierten Luft zugeführt:

$$N_o = \frac{0,52 \cdot 3,5 \cdot 105333 \cdot \log. \text{nat. } 3,5}{60 \cdot 75} = 5,25 \text{ Pfkr.}$$

Nimmt man $\eta = 0,70$, $G_i = 9$ kg an, so berechnet sich die zum Betriebe der Bohrmaschine stündlich erforderliche Dampfmenge zu

$$Q_d = \frac{5,25 \cdot 9}{0,70} = 67,5 \text{ kg.}$$

Das spezifische Gewicht des Dampfes von $3\frac{1}{2}$ Atm. Spannung ist 1,9676; die direkt mit Dampf betriebene Bohrmaschine verbraucht mithin stündlich:

$$Q_d = 0,54 \cdot 1,9676 \cdot 60 = 63,6 \text{ kg.}$$

Man spart also pro Stunde und Bohrmaschine 3,9 kg Dampf, welche Ersparnis sich auf 71,4 kg erhöht, wenn man einen nicht gekühlten Kompressor benutzt.

Diese Ersparnisse können bei langen Dampfleitungen infolge der durch Kondensation eintretenden Spannungsverluste erheblich reduziert werden, statt derselben kann sich sogar ein Mehraufwand ergeben. Ueber die Berechnung der Spannungsverluste in Dampf- und Luftleitungen ist in § 57 und 61 des Kapitels II der I. Abteilung dieses Bandes des Handbuches das Erforderliche mitgeteilt worden, worauf hier verwiesen werden muß.

§ 82. Konstruktionsmaterialien der Bohrmaschinen. Die vielen Stöße und Erschütterungen, denen die Bohrmaschinen ausgesetzt sind, auch die gerade nicht rücksichtsvolle Behandlung, welche denselben seitens der Arbeiter zu teil wird, haben dazu geführt, nur Material von der allergrößten Festigkeit zur Herstellung der einzelnen Maschinenteile zu benutzen. Die Anwendung von Schmiedeeisen ist, mit Ausnahme für die Vorschubspindel, jetzt wohl gänzlich ausgeschlossen; alle Stoß aufnehmenden und beweglichen Teile müssen aus Stahl bester Qualität hergestellt werden, zum Cylinder wird ebenfalls Stahl, häufig aber auch Bronze, neuerdings vielfach Phosphorbronze verwendet.

§ 83. Sicherheitsvorrichtungen gegen das Zertrümmern der Cylinderdeckel und Kolben. Wie schon oben erwähnt, ist die Umsteuerung der meisten Bohrmaschinen so eingerichtet, daß sich bei jedem Hube des Kolbens ein Luftkissen zwischen diesem und den Cylinderdeckeln bilden kann, um für den Fall des Versagens des Vorschubmechanismus nach erfolgtem größten Hube ein Anschlagen des Kolbens gegen den Cylinderdeckel zu verhindern. Versagt nun aber gerade in dem Moment, in welchem der Schlagcylinder vorrücken sollte, der Steuermechanismus, so wird der Kolben dennoch den Cylinderdeckel treffen, weil der Bohrer dann auf keinen Widerstand trifft. Um nun für diesen Fall Brüche zu verhindern, gibt es nur zwei Mittel: entweder wird der Schlag des Bohrers gegen den Cylinderdeckel überhaupt unmöglich gemacht oder er wird gemäßiget.

Das erste, jedenfalls radikalste Mittel wird bei der Jäger'schen Maschine angewendet. Macht der Kolben dieser in Fig. 15—18, Taf. XIV, abgebildeten Ma-

⁵⁸⁾ Eingehendere Darlegung dieser Verhältnisse siehe „Dampfmaschinen“ in Kap. I und „Pneumatische Triebwerke“ in Kap. II der I. Abteilung dieses Werkes.

schine einen größeren Hub, als unter normalen Verhältnissen zu erwarten steht, so geht der Anschlag *e* der Kolbenstange unter dem stets durch die Betriebsluft vordrückten Hebel *a* hinweg, letzterer schnappt in die Nut *f* ein, hält den Kolben fest und die Maschine steht sofort still. Um sie wieder in Gang zu bringen, ist nur erforderlich, die motorische Flüssigkeit von dem kleinen, mit *g* bezeichneten Cylinder abzusperrern und den Hebel *c* (in Fig. 18) zu heben, wodurch dann auch der Hebel *a* gehoben wird, da beide auf einer und derselben Welle *b* sitzen. Ist der Hebel *a* wieder gehoben, so kann der Arbeitskolben von Hand leicht zurückgeschoben werden und das Spiel der Maschine von neuem beginnen.

Das andere Mittel, den Bruch des Cylinderdeckels oder des Kolbens zu verhindern, nämlich die Mäßigung des Schlages des letzteren gegen den ersteren, besteht darin, den Kolben gegen Puffervorrichtungen treffen zu lassen. Dieselben sind meistens aus mit eisernen Platten armirter Kautschuk- oder Lederscheiben hergestellt, die nicht stärker als 1—2 cm genommen zu werden brauchen. Mehrfache Lager von elastischem und unelastischem Material anzubringen, wie es bei der in Fig. 14, Taf. XIII, abgebildeten Reynold'schen Maschine geschieht, erscheint überflüssig.

Da bei einem Versagen des Umsteuerungsmechanismus der Kolben auch an den hinteren Cylinderdeckel stoßen kann, so haben manche Konstrukteure es auch für nötig gefunden, diesen durch eine Puffervorrichtung zu schützen.

Bei der Maschine von Dubois u. François wird hierfür, nach dem Vorschlag von Mercier, komprimierte Luft verwendet⁵⁹⁾. In das hintere Ende des Schlagcylinders ist eine kleine Metallbüchse eingesetzt, in welche genau eingeschliffen ein Stahlkolben paßt. Die Büchse ist stets mit komprimierter Luft angefüllt, da dieselbe durch einen 1 mm weiten Kanal mit dem Schieberkasten der Maschine in Verbindung steht. Stößt nun der Arbeitskolben, wenn die Umsteuerung versagt oder zu spät erfolgt, gegen den kleinen Stahlkolben, so wirkt die hinter demselben befindliche komprimierte Luft als Feder und schwächt die Stoßwirkung ab.

Die eben beschriebene Vorrichtung ist in Fig. 1, Taf. XIII, in nicht ganz korrekter Weise zur Darstellung gelangt, da ein Vertikalstrich fehlt, mit welchem in der Büchse der kleine Pufferkolben abgegrenzt werden sollte.

§ 84. Verbindung der Bohrer mit der Kolbenstange. Diese Verbindung muß den Bohrer selbst bei hoher Hubzahl und großer Schlagkraft sicher, fest und genau zentrisch halten; jedes Lockerwerden des Bohrers würde nicht nur den Bohreffekt herabziehen, sondern auch zu Betriebsstörungen durch Klemmungen, Brüche u. s. w. führen. Die Verbindung muß aber auch schnell herzustellen und rasch zu lösen sein, da die auf diese Manipulationen verwendete Zeit für die Bohrarbeit verloren ist.

Die Verbindung zwischen Bohrer und Kolbenstange kann auf zweierlei Arten erfolgen, entweder direkt oder durch ein Zwischenstück.

a. Direkte Verbindung ohne Schrauben oder Keile. Eine sehr einfache und recht haltbare Befestigungsart des Bohrers ist folgende: Das vordere Ende der Kolbenstange ist schwach konisch ausgebohrt; der dieser Bohrung entsprechend abgedrehte Bohrschaft wird in dieselbe eingeführt und schlägt sich

⁵⁹⁾ Bull. min. 1874. Serie II. Bd. 3. S. 624.

von selbst fest. Damit der Bohrer die Kolbenstange nicht auseinander treibe, ist noch ein starker Stahlring über das Kolbenstangenende gezogen. Letzteres ist ferner mit einem Keilloch versehen, um den Bohrer aus seiner Verbindung mit der Kolbenstange lösen zu können. Die beschriebene Verbindung zwischen Bohrer und Kolbenstange findet sich unter anderem bei der in Fig. 4 und 5, Taf. XV, abgebildeten Maschine von Geach angewendet.

Sehr einfach ist ferner folgende, zuerst bei der Wood'schen⁶⁰⁾ Maschine benutzte Befestigungsart: Der vordere Teil der Kolbenstange ist als Hülse gestaltet; in diese paßt ein dreiteiliges, keilförmiges Einsatzstück, welches zur Aufnahme des hinteren abgedrehten Endes des Bohrers dient. Wird der Bohrer in dieses Einsatzstück eingeführt, so klemmt er sich in letzterem beim ersten Schlage von selbst fest. Das dreiteilige Einsatzstück ist vorn mit einem Bunde versehen, gegen den, will man die Verbindung zwischen Kolbenstange und Bohrer lösen, nur einige Hammerschläge geführt zu werden brauchen.

b. Verbindung mit Schrauben oder Keilen. Wendet man zur Befestigung des Bohrers Keile an, so ist ersterer in der Regel am hinteren Ende mit einem Bundringe und Zapfen (Anlauf) versehen; dieser paßt in ein entsprechend ausgedrehtes Loch der Kolbenstange. Quer durch letztere sowohl wie durch den Zapfen des Bohrers geht ein Loch von rechteckigem Querschnitt, welches zur Aufnahme des Befestigungskeiles dient. Eine derartige Verbindung ist bei der Maschine von Sachs angewandt; sie ist indes nicht empfehlenswert, da der Bohrer sehr bald locker und dann eine genau zentrische Fortpflanzung des Schlages vereitelt wird.

Die Verwendung von Schrauben als einfache Druck- oder Preßschrauben ist wegen des baldigen Lockerwerdens derselben nicht zweckmäßig. Will man Schrauben anwenden, so muß man für das Festpressen größere Flächen schaffen, als die Schraubenspindel bietet.

Bei der Darlington'schen Maschine geschieht dies in der Weise, daß die Schraube mit einem Klemmringe verbunden ist. Dieser Klemmring, durch Ausbohrung eines flach parallelepipedischen Stückes Stahl hergestellt, wird, wie aus Fig. 11, Taf. XIII, ersichtlich ist, in einen Schlitz der Kolbenstange geschoben, die behufs Aufnahme des Bohrers ausgebohrt ist. Ist der Klemmring eingeschoben, so steckt man den Bohrer in das Loch der Kolbenstange und zieht nun mittels einer Mutter die kurze Schraube, welche von dem Klemmringe ausgeht, an. Um der Mutter einen guten Sitz zu geben, ist die Kolbenstange dort, wo die Schraube des Klemmrings hervorragt, etwas abgeflacht. Um durch diese Vorrichtung den Bohrer in der That genau zentrisch festzuhalten, muß das Loch des Klemmrings und der Kolbenstange erst dann ausgebohrt werden, wenn das Stahlstück, aus welchem der Ring geschnitten werden soll, in den Schlitz der Kolbenstange eingeführt worden ist.

Eine andere Methode, den Preßschrauben größere Druckflächen zu geben, besteht darin, daß man den vorderen, behufs Aufnahme des Bohrers ausgehöhlten Teil der Kolbenstange zwei- oder dreifach der Länge nach aufschlitzt. Ueber diesen geschlitzten Teil der Kolbenstange wird dann, wie dies Fig. 9, Taf. XIII,

⁶⁰⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. S. 49. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1881. Bd. I. S. 374. Mit Abbildg.

für die Bohrmaschine von Darlington-Blanzly, Fig. 8, Taf. XV, für die Cranstonsche Bohrmaschine und die Abbildung der Neill'schen Maschine auf S. 202 zeigen, eine Muffe geschoben, welche Muttern für zwei oder drei Druckschrauben, je nach Schlitzung der Kolbenstange, enthält. Durch Anziehen der Schrauben werden die etwas federnden Manteltheile des vorderen ausgehöhlten Stückes der Kolbenstange gegen das abgedrehte Ende des Bohrers gedrückt und halten diesen fest.

c. Verbindung durch Zwischenstücke. Als Zwischenstücke werden fast ausschließlich Muffen verwendet, die hinten konisch ausgebohrt sind, um auf die entsprechend konisch abgedrehte Kolbenstange gesteckt werden zu können; der vordere Teil der Muffen ist zur Aufnahme des Bohrers eingerichtet. Um die Muffe auf der Kolbenstange festzuhalten, wird durch dieselbe und letztere entweder ein Befestigungskeil getrieben, wie es für die Maschine von Dubois u. François in Fig. 1 und 2, Taf. XIII, angegeben ist, oder die Muffe klemmt sich von selbst auf dem konisch abgedrehten Ende der Kolbenstange fest, wie es unter anderem bei der Maschine von Ferroux der Fall ist und aus der Darstellung dieser auf dem Gestell montirten Maschine in Fig. 19, Taf. XIII, hervorgeht. Endlich kann die Muffe auch auf das Kolbenstangenende aufgeschraubt werden, wie dies z. B. in Fig. 14, Taf. XIII, für die Reynold'sche Maschine angegeben worden ist.

Die Befestigung des Bohrers in der Muffe kann, wie bei der unter *a* betrachteten direkten Befestigungsart, ohne Schrauben und Keile oder mittels solcher erfolgen.

Indirekte Befestigung ohne Keile und Schrauben. Die Befestigung wird dann nach einer der unter *a* beschriebenen Arten vorgenommen. Als neue Befestigungsmethode sei hier ferner noch die bei den Maschinen von Reynold, Frölich, Jäger u. a. m. angewandte näher beschrieben.

Der vordere Teil der Muffe ist von außen schwach konisch abgedreht und mit drei Schlitzten versehen, die bis nahe an das Ende der Kolbenstange reichen. Der vordere Muffenteil bildet auf diese Weise drei zangenartige elastische Arme, in welche der Bohrer eingesteckt wird. Um ihn festzuhalten, treibt man einen über die Muffe geschobenen stählernen Zwängring durch einen Hammerschlag nach vorn; beim Bohren hat nun der Ring stets das Bestreben, noch weiter vorzudringen und den zangenartigen Teil der Muffe immer fester gegen das Ende des Bohrers zu drücken, sodaß dieser nicht lose werden kann. In der in Fig. 14, Taf. XIII, dargestellten Reynold'schen Maschine ist der vordere der beiden über die Muffe gezogenen Ringe der lose Zwängring; der hintere Ring hat den Zweck, das Auftreiben der Mutter zu verhüten.

Die soeben beschriebene Befestigung des Bohrers, kombinirt mit der einfachen Aufsteckung der Muffe auf das konisch abgedrehte Ende der Kolbenstange, hat außer der großen Einfachheit und Solidität noch den großen Vorzug für sich, daß man durch Aenderungen in der Masse der Muffe und des Zwängringes das Schlaggewicht der Maschine nach Bedürfnis rasch vergrößern oder verkleinern kann.

Indirekte Verbindung mittels Schrauben oder Befestigungskeilen. Bei Anwendung von Muffen als Verbindungsstücke zwischen Kolbenstange und Bohrer stehen Schrauben zur Befestigung des Bohrers in der Muffe nicht in Anwendung, sondern nur Keile; so bei der in Fig. 1 und 2, Taf. XIII, dargestellten Maschine von Dubois u. François.

Um jedes Lockerwerden des Bohrers in der Muffe zu verhindern und um den Bohrer nicht zu schwächen, durchbohrt man wohl letzteren nicht, sondern läßt den Befestigungskeil nur durch Löcher der Muffe gehen und plattet den Bohrer auf einer Seite etwas ab, um einen Durchgang für den Keil zu schaffen, der den Bohrer dann verhindert, sich in der Muffe zu drehen.

Um das Lockerwerden der Keile zu verhüten, wird neuerdings ein Ring aus circa 6—8 mm starkem Gummi verwendet, der die Muffe halb umfaßt und seinen Widerhalt in zwei Auskerbungen findet, die in den beiden über der Muffe hervorragenden Keilenden hergestellt sind.

§ 85. Die Bohrer. Die allgemeinen Grundregeln, nach welchen die Bohrer der Gesteinsbohrmaschinen konstruiert werden müssen, sind dieselben, welche in dem Abschnitt über das Handbohren für die bei diesem benutzten Bohrer entwickelt wurden.

Form der Bohrköpfe.

Am meisten in Gebrauch stehen Bohrköpfe mit einer Schneide und zwar diejenige Form derselben, welche bei den sogenannten Meißelbohrern vorkommt.

Fig. 18.

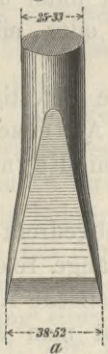


Fig. 19.

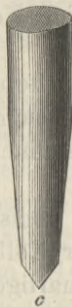


Fig. 20.



Die Schneiden macht man vorwiegend gerade; unter anderem hat man im Arlberg-Tunnel⁶¹⁾ mit dieser Schneidenform gearbeitet; der dort benutzte Bohrer ist in nebenstehenden Holzschnitten abgebildet. Wenn die gerade Schneide auch weniger günstig für den Effekt der Bohrarbeit erachtet werden muß als die konvex gekrümmte, so kann sie doch leichter geschärft werden als diese und darin liegt in den Fällen, in denen ein großer Bedarf an frisch geschärften Bohrern besteht, ein erheblicher Vorteil.

Der Meißelbohrer verlangt allerdings, daß Umsetzungs- und Vorschubmechanismus aufs beste funktionieren; ist dies nicht der Fall, so kommen leicht Klemmungen vor. Dies ist der Grund, weshalb man an einigen Orten Bohrern mit krummlinig verlaufender Schneide den Vorzug gegeben hat. Unter diesen ist der in nachstehenden Fig. 21—23 abgebildete Z-Bohrer für sehr festes Gestein beim Gebrauch der Sachs'schen Maschinen vorteilhaft verwendet worden. Für weniger festes Gestein hat man auch Meißel mit nur einer Ohrenscheide benutzt. Der im Holzschnitt Fig. 22 dargestellte Meißel hat sich beim Gebrauch der Sachs'schen Maschine in Kohlensandstein, der in Fig. 23 abgebildete in weichem Schieferthon bewährt⁶²⁾.

In sehr klüftigem Gestein oder in Gesteinen, in welchen milde, weiche Lagen auftreten, sind nun Klemmungen des gewöhnlichen Meißelbohrers auch bei gut funktionierenden Bohrmaschinen unvermeidlich und ist es dann angezeigt, sich

⁶¹⁾ C. Scheidtenberger. Der Bau des Arlberg-Tunnels. Aus den Mitteilungen des polytechnischen Klubs in Graz. 1884. S. 7.


⁶²⁾ Pernolet. Mémoire sur l'application etc. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 42.

mehrschneidiger Bohrkronen zu bedienen. Gute Dienste leisten dann der Z-Bohrer und auch der Kreuzbohrer.

Den in vorstehenden Figuren 24 und 25 abgebildeten Kolbenbohrer wird man wegen des geringen mit ihm zu erzielenden Bohreffektes nur noch beim Zubrüsten der Bohrlöcher in sehr harten Gesteinen anwenden.

Die Verwendung von Ohrenschneiden, wie bei den in Fig 21 bis 23 abgebildeten Bohrern, kann endlich dort noch angezeigt sein, wo man zur Entfernung des Bohrmehles kein anderes Mittel als die hin und her gehende Bewegung des Bohrers besitzt⁶³⁾.

Zur Herstellung von Löchern, welche sehr große Durchmesser, 60 mm und mehr, erhalten sollen, kann man

den gewöhnlichen einschneidigen Meißelbohrer nicht benutzen, wenn man eine und dieselbe Bohrmaschine gleichzeitig zum Bohren von Löchern kleinerer Durchmesser verwenden will. Es würden dann nämlich selbst bei kleinem Umsetzungswinkel die am Umfange des Bohrloches stehen bleibenden Gesteinsstrossen eine zu große Breite behalten, um noch abgesprengt werden zu können. Dem Bohrkopfe in diesem Falle die von Lippmann erfundene Schneide zu geben, welche sich beim Abbohren von Schächten bewährt hat, nämlich die  Form, ist nicht angängig, da diese Schneide bei den kleinen Verhältnissen der Ausführung zu schwierig zu schärfen sein würde. Es bleibt deshalb zur Herstellung von Löchern größerer Dimensionen nichts übrig, als den Bohrern eine kurze Schneide zum Vorbohren und zwei Flügel- oder Nachschneiden zum Erweitern zu geben.

Ein solcher Bohrer zur Herstellung von circa 100 mm weiten Löchern ist nebenstehend abgebildet⁶⁴⁾. In neuerer Zeit kommen derartige Bohrer nur noch wenig in Anwendung, da, wie später noch angeführt werden wird, bei der Sprengarbeit die Herstellung weiter Löcher (Einbruchslöcher) kaum noch üblich ist, denn das Bohren derselben ist mit einem zu großen Zeitaufwande verknüpft.

Die Länge (Breite) der Schneide.

Die Schneidenlänge sinkt beim maschinellen Bohren wohl kaum unter 30 mm, da man der Haltbarkeit des Bohrers wegen

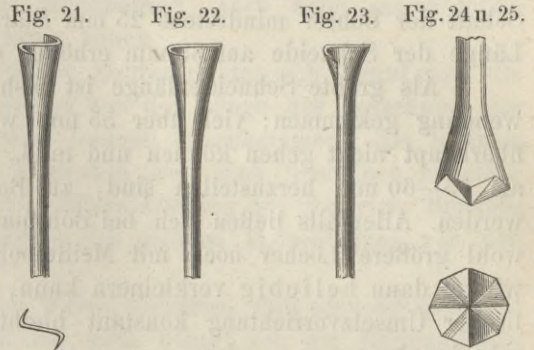
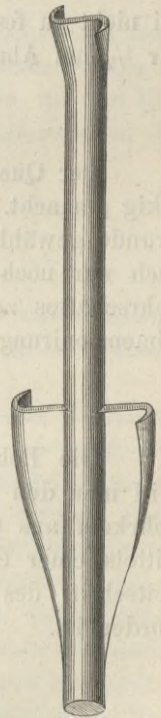


Fig. 26.



⁶³⁾ Beschreibungen und Abbildungen weiterer Meißelformen finden sich noch bei Pernolet; a. a. O. S. 42. — Matthey. Note sur la perforation mécanique aux mines de Ronchamp. Bull. min. Serie II. 1873. Bd. 2. S. 404. — Heberle. Mitteilungen über die Steinbohrmaschinen, System Dubois u. François etc. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 386.

⁶⁴⁾ Pernolet; a. a. O. S. 43. — Aehnliche und andere Formen solcher Bohrer finden sich beschrieben und abgebildet: Heberle; a. a. O. S. 386. — Matthey; a. a. O. S. 406.

dem Schaft nicht gern einen kleineren Durchmesser als 20 mm gibt und zwischen Schaft und Bohrlochwandung mindestens 5 mm freier Spielraum vorhanden sein muß, um den nachteiligen Einfluß des Bohrmehles auf den Effekt der Schneide möglichst herabzuziehen.

Bei Bohrmaschinen mit sehr starker Schlagkraft ist es sogar ratsam, dem Schaft der Bohrer mindestens 25 mm Stärke zu geben, wodurch sich die kleinste Länge der Schneide auf 35 mm erhöhen würde.

Als größte Schneidenlänge ist bisher 52 mm beim Arlberg-Tunnel in Anwendung gekommen; viel über 55 mm wird man aus den angeführten Gründen überhaupt nicht gehen können und muß, wenn Löcher von größerem Durchmesser als 55—60 mm herzustellen sind, zu Bohrern mit Nachschneiden übergegangen werden. Allenfalls ließen sich bei Bohrmaschinen mit Umsetzvorrichtung von Hand wohl größere Löcher noch mit Meißelbohrern bohren, da man den Umsetzwinkel dann beliebig verkleinern kann, während er bei Maschinen mit automatischer Umsetzvorrichtung konstant bleibt; immerhin würde aber der Bohreffekt sehr herabgezogen werden.

Gibt man auf die Höhe des letzteren nichts, sondern kommt es nur auf die Herstellung möglichst kreisrunder Löcher von großem Durchmesser an, so kann man auch Kolbenbohrer benutzen.

Die Abnahme der Schneidenlänge mit zunehmender Bohrlochtiefe beträgt bei nicht zu festem Gestein 2—3 mm; bei sehr festem Gestein kann aber oftmals nur $\frac{1}{2}$ mm Abnahme gegeben werden.

Der Bohrschaft.

Der Querschnitt des Bohrschaftes wird in der Regel kreisförmig oder achteckig gemacht. Die letztere Querschnittsform, welche beim Handbohren mit gutem Grunde gewählt wird, ist beim Maschinenbohren eigentlich entbehrlich und kommt auch nur noch vereinzelt vor. Die Regeln, nach welchen der Durchmesser des Bohrschaftes zu bemessen ist, sind bereits im Vorstehenden bei Erörterung der Dimensionierung der Schneiden gegeben worden.

Material der Bohrer.

Die Bohrer sollten jetzt nur noch ganz aus Gußstahl hergestellt werden. Will man den oberen Teil des Schaftes aus Schmiedeeisen, den unteren mit dem Bohrkopf aus Gußstahl anfertigen, so muß das Anschweißen des Gußstahlstabes mittels einer eigenartigen Verzahnung erfolgen, die näher von Heberle in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1876. Bd. 20. S. 387, beschrieben worden ist.

Länge der Bohrer.

Wie man beim Handbohren Bohrer von verschiedenen Längen nötig hat, so auch beim maschinellen Bohren. Man ist hierzu hauptsächlich dadurch gezwungen, daß der Vorschub der Maschinen nicht so eingerichtet ist, tiefere Löcher bohren zu können. Es liegt dies daran, daß ein zu langer Vorschub die Maschine, beziehungsweise den Rahmen, längs welchen dieselbe sich hinschiebt, zu lang und dadurch die Maschine schwer hantierbar machen würde. Ein sehr langer Vorschub

der Maschine hätte dann aber noch den Nachteil, gleich mit langen Bohrern anfangen zu müssen, was beim Maschinenbohren ähnliche Unzuträglichkeiten mit sich bringt wie beim Handbohren. Endlich würde aber auch ein langer Vorschub der Maschine wenig Zweck deswegen haben, weil in einigermaßen festem Gestein dennoch ein Auswechseln der Bohrer wegen des Stumpfwerdens derselben stattfinden müßte. Man wird demnach, wie beim Handbohren, auch beim maschinellen Bohren einen sogenannten Satz Bohrer nötig haben.

Die Zahl der zu einem Satze gehörigen Bohrer richtet sich, kennt man die Tiefe der herzustellenden Löcher, nach dieser und der Länge des Vorschubes der Maschine. In der Regel sucht man mit drei Längen auszukommen. Als kleinste Länge der Bohrer ist bei den jetzt im Gebrauch stehenden Maschinen ungefähr 0,6 m üblich. Da die Herstellung von 2 m tiefen Löchern bei forcirtem Betriebe nichts Ungewöhnliches mehr ist, so werden die größten Bohrerlängen zur Zeit 2,5—3 m betragen.

In der Praxis wird meistens in der Weise verfahren, daß man bei größeren Bohrarbeiten nach der ersten Anschaffung nur noch Bohrer von der Maximallänge herstellen läßt, die dann durch Schärfen allmählich die sonst erforderlichen Längen bekommen.

Gewicht der Bohrer.

Aus den Dimensionen des Bohrers kann man sein Gewicht leicht berechnen. Für Anfänger beträgt dasselbe circa 1,8 kg; es kann bei den Abbohrern bis zu 8 kg steigen. Diese Zahlen sind hier nur deshalb angeführt worden, um den Einfluß zu zeigen, den das zunehmende Gewicht des Bohrers beim Tieferwerden des Loches auf die Schlagwirkung hat.

Prüfung der Bohrer.

Jeder Bohrer muß genau zentriert sein, d. h. der Mittelpunkt der Schneide muß in die Axe des Bohrschaftes fallen und diese muß durchaus in die Mittellinie des Schlagcyllinders fallen.

Zur Prüfung, beziehungsweise Justirung des Bohrers in gedachter Beziehung besitzt man besondere Richtapparate⁶⁵⁾. Dieselben bestehen im wesentlichen aus einer Kurbel, die auf einer Platte montirt ist, welche eine größere Länge als der längste Bohrer besitzt. In der Drehaxe der Kurbel kann mittels eines Keiles der Bohrer befestigt werden. Die mathematische Axe desselben ist auf einer kleinen Scheibe markirt, welche auf der Fundamentplatte des Apparates verschoben werden kann und die vor der Schneide des Bohrers eingestellt wird. Beim Drehen der Kurbel kann man nun sofort erkennen, ob der Bohrer durch das Schmieden oder durch die Arbeit verbogen worden ist. Zur Prüfung der richtigen Schneidelänge dient eine aus zwei stählernen divergirenden Schienen hergestellte Lehre, die in einfacher Weise mit dem Richtapparat verbunden werden kann.

⁶⁵⁾ Ein solcher Apparat ist beschrieben und abgebildet in dem mehrfach-angezogenen Aufsatz von Heberle; a. a. O. S. 387.

Bohrmaschinengestelle.

§ 86. Uebersicht. Nach der Erfindung leistungsfähiger Bohrmaschinen hing ihre Anwendbarkeit immer noch von der Herstellung eines brauchbaren Gestelles ab, da von einem Halten der Maschine mit den Händen nicht die Rede sein kann.

Am einfachsten lag die Frage nach einem brauchbaren Gestell für die sogenannten langen Maschinen. Diese, allein für forcirten Betrieb geeignet, beanspruchen bei ihrer Verwendung eine nur geringe Beweglichkeit, da die mit ihnen zu bohrenden Löcher wenig von der horizontalen und von der Längsaxe des zu treibenden Ortes (Stollens) abweichen. Infolge davon ist die Richtung der Stöße, welche das Gestell aufzunehmen hat, meistens ein und dieselbe und liegt schon hierin für die Stabilität des Gestelles ein großer Vorteil. Die Vibrationen, in welche jedes Gestell versetzt wird, das eine größere Anzahl von Maschinen trägt, schaden auch der Bohrarbeit mit langen Maschinen nicht, wenn letztere nur an zwei ziemlich weit auseinander liegenden Punkten unterstützt werden; es braucht dann nicht einmal im vorderen Unterstützungspunkt eine Befestigung der Maschine stattzufinden und genügt hier bloßes Aufliegen. Da die Arbeitsmethode mit langen Bohrmaschinen keine großen Ansprüche an die Stabilität der Gestelle und an die Dauerhaftigkeit der Befestigung der Maschinen stellt, so machte die Konstruktion eines brauchbaren Gestelles für die langen Maschinen keine erheblichen Schwierigkeiten und wurde in der That bereits im Mont-Cenis-Tunnel ein Gestell benutzt, das kaum etwas zu wünschen übrig ließ, ungeachtet es zehn Bohrmaschinen aufzunehmen hatte. Das Gewicht des Gestelles war allerdings enorm und betrug 15 000 kg.

Anders lagen hingegen die Verhältnisse für die kurzen Maschinen, mit denen nach allen möglichen Richtungen zu bohren verlangt wird, denn die Gestelle für solche Maschinen haben Stöße nach allen möglichen Richtungen hin aufzunehmen, dürfen also bei der Arbeit nach keiner Richtung hin eine Bewegung zulassen, während die Gestelle für lange Maschinen nur gegen die Rückwärtsbewegung in der Längsaxe des Ortes (Stollens) gesichert zu werden brauchen. Ein Gestell für kurze Maschinen soll meistens eine fast unbegrenzte Bewegbarkeit letzterer zulassen, die nur erlangt werden kann unter Anwendung von Gelenken, deren Haltbarkeit in erster Linie davon abhängt, daß sie die aufzunehmenden Stöße nur auf Massen übertragen, die nicht vibriren. Diese Massen dürfen aber in der Regel nur einen kleinen Raum einnehmen, um den Ort, wo sie Aufstellung finden, nicht zu sehr zu verengen; ferner sollen diese Massen auch leicht transportabel sein. In diesen Bedingungen liegt schon die Unmöglichkeit, die Massen durch ihr Gewicht wirken zu lassen in den Fällen, wo die Gestelle in beschränkten Räumen oder dort Aufstellung finden sollen, wo die Anlegung von Schienenbahnen nicht möglich ist. Der Fall des beschränkten Raumes liegt beim Stollenbetrieb vor und in der Regel auch bei bergmännischen unterirdischen Gewinnungsarbeiten; Mangel an Raum und die Unmöglichkeit, Schienenbahnen anzulegen, kommen ferner beim Bergwerksbetrieb vor. Ein unbeschränkter Raum steht in der Regel bei Arbeiten unter freiem Himmel zur Verfügung; kann man hier Schienenbahnen anlegen, so wird sich die Wirkung des Gewichtes der Massen unter Umständen ermöglichen

lassen, andernfalls stellen sich derselben Schwierigkeiten entgegen wegen des Transportes dieser Massen.

Man hat, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, die Masse des Gestelles zu teilen versucht; hierdurch wird der Transport erleichtert, allerdings aber auf Kosten des Zeitaufwandes.

Aus dem Vorstehenden folgt bereits, daß die Konstruktion eines für alle Verhältnisse passenden Bohrmaschinengestelles für kurze Maschinen, eines sogenannten Universalgestelles, nicht möglich war; man mußte sich vielmehr darauf beschränken, für gewisse örtliche Verhältnisse passende Gestelle zu erfinden. Die vielen Bedingungen, welche solche Gestelle erfüllen sollen, haben es ziemlich lange dauern lassen, bevor brauchbare Konstruktionen erfunden wurden, und ist der Mangel eines guten Gestelles der Grund gewesen, weshalb Bohrmaschinen bei nicht zu forcirenden Betrieben verhältnismäßig spät verbreitetere Verwendung gefunden haben.

Am ersten gelang es, zur maschinellen Bohrarbeit brauchbare Gestelle zu konstruieren für Räume von geringer Ausdehnung, welche mindestens zwei in nicht zu großer Entfernung voneinander gegenüberliegende Gesteinsflächen aufweisen. In solchen Räumen, also besonders in Stollen (Strecken) und Schächten kommt für die Stabilität der Gestelle das Gewicht derselben nicht in Frage, da man durch feste Abspreizung zwischen zwei gegenüberliegenden Flächen schädliche Vibration vermeiden kann. Für die Herstellung solcher Abspreizungen stehen drei Mittel zur Verfügung: Keile, Schrauben und hydraulischer Druck.

Keile haben sich als unpraktisch und zeitraubend in ihrer Anwendung nicht bewährt; von den beiden zuletzt genannten Mitteln wurde zuerst die Schraube benutzt und findet sich dieselbe noch bei vielen jetzt gebrauchten Gestellkonstruktionen.

Die Anwendung des hydraulischen Druckes, die zuerst Brandt in seiner hydraulischen Spannsäule lehrte, machte später der Schraube Konkurrenz und zwar mit Erfolg von dem Augenblicke an, wo die glückliche Idee der Kombinierung einer hydraulischen Presse mit dem Gestell die Verwendung des Wasserdruckes für die Abspreizung unabhängig von sonst erforderlichen großen Druckhöhen machte.

Für Räume, welche nur durch eine Gesteinsfläche oder durch zwei zu einander rechtwinkelig stehende Flächen begrenzt werden, ist die Frage nach einem brauchbaren Gestell noch nicht gelöst und ist dies auch der Grund, weshalb für den Steinbruchbetrieb und für das Bohren von Löchern für Bauzwecke die Bohrmaschinen bisher gar keine dauernde Verwendung gefunden haben. Die Lösung scheidet an der Frage des Transportes des Belastungsgewichtes des Gestelles und der bequemen Aufstellung bei unebener Basis.

§ 87. Gestelle mit geringer Beweglichkeit der Bohrmaschinen. Gestelle dieser Art sind stets zur Aufnahme von mindestens vier Bohrmaschinen eingerichtet, da sich mit einer kleineren Anzahl von Maschinen ein forcirter Betrieb, bei dem also die Bohrlöcher in nur wenig abweichenden Richtungen gebohrt werden, nicht gut durchführen läßt. Als Gestellform hat sich hier nur eine als typisch zu betrachtende Form herausgebildet, bei welcher die Maschinen, in der Regel zu zweien nebeneinander, etagenförmig übereinander angeordnet sind. Für diese Gestelle dürfte sich daher die Bezeichnung „Etagengestelle“ empfehlen; unter

diesen sind die verbreitetsten die Konstruktionen von Ferroux und Dubois u. François.

Gestell Ferroux⁶⁶⁾; siehe Fig. 19 und 20, Taf. XIII. Dieses für vier Bohrmaschinen bestimmte Gestell besteht im wesentlichen aus zwei Rahmen, dem oberen m und dem unteren l , von denen der obere noch, wie aus dem Grundriß der einen Gestellhälfte in Fig. 20 hervorgeht, durch Quer- und Diagonalstreben verstärkt ist. Der obere und untere Rahmen sind auf jeder Seite durch die vier vertikalen Stangen oo und die Flachschiene n verbunden. Die Stangen oo dienen ferner als Führungen für die Träger $h_1 h_1$ der Maschinen, welche hinten und vorn auf je einem Träger aufruhend.

Jeder der hinteren Träger besitzt einen vertikalen Zapfen, welcher in das in Fig. 15 angegebene, mit d_1 bezeichnete Loch in der hinteren Quertraverse des Maschinenrahmens paßt. Eine über gedachten Zapfen gezogene Mutter hält die Maschine fest auf dem hinteren Träger, gestattet aber noch die Drehung derselben in der Horizontalebene. Die Maschine kann also in jeden beliebigen Winkel mit der Längsaxe des Gestelles eingestellt werden.

Der vordere Träger h_1 jeder Maschine ist mit einem horizontalen, nach außen gerichteten Arm versehen, auf welchem sich eine Coulissee hin und her schieben läßt durch Drehen einer im Träger h_1 verlagerten Schraube. Die Coulissee ist mit einem Loche versehen zur Aufnahme des Zapfens des eigentlichen, halbmond förmigen Lagerstühlchens s , in welches die Führungsliniale aa der Maschine zu liegen kommen. An der Coulissee ist ferner der horizontale Arm p angebracht, dessen äußerstes Ende ebenfalls ein Loch besitzt. In dasselbe wird das eben erwähnte Lagerstühlchen s eingesetzt, wenn die Maschine Löcher bohren soll, welche die überhaupt verlangte äußerste Divergenz zur Längsaxe des Gestelles besitzen.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß jede Maschine in der Weise auf dem Gestell verlagert ist, daß der hintere Unterstützungspunkt stets gleichen Abstand von der Längsaxe des Gestelles behält, während der vordere Unterstützungspunkt in verschiedenen Entfernungen von jener Längsaxe gelegt werden kann.

Um nun mit ein und derselben Maschine Löcher in verschiedenen Horizontalebene, ferner etwas aufwärts und abwärts gerichtete Löcher bohren zu können, sind die Träger h_1 längs der Säulen oo in vertikaler Richtung verschiebbar. Zum Heben und Senken dieser Träger dienen die mit i bezeichneten Schrauben, deren Drehung durch kurbelartige Schlüssel erfolgt. Welche Stellung der vordere zum hinteren Träger einnehmen muß, um mit der Maschine ein abwärts oder aufwärts gerichtetes Loch bohren zu können, ist ohne weiteres aus Fig. 19 zu entnehmen.

Das ganze Gestell ruht auf zwei Axen mit Rädern und ist auf einem Schienenwege leicht transportabel, sodaß zwei Mann zu seiner Fortbewegung genügen. Zum Feststellen bei der Bohrarbeit dient die Preßschraube q .

Durch Vermehrung der Träger und nötigenfalls auch der Säulen o kann dieses Gestell leicht zur Aufnahme von sechs und acht Bohrmaschinen eingerichtet werden. Das auf dem hinteren Teile des Gestelles angebrachte Rohr k dient zur

⁶⁶⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1882. Bd. 28. S. 106. — Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 4. S. 465.

Luftverteilung an die einzelnen Maschinen, welche durch Kautschukschläuche erfolgt.

Alle Teile des Gestelles, mit Ausnahme der die Rahmen bildenden Flachschienen, sind aus Stahl hergestellt. Das Gewicht des am Arlberg-Tunnel benutzten, für sechs und acht Maschinen eingerichteten Gestelles betrug rund 3000 kg ohne Maschinen und 4080, beziehungsweise 4440 kg mit Maschinen.

Gestell von Dubois u. François; siehe Fig. 25, Taf. XIII. Um die Darstellung dieses für vier Maschinen dienenden Gestelles deutlicher zu erhalten, sind nur drei Maschinen auf demselben montirt angenommen. Das Gestell besteht aus einem gußeisernen Rahmenstück *a*, das auf der Axe der beiden hinteren Räder *b* und dem schmiedeisernen Rahmen *c* ruht, der am vorderen Teile etwas nach unten gebogen ist. Beide Rahmen sind durch Schraubenbolzen zu einem einzigen Fundamentstück verbunden, das mit einem dem Rahmen *c* in der Grundrißform gleichen oberen Rahmen *n* durch die Säulen *xx* und die Schraubenspindeln *ghff* zu einem Gestell vereinigt ist. Ueber jede der Schraubenspindeln sind zwei Muttern *i* geschoben, welche die gußeisernen Muffen *h* tragen. Die Muffen an den hinteren Schraubenspindeln dienen nun zur Befestigung des hinteren Rahmens der Bohrmaschine und zwar geschieht diese Befestigung mittels des die Führungsliniale *z* der Bohrmaschine hinten verbindenden Bolzens, welcher in Fig. 1 und 2, Taf. XIII, angegeben ist.

Diese Art der Befestigung gestattet ein Drehen der Maschine nicht nur um den Bolzen in der Vertikalebene, sondern auch um die Schraubenspindel in der Horizontalebene.

Die Unterstützung der Maschinen an ihrem vorderen Ende geschieht auf folgende Weise: Die Muffen *h* der Schraubenspindeln *g* und *i* in Fig. 21 sind mit je einem der Länge nach vertikal geschlitzten Arme *l* versehen, welche entweder einem Lagerstühlchen *o* oder einem Anhängestühlchen *m* zur Führung dienen. Durch Flügelmutter kann die Feststellung dieser beiden Stühlchen in den Armen *l* erfolgen. Die Stühlchen sind so eingerichtet, daß die Führungsliniale der Bohrmaschine feste Auflagerung in ihnen finden. Durch Heben und Senken der Muffen *h* mittels der Flügelmutter *i* kann man nun jeder Maschine die verschiedensten Lagen in der Vertikalebene geben, während die größere oder geringere Divergenz der Löcher zur Längsaxe des Gestelles durch Verschieben der Stühlchen *l* und *o* in den Schlitzten der Arme *l* in der Horizontalebene erfolgt.

Um mit dem Gestell kleinere Kurven passiren zu können, sind die vier Vorderräder desselben nicht fest mit dem unteren Rahmen *c* verbunden, vielmehr bilden sie durch ein beide Axen verbindendes Gußstück einen kleinen Wagen, der sich zwischen dem nach unten gebogenen Teile des Rahmens *c* und dem hinteren Rahmen *a* hin und her bewegen kann.

Um für die Bohrarbeit das Gestell fest zu legen, wird unter das vordere, nach unten gebogene Rahmenstück *c* eine eichene Schwelle geschoben und der hintere Teil des Gestelles durch zwei Schrauben *s* gehoben, sodaß die Räder von den Schienen abkommen. An diesen werden ferner zwei Klemmen *t* angebracht, welche jede Rückwärtsbewegung des Gestelles verhindern.

Behufs Zuführung der komprimirten Luft zu den einzelnen Bohrmaschinen befindet sich am hinteren Teile des Gestelles ein gußeisernes Rohr *p*, das mit fünf größeren und einem kleineren Hähne versehen ist. Vier der größeren Hähne

werden durch die Schläuche *qq* mit den Bohrmaschinen verbunden; vom fünften Hahne führt ein Schlauch zur Hauptluftleitung. Durch den kleinen Hahn tritt mittels eines dünnen Schlauches komprimierte Luft in den oberen Teil des Behälters für das Einspritzwasser und drückt letzteres in ein an der Längsschiene des oberen Gestellrahmens *n* angebrachtes Verteilungsrohr; dasselbe ist in Fig. 21 zum Teil durch die oberste vordere Bohrmaschine verdeckt.

Dieses Verteilungsrohr ist mit so vielen Hähnen versehen, als Bohrmaschinen auf dem Gestell verlagert werden können, und führen von diesen Hähnen dünne Schläuche zu den Spritzröhren, welche die Arbeiter dirigiren.

Das Gewicht des beschriebenen Gestelles beträgt einschließlich der 4 Bohrmaschinen circa 4700 kg, wovon 880 kg auf die Bohrmaschinen entfallen.

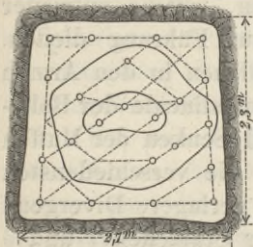
§ 88. Anwendungsbeispiele. Mit Gestellen der von Ferroux und Dubois konstruirten Art geht die Handhabung der Bohrmaschinen höchst einfach und schnell vor sich, wie einige Beispiele erläutern werden.

Auf der Grube Friedrichsseen waren stets 22—24 Löcher hintereinander zu bohren, bevor gesprengt wurde. Die Stellung dieser Löcher ist in Fig. 17—19, Taf. XVI, angegeben. Es wurden vier Maschinen nach dem System Dubois u. François benutzt.

Die Maschine I (oben links) bohrte die Löcher *n m k g c* und *u*, die Maschine II (oben rechts) die Löcher *o p l h d*, die Maschine III (unten links) die Löcher *a v i f x r* und *q*, die Maschine IV (unten rechts) die Löcher *b w e j t* und *s*. Jede der Bohrmaschinen fing immer mit dem obersten der von ihr abzubohrenden Löcher an, wodurch verhütet wurde, daß die Arbeiter sich beim Auswechseln der Bohrer etc. gegenseitig behinderten; auch brauchte jede Maschine zum Bohren der folgenden Löcher immer nur etwas gesenkt zu werden, was mit Hilfe der in Fig. 21, Taf. XIII, angegebenen Muttern *i i* leicht bewerkstelligt werden konnte.

Aehnlich, wie hier beschrieben, wurde auch auf der Grube Ronchamp in Frankreich verfahren. Fig. 13, Taf. XVI, gibt ein Bild der Anordnung der Bohrlöcher, Fig. 15 eine schematische Skizze des benutzten Gestelles für 4 Bohrmaschinen nach dem System von Dubois u. François.

Fig. 27 und 28.



Im Gotthard-Tunnel wurden 6 Maschinen auf einem dem beschriebenen Gestell von Ferroux sehr ähnlichen Gestell benutzt. Dasselbe ist in nebenstehender Fig. 28 schematisch skizzirt; die darüber befindliche Fig. 27 gibt die Anordnung der Bohrlöcher auf der Göschener Seite des Gotthard-Tunnels an, Fig. 27 auf Taf. XVI diejenige auf der Seite von Airolo, wo ebenfalls das in nebenstehender Fig. 27 skizzirte Gestell verwendet wurde.

§ 89. Gestelle mit beliebiger Beweglichkeit der Bohrmaschinen. Gestelle mit beliebiger Einstellbarkeit werden selten zur Aufnahme von mehr als zwei Maschinen eingerichtet. Soll nach Lage der örtlichen Verhältnisse mit mehr als zwei Maschinen gearbeitet werden, so zieht man vor, zwei Gestelle zu benutzen, als drei oder vier Maschinen auf einem Gestell anzuordnen, wodurch nicht nur die Beweglichkeit des letzteren, sondern auch seine Stabilität beeinträchtigt würde.

Die hier in Rede stehenden Gestelle zerfallen nach der Methode ihrer Feststellung für die Bohrarbeit in drei Arten, nämlich standfeste Gestelle, solche mit Abstreizung durch Schrauben und solche mit Festspannung durch hydraulischen Druck.

§ 90. Standfeste Gestelle. Gestelle, deren fester Stand nur durch ihr Gewicht bewirkt wird, sind zum Tragen mehrerer Maschinen, vorwiegend aber für nur eine Maschine und zwar hauptsächlich als Bockgestelle konstruirt worden.

a. Gestelle für mehr als eine Maschine

sind vielfach in Amerika beim Tunnelbetriebe angewendet worden; besonders fand das von Burleigh konstruirte, auch zur Aufnahme von vier Bohrmaschinen eingerichtete Gestell eine größere Verbreitung.

Da für die Einführung des Burleigh'schen Gestelles in Europa keine Veranlassung vorlag und eine solche bei den guten europäischen Konstruktionen auch nicht zu erwarten steht, so soll hier von einer näheren Beschreibung desselben Abstand genommen werden⁶⁷⁾.

b. Gestelle für nur eine Maschine.

Unter diesen Gestellen ist das sogenannte Dreifußgestell das bekannteste; eine Form desselben ist in Fig. 15, Taf. XVI, abgebildet. Die Konstruktion ist ohne weitere Erläuterung aus der Zeichnung zu ersehen. Das Gewicht des eigentlichen Gestelles beträgt 70 kg, das der drei Belastungsgewichte 85 kg.

Man kann der Maschine auf dem Gestell jede Stellung in der Vertikalebene geben, da der Rahmen derselben um einen horizontalen Zapfen drehbar ist. Diese Beweglichkeit der Maschine kann aber in der Praxis nicht ausgenutzt werden, da man bei Anwendung von Dreifußgestellen überhaupt nur nach unten gerichtete Löcher bohren kann, denn diese Gestelle sind ungeachtet der Verwendung großer Belastungsgewichte zu wenig stabil, um horizontalen oder nach oben gerichteten Stößen den erforderlichen Widerstand entgegenzusetzen zu können. Selbst das Abwärtsbohren mit solchen Gestellen hat bei großer Schlagkraft der Maschine seine Schwierigkeiten und ist ihre Benutzung deshalb auch nur eine sehr untergeordnete. Zu dem Mangel an Stabilität kommt noch, daß auf unebenem Boden, z. B. in Steinbrüchen, die richtige Einstellung des Dreifußgestelles sehr aufhältlich ist, sodaß auch hierin ein Hindernis für die allgemeinere Einführung dieser Gestellform vorliegt.

Das Dreifußgestell geeigneter zum Abbohren von horizontalen Löchern zu machen, hat Rand⁶⁸⁾ versucht, indem er den Schwerpunkt des Gestelles tiefer legte und zwar dadurch, daß er die Bohrmaschine zwischen die Beine des Gestelles, nahe der Aufstellungssohle desselben, legte. Ueber den Erfolg oder Mißerfolg dieser Konstruktion ist nichts bekannt geworden.

Ein vierbeiniges Gestell ist von Wood⁶⁹⁾ konstruirt worden; die Abbildung desselben in Fig. 31 auf Taf. XVI erübrigt eine weitere Beschreibung. Das Gestell muß beim Gebrauch natürlich noch durch auf den Rahmen gelegte schwere Platten belastet werden. Man kann bei Benutzung dieses Gestelles nur senkrecht nach unten bohren. Da der Rahmen der Bohrmaschine auf demselben verschiebbar ist, so eignet sich die ganze Vorrichtung auch zur Herstellung von Schlitzten.

Bei starker Schlagkraft der Maschine wird auch dieses Gestell, selbst bei großer Belastung, nicht viel stabiler als das Dreifußgestell und erfordert seine Aufstellung auf sehr unebenem Boden noch mehr Zeit als letzteres.

⁶⁷⁾ Beschreibung und Abbildung des Burleigh'schen Gestelles finden sich in: Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. 1882. S. 237 und 238. — Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 19 und 20.

⁶⁸⁾ Drinker; a. a. O. S. 239. Mit Abbildg.

⁶⁹⁾ Drinker; a. a. O. S. 241. Mit Abbildg.

§ 91. Gestelle mit Abspreizung durch Schrauben.

a. Die Feststellung kann sowohl horizontal als vertikal geschehen.

Hierher gehört die Bohrsäule oder Bohrspreize; sie zeichnet sich durch Einfachheit aus und bietet Sicherheit gegen Vibrationen, wenn ihre Länge nicht $2\frac{1}{2}$ m überschreitet.

Die Bohrsäule, welche meistens nur zur Aufnahme einer Maschine eingerichtet ist, besteht aus einer schmiedeisernen Röhre von circa 10 cm Durchmesser, an deren Enden je eine Schraubenmutter angebracht ist. Die eine dieser Muttern besitzt links, die andere rechts gehendes Gewinde. In jede Mutter paßt eine starke Schraubenspinde, die mit einer Pratze versehen ist; durch Drehen der Schraubenspindeln werden die Pratzen fest gegen an das Gestein angelegte Pfostenstücke gepreßt.

Ueber die Röhre ist eine Muffe oder Klemme geschoben, die durch Muttern in verschiedenen Höhen fixirt werden kann; der Rahmen der Bohrmaschine ist mittels eines sogenannten Universalgelenkes mit der Muffe oder Klemme verbunden. Das Gewicht dieser Bohrsäulen beträgt circa 80—90 kg.

Die Bohrspreize, auch zur Aufnahme mehrerer Maschinen eingerichtet, ist das beste in Schächten anwendbare Gestell. Ein vorzügliches Spreizengestell für das Schachtabteufen ist von Dubois u. François⁷⁰⁾ konstruirt worden, dessen weitere Verbreitung nur dadurch beeinträchtigt wird, daß man zum Schachtabteufen überhaupt Bohrmaschinen sehr selten anwendet. Die Gründe hierfür werden in dem Paragraphen angegeben werden, der von den Arbeitsmethoden bei Anwendung von Bohrmaschinen handelt.

b. Das Gestell kann nur zwischen First und Sohle verspreizt werden.

Die hierher gehörigen Gestelle müssen alle fahrbar eingerichtet sein. Die Bohrmaschinen werden entweder durch Säulen oder durch horizontale Axen getragen.

a. Säulengestelle.

Gestelle mit nur einer Säule.

Gestelle mit einer Säule sind zuerst in brauchbarer Form von Döring konstruirt worden. Später haben Pelzer, Richter und Neuerburg die Konstruktion dieser Gestelle verbessert⁷¹⁾. Auch Ingersoll⁷²⁾ und Burleigh⁷³⁾ haben Säulengestelle konstruirt.

Neuerburg'sches Gestell der Actiengesellschaft Humboldt. Wie aus Fig. 24 und 25, Taf. XIV, ersichtlich, wird dasselbe aus der Säule *a* gebildet, die auf einem fahrbaren Unterbaue *c* steht. Die Säule *a* ist zur Aufnahme zweier Arme *b* eingerichtet, die als Träger der Bohrmaschinen dienen, indem der Rahmen

⁷⁰⁾ J. Lévy. Note sur l'application des compresseurs et perforateurs Dubois et François au fonçage des puits de mines. Bull. min. 1878. Serie II. Bd. 6. S. 677. Mit Abbildg.

⁷¹⁾ Beschreibungen und Abbildungen des Döring'schen Gestelles finden sich u. a. bei: Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 348. — Haupt. Stollenanlagen. 1884. S. 91. — Zwick. Neuere Tunnelbauten. 2. Aufl. 1876. S. 62. — Pelzer'sches Gestell. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. — Richter'sches Gestell für 3 Bohrmaschinen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 332.

⁷²⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 28.

⁷³⁾ Riedler; a. a. O. S. 18. — Drinker. Tunneling. 2. Aufl. 1882. S. 236.

f letzterer mittels eines Zapfens in das vordere Ende derselben eingesetzt ist. Um diesen Zapfen kann die Bohrmaschine in der Horizontalebene gedreht und in jeder Lage festgestellt werden. Jeder der Arme b wird in der Mitte durch ein Rohr umfaßt, das, in der vertikalen Ebene drehbar, mit einer über die Säule a geschobenen Muffe verbunden ist, welche mittels einer Druckschraube an ersterer festgehalten wird. Es läßt sich mithin jeder Arm längs der Säule ein gewisses Stück auf und nieder bewegen.

Auf der an der Muffe befestigten Axe, um welche der Arm b drehbar ist, sitzt eine Bremsscheibe mit Bremsband, welches letzteres durch eine Schraube fest angezogen wird. Beim Lösen der Bandbremse kann mittels der Gegengewichtskugel, die auf dem hinteren Ende jedes Armes sitzt, der letztere leicht in jede gewünschte Stellung gebracht werden. Außerdem gestatten die Zähne⁷⁴⁾, mit denen jeder Arm auf seinem hinteren Teile versehen ist, leicht ein Vor- und Rückwärtschieben des letzteren durch ein kleines Handrad, das ein Getriebe dreht, dessen gezahnte Welle in die Zähne des Armes eingreift.

Zum Feststellen des Bohrgestelles dient die Schraube d , deren Kopf fest in die Firste des Ortes eingeschraubt wird, während gleichzeitig zur weiteren Versteifung die Rahmengestelle f der Bohrmaschine mit einer Spitze im Arbeitsstoße ruhen.

Der fahrbare Unterbau c des Gestelles besteht aus einem Doppelrohr, dessen eine Hälfte das Spritzwasser und dessen andere die komprimierte Luft aufnimmt. An dem einen Ende des Doppelrohres befinden sich die Schlauchverschlußhähne, um mittels der Gummischläuche Luft nach den Bohrmaschinen und Spritzwasser nach dem Bohrloche zu führen. An der anderen Seite des Wasserrohres befindet sich ein Hahn, um dasselbe mit einer Wasserleitung oder dem Spritzwasserbehälter in Verbindung zu bringen; am Luftrohre ist ein Hahn zum Anschlusse an die Luftleitung angebracht. Das Gewicht des beschriebenen Gestelles beträgt circa 1000 kg.

Die Neuerburg'schen Gestelle sind auch für nur eine Bohrmaschine konstruiert worden. Will man mit zwei Maschinen arbeiten, so können mit Vorteil zwei solcher Gestelle benutzt werden, für deren jedes dann ein Schienengeleise vorhanden sein muß.

Gestelle mit zwei Säulen.

Als Beispiel von Gestellen mit zwei Säulen diene das von Schram konstruierte; siehe Fig. 30 und 31, Taf. XIV. Die beiden Säulen a und b sind untereinander durch einen eisernen Bügel d verbunden, der gestattet, daß die Förderung durch das Gestell hindurch auf einem besonderen mittleren Geleise erfolgt, wie dies in Fig. 30 angedeutet ist. Die beiden Säulen selbst werden durch einen auf Rädern ruhenden Rahmen getragen, für welchen ein zweites Geleise längs der Stöße des Stollens angelegt ist.

Jede Säule trägt eine Muffe, an welcher die zugehörige Bohrmaschine mittels Universalgelenkes befestigt wird. Das Heben und Senken der Muffe geschieht mittels einer über die Säule gezogenen Mutter.

⁷⁴⁾ Die Zähne können, wie in Fig. 24 und 25 angegeben, schraubenförmig ausgeführt werden.

β. Die Bohrmaschinen werden von horizontalen Axen getragen.

Gestelle dieser Art bestehen in der Regel aus einem fahrbaren Unterbau, der ein oder zwei starke Wände trägt. Letztere dienen zur direkten oder indirekten Aufnahme einer oder zweier horizontaler Axen, die massiv oder hohl hergestellt sind. Auf diesen Axen werden die Bohrmaschinen meistens unmittelbar an verschiebbaren Muffen mittels einfachen oder Universalgelenkes befestigt.

Für derartige Gestelle paßt recht gut die von Rziha gebrauchte Bezeichnung „Lafetten“. Solche Lafetten sind besonders von Ingersoll⁷⁵⁾ konstruiert worden. Soll der Betrieb mit vielen Maschinen sehr forcirt werden, so werden sie besser durch die Etagegestelle ersetzt.

Wird mit nur zwei Maschinen zu arbeiten beabsichtigt, so hat sich eine hierher gehörige Konstruktion von Geach bewährt, die sich auch durch ihre große Einfachheit auszeichnet. Aus der Darstellung des Gestelles von Geach in Fig. 6 und 7 auf Taf. XV dürfte die Einrichtung desselben ohne weitere Beschreibung verständlich sein; nur die Art der Feststellung des Gestelles bei der Bohrarbeit bleibt noch zu erläutern. Um dieselbe zu bewirken, wird der das Gestell tragende Unterbau *b* so weit niedergelassen, daß sich die vier nach unten gebogenen Ecken *a* desselben auf die Schienen aufsetzen, und alsdann die Druckschraube *f* gegen die Firste gepreßt.

Durch diese Art der Feststellung wird vermieden, die Druckwirkung auf die Radaxen zu übertragen, diese sind also nicht dem Verbiegen ausgesetzt. Behufs Entlastung der Radaxen sind die Lager derselben mit den Schrauben *s* verbunden; letztere gehen durch an dem Unterbau *b* angegossene Muttern. Durch Drehen der Schrauben *s* kann man nun die Lager der Radaxen heben und senken, mithin das Gestell auf die Schienen niederlassen, beziehentlich von diesen abheben.

Als Beispiel für die Benutzung des beschriebenen Gestelles mit zwei Bohrmaschinen sei der Betrieb des Severn-Tunnels in England angeführt. Der Richtstollen dieses Tunnels hatte einen quadratischen Querschnitt von 2,13 m Seite und wurden pro Attacke circa 10 Löcher gebohrt. Die Stellung der Löcher paßte man den Verhältnissen des zu durchörternden Gesteines an und zeigte das Gestell sich als völlig geeignet, den Löchern die hierbei erforderliche Richtung zu geben.

§ 92. Gestelle mit Abspreizung durch hydraulischen Druck. Bisher ist nur ein Gestell dieser Art konstruiert worden, nämlich die Bohrsäule mit hydraulischer Presse. Die neueste, von Frölich angegebene Konstruktion einer solchen Bohrsäule ist in Fig. 23, Taf. XIV, im Längsschnitt dargestellt. In der Röhre *u* kann sich ein langer Kolben *d* bewegen, der unten durch eine Ledermanschette abgedichtet ist und oben eine Pratze *z* trägt. Letztere beißt sich, wenn der Kolben *d* unter Druck kommt, gegen die Firste; wird letztere von hartem Gestein gebildet, so schiebt man zwischen Pratze und Firste ein starkes Pfostenstück ein.

Der Druck unter dem Kolben wird durch eine kleine hydraulische Presse erzeugt, die im mit Wasser gefüllten Säulenfuße *v* angebracht ist. Der hohle Kolben dieser Presse ist mit *p* bezeichnet; derselbe saugt beim Hochgange Wasser durch die Oeffnungen *o o* an, da er dann oben durch das in ihm angebrachte Ventil verschlossen wird. Beim Niedergange drückt er das angesaugte Wasser durch das

⁷⁵⁾ Riedler; a. a. O. S. 30 und 31, sowie Taf. 2.

Druckventil und die Durchbohrung b in die Röhre u , also unter den Kolben d . Die Hin- und Herbewegung des Kößchens p erfolgt durch den Winkelhebel $h a$, dessen Drehbolzen wasserdicht durch den Fuß der Säule hindurchgeht. Damit von den Saugöffnungen oo Schmutz- und Sandteile abgehalten werden, ist über denselben das Siebblech s angebracht.

Ist die Säule gehörig festgespannt worden, so wird die Kommunikation zwischen dem Rohre u und dem Fuße v durch das Ventil c abgestellt, welches mittels eines Handrädchens vor- und rückwärts geschraubt werden kann. Soll die Spreize gelöst werden, so dreht man das Ventil so weit zurück, daß das Wasser aus der Röhre u durch die Bohrung l wieder in den Fuß v zurücklaufen kann.

Um den Kolben d bei unaufmerksamer Handhabung der hydraulischen Presse nicht aus dem Rohre u herauszutreiben, ist letzteres kurz vor seinem oberen Ende, wie aus der Figur zu ersehen, durchbohrt. Ueber die Säule ist eine Muffe geschoben, an der mittels Universalgelenkes die Bohrmaschine, beziehentlich deren Rahmen befestigt wird. Das Festhalten der Muffe an der Säule geschieht durch zwei auf den Druckkeil k wirkende Preßschrauben.

Das Gewicht der beschriebenen Bohrsäule ist 97 kg.

Als Beispiel für die Anwendung der Säule diene der Richtstollenbetrieb im Pfaffen-sprung-Tunnel⁷⁶⁾. Das Querprofil des Stollens, von $5\frac{1}{2}$ —6 qm Flächeninhalt, zeigt Fig. 32 auf Taf. XVI; darunter in Fig. 33 sind die drei Bohrsäulen schematisch skizzirt, welche beim Betriebe gleichzeitig verwendet wurden. Es wurden stets 10—17 Löcher hintereinander mit drei Bohrmaschinen gebohrt und zwar wurde die Richtung der Löcher dem jedesmaligen Gesteinsverhalten angepaßt.

Bei der Benutzung solcher Gestelle, die nicht, wie die Etagegestelle und das Neuerburg'sche Säulengestell, mit Vorrichtungen zur Verteilung der motorischen Flüssigkeit an die verschiedenen, zu gleicher Zeit in Arbeit stehenden Bohrmaschinen versehen sind, wendet man zweckmäßig die in Fig. 26 und 27 auf Taf. XIV abgebildete sogenannte Bombe an. Die Konstruktion derselben ist ohne weitere Erläuterung aus den Abbildungen verständlich. a bezeichnet den Schlauch, welcher an die Hauptleitung der motorischen Flüssigkeit angeschlossen wird; letztere wird durch die Schläuche b den verschiedenen Bohrmaschinen zugeführt.

§ 93. Einrichtungen zum Entfernen des Bohrmehles. Wie bereits im Abschnitt über das Handbohren ausgeführt, ist der Bohreffekt um so größer, je schneller das sich bildende Bohrmehl aus dem Loche entfernt wird; letzteres erfolgt beim Maschinenbohren kontinuierlich oder mit Unterbrechung.

Die kontinuierliche Entfernung des Bohrmehles geht entweder von selbst vor sich oder unter Anwendung von Wasser.

Beim sogenannten trockenen Bohren wird das Bohrmehl in den Fällen von selbst, d. h. durch die Bewegung des Bohrers aus dem Loche entfernt, wenn letzteres ungefähr über 15° ansteigt, nicht viel über 1 m Tiefe erreicht und das Gestein durchaus trocken ist. In allen andern Fällen ist man auf die Benutzung sogenannten Einspritz- oder Spülwassers angewiesen. Dasselbe wird entweder mittels besonderer Apparate oder durch die Bohrer selbst in die Löcher ein-

⁷⁶⁾ Eisenbahn. 1882. Bd. 14. S. 98.

geführt. Bei nicht forcirtem Betriebe, bei welchem auch in der Regel selten tiefere Löcher als 1 m gebohrt werden, genügt das Eingießen von Wasser in das Bohrloch mittels kleiner Kännchen. Hierauf ist man auch angewiesen, wenn die Bohrmaschine durch Dampf betrieben wird.

Steht komprimirte Luft zur Verfügung, so kann man sich bequem folgende einfache Einspritzvorrichtung herstellen. Dieselbe besteht aus einem Rohre, dem sogenannten Flankirrohre, das durch einen Gummischlauch mit einem Wasserbehälter in Verbindung steht, in dessen oberem Raum aus der Hauptluftleitung kontinuierlich komprimirte Luft eintreten kann. Ein solches Flankirrohr ist in Fig. 28, Taf. XIV, dargestellt. *a* bedeutet den vom Wasserreservoir herkommenden Gummischlauch. Dieser Schlauch ist an einem Rohre befestigt, das bis nahe auf den Boden des Wasserbehälters reicht, wie dies aus Fig. 21, Taf. XIII, ersichtlich ist.

Das Wasser wird aus dem Flankirrohr mit um so größerer Gewalt hervorgetrieben, je größer die Spannung der Luft ist; dieselbe reicht aber in gewissen Fällen nicht hin, um das Wasser bis auf die Sohle der Bohrlöcher zu treiben. Diese Fälle treten ein, wenn ansteigende Löcher eine größere Tiefe als $1\frac{1}{2}$ m erreichen. Für solche Löcher ist also die kontinuierliche Entfernung des Bohrmehles durch die beschriebene Vorrichtung nicht mehr möglich.

Man muß dann, wenn noch Wasserspülung angewendet werden soll, zu dem zweiten Mittel greifen, das Wasser durch den Bohrer in das Loch zu führen. Eine hierzu dienende Einrichtung ist in Fig. 29, Taf. XIV, abgebildet⁷⁷⁾. Das Einspritzwasser wird durch den Schlauch *g* und den Hahn *f* in das Rohr *e* geleitet, welches mit dem hinteren Cylinderdeckel der Bohrmaschine fest verbunden ist. In diesem Rohre kann sich die hintere durchbohrte Verlängerung *e* der Kolbenstange hin und her bewegen; die Abdichtung bewirkt die Stopfbüchse *d*. Das Wasser gelangt durch *e*, die hohle Kolbenstange *o* und den der Länge nach durchbohrten Bohrschaft bis zum Bohrkopf, wo es, wie aus der Figur ersichtlich, durch eine seitliche Oeffnung ausströmen kann. Die Durchbohrung des Bohrers und der Kolbenstange hat 5—6 mm Weite. Mit *k* ist in der Figur der Arbeitskolben bezeichnet.

Die beschriebene, recht wirksame Einrichtung hat den Nachteil, daß sie das Schärfen der Bohrer erschwert und die Anschaffung derselben sehr verteuert. Bei einem großen täglichen Bedarf an Bohrern wird also die Benutzung dieser Einrichtung kaum in Frage kommen.

Zu erwähnen bleibt noch, daß man auch versucht hat, durch ein in eine am Bohrer hergestellte Längsnut eingelegtes Kupferröhrchen Spülwasser in das Bohrloch zu bringen, doch hat sich diese Einrichtung nicht bewährt.

Kann man aus irgend welchen Gründen nicht naß bohren und steigen die Löcher nicht so viel an, daß das Bohrmehl bereits durch den Bohrer entfernt wird, so bleibt nichts übrig, als das Bohrmehl von Zeit zu Zeit aus den Löchern zu entfernen. Hierzu kann man sich des Krätzers oder des Bohrers bedienen. Benutzt man ersteren, so räumt man die Löcher während der Pausen beim Bohrerwechsel aus. Benutzt man den Bohrer, so gibt man, falls die Maschine dies zuläßt, von Zeit zu Zeit rasch hintereinander viele Schläge mit möglichst kleinem Hub und geht dann plötzlich zu großem Hube und kleiner Schlagzahl über.

⁷⁷⁾ Preuß. Zeitschr. 1878. Bd. 26 B. S. 369.

Ist das Gestein thoniger Natur, so muß man das Bohrmehl öfters entfernen, als es wohl sonst der Fall sein würde. Der schlimmste Feind des trockenen Bohrens sind thonige, etwas Wasser führende Schichten. Bohrt man in solchen Schichten ansteigend und kann man wegen der großen Tiefe des Loches kein Wasser einspritzen, so bilden sich um den Bohrer steife Schmandwülste, die nicht aus dem Bohrloche heraustreten können und die schließlich das Umsetzen des Bohrers verhindern. In solchem Gestein darf dann nur kürzere Zeit ununterbrochen gebohrt werden, ohne das Bohrmehl zu entfernen.

Beim Naßbohren hat man auf das Meter Bohrlochtiefe circa 40 Liter Bohrwasser zu rechnen. Die Kosten der Beschaffung desselben sollte man nie scheuen, da sie reichlich durch den größeren Bohreffekt beim Naßbohren eingebracht werden. Es verhält sich nämlich der Bohreffekt beim trockenen Bohren zu dem beim Naßbohren ungefähr wie 1:1,5.

§ 94. Durch Elektrizität betriebene Stoßbohrmaschinen. Es ist das Verdienst von Siemens u. Halske, zuerst die Anwendung der Elektrizität zum Betriebe von Stoßbohrmaschinen praktisch vorgeführt zu haben. Auf der Pariser Elektrizitäts-Ausstellung vom Jahre 1881 hatte genannte Fabrik eine Bohrmaschine ausgestellt, welche in der Anordnung der arbeitenden Teile eine gewisse Aehnlichkeit mit der Faber'schen Handbohrmaschine zeigte⁷⁸⁾. Wie bei dieser waren zwei Hebedaumen an einer Welle befestigt, welche bei Umdrehung letzterer einen an der Bohrstange befestigten Däumling hoben. Gleichzeitig wurde hierbei eine Feder gespannt, die bei weiterer Drehung der Daumen durch Abschnappen des Däumlings ausgelöst wurde und den Bohrer gegen das Gestein schleuderte. Die Welle der eigentlichen Bohrmaschine wurde durch eine dynamo-elektrische Maschine in Rotation versetzt, welche vor der Bohrmaschine auf dem Boden stand, und zwar geschah die Uebertragung der Bewegung von der Welle der Dynamo-Maschine auf die Daumenwelle der Bohrmaschine durch eine gelenkige Welle mit Kegelrädergetriebe.

Der ganze Apparat war wenig compendiös, das Gestell für den praktischen Gebrauch nicht zweckmäßig; ob eine Verbesserung in dieser Beziehung denselben für den Gebrauch geeignet machen würde, ist deshalb fraglich, weil bei der Uebertragung der rotirenden Bewegung der Dynamo-Maschine auf die stoßende des Bohrers jedenfalls erhebliche Arbeitsverluste vorkommen, welche den so günstigen Wirkungsgrad der elektrischen Kraftübertragung wieder aufheben dürften.

Ferner ist von Siemens u. Halske ein Bohraparat vorgeschlagen worden, in welchem die aus weichem Eisen bestehende Bohrstange sich in der Axe eines Systems von drei Kupferdrahtspulen bewegen kann⁷⁹⁾. Die mittlere dieser Spulen wird von einem konstant wirkenden, gleichgerichteten Strom, welcher lediglich den Zweck hat, die Bohrstange zu magnetisiren, umkreist. Die beiden anderen Drahtspulen, welche in gleichem Sinne mit Draht unwickelt sind, stehen dagegen mit einer Wechselstrommaschine in Verbindung. Durch Einwirkung der diese beiden Drahtspulen durchfließenden Wechselströme wird die magnetisirte Bohrstange abwechselnd hin und her bewegt, da die in ihrer Richtung wirkenden Ströme einmal anziehend, das andere Mal abstoßend auf dieselbe einwirken. Behufs Umsetzung der Bohrstange ist die bereits mehrfach erwähnte Vorrichtung, Schaltrad und Drall, angeordnet. Um die auf das Zurückziehen der Bohrstange verwendete überschüssige Kraft für den Schlag nutzbar zu machen, dient eine Spiralfeder, welche beim Rückgang des Bohrers angespannt wird und die so aufgespeicherte Kraft beim Vorgang desselben wieder abgibt.

⁷⁸⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 556.

⁷⁹⁾ D. R. P. No. 9469. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. Bd. 28. S. 583. Mit Abbildungen.

Stossend wirkende Handbohrmaschinen.

§. 95. Praktische Erfordernisse. Leicht transportable Gesteinsbohrmaschinen, welche ohne Elementarbetrieb zu benutzen sind, könnten dem Ingenieur in vielen Fällen gute Dienste leisten. Es hat daher auch nicht an Versuchen gefehlt, Handbohrmaschinen zu konstruieren; diese Versuche lassen aber immer noch die Frage nach einer allgemein brauchbaren, stoßend wirkenden Handbohrmaschine offen. Viele der bisher konstruirten Handbohrmaschinen sind zwar, vom rein mechanischen Standpunkte aus, recht vollkommen, dennoch aber benutzt man sie nicht. Spielen die Kosten der Herstellung eines Bohrloches keine Rolle und würde es sich darum handeln, nur hin und wieder ein Loch rasch abzubohren, so sind eine ziemlich grosse Anzahl von Konstruktionen vorhanden, mit denen man diesen Zweck erreichen könnte. Ein solcher Fall kommt aber im allgemeinen viel zu selten vor, denn bei der vereinzeltten Herstellung von Bohrlöchern spielt in der Regel eine grosse Zeitersparnis keine Rolle. Für vereinzeltte Fälle schafft man auch nicht gern Maschinen im Preise von 700—1000 Mark an. Sind dagegen viel Löcher zu bohren, so spielt meistens auch der Kostenpunkt eine Rolle, und da zeigt es sich denn, daß keine einzige der bisher erfundenen Handbohrmaschinen mit dem Bohren von Hand konkurriren kann.

Für forcirten Betrieb sind die Handbohrmaschinen überhaupt nicht zu gebrauchen, da man eine größere Zahl derselben an einem Arbeitsorte wegen Mangel an Raum nicht aufstellen kann, auch ist die Kraft dieser Maschinen ganz unzulänglich, wenn man berücksichtigt, daß für jede Bohrmaschine mit Elementarbetrieb mindestens zwei Pferdekkräfte disponibel sein müssen.

Daß die Mehrzahl der in neuerer Zeit konstruirten Handbohrmaschinen nicht mit dem Bohren von Hand konkurriren kann, sobald der Kostenpunkt in Frage kommt, erscheint nicht auffällig, wenn man berücksichtigt, daß die Konstrukteure dieser Maschinen von der Idee ausgegangen sind, die verhältnismäßig große Arbeitsleistung des Menschen an der Kurbel auszunutzen, denn diese Arbeitsleistung ist doch nicht um so vieles größer als die beim Handbohren aufzuwendende Arbeit, daß die verschiedenen Widerstände in den Maschinen diesen Ueberschuß an Leistung nicht ganz oder doch zum großen Teil absorbiren sollten. Stünde nicht allen Handbohrmaschinen noch der Vorteil zur Seite, daß sie mit Stoß- oder Wurfbohrern arbeiten, bei der Uebertragung der Kraft des Arbeiters auf den Bohrer also circa 27—29% gespart werden gegenüber der Bohrarbeit mit zwei Gezähnen, so ließe sich wahrscheinlich für keine der konstruirten Handbohrmaschinen ein wenigstens rechnermäßiger Vorteil hinsichtlich Kraftökonomie gegenüber dem Handbohren nachweisen.

Bei der Mehrzahl der wirklich als Maschinen anzusehenden Handbohrapparate versetzt der Arbeiter eine Welle in Umdrehung, auf welcher Daumen, in der Regel zwei an der Zahl, sitzen. Diese Daumen spannen entweder Federn an, durch deren Kraft nach ihrer Auslösung der Bohrer vorwärts geschleudert wird, oder diese Daumen setzen einen mit dem Bohrer verbundenen Kolben in Bewegung, der bei seinem Rückgange in einem Cylinder atmosphärische Luft komprimirt, während sein Vorwärtsgang, also der Schlag des Bohrers, durch die komprimirte Luft erfolgt.

Zu den Maschinen ersterer Art gehören die von Faber, Gronert u. a. m.; unter den Maschinen, in welchen komprimierte Luft den Stoß des Bohrers bewirkt, ist diejenige von Jordan (Jordan u. Meihé) die bekannteste.⁸⁰⁾

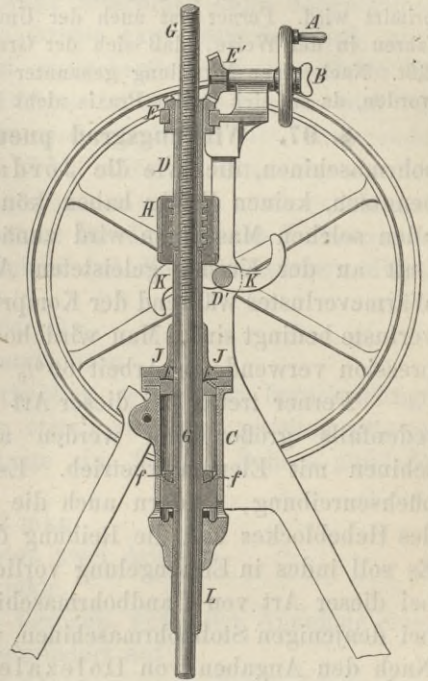
§ 96. **Jordan's pneumatische Handbohrmaschine.** Eine Abbildung der Jordan'schen Maschine in ihrer zuerst verbreiteten Konstruktion gibt nebenstehen-

der Holzschnitt. *C* bezeichnet den Cylinder, in welchem die Luft komprimiert wird; derselbe steht in seinem unteren Teile durch Oeffnungen in den Wandungen mit der Atmosphäre in Verbindung und ist auf einem Gestell entweder fest oder bewegbar montirt. Der im Cylinder arbeitende Kolben sitzt auf der hohlen Kolbenstange *L*, durch welche die Bohrstange hindurchgeht. Damit letztere der Drehung des Kolbens folgen kann, ist das untere Ende der Kolbenstange innen sechskantig gestaltet, entsprechend der in ihrem unteren Teile ebenfalls sechskantigen Bohrstange. Das obere Ende der Kolbenstange trägt den Hebeblock *H*, gegen dessen untere Fläche die beiden Hebedaumen *K* wirken, welche auf der Welle *D*₁ sitzen. Letztere wird mittels eines an dem in der Abbildung angegebenen Schwungrad befestigten Kurbelgriffes in Drehung versetzt. Wenn die Hebedaumen *K* nun den Hebeblock, also auch den Kolben heben, wird die Luft im Cylinder oben komprimiert, gleichzeitig aber auch infolge der Friktionswirkung zwischen Daumen und Block die Kolbenstange gedreht. Um diese Drehung, also das Umsetzen des Bohrers reguliren zu können, ist auf dem mit dem Hebeblock verbundenen Rohre *D* ein konisches Rad *E* befestigt, in dessen Zähne die eines zweiten Rades *E*₁ eingreifen. Die Welle des letzteren kann durch die Mutter *B* mehr oder weniger festgebremst werden, sodaß der Grad der Drehung des Hebeblockes veränderlich gemacht ist.

Durch diese Drehung wird aber nicht nur das Umsetzen, sondern auch der Vorschub der Bohrstange bewirkt. Letztere bildet nämlich in ihrem oberen Teile eine flachgängige Schraube und das Rohr *D* die zugehörige Mutter. Diese kann sich in dem Hebeblock wegen der eingedrehten konzentrischen Ringe wohl drehen, muß aber sonst der auf und nieder gehenden Bewegung der Bohrstange folgen. Ferner findet das Rohr *D* im konischen Rade *E* mittels Nut und Zahn Führung, sodaß jede Drehung dieses Rades auf das Schraubengewinde der Bohrstange übertragen wird.

Umsetzung und Vorschub sind demnach bei gebremstem Getriebe voneinander abhängig; kann letzteres sich unbehindert drehen, so folgt auch die Mutter *D* der

Fig. 29.



⁸⁰⁾ Vor Jordan benutzte bereits Marcellis in Lüttich komprimierte Luft zur Schlägerzeugung in einer Handbohrmaschine; siehe Stapff; a. a. O. S. 48. — Annales des mines, 1862. Bd. II. S. 376.

Drehung des Hebeblockes und es findet nur ein Umsetzen, aber kein Vorschieben der Bohrstange statt. Um den Vorschub auch von Hand bewerkstelligen zu können, sitzt auf der Welle des Zahnrades E_1 ein kleines Kurbelrad A . Mittels des letzteren kann man ferner, sobald das Loch um die Länge der Schraubenspindel abgebohrt ist, diese wieder zurückdrehen.

Durch die Märkische Maschinenbau-Anstalt in Wetter an der Ruhr wurde die Jordan'sche Handbohrmaschine dahin abgeändert⁸¹⁾, daß in dem Cylinder hinter dem Kolben stets hoch gespannte Luft vorhanden ist, die beim Kolbenrückgang noch höher komprimirt wird. Ferner hat auch der Umsetzungsmechanismus des Bohrers eine Aenderung erfahren in der Weise, daß sich der Grad des Umsetzens der Gesteinsbeschaffenheit anpassen läßt. Nach einer Mitteilung genannter Fabrik ist aber der Bau dieser Maschinen eingestellt worden, da sie sich in der Praxis nicht bewährt haben.

§. 97. Wirkungsgrad pneumatischer Handbohrmaschinen. Daß Handbohrmaschinen, die, wie die Jordan'sche, komprimirte Luft zur Schlagerzeugung benutzen, keinen Erfolg haben können, folgt aus nachstehender Betrachtung. In allen solchen Maschinen wird zunächst von der zur Erzeugung der komprimirten Luft an der Kurbel geleisteten Arbeit nur ein Teil restituirt, da infolge des Wärmeverlustes während der Kompressionsperiode und durch Undichtheiten Arbeitsverluste bedingt sind. Man wird hoch greifen, wenn man von der auf die Luftkompression verwendeten Arbeit 60 % wieder erhält.

Ferner treten bei dieser Art von Maschinen Reibungswiderstände auf, welche jedenfalls größer sein werden als die Reibungswiderstände in Stoßbohrmaschinen mit Elementarbetrieb. Es sind nämlich nicht nur Kolben- und Stopfbüchsenreibung, sondern auch die Reibung der Daumen gegen die Anschlagfläche des Hebeblockes und die Reibung der Kurbelwelle in ihren Lagern zu überwinden. Es soll indes in Ermangelung vorliegender Versuche nur angenommen werden, daß bei dieser Art von Handbohrmaschinen die Reibungswiderstände so groß seien als bei denjenigen Stoßbohrmaschinen, welche durch komprimirte Luft betrieben werden. Nach den Angaben von Dolezalek⁸²⁾ betragen dieselben für die Maschinen von Ferroux, Modell II, und Mac-Kean 20—30 % der Betriebskraft. Von diesen Angaben soll die größere (30 %) wegen der Reibung zwischen Daumen und Hebeblock etc. hier benutzt werden.

Nimmt man nun an, daß der Arbeiter an der Kurbel bei anhaltender Arbeitsdauer 7 mkg leisten kann, nimmt man ferner und zwar sehr zu gunsten der hier in Rede stehenden Handbohrmaschinen an, daß von dieser Arbeit wegen des Zurückziehens des Bohrers nur 35 % verloren gehen (gegen 43—50 % beim einmännischen Handbohren), so werden von der vom Arbeiter an der Kurbel geleisteten Arbeit nur noch

$$7 \cdot 0,60 \cdot 0,70 \cdot 0,65 = 1,91 \text{ mkg}$$

am Bohrer übrig bleiben. Beim einmännischen Bohren ist, auf Grund der Havrez'schen Versuche, im Bohrer noch eine Arbeit von 1,83 mkg disponibel, so daß in der That die an der Handbohrmaschine geleistete Arbeit nicht mehr ausgenutzt wird als die beim Handbohren aufgewendete Arbeit. Man kann daher mit einer solchen Handbohrmaschine nur dann eine größere Leistung als beim ein-

⁸¹⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1880. S. 213.

⁸²⁾ Dolezalek; a. a. O. S. 50.

männischen Handbohren erreichen, wenn der Arbeiter an der Maschine mit außer-gewöhnlicher Anstrengung arbeitet.

Wie wenig die Jordan'sche Maschine geeignet ist, mit dem Bohren von Hand beim Stollenbetriebe zu konkurriren, zeigen schlagend die von Szellemy⁸³⁾ veröffentlichten Versuche, auf welche hier verwiesen wird.

§ 98. Handbohrmaschinen mit Federspannung. Günstiger als bei der Jordan'schen Maschine liegen die Verhältnisse bei den Maschinen, in welchen gespannte Federn den Schlag erzeugen. Bei diesen Maschinen kann angenommen werden, daß die zur Federspannung geleistete Arbeit ganz restituirt wird; auch dürften die infolge von Reibungswiderständen entstehenden Arbeitsverluste für durch Federspannung wirkende Maschinen geringer zu veranschlagen sein als für die Maschinen, in welchen ein luftdicht in einem Cylinder sich bewegender Kolben das Hauptorgan der Arbeitsübertragung bildet. Diese Arbeitsverluste sollen für Maschinen mit Federspannung zu 20% angenommen werden und erhält man dann unter Benutzung der oben gemachten Annahme für den auf das Zurückziehen des Bohrers fallenden Arbeitsverlust die am Bohrer bei diesen Maschinen dispo-nible Arbeit zu:

$$7 \cdot 0,80 \cdot 0,65 = 3,64 \text{ mkg,}$$

also 1,81 mkg mehr als beim einmännischen Handbohren.

Dieses günstige Resultat reduziert sich erheblich, wenn man berücksichtigt, daß an der Kurbel solcher Handbohrmaschinen stets zwei Mann arbeiten müssen. Von diesen wird nach Abzug der Reibungsverluste eine für das Bohren nützliche Arbeit von

$$2 \cdot 7 \cdot 0,80 = 11,2 \text{ mkg}$$

geleistet. Beim einmännischen Handbohren leisten zwei Arbeiter

$$2 \cdot 6,04 = 12,08 \text{ mkg,}$$

welcher Betrag, auf die Arbeit mit Stoßbohrern bezogen, unter der Annahme eines Nutzeffektes der Uebertragung von 0,53, sich vermindert auf:

$$12,08 \cdot 0,53 = 6,40 \text{ mkg.}$$

Nach den Versuchen von Hausse ist nun, unter Anwendung des Stoßbohrers, zum Ausbohren eines cem Freiburger Normalgneises eine Arbeitsleistung von 50,8 mkg erforderlich. Mit einer Handbohrmaschine in Rede stehender Art wird man daher zum Ausbohren eines cem gebrauchen:

$$\frac{50,8}{11,2} = 4,54 \text{ Sekunden,}$$

während ein Arbeiter beim einmännischen Handbohren einen cem in

$$\frac{50,8}{3,20} = 15,88 \text{ Sekunden}$$

ausbohrt. Legt man aber drei Arbeiter vor Ort an, so können drei Löcher von 0,50 m Tiefe in 1,07 Stunden gebohrt werden, während die Bohrmaschine zur Herstellung von drei Löchern derselben Tiefe 1,43 Stunden gebraucht, wenn man für jedes Bohrloch auf Einstellen der Maschine und Bohrerwechsel 10 Minuten rechnet, was unter Berücksichtigung der Zeit zum Bohrerwechsel praktischen Verhältnissen entspricht. Dieses Beispiel zeigt mithin, daß ein Zeitgewinn durch die Handbohrmaschine nicht zu erzielen ist, wenn es sich um die gleichzeitige Herstellung

⁸³⁾ G. Szellemy. Versuche mit der Jordan'schen Handbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. für Berg. u. Hüttenwesen. 1880. Bd. 28. S. 6.

mehrerer Bohrlöcher handelt. Im übrigen folgt aus den vorstehenden Darlegungen, in welchen Fällen sich der Ingenieur einer der bisher gedachten Handbohrmaschinen mit Vorteil wird bedienen können.

Tabelle X.

Leistungen mit Handbohrmaschinen.

Ein ungefähres Bild der in der Praxis mit Maschinen der beschriebenen Arten erreichbaren Leistungen gibt nachstehende Zusammenstellung.

Bezeichnung der Maschine	Zahl der an der Maschine beschäftigten Arbeiter	Reine Bohrzeit		Zeitverluste (Umstellen der Maschine, Bohrerwechsel, Schmierens, Klemmungen des Bohrers).		Totale Bohrzeit		Abgebohrte Tiefe m	Art des Gesteins
		Stund.	Min.	Stund.	Min.	Stund.	Min.		
Jordan	6	48	21	39	13	87	34	27,2	Grünstein-Trachyt.
	3	—	—	—	—	—	47	1,556	Thon- u. Grauwackeschiefer.
	3	8	9	4	47	12	56	14,14	Schalstein (Mandelstein).
	4	—	25	—	16	—	41	1,0	Porphyr.
Gronert	2	—	17	—	2	—	19	0,235	Granit.
	1	—	8	—	—	—	8	0,32	Sandstein.
	2	—	15	—	—	—	15	1,0	Sandstein.
Faber	2	—	—	—	—	2	30	2,51	Kalkstein.

§ 99. Gestelle. Für die gedachten Arten von Handbohrmaschinen stehen zwei Systeme von Gestellen in Benutzung, nämlich solche, deren Feststellung durch Abspreizung, und solche, deren Feststellung durch ihr eigenes Gewicht erfolgt.

Die Gestelle des ersten Systems bestehen meistens aus zwei gekuppelten Säulen, welche die Maschine zwischen sich fassen. Die Gestelle, deren Feststellung durch ihr Gewicht geschieht, werden durch eiserne Böcke gebildet, die in der Regel fahrbar eingerichtet sind. Ein solches fahrbares Bockgestell für die Jordan'sche Handbohrmaschine ist in Fig. 20, Taf. XVI, abgebildet. Der den Cylinder der Maschine tragende Rahmen ist in dem Gestell so verlagert, daß er sich um eine horizontale Axe drehen kann, wodurch es ermöglicht wird, Löcher jeder Richtung in der Vertikalebene zu bohren.

§ 100. Verschiedene Handbohrmaschinen und Hilfsvorrichtungen.

Außer den bisher gedachten Arten von Handbohrmaschinen kann man zum Abbohren vertikal nach unten gerichteter Bohrlöcher noch einfache Vorrichtungen benutzen, in denen der Bohrer nur durch sein eigenes Gewicht wirkt. Zum Heben und Fallenlassen des Bohrers sind dann dieselben Einrichtungen zu treffen, wie zur Herstellung von nicht tiefen Löchern bei sogenannten Tiefbohrungen, und wird in dieser Beziehung auf Kapitel VII dieses Werkes verwiesen. Hier bleiben nur noch die Apparate von Newton und Gowan zu erwähnen, welche von den eigentlichen Tiefbohrungsapparaten abweichen.

Newton⁸⁴⁾ schlägt vor, die Bohrstange, wie bei manchen Rammen den Rammbar, durch eine Zange zu fassen, die mittels eines um einen Haspel geschlungenen Seiles hochzuziehen ist. In einer gewissen Höhe soll sich die Zange dann selbstthätig öffnen und dieselbe die Bohrstange fallen lassen. Das Umsetzen des Bohrers erfolgt von Hand. Dieser sehr einfache Apparat erfordert ein mehr oder weniger hohes Gerüst zur Aufnahme der Leitrolle für das Zugseil der Zange.

Gowan⁸⁵⁾ hat einen mehrfach benutzten Apparat konstruiert, in welchem die Bohrstange nicht durch ein Seil, sondern durch einen Hebedaumen gehoben wird. Dieser sitzt auf der Axe eines Rades, das direkt oder indirekt von Hand gedreht werden kann. Der Anschlag des Hebedaumens erfolgt, ähnlich wie bei der Jordan'schen Maschine, gegen einen Scheibendäumling, der in beliebiger Höhe an der Bohrstange fixirt werden kann. Der Hebedaumen bewirkt auch die Drehung des Bohrers. Zur Führung der Bohrstange dienen Rollen, deren Anbringung ein Gerüst nötig macht. Letzteres erschwert bei allen Apparaten dieser Art ihre allgemeine Benutzung für Herstellung weniger tiefer Löcher.

Endlich sind hier noch einige Bemerkungen über die von Delahaye und Könyves-Toth konstruirten Apparate anzuführen, welche dazu dienen sollen, die so vorteilhafte Arbeit mit dem Wurfböhrer möglichst zu erleichtern.

Der Delahaye'sche Apparat⁸⁶⁾ besteht aus zwei abspreizbaren vertikalen Ständern, zwischen welchen unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont eine Leitschiene parallel mit der Richtung des zu bohrenden Loches befestigt werden kann. Auf dieser Leitschiene wird ein auf Rollen beweglicher Wagen, welcher den Bohrer trägt, von Hand vorwärts und rückwärts geschoben; bei der Vorwärtsbewegung erfolgt der Schlag. Ein besonderer Mechanismus bewirkt das Umsetzen des Bohrers. Da der den Wagen handhabende Arbeiter eine bequeme Stellung einnehmen muß, so ist dieser Apparat in engen Räumen nicht zu verwenden. In sehr hohen Räumen und unter freiem Himmel würden die dann nicht verspreizbaren Ständer für die Leitschiene des Wagens schwer stabil herzustellen sein, will man nicht die Bewegbarkeit des ganzen Apparates vermindern. Aus diesen Gründen hat der letztere auch keine Verwendung in der Praxis gefunden.

Der Bohraparat von Könyves-Toth⁸⁷⁾ wird aus einer röhrenförmigen, auf einem Gestell montirten Hülse gebildet, welche zur Führung des Stoßbohrers dient. Der Schaft des letzteren ist mit einem hölzernen Handgriff versehen, welchen der Arbeiter beim Stoßen erfaßt. In der Hülse sind ein Schalträd mit schieferm Nutkeil und ein solches mit geradem Nutkeil verlagert; die Keile passen in Längsnuten der Bohrstange, von denen die eine gerade, die andere schief verläuft. Mittels dieser beiden Schalträder geht dann das Umsetzen in ähnlicher Weise vor sich wie bei den durch motorische Flüssigkeiten betriebenen Bohrmaschinen. Da sich die Führungshülse auf dem Gestell in jede Lage bringen läßt, so kann mit diesem Apparate auch in jeder Richtung gebohrt werden. Derselbe soll sich in der Praxis bereits bewährt haben, doch liegen zuverlässige Angaben hierüber nicht vor.

⁸⁴⁾ Stapff; a. a. O. S. 46. Mit Abbildg.

⁸⁵⁾ Stapff; a. a. O. S. 47. [Mit Abbildg. — Dingler's polytechn. Journ. 1851. IV. Bd. 122. S. 95. Mit Abbildg.]

⁸⁶⁾ A. Habets. Notes sur les machines à abattre la houille. Revue univ. d. mines. 1861. Serie I. Bd. 9. S. 282. Mit Abbildg. — Stapff; a. a. O. S. 49. Mit Abbildg.

⁸⁷⁾ Die Sprengtechnik von Mahler u. Eschenbach. Wien 1881. S. 107. Mit Abbildg.

Zweiter Teil.

Das Drehbohren.

Einleitung.

§ 101. Geschichtlicher Rückblick. Die Anwendung drehend handzuhabender Werkzeuge zur Herstellung von Löchern in Gestein ist jedenfalls schon in den ersten Kulturanfängen bekannt gewesen; hierfür sprechen viele Funde aus der sogenannten Steinzeit, in denen Löcher von durchaus kreisrundem Querschnitt mit ganz glatten Wandungen vorkommen. Drehspuren in manchen dieser Löcher weisen darauf hin, daß die zu ihrer Herstellung benutzten Werkzeuge aus mehreren arbeitenden Spitzen, Zähnen oder Kanten bestanden haben müssen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter anderem Drehbohrer aus Holz benutzt worden sind, in deren arbeitendes Ende Körner harter Mineralien eingedrückt waren. Es sind ferner Gegenstände aus der Steinzeit gefunden worden, in denen vorhandene Löcher deutlich Kerne mit Drehspuren zeigen, was darauf hindeutet, daß man schon früh verstanden hat, durch röhrenförmige Bohrer den Arbeitsaufwand zur Herstellung eines Loches herabzumindern. Nach neueren Berichten⁸⁸⁾ müssen die Steinmetze des alten Aegypten sich zur Bearbeitung harter Gesteine sogar gerader und kreisförmiger Sägen, cylindrischer und röhrenförmiger Bohrer bedient haben, deren Schneiden und Zahnspitzen mit eingesetzten Edelsteinen versehen waren.

§ 102. Die modernen Diamantbohrmaschinen. Ein antiker Fund, eine Platte von rotem ägyptischem Porphy, gab den Anlaß zur Erfindung des ersten modernen Drehbohrers für hartes Gestein; der Uhrmacher Georges Leschot in Genf beobachtete an dieser Platte nämlich undulirte, parallele Riefen von gleicher Stärke und in gleichen Abständen voneinander, die seiner Ansicht nach nicht von einem Stahlwerkzeug hervorgebracht worden sein konnten. Er vermutete vielmehr, daß diese Riefen von einem mit Diamanten armirten Werkzeuge herrührten. Im Frühjahr 1862 konstruirte Leschot den ersten Diamantbohrer für Handbetrieb. Derselbe bestand aus einem hohlen Stahleylinder, dessen ringförmige Arbeitsfläche mit schwarzen Diamanten versehen war, die man in Europa bereits kannte. Der Stahleylinder wurde an eine starke, hohle eiserne Stange befestigt, welche durch ein Vorgelege in rasche rotirende Bewegung versetzt werden konnte. Der Druck,

⁸⁸⁾ Centralbl. d. Bauverwaltung. 1884. S. 24.

unter welchem Leschot den Bohrer gegen das Gestein preßte, betrug mehrere Hunderte von Kilogrammen, auch lief während der Arbeit Spülwasser durch die hohle Bohrstange, um das Bohrmehl zu entfernen und das Werkzeug zu kühlen.

Das erste Patent auf diese Diamantbohrmaschine wurde in Frankreich unterm 19. Juli 1862 erteilt. Ihre Wirkung ist eine schabende, welche man sich in der Weise zu erklären hat, daß die Kanten oder Flächen des gegen das Gestein arbeitenden Diamanten aus sehr kleinen Keilen bestehen, die unter dem ausgeübten Drucke in das Gestein eindringen und bei der Drehung die vorliegenden Gesteinskanten abscheren.

Wegen der Kleinheit der die Kanten und Flächen der Diamanten bildenden Keile werden sich dieselben auch nur kaum meßbar tief in das auszubohrende Gestein eindrücken lassen; der hierzu aufzuwendende Druck wird mithin nur verhältnismäßig klein zu sein brauchen. Dem geringen Eindringen der Diamanten entsprechend sind von diesen bei der Drehung auch nur Gesteinspartikel von ganz geringer Dicke abzuscheren und wird demnach der hierzu erforderliche Kraftaufwand ebenfalls verhältnismäßig nur klein sein. Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß man, um große Leistungen zu erzielen, die Diamantbohrer rasch rotiren lassen muß, was, da keine großen Druckwirkungen auszuüben sind, praktisch wohl durchführbar ist⁸⁹⁾.

Georges Leschot überließ es seinem Mitarbeiter Séchehaye und seinem Sohne Rudolf, die Versuche mit der Diamantbohrmaschine weiter fortzusetzen, und gelang es denselben bereits Ende 1862 mit einer solideren Maschine als der ersten patentirten in der Stunde 2 m tief in Kalkstein und etwas über 1 m tief in Granit zu bohren.

Die erste gut konstruirte, mit Elementarkraft betriebene Diamantbohrmaschine mit Hohlbohrer ist dem französischen Ingenieur Perret zu verdanken; dieselbe erregte auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 gerechtes Aufsehen, woselbst sie als Maschine von Perret u. de la Roche-Tolay arbeitete. Bald wurde dieselbe jedoch von den Diamantbohrmaschinen des Majors Beaumont und der englischen Diamond-Rock-Boring-Company überholt, mit welchen dann amerikanische Konstruktionen und später die Taverdon'schen Maschinen erfolgreich in Konkurrenz traten.

§ 103. Die keilend wirkenden Drehbohrmaschinen. Die Verbesserungen auf dem Gebiete der Diamantbohrmaschinen kamen ins Stocken, als Mitte der siebziger Jahre eine Methode des maschinellen Drehbohrens Anwendung fand, welche die Verwendung von Diamanten selbst in den härtesten Gesteinen entbehrlich machte. Diese Methode besteht darin, keilförmige Schneiden aus Stahl

⁸⁹⁾ Völlige Klarheit über die Wirkungsweise der Diamantbohrer besteht zwar zur Zeit, mangels jeder Versuche über die Festigkeit der Diamanten im Vergleich mit andern Mineralien, noch nicht. Leschot und sein Mitarbeiter Séchehaye sind durch ihre Versuche zu dem Resultate gekommen, daß gegen eine mit 8—10 Diamanten armirte Bohrkronen ein Druck von 3000—4000 kg pro qcm ausgeübt werden müsse, wenn vorteilhaft gearbeitet werden soll. Diesem Resultate steht die Thatsache entgegen, daß in der Betriebspraxis mit Diamantbohrmaschinen ein viel geringerer Druck angewendet wird. Es wäre aber ein Irrthum, hieraus schließen zu wollen, daß die Diamanten in der That eine nur geringe Festigkeit besäßen, vielmehr hängt es, wie später noch gezeigt werden wird, mit der Festigkeit der Fassung der Diamanten zusammen, daß man in der Praxis die Diamantbohrmaschine nur unter geringem Druck arbeiten läßt.

unter sehr hohem Druck in das Gestein zu pressen und dabei gleichzeitig in kontinuierliche langsame Drehung zu versetzen. Die keilende und abscherende Wirkung des Stahlbohrers unterscheidet sich von der schabenden des Diamantbohrers nur dadurch, daß bei ersterer das bohrende Werkzeug tief eindringt und das Gestein in größeren Brocken wegbricht, während bei letzterer die Diamanten sich kaum meßbar tief in das Gestein eindrücken und dasselbe in ganz kleinen Partikeln absprengen. Diese neue Methode des Drehbohrens beruht auf der Thatsache, daß eine keilförmige Schneide aus Stahl unter hohem Druck in das härteste Gestein eindringen kann, indem die Festigkeit des Stahles größer ist als die der bekannten härtesten Gesteine.

In weichen Gebirgsarten wurde das keilende und wegbrechende Bohren bereits seit Jahrhunderten mit Handbohrern ausgeübt, denn bei weichem Gestein genügt der verhältnismäßig geringe Druck, welchen ein Mann ausüben kann, um die Bohrschneide in das Gestein einzutreiben und dasselbe beim Drehen in mehr oder weniger großen Stücken wegzubrechen. Die erste brauchbare, durch Elementarkraft betriebene Drehbohrmaschine für weiche Gebirgsarten wurde von Trautz konstruirt und hat sich dieselbe auch in einigen Steinsalzbergwerken eingebürgert.

Stapff sprach es wohl zuerst aus, daß die keilend und brechend wirkende Bohrmethode sich auch recht gut für hartes Gestein eignen würde. In seinem Werke über Gesteinsbohrmaschinen⁹⁰⁾ sagt er, „daß, da ein stoßend wirkender Bohrmeißel gegen Gestein pro qcm 5000—6000 kg Druck ohne allzurasse Abführung ausüben kann, ein unter gleichem Winkel zugeschärfter Drehbohrmeißel desto sicherer einen ebenso großen Druck muß übertragen können, als er nicht stoßend wirkt; daß mithin die beschränkte Festigkeit des Bohrmeißelmateriales der allgemeineren Anwendung keilend wirkender Drehbohrer kein ernstliches Hindernis in den Weg legt“. Stapff verwirft es, den notwendig erforderlichen starken Druck, welchen keilende Handbohrmaschinen gegen festes Gestein ausüben müssen, durch Schraubenmechanismus hervorzubringen, und sagt, „daß der axiale Druck am besten durch eine Wassersäule erzeugt werden solle“.

Das große Verdienst, die erste brauchbare, durch Elementarkraft betriebene, bisher auch noch nicht übertroffene Drehbohrmaschine mit keilender Wirkung konstruirt zu haben, gebührt dem Ingenieur Brandt. Die seinen Namen tragende sogenannte hydraulische Drehbohrmaschine scheint berufen zu sein, das stoßende Bohren in den Fällen in den Hintergrund zu drängen, in denen die Beschaffung von Druckwasser keine Schwierigkeiten bietet. Die Probe für ihre Konkurrenzfähigkeit mit Stoßbohrmaschinen hat die Brandt'sche Drehbohrmaschine unter anderem bereits im Arlberg-Tunnel abgelegt.

Die keilend wirkende Drehbohrmaschine zur Arbeit in festem Gestein unabhängig von der Beschaffung bedeutender hydraulischer Druckkräfte zu machen, ist nach der Erfindung Brandt's von Jarolimek versucht worden. Dieser hat eine Drehbohrmaschine konstruirt, in welcher der Vorschub des Bohrers nicht durch hydraulischen Druck, sondern durch ein sogenanntes Differential-Schraubenvorgelege erfolgt, eine Einrichtung, die übrigens schon von Trautz in seiner oben gedachten Drehbohrmaschine und bei einigen Diamantbohrmaschinen zur Anwendung gekommen ist.

⁹⁰⁾ Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 247.

§ 104. Vorteile des Drehbohrens. Die Vorteile des Drehbohrens gegenüber dem Stoßbohren bestehen vor allem in großer Ersparnis an Arbeitsaufwand.

Diese Ersparnis wird erstens dadurch veranlaßt, daß beim Drehbohren keine Arbeitsverluste durch Zurückziehen des Bohrers eintreten wie beim Stoßbohren, welche bei letzterem bekanntlich zwischen 40 und 50 % betragen.

Zweitens wird durch Anwendung des Kernbohrers beim Drehbohren an Arbeit gespart, da in diesem Falle zur Herstellung eines Loches weniger Gestein zu zertrümmern ist als beim Stoßbohren, welches stets nur mittels Vollbohrer geschehen kann. Die Größe dieser Arbeitersparnis ist sehr erheblich; sie beträgt z. B. für ein im Freiburger Gneis herzustellendes Loch von 68 mm Durchmesser 24 %.

Drittens kann zum Betriebe von Drehbohrmaschinen hoch gespanntes Wasser benutzt werden, worin ebenfalls eine Kraftersparnis liegt gegenüber der Verwendung komprimierter Luft, mit der die Stoßbohrmaschinen meistens betrieben werden müssen, denn die Effektverluste der hydraulischen Transmission sind bei der kontinuierlichen Rotation der Drehbohrer viel geringer als diejenigen der Kraftübertragung durch Luft⁹¹⁾.

Endlich liegt ein Vorteil der Drehbohrmaschinen und insbesondere derjenigen mit geringer Umdrehungszahl noch darin, daß sie viel weniger reparaturbedürftig sind als die Stoßbohrmaschinen; der starke Verschleiß letzterer wird durch verbesserte Konstruktionen auch nicht wesentlich herabgezogen werden können, da er im ganzen System der Stoßbohrmaschine begründet ist. Bei der Verwendung von Drehbohrmaschinen sind daher nur wenige Reservemaschinen und Reserveteile notwendig, wodurch Stoßbohrmaschinen gegenüber bedeutend an Betriebskosten gespart wird.

§ 105. Arbeitsaufwand beim Drehbohren. Mit der Frage nach dem Arbeitsaufwand beim drehenden Bohren in Gesteinen verschiedener Festigkeit hat sich Coquilhat⁹²⁾ beschäftigt. Er stellte eine große Reihe von Versuchen mit einschneidigen Meißelbohrern an, aus denen er glaubte schließen zu müssen, daß unter sonst gleichen Umständen dieser Arbeitsaufwand proportional sei der Größe des pro Umdrehung des Bohrers erzielten Bohrfortschrittes.

Bezeichnet man die in einer bestimmten Zeit beim Bohren wirklich zu leistende Arbeit mit L_2 , mit n die Anzahl der Umdrehungen des Bohrers in dieser Zeit und mit M das während des Bohrens wirkende Widerstandsmoment, so gilt allgemein:

$$L_2 = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n \dots \dots \dots 52.$$

Zur Berechnung von M gibt Coquilhat folgende Formeln.

1. für Vollbohrer:

$$M = \frac{Q \cdot h \cdot D^2}{4} \dots \dots \dots 53.$$

2. für Kernbohrer:

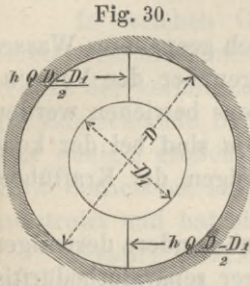
$$M = \frac{Q \cdot h (D^2 - D_1^2)}{4} \dots \dots \dots 54.$$

⁹¹⁾ Vergl. II, Kapitel „Triebwerke“ in der 1. Abteilung der Baumaschinen.

⁹²⁾ Coquilhat. Expériences sur la résistance utile produite dans le forage. Annales des travaux publics de Belgique. 1851/52. Bd. 10. S. 199.

In diesen Formeln bedeutet h die Tiefe, um welche der Bohrer bei jeder Umdrehung vorrückt, D den Bohrlochdurchmesser, D_1 den Kerndurchmesser, Q die widerstehende Kraft pro Längeneinheit der Meißelschneide, welche zu überwinden ist, um das Gestein wegzubrechen und den Meißel um eine dieser Längeneinheit gleiche Tiefe in das Gestein einzutreiben. $h Q$ ist mithin die Kraft, welche pro Längeneinheit der Meißelschneide ausgeübt werden muß, um letztere um die Tiefe h in das Gestein eindringen zu lassen.

Zu den Formeln für M gelangt Coquilhat auf folgende Weise: Er geht davon aus, daß mittels eines Meißels von geradlinig verlaufender Schneide ein bereits vorhandenes Bohrloch vom Durchmesser D_1 auf den Durchmesser D erweitert werden soll. Wie sich aus dem nebenstehenden Holzschnitte ergibt, ist die Schneide nicht in ihrer ganzen Länge als wirksam angenommen, sondern nur in zwei Teilen, von denen jeder die Länge $\frac{D-D_1}{2}$ besitzt. Auf jeden dieser Schneideteile wirkt mithin die Kraft $h Q \left(\frac{D-D_1}{2}\right)$ und zwar an einem Hebelarm $\frac{D+D_1}{4}$, wenn der Angriffspunkt der Kraft in der Mitte des wirkenden Schneideteiles gedacht wird.



Das beim Bohren zu überwindende Widerstandsmoment ist daher pro Schneideteil :

$$h Q \cdot \frac{D-D_1}{2} \cdot \frac{D+D_1}{4}.$$

Für den ganzen Meißel wird

$$M = 2 \cdot h Q \cdot \frac{D-D_1}{2} \cdot \frac{D+D_1}{4} = \frac{h Q (D^2-D_1^2)}{4} \dots \dots \dots 55.$$

Jede der beiden Kräfte $h Q \cdot \frac{D-D_1}{2}$ beschreibt während einer Umdrehung des Meißels den Weg $\frac{\pi}{2} (D+D_1)$; also verrichten beide Kräfte zusammen pro Umdrehung die Arbeit:

$$\frac{\pi (D^2-D_1^2) \cdot h Q}{2}.$$

Während eines Umganges des Meißels wird die Gesteinsmasse:

$$\frac{2 \pi h (D^2-D_1^2)}{4}$$

abgesprengt; soll während eines Meißelumganges gerade 1 Cubikmeter ausgebohrt werden, so ist die hierzu erforderliche Arbeit:

$$\frac{4 \cdot \pi (D^2-D_1^2) \cdot h Q}{2 \cdot 2 \pi h (D^2-D_1^2)} = Q \dots \dots \dots 56.$$

Coquilhat berechnete nun eine große Zahl von Werten für Q durch unmittelbare Messung des Widerstandsmomentes M bei seinen Versuchen, die er mit Vollbohrern anstellte, nach der Formel:

$$Q = \frac{4 M}{h D^2}.$$

Diese Werte für Q sind in der Tabelle XI zusammengestellt, welche auch über die Arbeit $\left(\frac{L_2}{V}\right)^{93}$ Aufschluß gibt, die erforderlich ist, um 1 Cubikcentimeter

⁹³⁾ In Analogie der beim Stoßbohren gebrauchten Bezeichnung; siehe S. 158.

in den Versuchsgesteinen auszubohren. Auch die Größe der pro Centimeter der Meißelschneide ausgeübten Drücke, unter denen Coquilhat seine Versuche anstellte, sowie die Größe des Vorrückens des Meißels kann aus dieser Tabelle entnommen werden.

Tabelle XI.

Nummer	Bezeichnung des Gesteines	Werte	Arbeitsaufwand zum Ausbohren eines cem	Druck pro cm	Werte
		von Q	eines cem $\left(\frac{L_2}{V}\right)$ mkg.	Schneidlänge kg.	von k mm
1	Kalkstein von Tournay (Hennegau); gibt Funken am Stahl	39 000 000	7,8	100	0,47
2	Kalkstein von Soignies (Hennegau); gibt Funken am Stahl	31 000 000	6,2	35—57,5	0,133
3	Kalkstein von Ecausines (petit granit); gibt Funken am Stahl	27 000 000	5,4	33—40	0,12
4	Kalkstein von Aywaille (Lüttich)	21 500 000	4,3	50	0,1
	Mittel aus 1—4	30 000 000	6,0	—	—
5	Kohlensandstein von Jemappes (Hennegau)	35 000 000	7,0	143	0,16
6	Brabanter Stein (Sandstein); gibt Funken am Stahl	21 000 000	4,2	32—33	0,13
7	Englischer Sandstein	2 000 000	4,4	8—19	0,54
8	Sandstein aus der Gegend von Ath (Pflasterstein)	88 000 000	17,6	?	—
	Mittel aus 1—8	33 100 000	66,2	—	—
9	Weicher Sandstein von Grande-Église bei Tournay	330 000	0,66	?	1,09
10	Weicher Kalkstein von Avesne (Frankreich)	600 000	1,2	4—7	1,36
11	Erdiger Kalkstein von St.-Omer	400 000	0,8	4—6	0,9
12	Kalkstein von Rochefort (Frankreich) . . .	2 000 000	4,0	8—12	0,9
13	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); etwas sandig	1 600 000	3,2	8—19	1,71
14	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); 400—700 Jahre nach dem Bruch	1 500 000	3,0	8—12	1,0
15	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); kieselig	800 000	1,6	8	1,3
16	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); sandig mit Muschelresten	700 000	1,4	6	1,12
17	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); für Bildwerke	300 000	0,6	4	1,6
	Mittel aus 8—17	900 000	1,8	—	—
18	Mittel aus 9 Ziegelsorten	6 500 000	13,0	5—62,5	?
19	Mittel aus 4 Mörtelsorten	4 300 000	8,6	12,5—24	0,23—0,9

Als Mittelwerte für Q schlägt Coquilhat nach den Resultaten seiner Versuche vor zu nehmen beim Bohren in

Ziegeln	65 000 000 kg
erhärteten Mörteln	43 000 000 „
festen Kalk- und Sandsteinen	30 000 000 „
weichen Gesteinen	900 000 „

Außer den Angaben Coquilhat's, welche auf Versuchen beruhen, die unter geringen Pressungen angestellt wurden, sind noch Mitteilungen von Stapff⁹⁴⁾ vorhanden über den Druck, welcher pro Centimeter einer gewöhnlichen Meißelschneide erforderlich ist, um dieselbe bis zu einer gewissen Tiefe in Gesteine von verschiedener Druckfestigkeit einzutreiben.

Nimmt man an, daß die Tiefe des Eindringens einer solchen unter 70° zugeschärften Schneide proportional dem Drucke auf dieselbe ist, so kann man nach den Stapff'schen Mitteilungen berechnen, welcher Druck nötig ist, um eine solche Schneide 1 mm tief eindringen zu lassen. Die Resultate dieser Berechnungen sind im Nachstehenden zusammengestellt worden:

Festigkeitsmodul des Gesteines in kg pro qmm	21,5	7,3	2,99	2,22
Druck pro em Schneidenlänge in kg für ein Eindringen der Schneide				
um 1 mm	1001	341	138	56.

A. Das Handbohren.

Drehend von Hand wird vorteilhaft nur in milden und gebrächen Gebirgsarten, wie Letten, Thon, Braunkohle, Steinkohle, gebohrt. Die benutzten Bohrer sind der Schlangen-, Schnecken- oder Spiralbohrer, der Schappenbohrer und der Leierbohrer.

§ 106. Schlangenbohrer. Der Schlangenbohrer stimmt durchaus mit dem in Kapitel VII dieses Werkes beschriebenen, auf Taf. VIII in Fig. 3 und 4 abgebildeten Spiralbohrer für Tiefbohrungen überein. Der eiserne oder stählerne Bohrschaft ist in seiner unteren Hälfte spiralförmig gewunden und läuft vorn in zwei Spitzen aus. Durch das am hinteren, nicht gewundenen Ende des Bohrers befindliche Ohr wird eine hölzerne Krücke (Griff) gesteckt. Mittels letzterer wird der Bohrer von der Linken zur Rechten gedreht, wobei sich das Bohrmehl durch die schraubenförmigen Windungen von selbst herausarbeitet.

Ein solcher Schlangenbohrer von 1,4 m Länge, mit welchem man 5 cm weite Löcher bohren kann, wiegt 3 kg. Die mit demselben in Steinkohle zu erzielende Leistung ist auf 15—20 cm in der Minute zu veranschlagen.

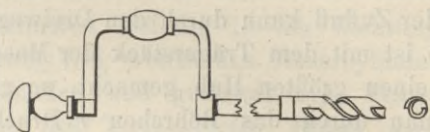
§ 107. Schappenbohrer. Die Schappenbohrer gleichen der in Kapitel VII dieses Handbuches (S. 68) beschriebenen, auf Taf. VIII in Fig 1 abgebildeten Schappe für die Herstellung tieferer Bohrlöcher von größeren Durchmesser. Die an den geschlitzten Cylinder genietet oder geschraubte Bohrstange trägt wie der Schlangenbohrer eine hölzerne Krücke. Ein 1,3 m langer Schappenbohrer zur Herstellung von 4 cm weiten Löchern wiegt 2,9 kg.

Schlangen- und Schappenbohrer werden entweder wie ein Holzbohrer gehandhabt, indem sie der Arbeiter mit beiden Händen in das Gestein, dem er das Gesicht zuwendet, drückt, oder es lehnt sich der Arbeiter mit dem Rücken gegen das Gestein und zieht den unter einem Arme hindurchgesteckten Bohrer beim Drehen an. Es kommt bei härterem Gebirge auch vor, daß zwei Mann an dem Schlangen- und Schappenbohrer arbeiten.

⁹⁴⁾ Stapff; a. a. O. S. 246.

§ 108. **Leierbohrer.** In die Spindel einer gewöhnlichen Brustleier, deren Kopf der Arbeiter gegen die Brust stemmt, während er am Bügel dreht, wird der Bohrer leicht auswechselbar eingesetzt. Dieser schon früher beim Braunkohlenbergbau in Steiermark angewandte Bohrer⁹⁵⁾ ist neuerdings als Loch'scher⁹⁶⁾ Bohrer auch beim Steinkohlenbergbau in Benutzung gekommen. Der eigentliche Bohrer besteht, wie nebenstehende Fig. 31 zeigt, aus dem in der Spindel der Bohrleier befestigten röhrenförmigen Bohrschaft und dem mit diesem durch Schraubengewinde verbundenen stählernen Schraubenrohr, das am arbeitenden Ende mit Zähnen versehen ist.

Fig. 31.



In harter Kohle können mit diesem Bohrer bei 23 mm Lochweite pro Minute circa 9 mm abgebohrt werden.

B. Drehbohrmaschinen.

Die Bohrer der drehend arbeitenden Bohrmaschinen wirken, wie in der Einleitung bereits dargelegt, entweder keilend und brechend oder schabend. Der Betrieb geschieht entweder durch Elementarkraft oder von Hand.

Keilend wirkende Drehbohrmaschinen.

Die keilend wirkenden Drehbohrmaschinen mit Elementarbetrieb lassen sich in zwei Gruppen trennen: Zur I. Gruppe gehören diejenigen Maschinen, deren Benutzung nicht durch die Gesteinsfestigkeit beschränkt ist und welche mit geringer Umdrehungszahl arbeiten. Die II. Gruppe bilden diejenigen Maschinen, mit denen bei größerer Umdrehungszahl nur in mildem und gebrächem Gebirge gearbeitet werden kann.

Zunächst mögen die Maschinen der I. Gruppe und zwar diejenigen behandelt werden, bei welchen der Vorschub des Bohrers durch Wasserdruck erfolgt.

Die Brandt'sche hydraulische Drehbohrmaschine.

§ 109. **Die Arbeitsmaschine;** Fig. 12 und 13, Taf. XV. Die in der Kraftmaschine erzeugte Drehung wird durch die neuerdings doppelgängig hergestellte Schnecke g und durch das Schneckenrad h auf den schmiedeisernen Cylinder p , den sogenannten Führungscylinder, übertragen. Dieser Cylinder nimmt bei seiner Drehung nicht nur die hohle Bohrspindel i mit, sondern dient dieser auch zur Führung beim Vorschub, da sie in ihrem vorderen Teile mit einem Kreuzkopf oder Mitnehmer k versehen ist, der in zwei Schlitten des Cylinders p geführt ist. Die Bohrspindel gleitet beim Vorwärtsschieben längs dieser Schlitten hin und muß sich drehen, wenn der Führungscylinder gedreht wird.

⁹⁵⁾ G ä t s c h m a n n. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. S. 353.

⁹⁶⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27, S. 353.

Der Vorschub der Bohrspindel erfolgt dadurch, daß der Kolben, mit welchem dieselbe an ihrem hinteren Ende verbunden ist und welcher in den Vorschubcylinder *o* paßt, unter Wasserdruck steht, beziehentlich gebracht werden kann. Das Druckwasser wird dem Vorschubcylinder durch das Rohr *u* zugeführt; der Zufluß kann durch den Dreiweghahn *b* regulirt werden. Der Vorschubcylinder *o* ist mit dem Trägerstück der Maschine fest verbunden. Hat der Vorschubkolben seinen größten Hub gemacht, so geschieht seine Rückführung in der Weise, daß man durch das Röhrchen *r* Druckwasser in den ringförmigen Raum zwischen Kolbenliderung und Stopfbüchse eintreten läßt und die hintere Kolbenfläche entlastet; hierzu ist nur nötig, das Druckwasser aus dem Cylinder durch das Rohr *u* abfließen zu lassen, was durch entsprechende Stellung des Dreiweghahns *b* bewirkt wird.

Ist das Bohrloch entsprechend der Länge des Vorschubcylinders vertieft, so wird die Bohrspindel in eben beschriebener Weise zurückgezogen, die Bohrkronen von dem mit der Bohrspindel verbundenen Gestänge abgenommen, die Bohrstange verlängert, auf die Verlängerung die Bohrkronen wieder aufgesetzt und weiter gebohrt.

Das Spülwasser wird der Bohrspindel *o*, also auch dem hohlen Bohrgestänge, durch das Rohr *v* zugeführt. Letzteres geht wasserdicht durch den Vorschubkolben und ist mit dem Trägerstück der Maschine verschraubt. Von dort aus

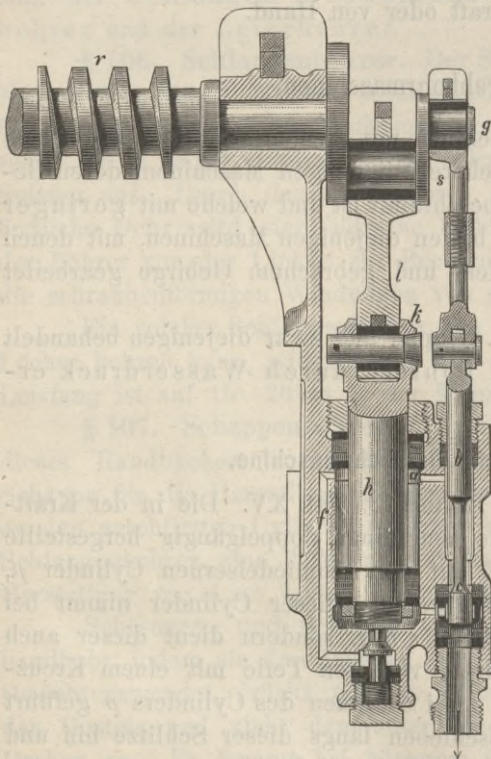
führt das Rohr weiter bis zu dem Hahne *c*, durch welchen das verbrauchte Triebwasser der Wassersäulenmaschine abströmt; dieses besitzt noch so viel lebendige Kraft, daß es das Bohrmehl aus dem Bohrloche herauspülen kann.

§ 110. Die Kraftmaschine ist eine Wassersäulen-Zwillingsmaschine, deren beide Cylinder in Fig. 13, Taf. XV, im Grundrisse mit *c* und *d* bezeichnet sind. Ein Cylinder dieser Maschine nebst zugehörigen Steuerorganen ist in nebenstehender Fig. 32 im Längsschnitt abgebildet; derselbe verdeutlicht die Bewegungübertragung vom Treibkolben *k* auf die Antriebschnecke der Arbeitsmaschine, welche Schnecke im Holzschnitt mit *r*, in Fig. 12 und 13 auf Taf. XV mit *g* bezeichnet ist.

Der Kolben *h* der Wassersäulenmaschine ist ein Differentialkolben mit Ledermanschettdichtung, dessen ringförmige vordere Fläche stets unter

dem Drucke des Triebwassers steht, welches durch die Oeffnung *a* zufließt und zwar aus dem mit dem Treibcylinder in einem Stück gegossenen Steuerzylinder. In letzterem bewegt sich der Steuerkolben *c*, dessen Stange bei *b* verdickt ist. Das

Fig. 32.



Druckwasser strömt dem Steuerzylinder an der Stelle zu, wo die Stange des Steuerkolbens verjüngt gehalten ist. Die Entfernung des Triebwassers erfolgt durch ein in der Axe des Steuerzylinders angebrachtes Rohr und zwar in der Richtung des im Holzschnitte angegebenen Pfeiles.

Wird der Steuerkolben aus seiner gezeichneten Stellung in der Richtung dieses Pfeiles bewegt, so legt er diejenige Oeffnung frei, welche den Steuerzylinder mit dem unteren Teile des Treibzylinders verbindet, und gestattet dem Triebwasser Zutritt unter die untere größere Fläche des Treibkolbens. Dieser wird durch den Druck des Wassers vorwärts bewegt, indem die ringförmige Fläche des Kolbens kleiner ist als die untere Fläche desselben. Der Zufluß frischen Triebwassers gegen die große Kolbenfläche dauert nur während des halben Kolbenhubes, nach welchem der Steuerkolben dann bereits wieder den Zufluß zum Treibzylinder abschließt und das zur Erzeugung des halben Hubes erforderlich gewesene Triebwasser abfließen kann.

Der Steuerkolben besitzt große Ueberdeckungen, gewährt jedoch keine Vor-einströmung, sondern öffnet den unteren Einströmungskanal zum Treibzylinder erst nach begonnenem Hube und schließt diesen Kanal auch wieder vor vollendetem Hube. Durch diese Anordnung ist vollkommen dichter Abschluß der Steuerkanäle bedingt und Wasserverluste vorgebeugt.

Da also der Treibkolben bei schon geschlossenen Kanälen noch ein Stück Weges bis zur Vollendung des Hubes zurückzulegen hat und dabei das vor ihm befindliche Wasser verdrängen muß, so ist im Boden des Treibzylinders ein Ventil angebracht, welches sich nach Schließung des Zuströmungskanales durch den Steuerkolben selbstthätig öffnet und den Uebertritt des Wassers aus dem unteren Raume des Treibzylinders durch den Kanal *f* in den oberen Cyllinderraum gestattet, in welchem konstanter Wasserdruck herrscht. Infolge der Wirkung dieses Uebertrittsventiles kann daher im Motor keine wesentlich höhere Spannung eintreten als die des Triebwassers.

Der Steuerkolben ist vollständig entlastet; die Stange desselben wird vom excentrischen Zapfen *g* der Gegenkurbel *s* bewegt. Letztere sitzt auf dem Zapfen der durch die Treibstange *l* bewegten Kurbel, welche die Schnecke *r* dreht.

Die Treibzylinder bilden mit dem Kurbellager ein Stück und sind aus Rotguß hergestellt. Der Motor ist, wie aus Fig. 12, Taf. XV, ersichtlich, auf demselben Trägerstück montirt, welches den Vorschubzylinder der Kraftmaschine trägt und um welches sich das Schneckenrad mit dem Führungszylinder drehen kann. Mittels eines durch einen starken Schraubenbolzen gebildeten Scharnieres ist das Trägerstück an einen Klemmring befestigt, der aus zwei um das Scharnier *t* beweglichen Teilen besteht. Dieser Klemmring kann durch Schraubenbolzen *s* über die gleich näher zu beschreibende sogenannte hydraulische Spannsäule festgezogen werden.

Die Bohrmaschine ist vermöge der beschriebenen Vorrichtung zu ihrer Befestigung auf der Spannsäule nach allen Seiten hin beweglich.

Konstruktions- und Gewichtsverhältnisse. Von einigen in der Praxis benutzten Maschinen sind im Nachstehenden die wichtigsten Dimensionen und die Gewichte zusammengestellt worden; die im Sonnenstein-Tunnel benutzte Maschine war eine solche älterer Konstruktion mit Führungslinialen an Stelle des Führungszylinders der neueren Maschinen.

Tabelle XII.

Art der Benutzung der Maschine	Motor		Vorschubkolben		Um- setzungs- verhält- nis	Gewicht kg
	Nützliche Kolben- fläche qcm	Hub mm	Fläche qcm	Hub mm		
Sonnenstein-Tunnel ⁹⁷⁾	11,45	60	79	300	1 : 38	120
Grube Nothberg ⁹⁸⁾	?	60	140,9	335	1 : 38	205
Arlberg-Tunnel ⁹⁹⁾	15	60	138,9	335	1 : 38	250

§ 111. Das Gestell besteht im wesentlichen aus einer starken Bohrspreize, welche durch unter hohem Druck stehendes Wasser festgestellt (festgespannt) werden kann. Die von Brandt erfundene, unter dem Namen hydraulische Spannsäule bekannte Bohrspreize ist in Fig. 14 auf Taf. XV abgebildet. Sie besteht aus einem schmiedeisernen Cylinder von circa 173 mm äußerem Durchmesser und 8 mm Wandstärke, in welchem sich der durch Lederstulpen geliderte Differentialkolben *c* bewegen kann. Das eine Ende des Cylinders ist durch einen gußeisernen Kopf *a* verschlossen; das andere Ende *e* trägt einen Ring, in welchen eine Stopfbüchse geschraubt ist. Durch dieselbe geht die circa 124 mm weite Röhre *b*, welche die Kolbenstange des Kolbens *c* bildet.

In dieser hohlen Kolbenstange befinden sich zwei 5—6 mm weite Gasröhren *m* und *n*, von denen einerseits das erstere wasserdicht durch den Kolben *c* geht, das letztere in den Raum zwischen Stopfbüchse und Kolben mündet; andererseits stehen beide Röhren mit dem Dreiweghahn *f* in Verbindung und zwar in der Weise, daß sich die ringförmige kleinere Fläche des Kolbens *a* konstant unter dem Drucke des Wassers befindet.

Das für die Festspannung dieser Spannsäule erforderliche Druckwasser wird durch ein 5 mm starkes, in den Ansatz *d* mündendes Kupferröhrchen zugeleitet. Bei der in Fig. 14 gezeichneten Stellung des Dreiweghahnes tritt Druckwasser über den Kolben *c*, das Rohr *b* tritt aus dem Cylinder heraus und wird somit die Säule zwischen zwei gegenüberliegenden, Widerstand bietenden Flächen festgespreizt. Ist dies geschehen, so hält man den Stand des ausgetretenen Rohres *b* durch einen dicht vor der Stopfbüchse um dasselbe gelegten Spannring fest. Hierdurch wird ein Zurückgehen des Kolbens bei aufgehobenem Drucke vermieden.

Soll die Spannsäule eingezogen werden, so dreht man den Dreiweghahn um 90 Grad. Das Druckwasser kann dann entweichen und die große Fläche des Kolbens *c* wird entlastet, während der Druck auf die entgegengesetzte ringförmige Fläche zur Geltung gelangt und den Kolben in den Cylinder schiebt. Ein zu weitest Hineinschieben bei unachtsamer Bedienung verhindert der Ansatz *d*.

Der Stellring *i* über dem Cylinder dient dazu, vor beginnendem Bohren, wenn die Spannsäule vertikal oder geneigt aufgestellt werden muß, ein Herabsinken

⁹⁷⁾ von Grimburg. Der Bau des Sonnenstein-Tunnels. Zeitschr. d. österr. Ing. und Arch. Ver. 1878. Bd. 30. S. 6.

⁹⁸⁾ Nach Mitteilungen der Direktion des Eschweiler Bergwerksvereins.

⁹⁹⁾ G. Plate. Ueber die Ausführung des Arlberg-Tunnels. Wien 1884. S. 40.

der Bohrmaschine beim Lösen des dieselbe auf der Spannsäule festhaltenden Klemmringes zu verhindern. Letzterer setzt sich dann entweder direkt auf den Ring *i* oder auf die durch diesen hindurchgehende Stellschraube auf.

Um vom Druckwasser sich etwa absondernde hochgespannte Luft aus dem Cylinder zu entfernen, ist auf demselben ein Ventil angebracht. Dasselbe ist in der Abbildung der Spannsäule nicht zur Darstellung gelangt¹⁰⁰⁾.

Sollen zwei und mehr Bohrmaschinen von der Spannsäule getragen werden, so setzt man dieselbe wohl, wie Fig. 15, Taf. XV, zeigt, auf ein fahrbares Gestell. Dasselbe besteht aus einem auf Räder gesetzten Rahmen von T Eisen, der dem zweiarmigen, in der Vertikalebene drehbaren eisernen Hebel *f* als Stützpunkt dient. Der vordere Arm dieses Hebels trägt, um einen Zapfen in horizontaler Ebene drehbar, die Spannsäule *n*, während am hinteren Hebelarme eine Bohlenlage angebracht ist behufs Aufnahme eines Belastungsstückes, das zum Abbalanciren der mit den Bohrmaschinen armirten Spannsäule dient. Durch Nachlassen oder Anziehen einer Flügelmutter kann die Spannsäule leicht in eine tiefere oder höhere Lage gebracht werden.

Ueber einige interessirende Verhältnisse von in längerer Benutzung gestandenen Spannsäulen gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Tabelle XIII.

Ort der Benutzung der Spannsäule	Wirksame Kolben- flächen zum		Ausgeübter Druck zum		Gewicht kg
	Spannen qcm	Lösen qcm	Spannen kg	Lösen kg	
Sonnenstein-Tunnel	167	24	13000	1860	140 f. 1 Masch.
Grube Nothberg	272	36	23350	1090	262 f. 2 Masch.
Arlberg-Tunnel	263	28	10257	3640	300 f. 4 Masch.

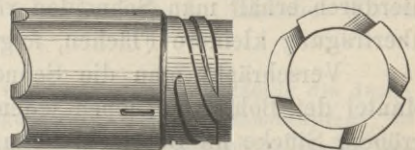
Das Gewicht des in Fig. 15 auf Taf. XV abgebildeten Bohrwagens inkl. des hölzernen Belastungshebels beträgt 455 kg.

§ 112. Die Bohrkronen bestehen aus circa 110 mm langen hohlen Stahlcylindern, in deren ringförmiger Arbeitsfläche Schneiden (Zähne), in der Regel vier bis fünf, ausgeschnitten sind, wie in nebenstehenden Figuren 33—36 angegeben. In der Abwicklung zeigen die Schneiden die in Fig. 37 skizzirte Form.

Der Kantenwinkel α muß um so größer sein, je fester das Gestein ist, in welchem gearbeitet wird; im Mittel gibt man demselben 75° . Die größte Höhe *h* der Schneiden beträgt 10—13 mm. Die Schneiden sind nicht radial gestellt, sondern ihr nach außen gerichtetes Ende weicht circa 4—5 mm vom Radius ab und

Fig. 33. M. 1 : 10.

Fig. 34.



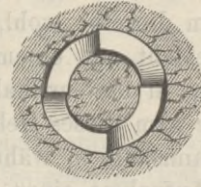
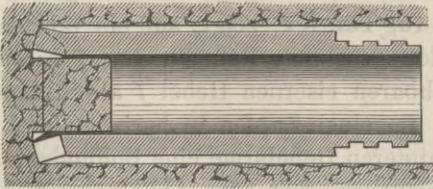
¹⁰⁰⁾ Im Arlberg-Tunnel ist eine Spannsäule benutzt worden, in welcher die hohle Kolbenstange auf einer Seite offen war und sich die ganze Säule mit Wasser füllen konnte, wodurch eine größere Stabilität derselben erzielt wurde.

zwar so, daß eine Spitze gebildet wird, die noch immer Angriffsfläche bleibt, wenn Abschleifen derselben stattfindet. Die Schneidenkante muß also mit der an dem Endpunkt derselben zum Kreise gelegten Tangente einen spitzen Winkel bilden, der, je fester das Gestein ist, sich mehr und mehr dem rechten Winkel nähert; diese schiefe Stellung der Schneiden muß bei festem Gestein in geringerem Grade

Fig. 35.

M. 1 : 10.

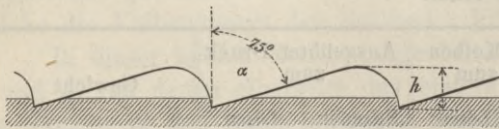
Fig. 36.



vorhanden sein als bei mildem, welchen Unterschied die Textfiguren 34 und 36 deutlich erkennen lassen.

Infolge der nicht radialen Stellung der Schneiden wird der Druck auf die Bohrkronen teilweise auch nach außen wirksam, wodurch das Bohrloch einen größeren Durchmesser erhält, als die Bohrkronen besitzt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Zähne beim Bohren in sehr quarzigen Gesteinen wie die Zähne einer Säge zu verschränken in der in Fig. 35 und 36 angegebenen Weise; infolge dessen schneiden sich

Fig. 37.



die Zähne seitlich noch mehr frei und wird verhindert, daß der Bohrer sich bei anfangender Abnutzung festklemmt. Nach eingehenden, von H. Preuß¹⁰¹⁾ angestellten Versuchen muß die Schränkung der Zähne nach außen mindestens 2 mm, jene nach innen mindestens 1½ mm betragen.

Die Bohrkronen sind bei gegebenem hydraulischem Drucke nur so lange wirksam, als die arbeitenden Kanten sich noch nicht auf eine gewisse Breite abgenutzt haben; ist die Abnutzung zu weit vorgeschritten, so verteilt sich der dem Bohrer mitgeteilte Druck auf eine größere Fläche und der Druck pro Flächeneinheit ist dann nicht mehr genügend, das Gestein zu zermalmern.

Das Schärfen geschieht mit Hammer und Feile; auch können Schmirgelscheiben hierzu verwendet werden.

Die Wandstärke der Bohrkronen ist möglichst klein zu nehmen, 8—10 mm; hierdurch erhält man Schneiden von geringer Länge (Breite) und daher zur Druckübertragung kleinere Flächen, folglich größere Wirkungen.

Verschränkt man die Schneiden nicht, so ist es zweckmäßig, im äußeren Mantel der Bohrkronen neben jedem Zahn keilförmige Ausschnitte herzustellen, um größere Stücke im Bohrmehl beim Ausspülen des Bohrloches durchzulassen.

Nahe der Befestigungsstelle mit dem Bohrgestänge ist jede Bohrkronen mit einer kleinen Vertiefung zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels behufs Lösung vom Gestänge versehen.

¹⁰¹⁾ H. Preuß. Ueber den Kraftbedarf der Handdrehbohrmaschinen von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1883. Bd. 31. S. 220.

Der innere Durchmesser der Bohrkronen ist am arbeitenden Teile kleiner als am hinteren Ende. Hierdurch werden Klemmungen der Bohrkernen verhindert, die zur Folge haben würden, daß der weitere Fortschritt des Bohrers erst nach teilweiser Zerstückelung derselben erfolgen könnte.

Die Dimensionen einiger bei längeren Betrieben benutzten Bohrkronen sind im Nachstehenden zusammengestellt.

Tabelle XIV.

Ort der Anwendung.	Durchmesser		Wand- stärke	Gesteinsbeschaffenheit.
	innerer mm	äußerer mm			mm
Sonnenstein-Tunnel . . .	60	80	10	Dolomit.
Brandleite-Tunnel . . .	42	60	9	Konglomerat und Sandstein.
Arlberg-Tunnel	42	64	11	Glimmerschiefer.
Grube Nothberg	32	70	19	Sandstein, Schieferthon u. Konglomerat.
Pfaffensprung-Tunnel . . .	40	65	12,5	Eurit, Gneis, Gneisgranit.
Grube Beihilfe-Erbstollen	47	68	10,5	Gneis.

Die beschriebenen ringförmigen Bohrkronen arbeiten erheblich vorteilhafter als meißelartige Bohrköpfe, selbst wenn man die Leistung nur auf die Menge des wirklich zertrümmerten Gesteines bezieht. So haben im Dolomit angestellte Versuche ¹⁰²⁾ das Resultat ergeben, daß Meißelbohrer mit gerader Schneide nur das 0,5—0,7 fache, Meißelbohrer mit in der Mitte ausgezogener Schneide nur das 0,6—0,8 fache, Kreuzbohrer nur das 0,7—0,8 fache eines Kernbohrers leisten.

§ 113. Das Bohrgestänge. Die Befestigung der Bohrkronen am Gestänge erfolgt durch Ineinanderschrauben mittels mehrgängiger flacher Gewinde, deren Steigungswinkel größer als der Reibungswinkel ist. In der Regel wird ein vierfaches Gewinde von 6,349 cm Steigung angewendet. Die Krone stößt nicht mit einer geraden, sondern mit einer Kegelfläche gegen die Brust am Gestänge, um bei der gewählten großen Steigung der Befestigungsgewinde Lösung jederzeit möglich zu machen ¹⁰³⁾.

Das Bohrgestänge besteht aus Stahlröhren, deren äußerer Durchmesser in der Regel etwas kleiner ist als derjenige der Bohrkronen und deren lichte Weite etwa 5—7 mm größer genommen wird als der Durchmesser des Kernes. Die Verbindung der einzelnen Röhren erfolgt durch flache Gewinde in ähnlicher Weise wie die Befestigung der Bohrkronen am Gestänge.

Da diese Verbindung bald zu schlottern anfängt, wenn man nicht rechtzeitig die durch den Gebrauch erweiterten Muttergewinde an den Gestängestücken wieder zusammenpreßt, so zieht man vor, nur an dem Gestängestück, welches die Bohrkronen trägt, ein solches flaches Gewinde herzustellen, alle übrigen Gestängestücke aber mit ausreichend starken anderen Gewinden zu versehen.

¹⁰²⁾ H. Preuß; a. a. O. S. 189.

¹⁰³⁾ Diese schräge Fläche ist in dem Holzschnitt Fig. 35 nur an der unteren Partie des Längsschnittes der Krone gut zur Darstellung gelangt.

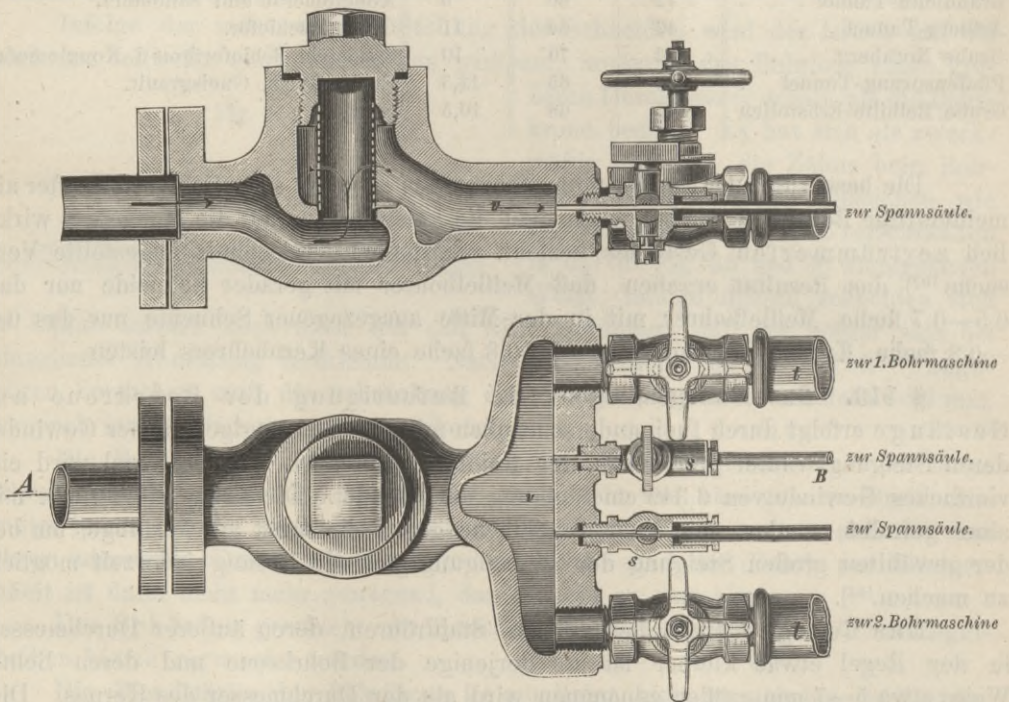
Weil die Länge, auf welche der Vorschubkolben der Maschine vorrücken kann, nur circa 0,3 m beträgt, muß man, wenn tiefere Löcher gebohrt werden sollen, Gestängestücke von annähernd dieser Länge und dem Vielfachen derselben vorrätig halten. Gebräuchliche Längen sind 250, 500 und 1000 mm.

Die Befestigung des ersten Gestängestückes an der Bohrspindel erfolgt entweder mittels flachen Schraubengewindes in der Weise, daß das Muttergewinde in den Kopf der Bohrspindel geschnitten ist, wie in Fig. 12 auf Taf. XV angegeben, oder es ist ein sogenanntes Bajonnettschloß angebracht.

§ 114. Hilfsvorrichtungen. Zu diesen gehört das Endstück der Druckwasserleitung zur Bohrmaschine, der sogenannte Ventilkopf, und das Kettenrohr (Kettenschlauch), welches die Bohrmaschine mit dem Ventilkopfe verbindet.

Der Ventilkopf enthält, wie aus beistehenden Fig. 38 und 39 zu ersehen ist, ein cylinderförmiges Metallsieb mit feinen Oeffnungen, um Unreinigkeiten des

Fig. 38 u. 39. M. 1 : 4.



Druckwassers zurückzuhalten. An der Stirn des Ventilkopfes sind die Zweigleitungen *t* für zwei Bohrmaschinen angebracht; jede derselben ist mit einem Absperrhahne versehen.

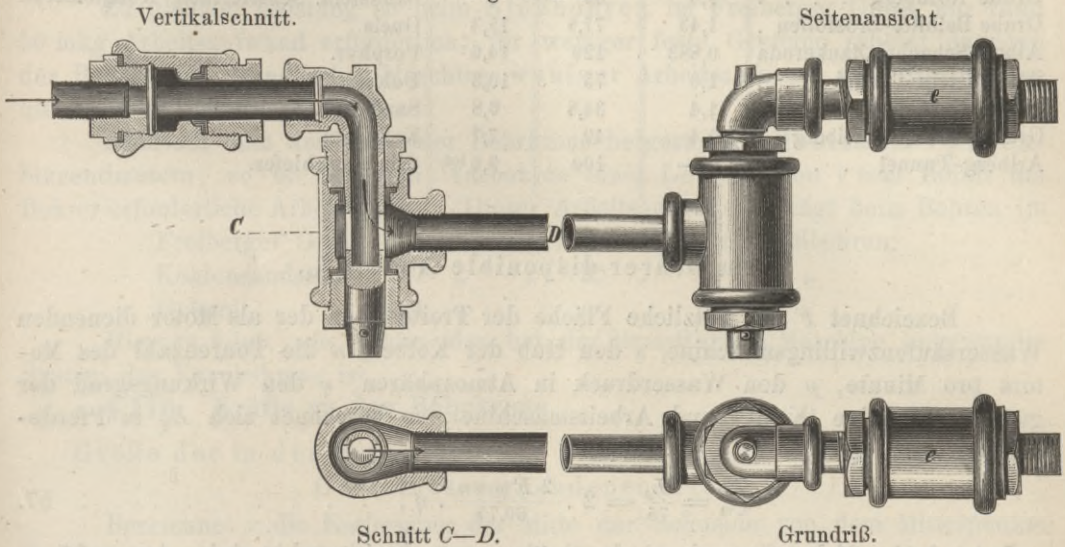
Außerdem gehen von dem Stirnende des Ventilkopfes noch die beiden Leitungen *s* ab zur Aufnahme dünner Kupferröhrchen, die zu den hydraulischen Spannsäulen führen. Diese Kupferröhrchen sind 3 mm weit und durchaus biegsam; ihre Länge beträgt 3 m.

Das Kettenrohr besteht, wie umstehende Fig. 40 und 41 zeigen, aus Gelenkstücken, die wasserdicht miteinander verbunden sind, sodaß das Rohr nach allen Richtungen hin freie Beweglichkeit bietet und so weit der Bohrmaschine folgen

kann, daß die Aufstellung letzterer innerhalb 2—3 Meter in beliebigen Entfernungen vom Ende der Druckwasserleitung möglich ist.

Die Gelenkstücke bestehen aus Knieröhren und Muffen; erstere sind abwechselnd um eine horizontale und vertikale Axe drehbar. Je ein Schenkel eines Knierohres geht durch eine Muffe; der wasserdichte Abschluß in denselben erfolgt durch Ledermanschetten.

Fig. 40 u. 41.



Die Gelenke sind untereinander durch gewöhnliche schmiedeiserne Gasröhren von 0,2—0,3 m Länge verbunden, welche in entsprechende Ansätze der Muffen passen. Alle Teile des Kettenrohres, mit Ausnahme der Verbindungsrohre, sind aus Rotguß hergestellt.

Der hydraulische Druck ist in sämtlichen Gelenken entlastet; die einzelnen Glieder können durch einfaches Herausziehen des entsprechenden Knies auseinander genommen werden. Das Zusammensetzen geschieht durch Einstecken der vertikalen Schenkel der Kniee in die Muffen; zum festeren Anziehen genügen einige Hammerschläge auf die auf den vertikalen Muffen angebrachten Nasen.

Aus Fig. 15 auf Taf. XV ist die Verbindung der Bohrmaschine mit dem Ende der Druckwasserleitung ersichtlich. *d* ist das Kettenrohr, *s* der Ventilkopf, *t* ein Schlauch für den Abfluß des von der Maschine verbrauchten Kraftwassers.

§ 115. Arbeitsgröße und Wirkungsgrad.

Der Arbeitsverbrauch der Brandt'schen Maschine läßt sich aus dem Verbrauch an Druckwasser und der Spannung des letzteren ermitteln. Folgende Zusammenstellung gibt über den Arbeitsverbrauch einiger Brandt'schen Bohrmaschinen Auskunft.

Tabelle XV.

Ort der Benutzung der Maschine	Wasser- verbrauch pro Sekunde Liter	Druck des Wassers in Atmo- sphären	Betriebs- kraft in Pferde- kräften	Bezeichnung des Gesteines
Grube Nothberg	1,3	39	7	Sandstein, Schieferthon, Konglomerat.
Grube Beihilfe-Erbstollen .	1,43	77,8	15,3	Gneis.
Albert-Schacht b. Zaukeroda	0,883	120	14,6	Porphyr.
Sonnenstein-Tunnel	1,0	75	10,3	Dolomit.
Grube Nordstern	1,4	34,8	6,8	Sandstein, Schieferthon
Grube Antoni (Bleiberg) . .	1,4	40	7,7	Kalkstein.
Arlberg-Tunnel	—	100	9,6 ¹⁰⁴⁾	Glimmerschiefer.

Am Bohrer disponible Arbeit L_2 .

Bezeichnet F die nützliche Fläche der Treibkolben der als Motor dienenden Wassersäulenzwillingsmaschine, s den Hub der Kolben, n die Tourenzahl des Motors pro Minute, p den Wasserdruck in Atmosphären, η den Wirkungsgrad der ganzen Maschine (Kraft- und Arbeitsmaschine), so berechnet sich L_2 in Pferdekraften zu:

$$N_2 = \frac{L_2}{75} = 2 \cdot \frac{2 F p s n}{60 \cdot 75} \cdot \eta, \dots \dots \dots 57.$$

wobei jedoch auf den Gegendruck des Spülwassers, der immerhin einige Atmosphären beträgt, keine Rücksicht genommen ist.

Kennt man bereits die Größe der von der Bohrmaschine zu leistenden Arbeit, so kann man aus der Formel den Druck und die Menge des erforderlichen Triebwassers berechnen.

Wirkungsgrad der Brandt'schen Maschine.

Zur Ermittlung desselben sind von Hausse¹⁰⁵⁾ Versuche mittels Bremsdynamometers angestellt worden. Nach denselben beträgt der Wirkungsgrad $\eta = L_2/L$ der Kraft- und Arbeitsmaschine 0,08 und 0,103 bei einem Druck des Triebwassers von 77,8, beziehentlich 120 Atmosphären. Von den Arbeitsverlusten werden verursacht

durch Reibungswiderstände 71,5 %
- Undichtigkeiten 20,0 %.

Ferner ermittelte Hausse bei seinen Versuchen, daß von der wirksamen, dem Bohrer mitgeteilten Arbeit

92,3 % auf die Drehwirkung
7,7 % „ „ Druckwirkung

kommen.

¹⁰⁴⁾ Berechnet aus der Tourenzahl und den Dimensionen des Motors.

¹⁰⁵⁾ Freiburger Jahrbuch. 1882. S. 27.

Nützliche Bohrarbeit.

Ermittelt man die von einer Bohrkronen gebohrte Gesteinsmasse V in Cubikcentimetern, so gibt das Verhältnis L_2/V die Arbeit an, welche wirklich zum Ausbohren eines cem Gesteines verwendet wird. Diese Arbeit berechnet sich

- für Freiburger Gneis zu 76,5 mkg,
- für Kohlensandstein zu 16,0 „
- für Dolomit zu 39,5 „

Zu gleicher Leistung ist beim Stoßbohren im Freiburger Gneis nur rund 50 mkg Arbeitsaufwand erforderlich; für weniger feste Gesteine scheint dagegen das Bohren mit Brandt'scher Maschine weniger Arbeitsaufwand zu beanspruchen als das Stoßbohren.

Ermittelt man den von einer Bohrkronen hergestellten Hohlraum V_h in Cubikcentimetern, so ist die zum Ausbohren eines Loches von 1 cem Inhalt am Bohrer erforderliche Arbeit L_2/V_h . Dieser Arbeitsaufwand beträgt beim Bohren im

- Freiburger Gneis 40,3 mkg gegen 50 mkg beim Stoßbohren,
- Kohlensandstein 12,7 „ „ 25 „ „ „
- Dolomit 17,4 „

Hieraus folgt, wie richtig das bei der Brandt'schen Maschine angewandte System des Kernbohrens ist.

§ 116. Kräfte an der Bohrkronen.

Größe der in den Schneiden der Bohrkronen zum Abscheren des Gesteines vorhandenen Kraft.

Bezeichnet r die Entfernung der Mitte der Schneide von dem Mittelpunkte der Bohrkronen, Z die Zahl der Zähne des Schneckenrades der Maschine, so berechnet sich die auf den Radius r reducirte Kraft Q reduzierter nach der Formel:

$$Q = 2 \cdot \frac{\eta \cdot 2 \cdot F \cdot p \cdot s \cdot Z}{2\pi \cdot r} = \frac{2 \cdot \eta \cdot F \cdot p \cdot s \cdot Z}{\pi \cdot r} \dots \dots \dots 58.$$

Nimmt man an, daß diese Kraft sich gleichmäßig auf die einzelnen Schneiden der Bohrkronen verteilt, so ist, wenn i die Zahl der Schneiden bezeichnet, die in jeder derselben für das Abscheren disponible Kraft Q/i .

Ueber die Größe von Q/i bei einigen Anwendungen der Brandt'schen Maschine gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß. Für dieselbe sind die Größen der Kraft Q aus dem Verbrauch der Maschine an Kraftwasser und aus der Spannung des letzteren unter der Annahme eines Wirkungsgrades $\eta = 0,09$ berechnet worden, welcher sich als Mittel aus den gedachten Hausse'schen Versuchen ergibt. Nur für die im Arlberg-Tunnel benutzte Maschine wurde Q nach der Formel 58 berechnet.

Tabelle XVI.

Ort der Benutzung der Maschine	Q	$\frac{Q}{i}$	Q pro cm Schneidenlänge
	kg	kg	kg
Grube Nothberg	5900	1475	776
Grube Beihilfe Erbstellen	8342	2083	1537
Sonnenstein-Tunnel	3790	758	758
Arlberg-Tunnel	7417	1854	1885

Druck für den Vorschub des Bohrers.

Derselbe berechnet sich aus dem nützlichen Querschnitt des Vorschubkolbens und der Spannung des Triebwassers. Für einige bei größeren Arbeiten benutzte Maschinen ist dieser Druck in folgender Zusammenstellung angegeben worden.

Tabelle XVII.

Ort der Benutzung der Bohrmaschine	Rechnungs- mäßiger tot. Druck gegen die Bohrkronen kg	Druck pro qem der ring- förmigen Kronenfläche kg	Druck pro cm Schneiden- länge kg
Grube Nothberg	5495	180	723
Sonnenstein-Tunnel	5925	270	1185
Arlberg-Tunnel	12200 ¹⁰⁶⁾	758	3156

Die Jarolimek'sche Drehbohrmaschine.

Diese Maschine, deren Vorschub durch Differentialschraubenge triebe erfolgt, ist auf Taf. XV durch Fig. 9 in einem vertikalen Längsschnitt durch die eigentliche Arbeitsmaschine und deren Befestigung auf der Bohrspitze, sowie mit einem Aufriß des Motors dargestellt. Fig. 10 gibt zur einen Hälfte einen Horizontalschnitt, Fig. 11 zur Hälfte einen Querschnitt nach der Linie *A—B* in Fig. 10; die andere Hälfte dieser Figur ist ein Grundriß der ganzen Bohrmaschine. Die rechte Hälfte der Fig. 11 bietet eine Vorderansicht der Maschine. Zwischen den Fig. 9 und 11 sind die Bohrkronen, Gestängeteile und die Befestigung des Gestänges an der Bohrspindel *a* abgebildet.

§ 117. Die Arbeitsmaschine ¹⁰⁷⁾ besteht aus der als flachgängige Schraube eingerichteten hohlen Bohrspindel *a*, welche mit zwei Längsnuten *c* versehen ist. In die Nuten greift der sogenannte Mitnehmer *e* so ein, daß bei der Drehung desselben die Schraubenspindel *a* mitrotiren, sich zugleich aber auch in der Längsrichtung vor- oder rückwärts bewegen kann. Auf dem Mitnehmer *e* sitzt das Schneckenrad *g*, in welches die zweigängige Schnecke *h* greift, die von dem Motor in Drehung versetzt wird. Die Uebersetzung ist so gewählt, daß die Bohrspindel circa 12—24 Umdrehungen pro Minute bei 200—415 Umdrehungen der Schnecke macht. Rückwärts vom Mitnehmer *e* geht die Bohrspindel *a* durch die Schraubennutter *o*, welche beim Betriebe der Maschine jedoch nicht fest steht, sondern durch die Differentialgetriebe *k l* und *m n* beim Vorwärtsgang in demselben Sinne wie die Schraubenspindel *a*, jedoch mit beliebig geringerer Geschwindigkeit bewegt wird. Zu diesem Zwecke greift das Zahnrad *k*, ähnlich wie der Mitnehmer *e*, in die Längsnuten der Bohrspindel *a* ein, während das Rad *m* auf der Schraubennutter *o* befestigt ist. Durch Auswechslung des äußeren Getriebes *k l* mit einem

¹⁰⁶⁾ Plate; a. a. O. S. 41.

¹⁰⁷⁾ E. Jarolimek. Gesteinsdrehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1881. Bd. 29. S. 199.

anderen (vorrätigen) von abweichendem Uebersetzungsverhältnis kann die Umgangsgeschwindigkeit der Schraubennutter o innerhalb der praktisch notwendigen Grenzen leicht regulirt und damit auch ein beliebiges Vorrücken des mit der Bohrspindel a verbundenen Bohrgestänges pro Umdrehung erzielt werden. Würde beispielsweise der Mutter o und der Bohrspindel a gleiche Umlaufgeschwindigkeit gegeben, so würde der Bohrer q zwar mitrotiren, aber gar nicht vorwärts gehen, wogegen nach Entfernung der Differentialgetriebe und Feststellung der Schraubennutter o der Bohrer q pro Umdrehung um die volle Ganghöhe der Bohrspindel a vorwärts gehen müßte.

Abweichende Uebersetzungsverhältnisse der Differentialgetriebe ermöglichen es also, den Vortrieb des Bohrers pro Umdrehung innerhalb des gegebenen Minimums (Null) und des Maximums (Ganghöhe der Bohrspindel a), je nach der Beschaffenheit des zu bohrenden Gesteines, ganz genau zu reguliren, d. h. man kann bei Anwendung sehr starker Schraubenspindeln mit Flachgewinden, wie dieselben für das Eindringen in feste Gesteine erforderlich sind, dem Bohrer einen beliebig kleinen Vortrieb pro Umgang erteilen. In der Praxis reicht man in der Regel mit einem Vorrathe von etwa drei Differentialgetrieben aus, weil sich das Gestein vor einem bestimmten Betriebsorte selten innerhalb sehr weiter Grenzen ändert, ziemlich bedeutende Abweichungen der Gesteinsfestigkeit aber anstandslos durch den rascheren oder langsameren Umgang der Maschine ausgeglichen werden.

Da ferner bei dieser Drehbohrmaschine neben dem Bohrgestänge nur allein die Schraubenspindel a die Vorwärtsbewegung mitmacht, so können leicht, ohne die Bohrmaschine weiter zu kompliziren oder zu schwer zu machen, diese Teile in solcher Länge hergestellt werden, daß auch beim Bohren über 1 m tiefer Löcher in der Regel kein Gestängewechsel bis zur Fertigstellung des Bohrloches notwendig wird, worin eine wesentliche Zeitersparnis liegt.

Die lange Führung, in welcher die Bohrspindel liegt, genügt vollkommen, einen ganz geraden Gang des Bohrgestänges zu bewirken. Das Zurückführen des Bohrers, beziehentlich der Schraubenspindel a erfolgt durch Ausschaltung (Hebung) der auf einer excentrischen Welle sitzenden Zahnräder l und n mittels Drehung des (in den Ruhelagen horizontal liegenden) Hebels s um 180° und Einschaltung des beim Vorwärtsgang des Bohrers außer Eingriff gebrachten Rades δ . Setzt man dann den Motor im gleichen Sinne wie früher in Gang, so wird die Schraubennutter o mittels der an ihrem vorderen Ende (in Form eines Kegelrades) eingeschnittenen Zähne π und der Getriebe μ , q und δ in zu der Bohrspindel umgekehrte und zwar je nach Wahl der Getriebedurchmesser entsprechend rasche Rotation von etwa 150—200 Touren pro Minute versetzt und dadurch ein beschleunigter Rückgang der Bohrspindel erzielt.

Bei 1,27 cm Schraubenganghöhe der Bohrspindel und 20 Umdrehungen derselben, sowie bei 150 Touren der Schraubennutter o bedarf z. B. das Rückführen des Bohrers aus einem Bohrloch von 1 m Tiefe, weil sich dessen Rückgang bei entgegengesetzter Drehbewegung der Mutter und Schraube aus der Summe der Umgangszahlen beider ergibt,

$$\frac{60 \times 100 \text{ cm}}{1,27(150 + 20)} = 28 \text{ Sekunden.}$$

Das Verschieben des Bohrers wird, wenn in der Regel 1 m tief ohne Gestängewechsel gebohrt wird, nur ausnahmsweise vorkommen und kann daher, wenn hin und wieder doch notwendig, bei ausgeschalteten Getrieben ln und δ , das ist

mit 1,27 cm Fortschritt pro Umgang der Spindel a , ebenfalls mit dem gewöhnlichen Gang des Motors bewirkt werden, für 60 cm Bohrvorgang z. B. in circa $2\frac{1}{2}$ Minuten.

Uebrigens kann dort, wo es an einem pro Bohrloch nur nach wenigen Minuten zählenden Zeitgewinn nicht gelegen ist, zum Rückführen des Bohrers auch die Umsteuerung des Motors oder aber zum Zwecke noch größerer Einfachheit der Maschine eine Handkurbel oder ein Speichenrad, gleichfalls bei ausgeschalteten Getrieben l und n und unter Weglassung der Getriebe ρ , μ , δ und σ , verwendet werden. Hierbei geht dann die Bohrspindel pro Umdrehung ebenfalls um die volle Schraubenganghöhe zurück und kann in dem vorgeführten Beispiel der Bohrer aus einem 1 m tiefen Bohrloche, inklusive der Aufenthalte für die Aus- und Wiedereinschaltung der Getriebe l und n , in höchstens 2—3 Minuten zurückgeführt werden.

Endlich kann die Welle, welche die Getriebe l und n trägt, centrisch angeordnet und zur Aufnahme einer Handkurbel eingerichtet werden. Löst man dann das äußere Getriebe l und dreht nur das innere m , so wird die Mutter o in umgekehrter Richtung wie beim Bohren in Umgang versetzt und die Bohrspindel zurückgeschoben.

Die kontinuierliche Ausspülung des Bohrschmandes und die stetige Kühlung des Bohrers erfolgt durch einen kräftigen Wasserstrom. Das Spülwasser wird durch das Gestänge p in das Bohrloch entweder unter dem vollen verfügbaren Wasserdruck oder, wo dieser mangelt, unter dem mittels einer Handpumpe in einem mit Windkessel versehenen Wasserreservoir erzeugten Drucke zugeleitet, oder aber es kann, wenn ein hydraulischer Motor angewendet wird und ein hoher Wasserdruck zur Disposition steht, das Abgangswasser des Motors als Spülwasser benutzt werden.

§ 118. Die Kraftmaschine. Als solche dient eine mit Wasser, Dampf oder komprimierter Luft betriebene, rasch umgehende, somit auch bei beträchtlicher Krafterleistung kompendiöse Zwillingsmaschine. In Fig. 9—11, Taf. XV, ist der Motor eine Wassersäulenmaschine des dem Civilingenieur Ph. Mayer patentirten Systems mit zwei Cylindern f und Steuerung mit entlasteten Schiebern, welche der Schnecke h eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 200—415 Touren pro Minute erteilt.

Als ein besonderer Vorteil der Jarolimek'schen Bohrmaschine ist hervorzuheben, daß man bei ihrer Benutzung nicht wie bei der Brandt'schen Maschine an die ausschließliche Verwendung hochgespannten Wassers als motorische Flüssigkeit gebunden ist. Auch dürfte Elektrizität zu ihrem Betriebe nicht ausgeschlossen sein.

Das Gewicht der Jarolimek'schen Bohrmaschine neuerer Konstruktion beträgt 212 kg.

§ 119. Das Gestell. Kann in Ermangelung von Druckwasser die hydraulische Spannsäule zur Aufstellung der Bohrmaschine nicht benutzt werden, so muß man zur gewöhnlichen Bohrspreize oder Bohrsäule mit hydraulischer Presse greifen. Bei der Darstellung in Fig. 9—11, Taf. XV, ist an die Verwendung der gewöhnlichen Bohrspreize gedacht worden. Das über die Röhre v der Bohrspreize gezogene Universalgelenk besteht aus zwei gekuppelten Klemmuffen w , welche den Teller u tragen, in dem sich der an den Träger der Bohrmaschine angegossene Zapfen drehen läßt. Die Feststellung des Zapfens auf dem Teller erfolgt durch eine Preßschraube.

Um dem beträchtlichen Drucke entgegenzuwirken, welcher aus dem Widerstande des Gesteines gegen das Eindringen des Bohrers erwächst und welcher die Bohrmaschine um die Axe der Bohrspreize zu drehen trachtet, wird das Universalgelenk w durch ein um den Zapfen x drehbares Bein t gegen die Sohle oder die Stöße des Arbeitsortes abgespreizt. Dieses Bein t besteht aus zwei teleskopartig ineinander verschiebbaren Stücken, sodaß es nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden kann.

Die beschriebene Bohrspreize mit Universalklammer wiegt 172 kg.

§ 120. Die Bohrkronen und das Gestänge. Die Bohrkronen unterscheiden sich nicht von denjenigen, welche für die Brandt'sche Maschine benutzt werden. Ihre Befestigung am Gestänge geschieht ebenfalls in derselben Weise wie bei dieser Maschine.

Da die neueren Jarolimek'schen Bohrmaschinen mit Bohrspindeln von 1,1 m freier Länge ausgerüstet sind, so bedarf es zur Herstellung von Löchern bis zu 1 m Tiefe nur einer Bohrstange. Soll tiefer gebohrt werden, so wird die Verlängerung in derselben Weise vorgenommen wie bei der Brandt'schen Maschine. Ueber die Konstruktion des Bohrgestänges gilt das bei dieser Maschine Gesagte.

1 m Gestänge von 60 mm äußerem Durchmesser wiegt 12,5 kg, von 40 mm Durchmesser 8 kg.

§ 121. Arbeitsverbrauch L der Jarolimek'schen Bohrmaschine. Wirkungsgrad. Nach dem in Raibl¹⁰⁸⁾ angestellten Versuchen verbrauchte eine Maschine neuerer Konstruktion bei 225 minutlichen Touren des Motors 2,23 Liter Wasser von 20 Atmosphären Spannung pro Sekunde. Der Betrieb der Maschine erforderte mithin eine Kraft von 6,14 Pferden.

Direkte Versuche zur Bestimmung des Wirkungsgrades der Bohrmaschine liegen nicht vor. Auf Grund der mit seiner Handdrehbohrmaschine angestellten Versuche kommt Jarolimek zu dem Schluß, daß die durch Druckwasser betriebene Bohrmaschine bei den zu Raibl im Dolomit ausgeführten Arbeiten eine Nutzleistung L_2 von 1,5—1,6 Pfkr. verrichtet habe¹⁰⁹⁾. Da dieser Maschine im Betriebswasser 6,14 Pfkr. zugeführt wurden, so ergibt sich ein Wirkungsgrad derselben von rund 24—26 %, der erheblich höher als derjenige der Brandt'schen Maschine sein würde.

§ 122. Leistungen. Bei einem Arbeitsaufwande von 6,6—10,2 Pfkr. sind mit der Jarolimek'schen Maschine älterer Konstruktion Versuche angestellt worden, von denen einige Resultate hier Platz finden mögen. Die Bohrlochweite betrug 70 mm. Um ein Urteil über die Festigkeit, beziehentlich Bohrbarkeit der verschiedenen Gesteine, in welchen gebohrt wurde, zu gewinnen, ist in folgender Tabelle stets die Lochtiefe angegeben worden, bei welcher die Bohrkronen unbrauchbar wurden¹¹⁰⁾.

¹⁰⁸⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 106.

¹⁰⁹⁾ A. a. O. S. 134.

¹¹⁰⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 104.

Tabelle XVIII.

Bezeichnung des Gesteines, in welchem gebohrt wurde.	In der Minute abgebohrt	Lochtiefen, bis zu welchen die Bohrkronen aus- hielten
	cm	cm
Sehr fester Porphyr	1,5—3,3	4,5—10
Gneis vom Arlberg, parallel zur Schichtung	2,5—4	6—28
Grauwackenschiefer mit Quarzsehnen	3—3,4	30
Granit von Milin	3,1—4,7	29—47
Mittelfester und milder Grünstein	3,3—3,6	62—120
Quarzreicher Glimmerschiefer vom Arlberg, senkrecht zur Schichtung	3,36—4,32	39,5—46,5
Dolomitzkonglomerat	3,3—5,6	170
Dolomit	3,5—5,5	60
Sandstein mit groben Quarzkörnern	3,5	25
Stinkstein	5,0	—
Mergel	6,1—10,0	—

Verbrauch an Spülwasser. Derselbe ist, je nach der Stellung der Löcher und je nach der Beschaffenheit des Gebirges, verschieden. Als äußerste Grenzen des Verbrauches sind 2 und 8 Liter pro Minute zu bezeichnen, wobei das Spülwasser unter einer Druckhöhe von circa 3—4 m zufließen muß.

Maschinen, mit denen bei größerer Umdrehungszahl des Bohrers (100 und mehr pro Minute) nur in mildem und gebrüchem Gebirge gearbeitet werden kann.

§ 123. Drehbohrmaschine von Trautz. Unter den nicht sehr zahlreichen vorgeschlagenen Bohrmaschinen dieser Gruppe ist nur diejenige von Trautz zu erwähnen, welche mit Erfolg beim Bohren in Steinsalz Anwendung gefunden hat. Sie besteht aus zwei kleinen oscillirenden Cylindern, deren Kolben durch Vermittelung einer gekröpften Welle und verschiedener Vorgelege eine Schraubenspindel drehen, welche den Bohrer trägt. Der Vorschub erfolgt durch Differential-Schraubenge triebe. Als Gestell dient eine gewöhnliche Bohrpreize.

Die Dimensionen der im Steinsalzbergwerk Leopoldshall benutzten Trautz'schen Bohrmaschine sind folgende:

Kolbendurchmesser	65 mm
Kolbenhub	50 "
Länge der Schraubenspindel	1,144 m
Durchmesser der Schraubenspindel	33 mm
Ganghöhe der Schraubenspindel	6,35 "
Umsetzungsverhältnis für die Drehung der Schraubenspindel	5,76 : 1
Umsetzungsverhältnisse für die Vorschubbewegung:	
a. für sehr festes Salz	10 : 1
b. „ mittelfestes Salz	8 : 1
c. „ mildes Salz	6,5 : 1

Mit komprimierter Luft von 4 Atmosphären Spannung betrieben macht der Motor 720 Umdrehungen, der Bohrer 125, was einem Arbeitsaufwand von 4,94 Pfk. entspricht. Hierbei werden abgebohrt pro Minute:

in mildem Steinsalz	36 cm,
„ mittelfestem Steinsalz	28 "
„ sehr festem Steinsalz	22 "

Die große Kolbengeschwindigkeit, welche bei normalem Betriebe stattfindet, hat einen

großen Verschleiß an Kolben und Kolbenstangen zur Folge, deren Erneuerung schon nach vierteljährigem Gebrauch nötig wird. Der Kostenaufwand dieser Erneuerungen beträgt jedesmal circa 20 Mark.

Das Gewicht der Bohrmaschine ohne die Bohrspindel beträgt 43,5 kg; letztere wiegt 9 kg; die Bohrspreize hat ein Gewicht von 43,5 kg. Der Preis der Maschine nebst Gestell ist circa 1150 Mark.

Keilend wirkende Handbohrmaschinen.

§ 124. Die Bohrer sind entweder Voll- oder Kernbohrer. Die Bohrköpfe der Vollbohrer werden ein- und mehrschneidig hergestellt. Die einschneidigen Bohrköpfe bilden meistens eine gewöhnliche Meißelschneide, die in der Mitte etwas ausgezogen ist, wie an dem Bohrer der in Fig. 25 auf Taf. XVI abgebildeten Handbohrmaschine von Lisbet angegeben. Solche Bohrer nennt man wohl auch Centrubohrer. Sie eignen sich besonders zum Bohren in Steinsalz und Anhydrit.

Bohrkronen mit ganz geradlinig verlaufenden Meißelschneiden arbeiten unvorteilhaft.

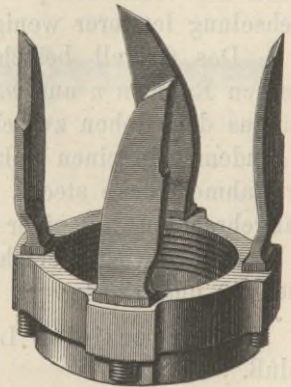
Die mehrschneidigen Bohrköpfe sind entweder zweiseidig oder sie besitzen eine sogenannte Vorschneide. Im ersteren Falle laufen die beiden etwas gewundenen Schneiden in Spitzen aus, wie bei dem in Fig. 3 auf Taf. VIII abgebildeten Schlangenbohrer für Tiefbohrungen. Bei den Bohrköpfen mit Vorschneiden liegen letztere in der Axe des Bohrers und ragen mehrere Centimeter über die Nachschneiden hinaus; vergl. Fig. 4, Taf. VIII. Die Vorschneiden laufen in der Regel in zwei oder drei Spitzen aus, während die Nachschneiden, meistens zwei an der Zahl, wie bei den zweiseidigen Bohrköpfen in je einer Spitze endigen. Die mehrschneidigen Bohrköpfe benutzt man vielfach zum Bohren in spröder Kohle; die Vorschneide ist dann besonders bei der Herstellung sehr weiter Löcher von Vorteil.

Die Bohrkronen für Kernbohrer, welche in festem Gestein benutzt werden sollen, besitzen dieselbe Konstruktion wie diejenigen der Brandt'schen hydraulischen Drehbohrmaschine.

Für mildes und gebräches Gebirge wendet man Bohrkronen mit mehreren, weit vorspringenden, auswechselbaren Schneiden an. Eine solche Bohrkrone für die Taverdon'sche Bohrmaschine ist in nebenstehender Fig. 42 abgebildet¹¹¹⁾. Mit dieser Bohrkrone kann kein eigentlicher Kern erzielt werden, was auch nicht der Zweck ist, vielmehr wird der beim Bohren sich bildende Kern gleich zertrümmert und die entstehenden Gesteinsbrocken sofort durch den hohlen Bohrschaft entfernt.

§ 125. Die Maschinen im allgemeinen. Die jetzt in Gebrauch stehenden Handdrehbohrmaschinen können in zwei Gruppen getrennt werden, nämlich in solche, deren Vorschub von der Umdrehungszahl des Bohrers, und in solche, deren Vorschub vom Widerstande des Gebirges abhängt. Bei ersteren ist der Bohrschaft als Schraubenspindel gestaltet oder kann

Fig. 42.



¹¹¹⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 491.

doch mit einer solchen in Verbindung gebracht werden und geht diese Schraubenspindel durch eine bei der Arbeit feste, aber ihrer Lage nach verstellbare Mutter.

I. Gruppe. Der Vorschub hängt von der Umdrehungszahl des Bohrers ab.

§ 126. Handbohrmaschine von Lisbet. Die verbreitetste Maschine der I. Gruppe ist diejenige von Lisbet. In ihrer jetzt vereinfachten Konstruktion ist dieselbe in Fig. 24 und 25 auf Taf. XVI abgebildet. Die Bohrstange *b*, in welche vorn die Bohrkronen eingesetzt wird, geht durch die hohle Schraubenspindel *s* und ist hinten mit einer sogenannten Bohrratsche (Bohrknarre) versehen. Der Hebel *h* dieser Bohrratsche ist in der Axe der Bohrstange etwas verschiebbar; er trägt eine Nase, welche zwischen die Zähne einer Muffe *a* eingerückt werden kann, die auf der Schraubenspindel festsetzt. Greift die Nase der Bohrratsche in die Muffe *a* ein, so schiebt sich beim Arbeiten mit der Ratsche der Bohrer bei jedem Umgange um die Ganghöhe der Schraubenspindel *s* vor.

Läßt die Gesteinsbeschaffenheit einen solchen Vorschub nicht zu, so löst man durch Ausrücken der Ratsche die Verbindung zwischen Schraubenspindel und Bohrer und dreht letzteren so lange allein herum, bis der Widerstand gegen sein Vorrücken beseitigt ist. Ist die Gesteinsfestigkeit eine solche, daß bei jeder Umdrehung des Bohrers derselbe um die Größe der Ganghöhe der Schraubenspindel vorrücken kann, so kuppelt man letztere durch die Druckschrauben *r* für die Dauer des Bohrens mit dem Bohrschaft fest. Statt der Bohrratsche kann man, wenn der Raum dazu vorhanden ist, auch eine gewöhnliche Handkurbel zur Drehung benutzen.

Ist die Maschine zur Arbeit in wenig festem, durchaus homogenem Gebirge bestimmt, so stellt man die Schraubenspindel gleich als Bohrspindel her, was den Apparat erheblich vereinfacht. Um mit letzterem in jeder Richtung bohren zu können, ist die Mutter *g* um einen Zapfen drehbar gemacht. Dieser Zapfen ruht in einem Lager, das an dem Gestell der Maschine in verschiedener Höhe durch Steckbolzen festgestellt werden kann, die in Löcher in dem Rahmen *c* passen. Die Mutter ist ferner zweiteilig gemacht und kann der obere, mit einer Schraube verbundene Teil derselben mittels dieser leicht gehoben werden, sodaß das Zurückziehen der Schraubenspindel, beziehentlich der Bohrspindel und eine etwaige Auswechslung letzterer wenig Zeit kostet.

Das Gestell besteht aus zwei teleskopartig gegeneinander verschiebbaren eisernen Rahmen *c* und *u*. Behufs Aufstellung des Gestelles spannt man dasselbe erst aus dem Rohen zwischen zwei gegenüberliegende Widerstand bietende Flächen ein, indem man einen Bolzen durch die miteinander korrespondirenden Löcher beider Rahmenstücke steckt, und spreizt dann durch Herausdrehen einer im Rahmen *u* angebrachten, mit einer Pratze oder Klaue versehenen Schraube fest ab.

Das Gewicht verschiedener Größen Lisbet'scher Bohrmaschinen wechselt zwischen 80 und 120 kg.

Ueber erzielte Leistungen gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Tabelle XIX.

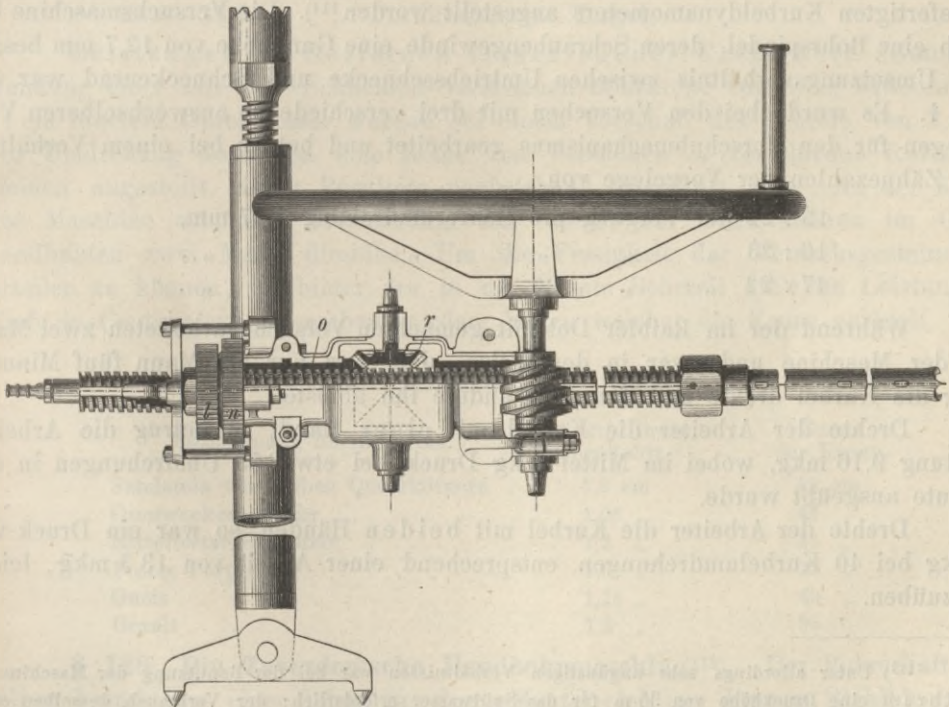
Bohrloch- durchmesser mm	An der Ma- schine beschäf- tigte Arbeiter	In der Minute abgebohrt		Bezeichnung des Gebirges
		bei reiner Bohr- arbeit mm	unter Einrechnung der Nebenarbeiten mm	
46	2	76	38	Steinsalz.
45	1	44—51	—	Mittelfester Sandstein
45	1	8	—	Konglomerat.
45	1	—	49,5—103	Schieferthon.
45	1	—	12—35	Fester Sandstein.
45	1	100	33	Steinkohle.

Hagan suchte den Lisbet-Bohrer durch Anbringung einer Differential-schraube und eines auswechselbaren Vorgeleges zu verbessern, was sich jedoch nicht bewährt hat.

Chubb¹¹²⁾ konstruirte eine der Lisbet'schen durchaus ähnliche Bohrmaschine, an welcher sich nur der benutzte eigentümlich gestaltete Bohrer durch Originalität auszeichnet.

§ 127. Die Handdrehbohrmaschine von Jarolimek unterscheidet sich von der bereits beschriebenen Jarolimek'schen hydraulischen Drehbohrmaschine mit Diffe-

Fig. 43.



¹¹²⁾ Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 425.

rentialschraubenvortrieb des Bohrers nur dadurch, daß die Wassersäulenzwillingsmaschine letzterer in Wegfall gekommen ist und der Antrieb der Schnecke durch eine oder zwei Kurbeln erfolgt.

Für einmännisches Bohren wird zweckmäßig ein Schwungrad angeordnet, wie dies in Fig. 43 angegeben ist, welche die Jarolimek'sche Handbohrmaschine im Grundriß darstellt.

Soll die Bohrspindel rasch zurückgezogen werden, so werden die Getriebe *l* und *n* ausgertückt und durch Drehen eines der beiderseits angebrachten konischen Räder *r* die Mutter *o* in rasche Umdrehungen versetzt. Im übrigen ist hinsichtlich der Einrichtung der Arbeitsmaschine auf die S. 262 gegebene Beschreibung derselben zu verweisen.

Die Bohrspindel von 0,67 m freier Länge und das Bohrgestänge sind hohl. Die Bohrkrone bildet ein gezahnter Kern-Stahlbohrer. Es wird unter stetigem Zufluß von Spülwasser gebohrt, zu dessen Einführung ein Druck, entsprechend einem Gefälle von 1—3,5 m, je nach der Stellung der Löcher und der Gebirgsbeschaffenheit, erforderlich ist. Letztere Verhältnisse beeinflussen auch die Höhe des Verbrauchs an Spülwasser, der zwischen 1 und 8 Liter in der Minute schwanken kann¹¹³⁾.

Das Gewicht der Maschine beträgt 50 kg; die Spannsäule nebst Befestigungsring für 2 m Ortsweite, beziehentlich Orthhöhe wiegt 70 kg.

Leistungen an der Kurbel der Maschine. Ueber den bei Anwendung der Jarolimek'schen Handdrehbohrmaschine erforderlichen Arbeitsaufwand sind von H. Preuß umfassende Versuche mittels eines von E. Kraft u. Sohn in Wien angefertigten Kurbeldynamometers angestellt worden¹¹⁴⁾. Die Versuchsmaschine betrieb eine Bohrspindel, deren Schraubengewinde eine Ganghöhe von 12,7 mm besaß; das Umsetzungsverhältnis zwischen Umtriebsschnecke und Schneckenrad war wie 19 : 1. Es wurde bei den Versuchen mit drei verschiedenen auswechselbaren Vorgelegen für den Vorschubmechanismus gearbeitet und betrug bei einem Verhältnis der Zähnezahlen der Vorgelege von

15 : 22	der Vorgang pro Bohrerumdrehung	1,27 mm,
16 : 23	„ „ „ „	2,5 „ ,
17 : 22	„ „ „ „	3,5 „ .

Während der im Raibler Dolomit gemachten Versuche arbeiteten zwei Mann an der Maschine und zwar in der Weise, daß stets nur ein Mann fünf Minuten lang die Kurbel drehte und dann der andere ihn ablöste.

Drehte der Arbeiter die Kurbel mit einer Hand, so betrug die Arbeitsleistung 9,16 mkg, wobei im Mittel 5 kg Druck bei etwa 55 Umdrehungen in der Minute ausgeübt wurde.

Drehte der Arbeiter die Kurbel mit beiden Händen, so war ein Druck von 10 kg bei 40 Kurbelumdrehungen, entsprechend einer Arbeit von 13,3 mkg, leicht auszuüben.

¹¹³⁾ Unter allerdings sehr ungünstigen Verhältnissen war bei der Benutzung der Maschine in Pzibram eine Druckhöhe von 35 m für das Spülwasser erforderlich; der Verbrauch desselben stieg dort auf 10 Liter in der Minute.

¹¹⁴⁾ H. Preuß. Ueber den Kraftverbrauch der Handdrehbohrmaschine von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 187.

Das Maximum der Arbeit mit beiden Händen betrug je nach der Individualität des Arbeiters 13, 14—15 kg Druck bei 36 Kurbelumdrehungen, was einer Leistung von 15,6—18 mkg entspricht. Im Mittel leistete also ein Mann rund 14 mkg, d. h. das Doppelte von dem, was ein Arbeiter bei ununterbrochener Arbeit leisten kann. Es dürfte jedoch sehr fraglich sein, ob die Arbeiter trotz der Ruhepausen von 5 Minuten während einer Schicht dauernd 14 mkg in der reinen Arbeitszeit werden leisten können.

Vorteilhafteste Arbeitsweise. Aus den Versuchen von H. Preuß muß gefolgert werden, daß der Arbeitsaufwand an der Kurbel am vorteilhaftesten ausgenutzt wird, wenn man in weniger festen Gesteinen mit möglichst großem Bohrvorschub pro Umdrehung, in festen Gesteinen dagegen mit möglichst großen Durchmessern der Kernbohrer bohrt.

Arbeitsaufwand L_c zum wirklichen Zerbohren eines Cubikcentimeters Gestein. Es liegen hier nur drei genaue Versuchsreihen vor, die im Raibler Dolomit, im Roman- und im Portlandzement-Mergel von Kirchbiehl angestellt worden sind. Es wurde mit Kronen von

40—66 mm	äußerem Durchmesser im Dolomit,
44—124 "	" " " " Romanzement-Mergel,
44—46 "	" " " " Portlandzement-Mergel

gebohrt. Zum Ausbohren eines Cubikcentimeters war erforderlich eine Arbeitsleistung an der Kurbel von

25—43,4 mkg	im Dolomit,
15—25,6 "	" " Romanzement-Mergel,
26,6—36,6 "	" " Portlandzement-Mergel.

Leistungen in Gesteinen verschiedener Festigkeit. Unter Anwendung einer mit vier Schneiden versehenen Bohrkronen von 5 cm äußerem und 34 cm innerem Durchmesser wurden bei einem Vorschub des Bohrers von 2,5 mm pro Umdrehung desselben eine Reihe von Versuchen in verschiedenen festen Gesteinen angestellt, deren Resultate nachstehend angeführt sind. An der Kurbel der Maschine arbeitete abwechselnd ein Mann; nur beim Bohren im Granit handhabten zwei Mann dieselbe. Um die Festigkeit der Versuchsgesteine beurteilen zu können, ist hinter der in der Minute Bohrzeit erzielten Leistung die Tiefe in Centimetern angegeben worden, bis zu welcher die Krone aushielt.

Tabelle XX.

Bezeichnung der Gesteine	In der Minute abgebohrt	Dauer der Krone
Sandstein mit groben Quarzkörnern	1,3 cm	49 cm
Grauwackenschiefer	1,06 "	41 "
Mittelfester Grünstein	1,2 "	33 "
Fester Porphyry	1,0 "	25 "
Gneis	1,25 "	49 "
Granit	1,3 "	35 "

§ 128. Die Taverdon'sche Handbohrmaschine¹¹⁵⁾. Der Bohrschaft derselben besteht aus einer Röhre, um deren Mantel eine aus dünnem Stahlblech her-

¹¹⁵⁾ Armengaud, Publication industrielle. 1879. Serie 2. Bd. V. S. 488.

gestellte Schnecke gelegt ist. Die Stücke des mit der oben im Holzschnitt Fig. 42 abgebildeten Bohrkronen hergestellten, aber gleich zerbröckelten Kernes, welche sich in den hohlen Bohrschaft schieben, treten durch Löcher in den Wandungen desselben in die gedachte Schnecke und werden auf diese Weise aus dem Bohrloche entfernt.

Der Bohrschaft ist mit seinem hinteren Ende über eine Schraubenspindel geschoben, welche denselben bei ihrer Drehung mitnimmt, beziehentlich mitnehmen kann. Die Drehung der Schraubenspindel erfolgt mittels Handkurbel und Vorgelege. Als Gestell dienen zwei durch einen Fundamentrahmen verbundene Bohrsäulen gewöhnlicher Konstruktion. Der ganze Apparat wiegt 45 kg. Als Bohrfortschritt in der Minute werden 10—20 cm in Steinkohle und milden Gesteinen angegeben.

II. Gruppe. Der Vorschub hängt von dem Widerstande des Gesteines ab.

§ 129. Einrichtung dieser Maschinen im allgemeinen. Die Maschinen dieser Gruppe sind so eingerichtet, daß der Bohrer bei seiner Drehung nur danu vorrückt, wenn der Widerstand, welchen die Schneiden der Bohrkronen im Bohrloche finden, eine bestimmte Größe nicht überschreitet. Dieser Widerstand, den das Gestein bietet, wird in den in Gebrauch stehenden Maschinen dazu benutzt, eine für die Bewegung des Vorschubmechanismus erforderliche Reibung zu erzeugen, und zwar kann der Bohrer infolge dieser Reibung bei seiner Drehung entweder eine mit ihm verbundene Schraubenspindel oder eine Mutter mehr oder weniger mitnehmen, er selbst also mehr oder weniger schnell vorrücken, da im ersteren Falle die Schraubenspindel durch eine feste Mutter, im letzteren Falle durch eine drehbare Mutter geht. In beiden Fällen muß ein sogenannter Mitnehmer vorhanden sein, der entweder gegen die Schraubenspindel oder gegen die Mutter gepreßt wird; ist dann der Reibungswiderstand zwischen Mitnehmer und diesen Teilen größer als der Widerstand gegen den Bohrer im Bohrloche, so wird der Bohrer vorrücken um einen Teil der Ganghöhe der Schraubenspindel, welche der Differenz dieser beiden Widerstände entspricht. Ist der Reibungswiderstand zwischen Mitnehmer und Schraubenspindel, beziehentlich Mutter kleiner als der Widerstand im Bohrloche, so wird sich nur der Bohrer mit dem Mitnehmer drehen und ein Vorrücken erst dann stattfinden, wenn der Widerstand im Bohrloche durch das Arbeiten der Bohrschneide ganz oder teilweise aus dem Wege geräumt ist.

§ 130. Maschinen, bei denen der Mitnehmer auf die Schraubenspindel wirkt. Zu diesen gehört die Handdrehbohrmaschine von v. Balzberg; siehe Fig. 8, Taf. XVI. Sie besteht aus der hohlen Schraubenspindel *s*, welche in der während des Bohrens festen Mutter *m* spielt und am Ende mit einer Flansche *a* versehen ist; ferner aus der Bohrstange *b*, welche durch die Handkurbel *h* gedreht wird. An der Stange *b* ist die Scheide *d* unveränderlich, die Scheibe, *c* der Mitnehmer, dagegen mittels Keilnut verschiebbar angebracht.

Eine Pufferfeder drückt den Mitnehmer *c* konstant gegen die Scheibe *a*, die wegen des an der Bohrstange befindlichen Bundes nicht nachgeben kann. Die Schraubenspindel wird daher beim Drehen der Kurbel *h* von dem Mitnehmer *c* ganz oder teilweise mitgenommen und in dieser Weise der Bohrstange und dem Bohrer nebst der drehenden auch eine fortschreitende Bewegung erteilt.

Die beiden am Mitnehmer *c* angebrachten Schrauben *l* dienen zum Spannen der Pufferfeder, sodaß der Grad der Abbremsung der Scheiben *d*, also auch der Schraubenspindel, gegen den Mitnehmer der Kraft des Arbeiters und der Gesteinsbeschaffenheit angepaßt werden kann.

Als Gestell für die Balzberg'sche Drehbohrmaschine dient eine Bohrspreize, in welche, ähnlich wie bei dem Lisbet'schen Bohrer, in verschiedenen Höhen zwei Zapfen eingelegt werden können, die sich an der zweiteiligen Mutter *m* befinden. Der eine dieser Zapfen ist in Fig. 8 mit *z* bezeichnet worden.

Erzielte Leistungen. Nach den Resultaten einer längeren Versuchsreihe kann ein Arbeiter in der Minute reiner Bohrzeit abbohren:

36 mm im Anhydrit,
132 „ „ Mergel,
171 „ „ Steinsalz,
137 „ „ Haselgebirge.

§ 131. Der Mitnehmer wirkt auf die Mutter. Die erste brauchbare Maschine dieser Art wurde in England konstruiert und ist unter dem Namen des Villedigne Perforator bekannt. Ihm nachgebildet ist die in Fig. 34—36 auf Taf. XVI dargestellte Handdrehbohrmaschine von Staněk u. Reska. Fig. 34 und 35 sind Schnitte durch das Gehäuse, welches den Vorschubmechanismus enthält.

Die Schraubenspindel *a*, hier gleichzeitig Bohrstange, ist am vorderen Ende mit einem auswechselbaren Schlangenbohrer, am hinteren Ende mit einer Handkurbel versehen. Die Schraubenspindel geht durch das Gehäuse *d*, in welchem sich zwei um die Axen *f* drehbare Schneckenräder *e* befinden, deren Zähne in das Gewinde der Schraubenspindel eingreifen. Werden die Schneckenräder festgehalten, so wirken sie als Mutter und die Schraubenspindel muß, wenn sie von links nach rechts gedreht wird, entsprechend der Steigung des Schraubenganges vorrücken. Sind die Schneckenräder dagegen lose, so können sie sich bei der Drehung der Spindel, wenn der Bohrer gegen das Gestein stößt, ebenfalls drehen; es erfolgt dann also kein Vorrücken der Spindel. Durch ein teilweises Feststellen (Abbremsen) dieser Schneckenräder kann nun das Vorrücken des Bohrers nach Bedarf reguliert werden. Dieses Abbremsen wird durch zwei als hohle Kegel *g* konstruierte Mitnehmer bewirkt, welche von hinten in die hohl gegossenen Schneckenräder eingedrückt werden können.

Diese Bremskegel sind der Länge nach geschlitzt und besitzen oberhalb der Schlitzes einen breiteren Einschnitt, in dem die beiden Backen *h* sitzen. Durch diese Backen, von denen der eine fest, der andere beweglich ist, können die Mitnehmer mittels einer außerhalb des Gehäuses zu handhabenden Stellschraube *k* auseinander getrieben werden, wobei sie sich gegen die inneren Wandungen der Schneckenräder legen und deren Abbremsung bewirken. Von dem Grad letzterer hängt dann das Vorrücken der Schraubenspindel ab.

Am Gehäuse sitzt ein konischer Zapfen *m*, durch welchen dasselbe in der über das schmiedeeiserne Rohr *n* gezogenen Muffe *u* drehbar befestigt ist. Durch Lösen der in Fig. 35 mit *s* bezeichneten Mutter wird der Zapfen *m* gelüftet. Die Muffe *u* wird an das Rohr *n* mittels der Schraube *v* festgeklemmt.

Erzielte Leistungen. Einige derselben sind im Folgenden zusammengestellt.

Tabelle XXI.

Bohrloch- durchmesser mm	An der Ma- schine be- schäftigte Arbeiter	In der Minute gebohrt		Bezeichnung des Gebirges
		bei reiner Bohr- arbeit mm	unter Einrechnung der Nebenarbeiten mm	
46	2	133	79	Steinsalz
46	1	65	44	Desgl.
46	2	163	89	Haselgebirge
46	1	102	58	Desgl.
28	2	37	29	Anhydrit
?	1	—	10	Desgl.
35	1	210—320	—	Harte Steinkohle
35	1	160—240	—	Schieferthon
35	1	50—110	—	Fester Sandstein.

Das Rohr *n* ist teleskopartig über das ebenfalls aus Schmiedeisen bestehende Rohr *o* geschoben und wird durch den in verschiedenen Höhen durchsteckbaren Bolzen *s*, siehe Fig. 36, getragen. Die Drehung beider Rohre umeinander kann durch Anziehen der Druckschraube *p* verhindert werden. Während der Steckbolzen *s* zum vorläufigen Einstellen der Bohrsäule dient, erfolgt das feste Einspannen derselben durch die mit der Pratze *t* versehene Schraube *q*.

Die eigentliche Bohrmaschine wiegt 14 kg, die Bohrsäule mit Muffe 28 kg.

§ 132. Anwendbarkeit der keilend wirkenden Handdrehbohrmaschinen.

Diese Maschinen sind, mit Ausnahme der Jarolimek'schen Maschine, nur in milden und gebräuchlichen Gebirgsarten mit Vorteil anzuwenden. Den theoretischen Beweis hierfür sucht v. Balzberg zu führen¹¹⁶⁾.

Die Jarolimek'sche Bohrmaschine scheint allein unter den drehend wirkenden Handbohrmaschinen hier in Rede stehender Art berufen zu sein, in der Praxis Anwendung zu finden. Bei dem Bohren in sehr festem Gesteine indes, wie Granit, Glimmerschiefer, kieseliger Sandstein, Grünstein, Porphyry und Grauwacke, erfordert diese Maschine einen zu großen Arbeitsaufwand, der nicht mehr vorteilhaft durch menschliche Kräfte zu leisten ist. Dieser Arbeitsaufwand erreicht nämlich die Höhe von 18 mkg¹¹⁷⁾ nach dem eintretenden Stumpfwerden der Bohrkronen, also das 2½ fache der Arbeitsleistung eines Mannes an der Kurbel, welcher dieselbe ohne kurz aufeinander folgende Ruhepausen dreht. Eine so große Leistung kann dauernd aber, selbst bei kurzen Ruhepausen, nicht von einem Arbeiter verrichtet werden.

Allerdings beträgt der anfängliche Arbeitsaufwand mit scharfen Kronen in genannten Gesteinen nur 6,6—13 mkg, die Kronen werden aber eben zu rasch abgenutzt, bevor mit ihnen ein erheblicher Bohreffekt erzielt worden ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß der Druck, mit welchem die Schneiden der Bohrkrone in das Gestein gedrückt werden, beim Handbohren zu klein ist; gerade der große Druck, also das tiefe Eindringen der Schneiden in die festen Gesteine trägt

¹¹⁶⁾ v. Balzberg. Das drehende Bohren in milden Gesteinsschichten. Leobener Jahrbuch. 1876. Bd. 24. S. 232.

¹¹⁷⁾ Preuß; a. a. O. S. 249.

wesentlich zum Effekt des Drehbohrens in letzteren und zur Erhaltung der Schneiden bei, wie dies die Arbeit mit der hydraulischen Bohrmaschine von Brandt auf das schlagendste beweist. Bei zu schwachem Druck werden die Schneiden, einmal stumpf geworden, mehr schleifend als keilend wirken und dadurch sich nicht nur immer schneller abnutzen, sondern auch gar keine erheblichen Effekte mehr geben.

Schabend wirkende Drehbohrmaschinen (Diamantbohrmaschinen).

Die Bohrer dieser Maschinen sind mit Bohrköpfen (Bohrkronen) versehen, an denen die arbeitenden Teile nicht aus stählernen Schneiden, sondern aus Diamanten bestehen.

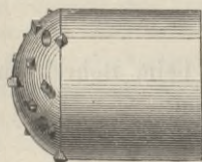
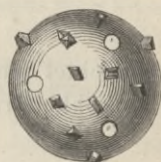
§ 133. Die **Bohrkronen** sind entweder für Vollbohren oder für Kernbohren eingerichtet. In beiden Fällen wird zu ihrer Herstellung ein kurzer eiserner oder stählerner Cylinder benutzt, der für die Vollbohrer mit einem gewölbten Boden zur Aufnahme der Diamanten versehen ist, wie Fig. 44^a und 44^b erkennen lassen. Dieser Boden ist, um das Spülwasser cirkuliren zu lassen, mehrfach durchbohrt. Der Boden kann auch konkav gekrümmt sein, was sogar für die Erhaltung der geraden Richtung, wenn man sehr tiefe Löcher bohren will, vorteilhafter ist.

An den Kronen für Kernbohrer sind, wie aus den Holzschnitten Fig. 45 ersichtlich ist, die Diamanten in die Ringfläche des Cylinders eingelassen. Sowohl beim Vollbohrer als auch beim Kernbohrer müssen die Diamanten so angeordnet sein, daß die ringförmigen Ausschabungen, welche sie im Gestein herstellen, sich gegenseitig berühren oder sogar ein wenig überdecken.

Benutzt man sehr kleine Diamanten, die nur wenig nutzbare Längen in ihren Kanten zeigen, so ordnet man die Diamanten wohl auch so an, daß den größeren derselben die Aufgabe zufällt, tiefere Riefen auszuschaben, während die kleineren die zwischen diesen Riefen stehenden ringförmigen Gesteinsstrossen zu zerstören haben.

Die an dem äußeren Rande der Bohrkronen sitzenden Diamanten müssen etwas über denselben hervorragen, um die Krone und das Bohrgestänge frei zu bohren; aus demselben Grunde werden bei Kronbohrern auch die Diamanten am inneren Rande der Krone etwas über diesen hineinragend eingesetzt. Bereits Leschot verfuhr in dieser Weise. Es genügt zum Freibohren, die Diamanten um 1,5 mm über den inneren und äußeren Rand der Krone hervorragen zu lassen.

Die äußeren Mantelflächen der Bohrkronen versieht man gern mit Längsnuten, um dem Spülwasser und größeren Gesteinsstückchen besseren Abzug zu verschaffen.

Fig. 44^a.Fig. 44^b.Fig. 45^a.Fig. 45^b.Fig. 45^c.

Vom Bord werden nur Stücke verwendet, welche die natürlichen Flächen und Kanten des Oktaeders zeigen; die Kanten bilden die wirksamen Schneiden. Durch Spaltung hergestellte Oktaeder sollten nie verwendet werden, weil die künstlich gebildeten Kanten derselben nicht die erforderliche Widerstandsfähigkeit besitzen. Zu vermeiden sind ferner alle Kristalle, in welchen die Spaltungsebenen des Diamanten bereits angedeutet erscheinen, die also sogenannte Blätterdurchgänge zeigen, da solche Kristalle bereits durch geringen Druck nach diesen Flächen hin zerspalten. Vor der Verwendung der Bords ist also ihre genaue mineralogische Untersuchung unerlässlich.

Der Carbonat zeigt keine Spaltbarkeit; ist seine Oberfläche nicht abgerieben, so eignen sich die Kristallkanten desselben ebenfalls zum Bohren. Die Kristalle des Carbonats müssen also sorgfältig ausgesucht werden und haben deshalb zum Bohren geeignete Stücke einen höheren Preis.

Die Anzahl der zur Herstellung einer Bohrkronen erforderlichen Diamanten hängt von der Größe letzterer und vom Durchmesser der Krone ab. Es können bereits fünf Diamanten genügen, um eine Bohrkronen zu besetzen.

Die Preise der Diamanten fallen und steigen im quadratischen Verhältnisse ihres Karatgewichtes, je nachdem das Gewicht des Diamanten weniger oder mehr als 1 Karat beträgt. Bohrdiamanten haben meistens ein Gewicht von 2—3,6 Karat (ein holländisches Karat = 205,7 Milligramm). Borde von 3,6 Karat Gewicht werden mit circa 47 M. pro Karat verkauft; der sogenannte Grundpreis für 1 Karat ist mithin $47 \cdot 3,6 : (3,6)^2 = 13$ M. Der mittlere Karatpreis für einen circa 3,6 Karat schweren Carbonat ist 38 M., der Grundpreis für 1 Karat also 10,6 M.

§ 137. Das Einsetzen der Diamanten. Für Bohrkronen kleinerer Durchmesser, wie sie bei den Gesteinsbohrmaschinen gewöhnlich üblich sind, gibt es zwei Methoden des Einsetzens. Die eine derselben besteht darin, daß man in die Arbeitsfläche der Krone Löcher einmeißelt, deren Ränder etwas nach oben umgestülpt hergestellt werden. Die Wandungen der Löcher müssen sich möglichst genau dem zu versenkenden Umfange der Diamanten anpassen, sodaß die Flächen derselben überall aufliegen. Der Diamant erhält eine solche Lage, daß eine Oktaederkante radial und horizontal in der Ebene der Arbeitsfläche der Krone zu liegen kommt.

Ist der Diamant in die richtige Lage gebracht, so wird der umgestülpte Rand des Loches zurückgeklopft und das Eisen oder der Stahl um den Diamanten so weit zusammengestaucht, daß knapp nur noch die Kante desselben sichtbar bleibt. Diese Methode des Einsetzens erfordert die größte Vorsicht, da jeder Schlag, der den Diamanten treffen würde, zur Entstehung von Spaltungsrissen Veranlassung geben kann.

Nach der anderen, von Taverdon erfundenen Methode werden die Diamanten in die in der Krone hergestellten Löcher eingelötet. Zu diesem Zwecke wird jedes in beschriebener Weise hergestellte Loch durch eine enge Bohrung mit dem Mantel der Krone in Verbindung gesetzt, in welche Bohrung das Lot eingeführt wird. Der Diamant selbst wird auf galvanischem Wege mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer versehen, alsdann in das Loch eingesetzt, wie beschrieben verstemmt, die Bohrung mit Lot gefüllt und die Krone der Weißglühhitze ausgesetzt. Letzteres geschieht indes erst dann, wenn sämtliche Diamanten in die Löcher gesetzt sind, sodaß die Krone nur einmal ins Feuer kommt.

Sind die Diamanten nicht so eingesetzt worden, daß auch selbst der geringste Hohlraum zwischen Diamant und Lochwandungen vermieden wurde — was sehr schwer erreichbar ist — so werden sie mit der Zeit locker, drehen sich in den Löchern, fallen aus diesen heraus oder kommen in Lagen, bei welchen der Druck auf die Krone senkrecht oder parallel der Spaltungsrichtung wirkt und den Diamant zerspaltet.

Je stärker der Druck auf die Krone ist, um so eher wird ein nicht ganz genau eingesetzter Diamant locker und ist dies der Grund, weshalb man in der Praxis die Bohrkronen nicht so stark gegen das Gestein preßt, wie der Erfinder des ersten modernen Diamantbohrers es ursprünglich empfohlen hat. Auch eingelötete Diamanten dürften sich bei sehr hohem Drucke wegen der Nachgiebigkeit des Lotes ähnlich verhalten wie die nur durch Verstemmung festgehaltenen Diamanten, weshalb Taverdon seine Bohrer ebenfalls nur unter mäßigen Pressungen arbeiten läßt.

Nach längerem Gebrauche einer Krone müssen die Diamanten umgesetzt werden; nach den Angaben Riley's hält ein Diamant durchschnittlich viermaliges Umsetzen aus¹²⁰⁾. In gutartigen Gesteinen kann man circa 85 m mit einer Krone bohren, bevor ein Umsetzen der Diamanten notwendig wird; bei wenig gutartigen Gesteinen ist letzteres aber schon nach Abbohrungen von 1—6 m nötig.

Die totale Wertverminderung der Diamanten in einer Bohrkrone kann, ebenfalls nach Riley, auf 18—25 % veranschlagt werden.

§ 138. Die Preise der Bohrkronen hängen im wesentlichen von der Zahl und der Größe der verwendeten Diamanten ab. Nach den oben gemachten Angaben über die Preisbestimmung der Diamanten kann man leicht die annähernden Kosten einer Bohrkrone berechnen, wenn man berücksichtigt, daß die Kosten des Einsetzens der Diamanten und der Stahlkrone circa 10% des Preises der Diamanten betragen.

Als Minimalpreis einer Bohrkroue kleinsten Kalibers dürfte 160 Mark anzusehen sein; Kronen von 46 mm Durchmesser kosten circa 550 M, solche von 110 mm Durchmesser 1300 M.

§ 139. Das Bohrgestänge. Bohrt man Löcher für Sprengungen, so genügt meistens eine einzige Bohrstange, die aus einem gezogenen Gasrohr hergestellt wird. Für tiefere Löcher, von 2 m und darüber, muß man das Gestänge aus mehreren Röhren zusammensetzen, deren Verbindung durch Schraubengewinde erfolgt.

Das Gestänge besitzt bei Löchern von 28—40 mm Durchmesser denselben äußeren Durchmesser wie die Bohrkroue; bei weiteren Löchern macht man das Gestänge schwächer als die Bohrkroue und genügt für die meisten Fälle eine Stärke von 40 mm und eine lichte Weite von 25 mm.

Für sehr tiefe Löcher bei größerer Weite wird zur Aufnahme des Kernes ein sogenanntes Kernrohr an das Gestänge geschraubt; dieses muß dann dieselbe lichte Weite wie die Bohrkroue besitzen, während das Gestänge einen kleineren Durchmesser erhalten kann.

Die Bohrmaschinen.

Nach der Art, wie der Vorschub des Bohrers erfolgt, kann man die Diamantbohrmaschinen einteilen in solche mit hydraulischem Vorschub und in solche mit Vorschub durch Differentialräder.

¹²⁰⁾ Helmhacker; a. a. O. S. 275.

Der Betrieb kann mittels Elementarkraft, auch auf elektrischem Wege, oder von Hand geschehen.

a. Maschinen mit hydraulischem Vorschub.

§ 140. Die Taverdon'sche Maschine. Von dieser Maschine gibt Fig. 4, Taf. XVI, einen Längsschnitt durch die eigentliche Arbeitsmaschine, Fig. 5 einen Querschnitt durch letztere nach der Linie AB in Fig. 4; Fig. 7 ist ein Längsschnitt durch den Motor, Fig. 6 ein Querschnitt durch denselben nach der Linie AB in Fig. 7, endlich Fig. 3 eine Gesamtansicht der ganzen Bohrmaschine. In letzterer Figur bezeichnet i das Gehäuse, in welchem sich der Motor befindet.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die Arbeitsmaschine besteht aus einer stählernen Welle c , welche von dem an den bronzenen Stützen b angeschraubten, noch zu beschreibenden Motor in Rotation versetzt wird. Auf dieser Welle sitzt die Hülse u , in deren vorderes Ende die stählerne Triebwelle c' eingeschraubt ist. Letztere rotirt also, wenn c gedreht wird. Die Abdichtung zwischen den beiden Wellen c und c' bewirkt der kupferne Ring z .

Ueber den vorderen Teil der Triebwelle c' ist die eigentliche hohle Bohrspindel t aus Stahl gezogen, welche vorn die Diamantbohrkrone d trägt. Damit sich die Bohrspindel nicht nur mit der Triebwelle c' drehen, sondern auch längs derselben verschieben kann, sind in letzterer zwei geradlinig verlaufende Längsnuten vorhanden, in welche zwei mit der Bohrspindel verbundene Zähne v eingreifen. Ferner ist die Bohrspindel t mit einem Kolben f' verbunden, den der Lederstulp e' gegen den Vorschubcylinder f abdichtet, sodaß die Bohrspindel sich vorwärts bewegt, wenn hinter den Kolben f' Wasser drückt. Letzteres wird durch die Durchbohrung a' in der Triebwelle zugeleitet und zwar durch die Kanäle hh . Diese stehen mit einem Raume in Verbindung, dem das Druckwasser durch einen der beiden in Fig. 3 angegebenen Rohrstützen r aus einem an demselben anzubringenden Schlauche zuströmt. Der andere Rohrstützen r dient zum Ablassen des Druckwassers und kann man durch den ebenfalls in Fig. 3 angegebenen Zweiwegehahn e bald den einen, bald den andern der beiden Rohrstützen r mit den Kanälen h in Fig. 4 in Kommunikation setzen.

Auf dem vorderen Ende der Bohrspindel t sitzt mit dieser fest verbunden die Hülse p , welche auch mit dem Vorschubcylinder f verschraubt ist. Es dreht sich also mit der Triebwelle c' nicht nur die Bohrspindel, sondern auch der Vorschubcylinder.

Um die Reibungswiderstände bei der Drehung der Hülsen p und u möglichst herabzuziehen, sind folgende Einrichtungen getroffen: Die äußere Fläche der vorderen Hülse ist mit sich kreuzenden Nuten versehen, denen durch eine in der Stopfbüchse befindliche Oeffnung, welche gewöhnlich durch eine Schraube verschlossen gehalten wird, Schmiermaterial zugeführt wird. Ueber die Hülse u ist ein Kragen x geschoben, dessen Innen- und Außenflächen ebenfalls mit schraubenförmigen Rinnen zur Aufnahme des Schmieröles versehen sind, welche letzteres durch einen Kanal w zugeführt wird, der mit dem Oelbehälter l in Verbindung steht. Zur Abdichtung sind an allen Stellen, wo es nötig erscheint, Lederstulpen angebracht.

Das Spülwasser wird aus dem hinteren Teile des Vorschubcylinders entnommen¹, von dem aus [dasselbe durch Längsriefen in der Triebwelle bis zu den Kanälen *u* gelangt, welche den Austritt in das Bohrloch gestatten.

2. Die Kraftmaschine.

Dieselbe ist unter dem Namen „Braconnier'scher Motor“ bekannt. Dieselbe besteht aus zwei in Fig. 6 und 7 auf Taf. XVI mit *p p* bezeichneten hohlen rollenden Kolben, zu deren Aufnahme das Gehäuse *s* dient. Für diese Kolben sind durch zwei Scheidewände zwei Cylinder abgegrenzt. Jeder der Kolben ist radial aufgeschlitzt; die Wandungen des Schlitzes sind in Fig. 6 mit *u u* bezeichnet. Dieser Schlitz dient zur Aufnahme eines Absperrkolbens, der um die Welle *o* pendeln kann.

Tritt nun motorische Flüssigkeit aus dem linken der beiden in Fig. 6 mit *t* bezeichneten Räume in den Cylinder *s*, so wirkt dieselbe auf den Kolben *p* und rollt ihn über die Fläche des Cylinders. Hierbei beschreibt der Mittelpunkt des Kolbens *p* einen Kreis um den Mittelpunkt des Cylinders *s*. Durch den Mittelpunkt jedes Kolbens geht eine Welle *m*, welche mithin die Funktion einer Kurbel verrichtet. Werden die Radien der Wellen *m*, der Kolben *p* und der Gehäuse *s* mit *q*, beziehentlich *r* und *R* bezeichnet, so ist $r + q = R$, welche Gleichung bei der Bewegung der Radien stets erfüllt wird.

Der Motor arbeitet mithin wie eine Maschine mit oscillirendem Cylinder; der Absperrkolben mit den geraden Flächen *u u* im Schlitz des Kolbens *p* vertritt die Lenkstange, nur mit dem Unterschiede, daß hier ihre Länge veränderlich ist.

Jede der Wellen *m* besteht aus zwei ineinander geschobenen Teilen, von denen der eine mit den Scheiben *a*, der andere mit dem Cylinder *c* verbunden ist, der sich in dem mittleren Teile *i* des Gehäuses *s* drehen kann. Er dient als verbindendes Glied der beiden um 180° zu einander versetzten Wellen *m*. Drehen sich die Wellen *m*, so drehen sich auch die Scheiben *a* und mit diesen die an ihnen befestigten Wellen *l* und *h*, von denen letztere identisch ist mit der Triebwelle *c* in Fig. 4.

Während der Drehung der Kolben *p* ist stets der Austrittskanal *k* für die motorische Flüssigkeit geöffnet, was dadurch erzielt wird, daß der Absperrkolben hin und her oscillirt und bei dieser Oscillation nur den Eintrittskanal der motorischen Flüssigkeit öffnet und schließt, niemals aber den Austrittskanal.

Um Undichtigkeiten zu vermeiden, welche infolge der Rotation der Kolben durch die Abnutzung der ebenen Flächen letzterer eintreten, sind die Deckel *n* und *g* des Kraftmaschinengehäuses nach der Mitte desselben zu nachstellbar eingerichtet. Hierzu genügt es, die Muttern *q* etwas anzuziehen, die über die Enden des Gehäuses geschraubt sind. Damit diese Muttern sich nicht lösen können, sind die Druckschrauben *r* angebracht. Der ganze Motor paßt mittels des bei *g* in Fig. 7 angegebenen Gewindes in die mit *g* bezeichnete Büchse der Arbeitsmaschine.

Die vollständige Bohrmaschine, Kraft- und Arbeitsmaschine, stellt Fig. 3 dar, in welcher *i* das Kraftmaschinengehäuse, *o* die in Fig. 7 mit *q* bezeichneten Stellmuttern bedeuten. Der hintere Deckel *n* des Gehäuses, siehe Fig. 7, ist zur Aufnahme eines Klemmringes eingerichtet, mittels dessen die Maschine an einer Bohrspreize oder an der Tragstange des weiter unten zu beschreibenden Gestells befestigt werden kann.

Sehr wichtig für die Unterhaltung der Kraftmaschine ist eine gründliche kontinuierliche Fettung der vielen sich drehenden Teile. Zu diesem Zwecke sind sämtliche Wellen der Länge nach durchbohrt, um das Schmieröl in alle Lager zu leiten, die sich kreuzende Riefen zur Aufnahme des Oeles besitzen. Ueber den Motor ist ein durch einen Deckel verschließbarer, mit vielen Scheidewänden versehener Behälter behufs Aufnahme und Verteilung des Schmiermittels gestülpt.

Die Kraftmaschine kann mit Dampf, komprimirter Luft oder Wasser beaufschlagt werden. Vorzüglich eignet sich die Taverdon'sche Maschine zum Betriebe mittels Elektrizität¹²¹⁾.

Auf der Pariser Elektrizitäts-Ausstellung im Jahre 1881 war eine für elektrischen Betrieb eingerichtete Maschine in Arbeit zu sehen. Während bei dieser Ausstellungsmaschine der dynamo-elektrische Motor in der Axe der Bohrmaschine, mit dieser verbunden, angebracht war, ist man neuerdings dazu übergegangen, die Dynamo-Maschine getrennt von der Bohrmaschine, nahe derselben aufzustellen und die rotirende Bewegung der Welle ersterer durch Seile auf die Triebwelle letzterer zu übertragen¹²²⁾.

Neuerdings ist die Taverdon'sche Maschine auch für Handbetrieb eingerichtet worden¹²³⁾.

3. Das Gestell.

Als Gestell für die Taverdon'sche Bohrmaschine läßt sich die Bohrpreise und hydraulische Spannsäule gut verwenden, falls nicht mehr wie zwei Maschinen gleichzeitig an einer Stelle benutzt werden sollen. Wird letzteres beabsichtigt, so ist das in Fig. 16 auf Taf. XVI abgebildete Gestell recht zweckmäßig zu verwenden. Dasselbe dürfte ohne weitere Erläuterungen verständlich sein und soll hier nur noch erwähnt werden, daß die Feststellung desselben durch mit Pratzen versehene Schraubenspindeln erfolgt, die wie bei der gewöhnlichen Bohrpreise in den vier Säulen des Gestelles angebracht sind.

4. Gewichte und Preise der Taverdon'schen Maschine.

	Gewicht	Preis
Die Bohrmaschine (Arbeitsmaschine)	30 kg	960 Mk.
Luftmotor	18 „	480 „
Dampfmotor	18 „	480 „
Wassermotor	30 „	480 „
Elektromotor	200 „	1200 „
Gestell für 4 Maschinen auf Räder gesetzt	350 „	1440 „
Zwölf Bohrkronen	— „	1920 „

5. Leistungen.

Nach den Angaben Taverdon's können mit einem Arbeitsverbrauch von zwei Pferdekräften in der Minute abgebohrt werden:

¹²¹⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 556. — 1884. Bd. 28. S. 150. — Application of electricity to tunneling. Scientific American. 1884. I. Bd. 50. S. 31.

¹²²⁾ Prospekt der Société française du diamant noir (Système Taverdon) à St. Denis. Paris 1884. Paul Dupont. 41 Rue Jean-Jacques-Rousseau.

¹²³⁾ A. a. O.

in Granit	5—9 cm,
in festem Kalkstein (petit granit).	15 cm,
in Lava	30 cm,
in Marmor	20 cm,
in Kalk- und Sandstein	10—12 cm.

Taverdon empfiehlt, unter schwachem Druck der Bohrkronen gegen das Gestein, aber mit großer Tourenzahl zu arbeiten; nach seinen Angaben soll ersterer 60 kg nicht übersteigen. Als mit seiner Maschine erreichbare Tourenzahl gibt er 3000 an.

§ 141. Bohrmaschine der amerikanischen und pennsylvanischen Diamant-bohrergesellschaft. Diese von Allison konstruierte Maschine ist in Fig. 37, 38 und 39 auf Taf. XIV abgebildet und zwar gibt Fig. 37 eine Ansicht der ganzen, auf einem Gestell montirten Maschine, während Fig. 38 und 39 zwei Längsschnitte durch die Arbeitsmaschine darstellen.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die mit *s* bezeichnete Bohrspindel ist hohl und führt durch dieselbe die ebenfalls hohle Bohrstange *g*, welche mittels zweier Schrauben *h* und Druckbacken durch die Klemmhülse *i* der Bohrspindel fest mit dieser verbunden wird. Die Bohrspindel ist mit einer durchlaufenden Längsnut versehen, in welche eine Feder der langen Nabe des Kegelrades *k* eingreift. Letzteres wird durch das auf der Triebwelle *u* sitzende Kegelrad *l* in Umdrehung versetzt.

Die beschriebene Verbindung des Kegelrades *k* mit der Bohrspindel *s* ermöglicht es, daß letztere sich nicht nur drehen, sondern auch in ihrer Axenrichtung hin und her schieben läßt. Diese geradlinige Bewegung wird durch Wasserdruck hervorgebracht; zu diesem Zwecke ist die Bohrspindel durch die Traverse *f* mit den Stangen *a* zweier Kolben *n* verbunden, die in die Vorschubcylinder *c* passen. Je nachdem das Druckwasser über oder unter die Kolben *n* tritt, wird die Bohrspindel, mithin auch das Bohrgestänge, vor- oder rückwärts geschoben.

Die Zuleitung des Druckwassers erfolgt durch das Rohr *d*, in welches ein die Verteilung desselben regulirender Vierwegehahn eingeschaltet ist, der auch mit der Ableitung des Druckwassers in Verbindung gesetzt werden kann. Die in den Vorschubcylindern herrschende Wasserpressung kann an einem Manometer, dessen Anbringung aus Fig. 36 ersichtlich ist, abgelesen werden.

Das Spülwasser wird dem Gestänge durch einen in Fig. 36 angegebenen Gummischlauch zugeführt, der mittels eines auf das Gestängende gesetzten Kopfstückes an dieses gekuppelt ist.

Ist das Bohrloch um die Länge des Vorschubcylinders (circa 600 mm) abgebohrt und will man tiefer bohren, so löst man die Schrauben *h* der Klemmhülse und schiebt die Bohrspindel zurück, indem man Druck unter die Vorschubkolben setzt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß das in der Bohrspindel enthaltene Gestängestück noch um mindestens 0,6 m über die Klemmhülse *i* derselben hervorragt und nicht, wie in Fig. 38 und 39 gezeichnet, in dieser Hülse sein Ende erreicht.

Sollen Löcher von 1—1,5 m Tiefe abgebohrt werden, so kann das von der Bohrspindel umschlossene Gestängestück so lang gemacht werden, daß eine Verlängerung desselben nicht erforderlich wird. Macht sich für tiefere Löcher eine

solche notwendig, so nimmt man das Kopfstück mit dem Spülwasserschlauch von dem Gestänge ab, schraubt ein neues Gestängestück auf und setzt oben auf dieses das Kopfstück mit dem Schlauche wieder auf.

2. Die Kraftmaschine.

Als solche wird entweder eine Maschine mit rotirendem Kolben oder eine Root'sche Zweikolben-Maschine¹²⁴⁾ oder eine Dreicylinder-Maschine benutzt, welche die Triebwelle *u* der Arbeitsmaschine stets direkt in Umdrehung versetzt. Alle diese Motoren sind zum Betriebe mit Dampf, komprimirter Luft oder Wasser eingerichtet.

3. Das Gestell.

Als erprobt gilt die in Fig. 37 auf Taf. XVI dargestellte Konstruktion eines solchen. Die eigentliche Arbeitsmaschine kann um eine kreisförmige, in einer Nut an den beiden Säulen des Gestelles geführten Platte beliebig im Kreise gedreht und während der Arbeit durch einen Steckbolzen festgehalten werden.

Zum bequemen Transport des Gestelles kann man dasselbe in senkrechter Stellung an einen zweiräderigen Wagen kuppeln. Soll die Bohrmaschine an Stellen benutzt werden, wo eine Abspreizung desselben nicht angeht, so zieht man sie von dem eben beschriebenen Säulengestell ab und befestigt sie auf einer eisernen Bodenplatte. Letztere wird dann in horizontaler Lage mit irgend einem passenden Fuß verbunden, der so schwer sein muß, daß er durch den Druck des Bohrgestänges gegen das Gestein nicht gehoben werden kann. Dieser Druck beträgt circa 7—8 Atmosphären.

Zum gleichzeitigen Gebrauch mehrerer Bohrmaschinen bei Tunnelbauten werden fahrbare Wagengestelle benutzt, welche ähnlich konstruirt sind wie die für Stoßbohrmaschinen benutzten.

Das Gewicht der beschriebenen Bohrmaschine für Herstellung von 25—40 mm weiten Löchern beträgt 130 kg. Preis 5300 M.

b. Diamantbohrmaschinen mit Differentialräder-Vorschub.

§ 142. Maschinen der pennsylvanischen Diamantbohr-Gesellschaft in Potsville; siehe Fig. 29, Taf. XII¹²⁵⁾.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die Arbeitsmaschine besitzt eine hohle Schraubenspindel *d*, durch welche das hohle Bohrgestänge *e* geht. Letzteres wird durch eine Druckschraube fest gegen die Wandungen der Schraubenspindel gedrückt, deren Drehung durch Vermittelung der Kegelräder *b* und *c* erfolgt. Das Rad *c* greift mittels einer Feder in die Längsnut der Schraubenspindel, sodaß diese sich während der Drehung auch in ihrer Längsrichtung verschieben kann.

Die Vorwärtsbewegung der Schraubenspindel, also der Vorschub des Bohrers, erfolgt durch zwei Differential-Stirnradpaare $z_1 z_2$ und $z_3 z_4$. Das Rad z_1 ist mit

¹²⁴⁾ Eine Beschreibung des Root'schen Motors findet sich bei Riedler, Gesteinsbohrmaschinen, S. 92, und in der Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24 B. S. 169.

¹²⁵⁾ Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 227.

der Vorschubmutter, durch welche die Schraubenspindel hindurchgeht, fest verbunden und hängt von der Umdrehungszahl dieser Mutter die Größe des Vorschubes ab. Die Umdrehungszahl der Mutter ist wieder von den Zähnezahlen der auswechselbaren Räder z_3, z_4 abhängig.

Das Rad z_3 ist als Friktionsscheibe ausgeführt, sodaß bei zu großem Widerstande ein Gleiten derselben eintritt und der Vorschub sich auf diese Weise dem Fortschritt des Bohrers anpaßt und zu starkes Anpressen der Schraubenspindel bei plötzlichem Wechsel des Gesteinswiderstandes vermieden wird.

Die Größe des Vorschubes pro Umdrehung ist

für härtestes Gestein, wie Quarzit, auf	0,042 mm,
„ feste Gesteine, wie Granit, Gneis, Porphy, auf	0,084 „
„ mittelfeste Gesteine, wie Marmor, Sandstein auf	0,12 „

bemessen.

Die Aenderung des Vorschubes geschieht durch Auswechseln des Stirnräderpaares z_3, z_4 , wozu noch nicht ganz fünf Minuten Zeit erforderlich sind.

Infolge des konstanten Vorschubes bei einer Umdrehung ist die Leistung der Maschine lediglich von der Umdrehungszahl abhängig gemacht; je größer diese, desto größer die in der Zeiteinheit abgebohrte Tiefe.

Ist die Schraubenspindel auf ihre ganze Länge vorgeschoben und will man sie wieder zurückziehen, so löst man ihre Verbindung mit dem Gestänge, rückt die Räder z_2 und z_3 aus, stellt die Vorschubmutter fest und läßt den Motor in entgegengesetzter Richtung wie beim Bohren umlaufen, wodurch die Spindel bei jeder Umdrehung um die Ganghöhe ihres Gewindes zurückbewegt wird. Steht dann noch Gestänge oben aus der Schraubenspindel hervor, so klemmt man es wieder fest und kann, nach Einrückung der Zahnräder, wieder weiter gebohrt werden.

Für die Herstellung von Löchern für Sprengschüsse ist die Bohrspindel so eingerichtet, daß man mit einem einzigen Gestängestück auskommt. Andernfalls muß man das Gestänge verlängern, was in der bei der Beschreibung der Diamantbohrmaschine mit Allison's Vorschub angegebenen Weise erfolgt. Das Spülwasser wird dem Hohlgestänge durch den Schlauch f_1 zugeführt.

2. Der Motor.

Derselbe wird durch eine kleine Zwillingmaschine mit oscillirenden Cylindern a gebildet, deren Kolbenstangen auf eine gekröpfte Welle wirken, auf welcher das konische Rad b sitzt. h ist der Hebel zur Drosselklappe, g das Rohr für die Zuleitung der motorischen Flüssigkeit; als solche kann Dampf oder komprimierte Luft dienen.

3. Das Gestell.

Die gußeiserne Fundamentplatte, auf welcher der Motor montirt ist, kann in geeigneter Weise mit einem fahr- oder tragbaren Gestell verbunden werden. Da die Arbeitsmaschine mit der ringförmigen Scheibe n verbunden ist, welche um ihren Mittelpunkt gedreht werden und durch Steckbolzen in verschiedenen Lagen festgehalten werden kann, so wird ein Bohren unter jedem Winkel zur Horizontalenebene ermöglicht.

Das Gewicht der Maschine beträgt 250 kg, ihr Preis 5000 M.

§ 143. **Kraftbedarf der amerikanischen Diamantbohrmaschinen.** Während Taverdon für den Betrieb seiner Bohrmaschine angeblich nur zwei Pferdekkräfte disponibel zu haben braucht, bedürfen die amerikanischen Maschinen größerer Betriebskraft und ist dieselbe, je nach dem Durchmesser der herzustellen- den Löcher, auf 4—5 Pferdekkräfte zu veranschlagen¹²⁶⁾.

§ 144. **Druck auf die Bohrkronen und Umdrehungszahl des Bohrers.** Je größer dieser Druck und je größer die Umdrehungszahl des Bohrers, desto größer wird der Bohrfortschritt sein. Beaumont¹²⁷⁾ empfiehlt einen Druck von 200—400 kg bei 250 Touren des Bohrers. In Saarbrücken¹²⁸⁾ bohrte man ohne Nachteil mit einem Druck von 1020—1060 kg pro qcm der ringförmigen Arbeitsfläche bei 216—244 Touren. Für gewöhnlich arbeitete man unter einem Druck von 300—600 kg mit 2—300 Touren.

Selbst für Tiefbohrungen bis zu 300 m werden nur 8 pferdekräftige Motoren benutzt.

Für die Bohrmaschine mit Allison's hydraulischem Vorschub gibt Riedler¹²⁹⁾ den erforderlichen Druck zu 7—8 Atmosphären an.

§ 145. **Leistungen.** In der Minute reiner Bohrzeit können abgebohrt werden

in Quarzit	2—5 cm,
in Granit und hartem Kalkstein	5—7 „
in Sandstein	10 „

Für Maschinen mit Differentialräder-Vorschub berechnet sich die zu erwartende Leistung nach der Tourenzahl und den oben S. 284 gegebenen Größen des gebräuchlichen Vorschubes.

§ 146. **Preise der Bohrmaschinen.** Soweit die Angabe von Preisen nicht bereits im Vorstehenden erfolgt ist oder in den folgenden Paragraphen noch stattfinden wird, sollen an dieser Stelle einige Mitteilungen über die Preise der gebräuchlichsten Bohrmaschinen und Gestelle Platz finden.

a. Stoßbohrmaschinen.

Es kostet:

eine Maschine von Broßmann	1000 M.
„ „ „ Dubois u. François	1200 „
ein Gestell von Dubois u. François für vier Maschinen	2800 „
eine Maschine Eclipse, je nach Größe	1260—2850 „
„ „ von Ferroux, 3. Modell	1600 „
„ „ „ Frölich	700 „
„ hydraulische Spannsäule zu derselben	300 „
„ Maschine von Neill	500 „
„ „ „ Sachs, je nach Größe	900—1100 „

¹²⁶⁾ Statistics of mines and mining in the states and territories west of the Rocky Mountains by R. W. Raymond. 1872. S. 133.

¹²⁷⁾ Beaumont. Application du diamant noir au forage mécanique. Revue univ. d. min. 1874. Serie I. Bd. 35. S. 580.

¹²⁸⁾ Preuss. Zeitschr. 1876. Bd. 24 B. S. 170. — 1877. Bd. 25 B. S. 226.

¹²⁹⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 91.

ein fahrbares Säulengestell für zwei Sachs'sche Maschinen	2400 M.
eine Maschine von Schram, je nach Größe	800—1250 „
ein Bohrwagen für zwei Schram'sche Maschinen	1050 „

Handbohrmaschinen. Der Preis der Faber'schen Maschine ist circa 700 Mark; diejenige von Gronert kostet gleichfalls 700 M, mit Wagengestell 1600 M. Der Apparat von Kőnyves-Tóth kostet 280 M.

b. Drehbohrmaschinen.

Es kostet eine hydraulische Drehbohrmaschine von Jarolimek mit Bohrspreize 5000 M. Der Preis zweier Brandt'scher Maschinen nebst zugehöriger Spannsäule ist 10000 M.

Die Preise der Handbohrmaschinen verschiedener Systeme sind folgende:

Taverdon	960 M.
Lisbet	250—350 „
v. Balzberg	400 „
Staněk u. Reska	400 „
Jarolimek	700 „

Dritter Teil.

Praktische Verwendung der Bohrmaschinen (Ausbruchverfahren).

§ 147. **Anwendbarkeit der Bohrmaschinen.** Die Anwendung von Bohrmaschinen kann erfolgen zur Herstellung von Löchern für Sprengungen und für andere Zwecke. Im letzteren Falle wird es sich meistens um Löcher handeln, die zur Aufnahme von Ankerstangen aller Art, Röhren zum Ableiten von Flüssigkeiten und Gasen, zur Ventilation und zur Einführung von Cement behufs Reparatur von Fundamenten dienen sollen. Im allgemeinen wird die Herstellung von Löchern für letztere Zwecke nur vereinzelt vorkommen und deshalb die Benutzung von Bohrmaschinen mit Elementarbetrieb wegen der zu hohen Beschaffungskosten der motorischen Kräfte nicht in Frage kommen.

In diesen Fällen bleibt dann nur übrig, in Erwägung zu ziehen, ob Handbohrmaschinen zu benutzen seien.

Spielt der Anschaffungspreis derselben keine Rolle und stehen örtliche Verhältnisse der Maschinenbohrung nicht entgegen, so wird die Wahl unter den Handbohrmaschinen von der Beschaffenheit des Gebirges, in welchem gebohrt werden soll, abhängen. Für mildes und gebräches Gebirge eignen sich am besten Drehbohrmaschinen. Die Benutzung dieser Maschinen zum Bohren unter freiem Himmel wird dadurch beeinträchtigt, daß man besondere Gestelle für sie herstellen muß, die gegen das Verrücken beim Bohren zu sichern sind und die für nach unten gerichtete Löcher so schwer sein müssen, daß sie durch den beim Bohren ausgeübten Druck nicht gehoben werden können.

Auf die Bedienung jeder dieser Maschinen sind zwei Mann zu rechnen. Zum Bohren mit der Jarolimek'schen Maschine ist Spülwasser erforderlich, was bei den andern Maschinen infolge der gewundenen Form des Bohrschaftes nicht gebraucht wird.

In festem Gebirge können von Drehbohrmaschinen nur diejenigen von Jarolimek und die Diamantbohrmaschine von Taverdon in Frage kommen, von denen letztere zum Bohren in Konglomeraten mit thonigem Bindemittel indes nicht zu gebrauchen ist. Sonst müssen Stoßbohrmaschinen benutzt werden.

Von letzteren sind diejenigen am zweckmäßigsten, bei denen der Bohrer als Wurfböhrer von Hand geführt wird. Unter ihnen verdient der allerdings nur zum Bohren nach unten gerichteter Löcher vorteilhaft anwendbare Apparat von Könyves-Tóth die meiste Beachtung. Von den mittels Kurbel zu betreibenden Stoßbohrmaschinen bieten nur diejenigen Vorteile, in denen der Schlag durch gespannte Federn erfolgt, also die Maschinen von Faber, Gronert u. A.

Handelt es sich um die Herstellung von über 4—5 m tiefen Löchern, so ist die Benutzung dieser Stoßbohrmaschinen mit Kurbelantrieb ausgeschlossen.

In sehr festem Gestein, wie Quarzit, Porphy, Grünstein, Grauwacke, Granit etc., sind von Drehbohrmaschinen nur diejenigen mit Diamantbohrern erfolgreich zu benutzen und bleibt man im übrigen auf die Anwendung von Stoßbohrmaschinen angewiesen.

Bohrlöcher für Sprengungen. Das eigentliche Feld für die Benutzung der Gesteinsbohrmaschinen ist die Herstellung von Löchern zu Sprengzwecken. Für vereinzelte Sprengungen wird niemand Bohrmaschinen anschaffen, wohl aber, wenn Sprenglöcher wiederholt und in größerer Zahl zu bohren sind. Bei der Sprengarbeit handelt es sich entweder um die Gewinnung nutzbarer oder wertloser Massen, im letzteren Falle also nur um die Herstellung hohler Räume.

§ 148. Gewinnung nutzbarer Massen. Dem Zwecke dieses Handbuches entsprechend kann hier nur die Gewinnung solcher Massen in Betracht kommen, welche Verwendung für Bauzwecke finden. Bei der Gewinnung dieser Massen, möge sie nun unterirdisch oder über Tage erfolgen, wird meistens nur eine beschränkte Zahl von Bohrlöchern herzustellen sein; dies schließt von vornherein die Benutzung von Elementarkräften zum Betriebe etwa zu benutzender Bohrmaschinen wegen der zu hohen Anlagekosten aus. Man ist deshalb nur auf die Verwendung von Handbohrmaschinen angewiesen.

Sind die zu gewinnenden Massen weich, wie manche erst nach dem Bruche an der Luft erhärtende Sandsteine, so wird sich die Anwendung von Drehbohrmaschinen empfehlen, mit denen man dann auch billiger arbeiten wird wie beim Handbohren, vorausgesetzt, daß die örtlichen Verhältnisse nicht große Ausgaben für die Translocirung der Maschine verursachen.

Sind die zu gewinnenden Massen dagegen fest und sehr fest, so kommen von Handdrehbohrmaschinen nur die von Jarolimek und die von Taverdon, letztere mit Diamantbohrer, in Frage; im übrigen ist man auf die Benutzung von Stoßbohrmaschinen angewiesen. In allen Fällen wird die Arbeit in festem und sehr festem Gestein unter Anwendung von Handbohrmaschinen teurer sein als beim Handbohren; eine Ausnahme kann vielleicht bei der Benutzung der Bohrmaschine von Könyves-Tóth stattfinden. Die erhebliche Verteuerung der Arbeit ist auch der Grund, weshalb Handbohrmaschinen für die Gewinnung nutzbarer Gesteine bisher fast gar keine dauernde Verwendung gefunden.

§ 149. Herstellung hohler Räume. Es sei gleich an dieser Stelle erwähnt, daß jeder Versuch, hierbei stoßend wirkende Handbohrmaschinen zu benutzen, bisher gescheitert ist, weil die vorhandenen Konstruktionen von Hand-Stoßbohrmaschinen, wie in § 100 gezeigt wurde, weder einen forcirteren Betrieb als beim Handbohren ermöglichen, noch ökonomische Vorteile bieten. Anders liegen die Verhältnisse für Hand-Drehbohrmaschinen, die in mildem und gebrächem Gebirge

wohl mit Vorteil zu benutzen sind; die Jarolimek'sche Handdrehbohrmaschine scheint sich sogar in festem Gestein zu bewähren, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Am geeignetsten für die Herstellung hohler Räume im Gestein sind die durch Elementarkraft betriebenen Bohrmaschinen; mit ihnen kann man nicht nur billiger, sondern vor allem schneller als beim Handbohren arbeiten. Auf die Erreichung des einen oder andern Vorteils ist allein die Methode, nach welcher man die Maschinen benutzt, von Einfluß.

§ 150. Die Arbeitsmethoden. Nach dem Vorangeschickten werden nur diejenigen Arbeitsmethoden mit Bohrmaschinen betrachtet werden, welche zur Herstellung von Hohlräumen im Gestein dienen. Hierbei handelt es sich für den Ingenieur zunächst immer um solche Räume, deren polygonale, ovale oder auch kreisrunde Querschnittsformen beschränkte Dimensionen besitzen und deren Längenerstreckung vorwiegend horizontal, seltener vertikal oder geneigt ist.

Sieht man von den sogenannten Einschnitten ab, so bilden diese Räume, wenn sie unterirdisch horizontal oder nahezu horizontal verlaufen, die Vorläufer für Tunnel, Reservoirs und Minenkammern und werden im allgemeinen als Stollen bezeichnet.

Die Arbeitsmethoden in Stollen hängen davon ab, ob mit oder ohne Explosivstoffe gearbeitet und ob der Stollen billig oder schnell vorwärts getrieben werden soll.

I. Der Betrieb kann unter Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.

a. Es soll billiger oder doch wenigstens nicht teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.

§ 151. Reine Maschinenarbeit mit einer oder zwei Maschinen, nur für sehr festes Gebirge geeignet. Bis vor nicht zu langer Zeit glaubte man, daß die reine Bohrmaschinenarbeit stets teurer sei als das Handbohren; insbesondere galt dies als ziemlich ausgemacht für den Fall, in welchem man beim maschinellen Bohrbetriebe diejenigen Vorteile ausnutzen wollte, welche im Handbohren liegen, nämlich die Stellung der Löcher dem Gebirgsverhalten anpassen zu können. Da hierbei sehr viel Zeit mit dem Um- und Wiedereinstellen der Bohrmaschinen verloren ging und dieser Zeitverlust durch die größere Leistung beim Bohren nicht wieder wett gemacht werden konnte, so wurde in der That ein ökonomischer Vorteil mit dem Maschinenbohren nicht erreicht.

Es hat sich nun aber gezeigt, daß in sehr festem Gestein der Bohrschritt sehr kräftiger Maschinen so erheblich viel größer ist als der des Handbohrens, daß die gedachten Zeitversäumnisse dann wieder eingeholt werden. Die frühere Ansicht von der Unmöglichkeit der Konkurrenz des reinen Maschinenbohrens mit dem Handbohren kann also nur in Bezug auf den Betrieb in weniger festem Gebirge als richtig gelten.

Will man beim Maschinenbohren den oben gedachten Vorteil des Handbohrens ausnutzen, so ist es selbstverständlich, daß man zum Betriebe eines Stollens nur mit einer, höchstens noch mit zwei Maschinen arbeiten kann, weil bei dem beschränkten Raume, den die üblichen Stollendimensionen bieten, eine

größere Anzahl von Maschinen die nötige freie Bewegbarkeit der einzelnen Maschine nur hindern würde. Am billigsten wird man immer mit einer Bohrmaschine arbeiten.

Als Beispiel dafür, daß es wirklich möglich ist, auf diese Weise mit viel geringeren Kosten als beim Handbohren einen Stollen zu treiben, möge die maschinelle Bohrarbeit in dem Willibald-Stollen No. 3 der Grube Dörnberg bei Ramsbeck dienen.

Das Gestein, durch welches dieser Stollen getrieben wurde, war sehr feste Grauwacke. Zum Bohren wurde eine Schram'sche Maschine von 105 kg Gewicht an einer Bohrsäule von 83 kg Gewicht benutzt. Die Belegschaft bestand aus zwei Mann. Der durchschnittliche Ortsquerschnitt war 5,6 qm groß; pro Meter Auffahrung wurden 60,9 Bohrlöcher, durchschnittlich 0,597 m tief, gestoßen und in drei achtstündigen Schichten täglich 0,337 m Stollen aufgefahren bei einem Aufwand von 9,7 kg an Dynamit und Schießbaumwolle pro laufendes Meter oder 1,7 kg pro Cubikmeter. Die gesamten Auffahrungskosten pro Meter einschließlich Verzinsung und Amortisation der ganzen maschinellen Anlage betragen 120,64 M gegen 165,0 M beim Handbohren.

§ 152. Kombinierte Hand- und Maschinenarbeit. Zu derselben können Stoß- oder Drehbohrmaschinen verwendet werden. Arbeitet man mit ersteren, so werden die Einbruchslöcher von Hand, die Löcher zum Nachnehmen der Firste, Strosse und der Stöße mit der Maschine gebohrt. Beim Ansetzen der wichtigen Einbruchslöcher wird also auf die Beschaffenheit des Gebirges Rücksicht genommen werden können. Arbeitet man mit Drehbohrmaschinen, so stellt man die Einbruchslöcher stets mit diesen her, deren Wirkung durch die starken Sprengladungen infolge der großen Bohrlochdurchmesser erheblich erhöht wird.

In Fig. 9—12 auf Taf. XVI ist das Ansetzen der Einbruchslöcher bei der kombinierten Hand- und Maschinenbohrmethode unter Anwendung einer Jarolimek'schen Drehbohrmaschine näher angegeben. Die Verschiedenheit in dem Ansetzen der Maschinenbohrlöcher beruhte in diesem Falle darauf, daß eine Kluft (in den vier Figuren durch eine von oben nach unten nahe dem linken Stoße verlaufende Linie angegeben) in der Stollenbrust auftrat, deren wechselnde Beschaffenheit auf die Verteilung und Richtung der vier Einbruchslöcher von Einfluß war.

Im folgenden sind einige Beispiele für die kombinierte Hand- und Maschinenbohrarbeit zusammengestellt worden.

Tabelle XXI.
Beispiele für die kombinierte Hand- und Maschinenbohrarbeit.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohr- maschine	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt qm	Anzahl der pro Meter Auffahrung abgebohrten Löcher, gebohrt		Durchschnittliche Tiefe der Bohr- löcher beim Bohren		Durchmesser der mit Maschine ge- bohrten Löcher cm	Verbrauch an Spreng- material pro laufendes Meter	Totale Kosten pro laufenden Meter ¹³⁰⁾	Zahl der in einer Schicht beschäf- tigten Arbeiter	pro Tag aufge- fahrene Länge m	Bezeichnung des durch- fahrenen Gebirges
				von der Maschine	von Hand	mit der Maschine	von Hand						
Albert-Schacht im Plauen'schen Grunde	Brandt	1	7,5	4,7—7,6	21—57	1,1	0,6—0,7	6	10,6—16,6 Dynamit	116—147	3—4	0,52	Porphy
Beihilfe Erbstellen-Grube bei Freiberg	Brandt	1	3,45	6,2	14,5	1,06	0,58	6,8	9,72 Dynamit	73	6	0,83	Gneis
Raibl in Kärnten	Jarolimek (hydr. Masch.)	1	3,68	4,1	18,8	0,99	0,44	7	6,63 Dynamit	55	3 bez. 2	0,93	Dolomi- fischer Kalk
Kronprinz Rudolf Stefan- Schacht bei Pzizibram	Jarolimek (Handbohrm.)	1	4,25	6,28	13,9	0,844	0,407	5	1,26 Dynamit 3,43 Spreng- gelatine	52	4	0,23	Granit
Beihilfe Erbstellen-Grube bei Freiberg	Sehram	2	3,75	33,9	4,3	0,75	0,46	3,75	9,71 Dynamit	77	6	0,77	Gneis
Grube Altenberg bei Aachen	Sachs	2	5,06	21,0	10,5	0,5—0,9	0,4	4,1	5,4 Pulver	216	5 bez. 2	0,38	Quarziger Grauwacken- schiefer.

¹³⁰⁾ Inklusive Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten.

b. Es darf teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.

§ 153. Allgemeines. Forcirtter Betrieb. Benutzt man nur eine oder zwei Maschinen für den Ortsbetrieb, so kann man wohl noch einigermaßen die Stellung der Bohrlöcher dem Gebirgsverhalten anpassen und dadurch eine gewisse Ersparnis an Sprengmaterial erzielen; der Fortschritt wird aber nur gering bleiben, wenn er auch erheblich höher als beim Handbetrieb ausfällt. Diese Art des Arbeitens kommt wohl noch dort vor, wo man zu hohe Anlagekosten für die Beschaffung der motorischen Kräfte scheut und es auf sehr große Schnelligkeit des Vortriebes nicht ankommt. Ist letztere aber Hauptzweck und spielen die Kosten keine große Rolle, soll also der Betrieb forcirt werden, so wird in der Weise verfahren, daß man die Stollenbrust gleichzeitig mit möglichst vielen Bohrmaschinen angreift und bei jedem Angriff so viel Löcher, ohne Rücksicht auf das Gebirgsverhalten, mehr oder weniger parallel zur Stollenaxe bohrt, daß bei deren Wegthun der Stollen um die Tiefe dieser Löcher vorrückt.

Hält man darauf, daß sämtliche Löcher mit ihren Oertern in derselben Vertikalebene zu liegen kommen, so kann man auch sicher sein, daß bei richtiger Ausführung der Sprengarbeit die Stollenbrust eine stets mehr oder weniger vertikale bleibt. Je tiefer man die Löcher bohrt, desto größer muß ihre Zahl pro Flächeneinheit der Stollenbrust werden, weil mit der Tiefe die Vorgabe wächst; die Größe des Vorrückens hängt dann also von der Zahl der angewandten Maschinen ab; dieser wird indes durch die Größe des disponibelen Raumes, also der Ortsquerschnitte, eine Grenze gesetzt.

Je tiefer man die Löcher bohrt, um so vorteilhafter ist dies für die Schnelligkeit des Vorrückens, denn um so größer wird das Verhältnis der reinen Bohrzeit zu der auf das Besetzen, Wegthun und Beräumen der Löcher verwendeten Zeit. Der Zeitaufwand für diese Arbeiten ist, vom ideellen Standpunkte aus, ein Zeitverlust, der soviel als möglich herabgedrückt werden muß.

Das Verhältnis der reinen Bohrzeit zu dem ganzen zum Vortrieb des Stollens erforderlichen Zeitaufwand war am günstigsten im Mont-Cenis-Tunnel, nämlich 0,75. Im Gotthard-Tunnel betrug es auf der nördlichen Seite 0,6—0,65, auf der südlichen Seite 0,6, im Arlberg-Tunnel 0,5.

Man stellt bei der auf forcirten Betrieb gerichteten Arbeitsmethode jetzt meistens einen Einbruch her. Derselbe kann ausgebohrt oder ausgesprengt werden.

§ 154. Der Einbruch wird ausgebohrt.

a. Der Einbruch besteht in einem Loche. Diese besonders von Dubois u. François ausgebildete Arbeitsmethode besteht darin, daß man mittels besonders konstruirter Bohrer (vergl. S. 223) an geeigneter Stelle der Stollenbrust ein circa 10 cm weites Loch parallel zur Stollenaxe bohrt, wie dies in Fig. 21—23 auf Taf. XVI angegeben worden ist.

Hat man auch die andern Löcher gebohrt, so thut man zuerst die zunächst um das Einbruchsloch *a* liegenden vier Löcher *b c d e* zusammen weg, sei es durch elektrische Zündung oder durch gleich lange Zündschnüre. Alsdann verfährt man in gleicher Weise mit den Löchern *q r h o p n g*, denen die Löcher *s u t v* folgen.

Zuletzt endlich sprengt man die sämtlichen mit w bezeichneten Stoß-, Firsten- und Schlenlöcher fort.

In besonders festen Gebirgsarten bohrt man wohl auch noch die kürzeren Löcher k und i , welche, falls sie beim Wegthun der Löcher $b c d e$ nicht mit hereingekommen sein sollten, dann noch weggethan werden.

Die Anwendung eines weiten Einbruchsloches wurde besonders dort angewendet, wo man im Streichen der Gebirgsschichten aufzufahren hatte oder diese ein ganz flaches Einfallen besaßen. Da die Herstellung des weiten Einbruchsloches erheblich mehr Zeitaufwand erfordert als das Abbohren eines der andern Löcher¹³¹⁾, so wendet man die beschriebene Methode jetzt nur noch selten an.

b. Der Einbruch besteht in einem Schram.

Zur Herstellung dieses Schrames wird die sogenannte Bosseyeuse (Hereintreibmaschine) von Dubois u. François¹³²⁾ angewendet. Dieser Apparat besteht aus einer starken Dubois-François'schen Bohrmaschine von 0,12—0,14 m Kolbendurchmesser, welche in der in Fig. 1 und 2, Taf. XVI, angegebenen Weise auf einem Gestell montirt ist. Gestell und Maschine wiegen circa 3200 kg.

Mittels der Bohrmaschine kann unter Anwendung besonders geformter Bohrer ein horizontaler Schram oder vertikaler Schlitz von 6—8 cm Höhe, beziehentlich Breite und von 0,8 m Tiefe hergestellt werden. Zur Herstellung eines Schrames von angegebenen Dimensionen und 1,2—1,5 m Breite genügt im Schieferthon ein Zeitaufwand von 1 Stunde, im Sandstein ein solcher von 2 Stunden.

Ist der Schram hergestellt, so bohrt man im überhängenden Teile der Stollenbrust eine gewisse durch die Erfahrung zu ermittelnde Zahl von Löchern mit derselben Maschine und thut diese, von unten nach oben vorgehend, nacheinander oder zusammen weg.

Der Vorteil dieser Methode liegt in dem Gebrauch nur einer Maschine und in der geringen zu verwendenden Mannschaft; 2—3 Arbeiter reichen zur Bedienung der Maschine hin.

§ 155. Der Einbruch wird unter Verwendung von Sprengstoff hergestellt.

a. Es werden ein oder mehrere Einbruchslocher gebohrt und diese weggesprengt.

Bohrt man sehr weite Löcher, wie bei Anwendung der Brandt'schen Maschine und der Bosseyeuse von Dubois u. François, so genügt bei nicht zu großem Stollenquerschnitt und nicht allzu festem Gestein ein Loch für Herstellung des Einbruches. Dasselbe wird in der Regel ungefähr in der vertikalen Mittellinie der Stollenbrust und, je nach dem Verhalten der Gebirgsschichten, mehr oder weniger hoch über der Sohle des Stollens angesetzt und parallel zur Axe des letzteren abgebohrt. Dieses Einbruchsloch erhält eine besonders starke Ladung.

Die Zahl der Einbruchslocher kann auch auf zwei bis vier steigen, in welchem Falle dieselben dann aber keine stärkere Ladung erhalten als die Nachnahme-Löcher. Die anderen Löcher werden meistens symmetrisch um die Ein-

¹³¹⁾ So bohrte man bei einem Vergleichsversuche mit der Maschine von Dubois u. François in der Minute ein 3,4 cm weites Loch 7,6 cm tief ab, ein 10 cm weites Loch dagegen nur 4,43 cm.

¹³²⁾ P. Trassenster. Note sur les nouveaux appareils de perforation mécanique de MM. Dubois et François. Revue univ. d. min. 1883. Serie II. Bd. 14. S. 694.

Tabelle XXII.
 Resultate der Arbeitsmethode mit weiten Löchern und Einbruchsschießen.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohrmaschine	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt qm	Anzahl der Löcher pro Angriff	Anzahl der Einbruchslöcher	Durchschnittliche Tiefe der Löcher m	Durchmesser der Löcher cm	Verbrauch von Spreng- material kg	Täglicher Fort- schritt	Kosten pro laufendes Meter ¹³³⁾	Bezeichnung des durchfahrenen Gesteines
Tunnel la Perruca bei Busdongo (Spanien)	Bosseyeuse von Dubois u. François	1	10,5	11—15	3	1,2	10	? ?	2,28—3,13	?	Harter Quarzit
Arlberg-Tunnel	Brandt	4	6,875	14	3—4	1,46	7	18,6 Dynamit	5,43	?	Glimmerschiefer
Sonnenstein-Tunnel	desgl.	1	6,5	4—5	1	1,3	8	15—20 Dynamit	2,04	328	Fester Dolomit
Pfaffensprung-Tunnel	desgl.	2	5—6	6—10	?	0,9—1,5	6,5	9—22 Spreng- gelatine	2,05	?	Eurit, Granit, Gneis, Granit
Brandleite-Tunnel	desgl.	2	8,4	6,3	?	1,2	7	15,1 Dynamit u. Spreng- gelatine	3,4	190	83% Konglomerat 27% Sandstein
Grube Nothberg bei Eschweiler	desgl.	2	4,8	5—7	1	0,8—1,25	7	12 Dynamit	1,75	56,26	70,6% Schieferthon 29,4% Sandstein und etwas Konglomerat
Grube Nordstern bei Essen	desgl.	2	5,04	8	1	1,1	7	21,5 Dynamit	1,7	77,9	Sehr fester Sandstein
Grube Rheinpreußen bei Homburg	desgl.	2	4,6	5—6	1	1,05—1,55	7,5	15 Dynamit	2,28	50,8	75% Schieferthon 25% Sandstein
Grube Antoni bei Bleiberg in Kärnten	desgl.	1	4	7	?	0,688	7,2	15,65 Dynamit	1,6	68,0	Kalkstein

¹³³⁾ Die Kosten pro laufendes Meter sind ohne Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals zu verstehen. Dieselben erscheinen beim Betriebe des Sonnenstein- und Brandleite-Tunnels deshalb um so viel höher als bei den andern angeführten Betrieben, weil bei jenen Tunneln das gespannte Wasser durch einen besonderen Motor beschafft werden mußte.

bruchslöcher verteilt in der Weise, daß man sie in circa 0,5 m Entfernung von den Stößen, erforderlichen Falles auch von Firste und Sohle, ansetzt und etwas in die Stöße oder letztere hineinsehend abbohrt. Hierbei dürfen die Oerter (Enden der Löcher) aber niemals in die Ebenen der Stöße, beziehentlich der Firste und Sohle fallen.

Beispiele für die Methode des Stollenvortriebes unter Anwendung weniger, aber weiter Sprenglöcher gibt Tabelle XXII.

Die beim Bohren von Löchern kleineren Durchmessers in der Regel befolgten Arbeitsmethoden sind in Fig. 17—19 und 27 auf Taf. XVI, sowie durch beistehende Fig. 46 und 47 verdeutlicht. Die Einbruchslöcher werden etwas konvergierend gebohrt, wie die Löcher *a* und *b* in Fig. 17—19 erkennen lassen. In diesen Figuren und in Fig. 27, sowie in nebenstehender Fig. 46 sind die gleichzeitig wegzuthuenden Löcher durch nichtpunktirte Linien umzogen. Zuletzt werden die an den Stößen, in der Firste und Sohle angesetzten Löcher fortgesprengt.

Beispiele dieser Methode des forcirten Betriebes mit engen Löchern gibt Tabelle XXIII¹³⁴⁾.

Abweichend von dieser Arbeitsmethode ist das unter dem Namen „amerikanisches Einbruchssystem“ in beistehendem Holzschnitt dargestellte Verfahren. Jederseits von der vertikalen Mittellinie der Stollenbrust werden 6 gegen einander divergierende Einbruchslöcher, in Summa also 12 Löcher gebohrt. Lage und Richtung der anderen Löcher sind aus dem Holzschnitte zu ersehen. Zuerst werden die 12 Einbruchslöcher, dann die rechts und links von diesen angesetzten Löcher in drei Chargen weggethan.

Im Richtstollen des Musconetcong-Tunnels der Easton- und Amboy-Eisenbahn von 16,5—18,9 m Querschnitt wurden gebohrt die

12 Einbruchslöcher je	3,2 m tief ¹³⁵⁾ ,
6 Stoßlöcher je	1,82 „ „
16 anderen Löcher je	2,43 „ „

In Arbeit standen sechs¹³⁶⁾ Ingersoll'sche Bohrmaschinen von 17 cm Kolbendurchmesser und betrug der tägliche Fortschritt in festem Syenit 1,34 m oder 22—24 cbm bei einem Pulververbrauch von 40,1 kg pro laufendes Meter oder von 2,2—2,4 kg pro cbm. Die Bohrlöcher besaßen einen Durchmesser von 6 cm¹³⁷⁾.

Fig. 46 u. 47.

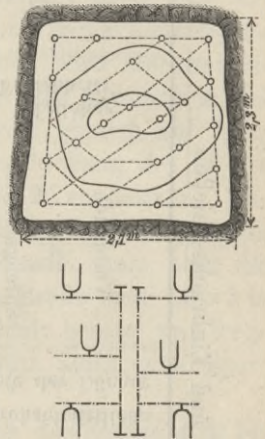
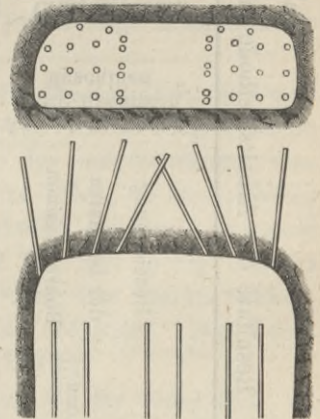


Fig. 48a u. 48b.



¹³⁴⁾ Wo in letzterer unter „durchschnittlicher Tiefe der Löcher“ zwei Zahlen angegeben worden sind, drückt die kleinere die durchschnittliche Bohrlochtiefe in dem festeren Zustande des Gesteines aus. In der Kolonnenanzahl der Bohrlöcher pro Angriff gilt die kleinere Zahl für den weniger festen Zustand des Gebirges.

¹³⁵⁾ Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 310.

¹³⁶⁾ A. a. O. S. 221.

¹³⁷⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 33.

Tabelle XXIII.
 Resultate der Arbeitsmethode mit engen Löchern und Einbruchsschießen.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohrmaschinen	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt qm.	Anzahl der Löcher pro Angriff	Anzahl der Einbruchslöcher	Durchschnittliche Tiefe der Löcher	Verbrauch an Sprengmaterial kg	Tageslicher Fortschritt m	Bezeichnung des durchfahrenen (Gebirges)
Kräberg-Tunnel	Frölich	3	6,5	15—18	6—8	1,5—1,7	16 Sprenggelatine und Dynamit	3,1	Buntsandstein
Brandleite-Tunnel	desgl.	3	6,23—8,1	18	?	1,25—1,3	15 Dynamit	2,83	Porphy-Konglomerat
Arberg-Tunnel	desgl.	4—5	6,23—8,1	22	?	1,1—1,2	34,4 Dynamit	1,77	Hornsteinsporphyr
Gotthard-Tunnel (Göschenen)	Ferroux (3. Modell)	8	6,875	33	5—8	1,7	19,4 Dynamit	5,44	Glimmerschiefer
	Ferroux (2. Modell)	6	6,75	24—28	3—4	1,1	24 Dynamit	3,77	Granit
	Mac-Kean								
Gotthard-Tunnel (Airolo)	Dubois u. Francois	6	6,5	25	3—4	1,1—2,2	40 Dynamit	2,10	Glimmerschiefer
Gruben von Béthune	desgl.	4	4,84	20	?	1,21	?	3,8	70% Sandstein 30% Schieferthon
Grube Friedrichsregen bei Ober- lahnstein	desgl.	4	4,4	20—30	1—2	1,12—1,45	6,9 Dynamit	0,8	Grauwacke
Gruben von Noeux	Guémez	4	4,8	14	?	1—1,2	?	2,8	46% Sandstein 54% Schieferthon
Monte Cenere-Tunnel	Mac-Kean u. Séguin	4	8	13,8—21,7	?	1,2—1,3	18—24 Spreng- gelatine	2—3,45	Gneis
Grube Helene-Nachtigall b. Bommern	Meyer	4	5	24—38	?	1—1,28	?	1,5—3,2	Konglomerat Sand- stein, Schieferthon
Amalien-Schacht des Joseph II. Erbstollen bei Schemnitz	Sachs	6	7,5	25	?	0,8—1,2	36 Dynamit	0,3	Grünstein-Trachyt
St. Anna Grube bei Neumarkt in Oberkrain	Schram	2	4	20	?	0,57—0,83	10,8 Dynamit	1,2	Sehr fester Kalkstein und fester Schiefer
Grube Siebenplaneten b. Dortmund	Beaumont'sche Diamantbohr- maschine	4	5	14	?	1,16	?	3,5	57,1% Sandstein 35,7% Schieferthon 7,2% Steinkohle
Tunnel der Blue Gravel-Eisenbahn bei Smarville in Nordamerika	Amerikanische Dia- mantbohrmaschine	1	4,42	8—13	?	0,6—1,23	?	0,6	Syenit

b. Methode von Penrice¹³⁸⁾.

Man bohrt nur ein Loch und erweitert dieses durch wiederholtes Besetzen und Ausschießen.

Von dieser Arbeitsmethode geben Fig. 28—30 auf Taf. XVI ein Bild. Um die losgesprengten Massen auf ein Minimum zu beschränken, wird bei dieser Methode dem Stollen ein trapezoidaler Querschnitt gegeben, welcher eben noch zur Förderung hinreicht und zur Aufstellung der eigens hierzu von Penrice konstruirten Bohrmaschinen. Gebohrt wurden vier Löcher, deren Verteilung über die Stollenbrust aus Fig. 28 zu ersehen ist. Von diesen Löchern wird das mittelste in der Sohle mit circa 2,6 kg Dynamit besetzt und weggethan, worauf es sich auf 80% seiner Länge bis auf 10 cm erweitert. Eine mehrmalige Ausschießung des Loches mit 3,4 kg bringt eine fernere Erweiterung desselben auf 18—20 cm hervor. Als dann werden die beiden anderen Sohlenlöcher mit je 2—2,2 kg Dynamit geladen und gleichzeitig weggethan, wodurch der in Fig. 28 angedeutete, quer über die Stollenbrust gehende Einbruch von circa 20 cm Höhe, 1,6 m Breite und 2,5—3 m Tiefe entsteht. Endlich wird das Firstenloch mit 2,5 kg Dynamit besetzt und weggethan, wodurch die Erweiterung zu dem in Fig. 28 schraffirt umzogenen Querprofil und dem in Fig. 30 dargestellten Längensprofil erfolgt.

Mittels von Hand gebohrter Löcher erweitert man dann das Stollenprofil bis auf den in Fig. 28 eingezeichneten trapezförmigen Querschnitt. Durch das Penrice'sche Verfahren kann man also bei Herstellung von nur 4 Löchern einen Fortschritt von etwa 2 m erzielen. Die Besorgnisse, daß durch die starken Ladungen die Stöße des Stollens sehr erschüttert werden würden, haben sich nicht erfüllt.

II. Der Betrieb muß ohne Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.

Dieser Fall kann dem Ingenieur vorkommen, wenn jede heftige Erschütterung bei der Sprengung zu vermeiden ist.

§ 156. Arbeitsmethode mit der Bosseyeuse¹³⁹⁾. Sie besteht darin, daß man mit der Bosseyeuse von Dubois u. François in der oben bereits angedeuteten Weise einen Schram herstellt und zur Hereingewinnung des unterschränten Gesteines ein oder mehrere 9—10 cm weite Löcher in letzteres bohrt. In diese Löcher bringt man dann zwei starke keilförmige Legeisen (Gegenkeile) und treibt zwischen diese einen Stahlkeil ein. Hierzu wird ebenfalls die auf Taf. XVI in Fig. 1 und 2 abgebildete Bosseyeuse benutzt, indem man statt des Bohrers eine starke Schlagstange aus Stahl mit der Kolbenstange der Bohrmaschine verbindet. Die totale gegen den Keil wirkende Schlagmasse wiegt circa 125—140 kg.

Beispiele. 1. In sehr hartem Sandstein trieb man auf der Grube Bois de Boussu in Belgien einen Querschlag von 4,84 qm Querschnitt. Benutzt wurde eine Bosseyeuse, welche zwei Arbeiter bedienten. Das tägliche Vorrücken während dreier achtstündiger Schichten betrug im Mittel 0,33 m unter einem Kostenaufwand pro laufendes Meter von

¹³⁸⁾ Méthode de percement des galeries au rocher de M. le capitaine Penrice. Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minière. 1880. S. 103.

¹³⁹⁾ M. A. Clerk. Notes sur les machines Dubois et François permettant de supprimer l'emploi de la poudre. Paris 1884. — V. Watteyne. Note sur l'emploi de la bosseyeuse Dubois et François pour le creusement d'un bournau. Revue univ. des mines. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 462. — P. Trassenster. Note sur les nouveaux appareils de perforation mécanique de MM. Dubois et François; a. a. O. 1883. Serie II. Bd. 14. S. 694.

96,0 M für Löhne im Querschlage,
 56,0 „ für Gezähreparatur,
 88,0 „ für komprimierte Luft.

Die totalen Kosten erreichten also die erhebliche Höhe von 240 M pro laufendes Meter ohne Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Für das Schärfen der Bohrer waren allein 1—2 Mann während 12stündiger Schicht kontinuierlich beschäftigt.

2. Im Schieferthon wurde auf der Grube Pierre Denis ein Querschlag von 3,5 qm Querschnitt aufgeföhren unter Anwendung einer von zwei Mann bedienten Bosseyeuse. Der tägliche Fortschritt betrug 0,8 m bei einem totalen Kostenaufwand von 37,2 M pro laufendes Meter inklusive Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals.

§ 157. Anwendung des Levet'schen Keiles¹⁴⁰⁾. Die Benutzung des letzteren setzt voraus, daß bereits ein Einbruch oder Schram hergestellt worden ist, wozu man die Bosseyeuse in beschriebener Weise verwenden kann. In das über dem Einbruch gebohrte 8—10 cm weite Loch wird die aus zwei stählernen Backen bestehende Stange *a* des in Fig. 8 und 9 auf Taf. XX abgebildeten Levet'schen Keiles eingeföhrt.

Das starke Ende des Keiles sitzt im Tiefsten des Bohrloches, sein schwächeres Ende ragt aus demselben heraus. An dieses Ende ist eine Stange *a* angeschmiedet, welche den größeren Kolben *o* einer hydraulischen Presse trägt. Der Treibcylinder letzterer, *c*, ist mit dem mit Wasser gefüllten Gehäuse *d* aus einem Stück gegossen. In diesem Gehäuse befindet sich die mit dem Treibcylinder verschraubte Preßpumpe *t*, deren Saugventil mit *v* und deren Plunserkolben mit *s* bezeichnet ist. Bewegt wird letzterer durch einen Daumen, der auf einer quer durch das Gehäuse gehenden Axe sitzt. Diese Axe trägt außerhalb des Gehäuses den Hebel *l* mit der Zugstange *m*, deren Handgriff der Arbeiter beim Pumpen erfaßt. Das Wasser wird aus dem Gehäuseaum *d* angesaugt und durch die Pumpe vor den Kolben gedrückt. Ist das Gestein losgebrochen, so fließt das vor dem Kolben befindliche Wasser durch ein kleines, von Hand zu öffnendes Ventil wieder nach *d* zurück. Dieses Ventil ist in der Figur nicht zur Darstellung gelangt.

Der Levet'sche Keil wird in drei Größen, für Lochweiten von 60, 70 und 80 mm gebaut. Der Keil legt einen Weg von 250 mm zurück und beträgt das Gewicht des Apparates 40, 50, beziehentlich 65 kg, sein Preis 440, 480, beziehentlich 520 M. In seiner Wirkung soll der Levet'sche Keil, je nach der Größe seiner Dimensionen, gleich der Wirkung von 250, 350, beziehentlich 450 gr. Pulver sein.

§ 158. Der sogenannte Kalkprozeß. Dieser Prozeß besteht darin, daß man in das behufs Ausführung der Sprengung gebohrte, 75 mm weite Loch eine Patrone bringt, die aus unter 40 Atmosphären Druck komprimiertem gebranntem Kalk hergestellt ist. Der Patrone wird durch ein schmiedeisernes, 10 mm weites Röhrechen mittels einer Handspritze Wasser zugeföhrt, nachdem man vorher das Loch fest besetzt hat. Durch das Ablöschen des Kalkes in einer Patrone von 2786 ccm Inhalt soll ein Druck von 200—250 Atmosphären ausgeübt werden können.

¹⁴⁰⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30 B. S. 230. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 98. — 1883. Bd. 31. S. 407. — Der Levet'sche Keil ist auch mit Antrieb durch Schraubenvorgelege konstruiert worden; vergl. Coin à vis mouvement oscillant. Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 97.

Vergl. auch Bidder's hydraulischen Keil in: H. Simon. Die Schrämmaschinen. Klagenfurt 1874. — Ferner siehe Kapitel „Gewinnung etc. von Bausteinen“ im letzten Teile dieses Werkes

Nähere Angaben über diesen Prozeß, auch über die Kosten desselben finden sich in dem Aufsätze von J. Mayer: Einiges über die Kohlengewinnung mit komprimirten Kalkpatronen und mit dem Levet'schen hydraulischen Antriebskeil. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1883. S. 369. Ferner ib. S. 47 und Jahrg. 1884. S. 251. — Prenß. Zeitschr. 1883. Bd. 31 B. S. 103 u. 191.

§ 159. Arbeitsmethoden in Schächten. Für das Abteufen von Schächten werden Bohrmaschinen nur selten gebraucht. Ihre Anwendung kann nur dann in Frage kommen, wenn wenig oder gar keine Wasser beim Abteufen erschroten werden; bei starkem Andrang von Wassern steht die Wältigung derselben einer rationellen Arbeitsmethode mit Bohrmaschinen entgegen. Endlich stört auch die Förderung der losgeschossenen Massen und oft auch der Ausbau des Schachtes den Bohrmaschinenbetrieb, sodaß auf Erfolge desselben, wie man sie beim Stollenbetrieb erzielt, nur in Ausnahmefällen gerechnet werden kann.

Handbohrmaschinen eignen sich gar nicht für das Schachtabteufen, mit Ausnahme vielleicht derjenigen von Könyves-Tóth. Die besten Erfolge sind noch mit denjenigen Methoden des Abteufens durch Bohrmaschinen erzielt worden, welche Dubois u. François ausgebildet haben und auf welche hier verwiesen werden muß¹⁴¹⁾.

Im allgemeinen kommt für den Ingenieur die Benutzung von Bohrmaschinen mit Elementarbetrieb für das Schachtabteufen wenig in Frage, da er selten tiefe Schächte wie der Bergmann abzuteufen haben wird und für Schächte geringer Tiefe die Anschaffungskosten der motorischen Kräfte zu sehr ins Gewicht fallen.

§ 160. Vorausberechnung des Arbeitseffektes. Dieselbe ist unmöglich für diejenigen Arbeitsmethoden, bei welchen die Stellung der Bohrlöcher und ihre Tiefe der jedesmaligen Gesteinsbeschaffenheit angepaßt wird, und zwar aus den bereits oben in § 26 angeführten Gründen. Bei den Arbeitsmethoden für forcirten Betrieb dagegen läßt sich der Arbeitseffekt annähernd im voraus berechnen. Da die Löcher bei diesen Arbeitsmethoden alle mehr oder weniger parallel zur Axe des Stollens gebohrt werden und in der Projektion zu dieser gemessen gleiche Tiefe erhalten, so bekommen die gleichzeitig wegzuthuenden Einbruchslöcher eine gleich große Vorgabe und ebenso die anderen um die Einbruchslöcher herum angeordneten, in Gruppen wegzuschießenden Löcher. Bei richtiger Ladung aller dieser Löcher wird also der Stollen nach jedem Schießen um die auf die Axe desselben projizirte Tiefe der Löcher vorrücken.

Zur Bestimmung der Ladung sind von verschiedenen Seiten Formeln aufgestellt worden¹⁴²⁾, auf welche hier verwiesen werden muß. In der Praxis, wo es beim Stollenbetrieb auch darauf ankommt, das losgesprengte Gestein in durchaus bequem wegzufördernden Stücken zu erhalten, wird man es indes vorziehen, für Voranschläge über den Stollenfortschritt die Zahl der über die Stollenbrust zu vertheilenden Löcher nach der Größe des durchschnittlichen Wurfkreises jedes Loches festzustellen. Die Größe dieses Wurfkreises hängt von der Gesteinsbeschaffenheit,

¹⁴¹⁾ J. Lévy. Note sur l'application des compresseurs et perforateurs Dubois et François au fonçage des puits. Bull. min. 1877. Serie II. Bd. 6. S. 677. Mit Abbildg.

¹⁴²⁾ A. Gurlt. Betrachtungen über die Theorie des Sprengens. Civilingenieur. 1854. S. 265. — E. Rziha. Ueber die Theorie der bergmännischen Sprengarbeit. Leobener Jahrbuch. 1867. Bd. 16. S. 81. — Hoefler. Beiträge zur Spreng- und Minen-Theorie. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. S. 244. — 1881. S. 268. — 1882. S. 179.

Tiefe und Weite des Bohrloches und der Ladung ab. Letztere, also der Verbrauch an Sprengstoff, fällt beim forcirten Betriebe nicht mehr ins Gewicht.

Ist man also über die Tiefe und Weite der Bohrlöcher schlüssig geworden, so bleibt nur noch der Wurfkreis eines jeden Loches zu bestimmen, der dann allein noch von der Gesteinsbeschaffenheit abhängt. Zu dieser Bestimmung können die oben gegebenen Zusammenstellungen über Leistungen beim forcirten Betrieb unter Anwendung weiter und enger Löcher benutzt werden, da diese Zusammenstellungen die hauptsächlich vorkommenden Gebirgsarten berücksichtigen. Hiernach schwankt der Wurfkreis pro Loch von 0,49 bis 1,6 qm für weite Löcher und von 0,2 bis 0,5 qm für enge Löcher.

Litteratur.

I. Allgemeine Werke.

- G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. London 1877.
 G. G. André. A practical treatise on mining. London 1879.
 C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Leipzig 1874.
 A. Burat. Cours d'exploitation des mines. 3. Aufl. Paris 1881.
 M. J. Callon. Cours d'exploitation des mines. Paris 1874.
 Ch. Demanet. Cours d'exploitation des mines de houille. Mons 1878.
 A. Devillez. Des travaux de percement du tunnel sous les Alpes et de l'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Lüttich 1863.
 H. S. Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. New-York 1882.
 M. A. Evrard. Traité pratique de l'exploitation des mines. Mons 1879.
 M. F. Gätzschmann. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.
 Dr. A. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875.
 A. Habets. Le matériel et les procédés de l'exploitation des mines et de la métallurgie à l'exposition universelle de Paris de 1878. Brüssel 1880.
 A. Halsey. A new rock drill. Eng. and Mining Journ. 1884. Bd. 38. S. 346.
 G. Hanarte. La perforation mécanique. Paris 1879.
 M. Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Paris 1883.
 H. Haupt. Tunneling by machinery. London 1867.
 R. Hunt. British mining. London 1884.
 Th. B. Jordan. On rock drilling machinery. Birmingham 1874.
 G. Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1884.
 A. Lorenz. Tunnelbau mit Bohrmaschinenbetrieb. Wien 1877.
 J. Mahler. Die Sprengtechnik. Wien 1881.
 W. Morgans. A manual of mining tools. With an atlas. 1872.
 Ponson. Supplément au traité de l'exploitation des mines de houille. Lüttich 1867.
 A. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen und Luftkompressionsmaschinen. Wien 1877.
 F. Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1874.
 F. Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876.
 C. Sachs. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Aachen 1865.
 Dr. A. Serlo. Leitfaden zur Bergbaukunde. 4. Aufl. Berlin 1884.
 Soulier et Lacour. Matériel et procédés de l'exploitation. Paris.
 Dr. F. M. Stapff. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Stockholm 1869.
 Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1876.

II. Spezielle Veröffentlichungen.

Das stofsende Bohren.

A. Handbohren.

1. Material, Form, Dimensionen und Gewicht des Bohrers.

- Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 309. — 1872. Bd. 20. S. 347, 348, 352. — 1873. Bd. 21. S. 295. — 1875. Bd. 23. S. 90. — 1876. Bd. 24. S. 146. — 1878. Bd. 26. S. 146.
 Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 367. — 1874. S. 360.
 Freiburger Jahrbuch. 1877. S. 162.
 Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1869. S. 213.
 „Glück auf“. 1869. Nr. 40.

2. Material, Form, Dimensionen und Gewicht des Füstels.

- Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 309. — 1875. Bd. 23. S. 90. — 1876. Bd. 24. S. 146. — 1877. Bd. 25. S. 221, 222.
 Freiburger Jahrbuch. 1877. S. 164.

3. Ausführung der Bohrarbeit.

- Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, erstattet durch die deutsche Central-Kommission. Berlin 1874. Bd. I. S. 35.
 W. Göbl. Das Schlenkerbohren im Vergleich zum gewöhnlichen Handbohren. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1881. S. 478.
 J. Havrez. Note sur le meilleur mode de creusement des trous de mine. Rev. univ. d. mines. 1876. Serie I. Bd. 39. S. 489. — 1879. Serie II. Bd. 6. S. 293.
 H. Höfer. Häuerleistungen bei der Bohrarbeit. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1884. S. 579.
 M. Kraft. Ueber Arbeitseffekte am Gestein. Leobener Jahrbuch. 1881. Bd. 29. S. 221.

B. Maschinenbohren.

a. Hammermaschinen.

- Angström. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. Bd. 35. S. 104.
 Barthelson. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 43. Mit Abbildg.
 Brunton. Bergwerksfreund. Bd. 8. S. 300. — Gätzschmann. Bergmännische Gewinnungsarbeiten. S. 488. — Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 42.
 H. F. Parsons. Deutsches Reichs-Patent No. 17767.
 G. Richter. Deutsches Reichs-Patent No. 16965. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. Bd. 41. S. 305. Mit Abbildg.
 Schwartzkopff. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 54. Mit Abbildg. — Rziha. Tunnelbau. 2. Aufl. S. 135. Mit Abbildg. — Dinger's polyt. Journ. 1859. Bd. 151. S. 73. — 1859. Bd. 153. S. 409. Mit Abbildg. — Verhandl. d. Ver. z. Befördg. d. Gewerbl. in Preußen. 1858. S. 143.
 Warsaw. Engineer. 1875. Bd. 39. S. 33. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 155. Mit Abbildg. — 1875. Bd. 23. S. 447. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. Bd. 34. S. 322. Mit Abbildg. — André. A practical treatise on coal mining. Bd. I. S. 165. Mit Abbildg. — John Wallace. The Warsaw Rock drill. Transactions of North of Engl. 1873—74. Bd. 23. S. 259. Mit Abbildg.

b. Stofsbohrmaschinen.

Allgemeines.

- Beuther. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 174.

Die einzelnen Maschinen.

1. Maschinen mit Motoren.

- Azolino dell' Acqua. R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 722. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Rev. univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 106. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Wien 1876. Bd. I. S. 375. Mit Abbildg.
 Beaumont. G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. London 1877. Bd. I. S. 37. Mit Abbildg.

- Bergström. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 163. Mit Abbildg. — H. V. Tiberg. On några under senore åren i Persbergs gruf vor anställda försök med Burleigh's och Bergström's bergborrningsmaskiner. Jern-Koutorets Annaler. 1876. S. 238.
- Broßmann. Engineering. 1880. Bd. 30. S. 344. Mit Abbildg. — Glaser's Annalen. 1881 I. Bd. 8. S. 186. Mit Abbildg. — M. Lambert. Perforateurs Sachs et Broßmann. Bull. min. 1883. Serie II. Bd. 12. S. 608. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32 B. S. 274 (Resultate).
- Bryer. H. S. Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. New-York 1862. S. 208. Mit Abbildg. — Scientific American. 1880. Bd. 43. S. 179.
- Burleigh. Erstes Modell mit einem Hebel. R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 719. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Rev. univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 99. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 144. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Bd. I. S. 378. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. Mémoire sur l'application des moyens mécaniques au creusement des puits et des galeries au rocher. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 3. S. 625. Mit Abbildg. — G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. Bd. 1. S. 32. Mit Abbildg. — G. G. André. A practical treatise on coal mining. Bd. I. S. 159. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. New-York 1882. S. 208. Mit Abbildg. — R. Raymond. Statistics of mines and mining in the states and territories West of the Rocky Mountains. 1872. S. 487 (Resultate). — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 94. — 1876. Bd. 24 B. S. 146.
- Burleigh. Zweites Modell mit zwei Hebeln. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 14. Mit Abbildg. — H. S. Drinker. Tunneling etc. S. 208. Mit Abbildg.
- Chodzko. A. Habets. Exposition de Paris 1878. Rev. univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 392. Mit Abbildg. — M. Chodzko. Sur la perforation mécanique et sur une nouvelle perforatrice. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 270. Mit Abbildg.
- Cranston. Erstes Modell mit automatischer Umsetzung oder Umsetzung von Hand. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 70. Mit Abbildg. — Engineering. 1876 I. Bd. 21. S. 85. Mit Abbildg.
- Cranston. Zweites Modell mit Umsetzung von Hand. Th. Heppel. Cranston's pneumatic rock drill. North of England Trans. 1879/80. Bd. 29. S. 221. Mit Abbildg.
- Darlington. Dr. A. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875. Mit Abbildg. — H. Simon. Notiz über Darlington's Patent-Gesteinsbohrmaschine. Kärntn. Zeitschr. 1875. S. 151. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 153. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28 B. S. 239. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 132. Mit Abbildg. — G. Haupt. Die Stollenanlagen. Berlin 1884. S. 83. Mit Abbildg. — Serlo. Bergbankunde. 4. Aufl. S. 363. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Bd. I. S. 381. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 35. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 162. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 282. Mit Abbildg. — Erfolge mit Darlington's Bohrmaschinen beim Streckenbetriebe. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1879. Bd. 38. S. 138.
- Darlington-Blanzky. Revue univ. d. min. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 394. Mit Abbildg. — Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 880. Mit Abbildg. — Burat. Cours d'exploitation des mines. 3. Aufl. S. 313. Mit Abbildg. Auch in der 2. Aufl. — Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines Bd. I. S. 218. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils de perforation mécanique à l'exposition universelle de 1878. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 880. Mit Abbildg.
- Dron. Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 901. Mit Abbildg.
- Dubois u. François. a. Original-Maschine mit Umsetzung durch zwei Schaltkolben. A. Daxhelet. Les perforatrices à air comprimé, Système Dubois et François. Rev. univ. d. mines. 1872. Serie I. Bd. 33. S. 63. Mit Abbildg. — Notice sur les appareils à comprimer l'air et de perforation Système Dubois et François à Seraing. Liège 1878. Mit Abbildg. — C. Heberle jun. Mitteilungen über die Steinbohrmaschinen System Dubois u. François auf Grube Friedrichsseen bei Oberlahnstein. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 216. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 91. — R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 719. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. Mémoire sur l'application des moyens mécaniques au creusement des puits et des galeries au rocher. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 32. Mit Abbildg. — M. Matthey. Note sur la perforation mécanique aux mines de Ronchamp. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 398. Mit Abbildg. — Engineering 1876 I. Bd. 21. S. 44.

- Mit Abbildg. — A. Evrard. *Traité pratique de l'exploitation des mines*. Bd. I. S. 134. Mit Abbildg. — G. G. André. *Coal mining*. Bd. I. S. 156. Mit Abbildg. — G. G. André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 30. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. *Neuere Tunnelbauten*. S. 139. Mit Abbildg. — F. Rziha. *Eisenbahn-Ober- und Unterbau*. Bd. I. S. 360. Mit Abbildg. — Serlo. *Bergbaukunde*. 4. Aufl. S. 340. Mit Abbildg. — Angström. *Ueber Gesteinsbohrmaschinen*. S. 18. Mit Abbildg. — A. Burat. *Cours d'exploitation des mines*. 3. Aufl. S. 310. Mit Abbildg. — M. J. Callon. *Cours d'exploitation des mines*. Bd. I. S. 231. Mit Abbildg. — Haton de la Goupillière. *Cours d'exploitation des mines*. Bd. I. S. 220. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1874. Bd. 22. S. 249. Mit Abbildg. — M. Revaux. *Percement des Alpes*. *Annales d. mines*. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 434. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 81. Mit Abbildg. — *Annales d. trav. publ.* 1879/80. Bd. 38. S. 571 (Resultate). — *Annales des trav. publ.* 1875/76. Bd. 34. S. 83 u. S. 353 (Resultate). — G. A. Granström. *Om kolbrytningen i trakten of St. Etienne och om grufdfiften i allmänhet ut omlands*. *Jern-Kont.* *Annal.* 1879. S. 572 (Resultate). — *Preuß. Zeitschr.* 1877. Bd. 25 B. S. 224 (Resultate). — J. Lévy. *Note sur l'application des compresseurs et perforateurs Dubois et François au fonçage des puits de mines*. *Bull. min.* 1877. Serie II. Bd. 6. S. 677.
- b. Modell mit Vereinfachung des Umsetzungsmechanismus. Patent vom Jahre 1877. Habets. *Exposition de Paris*. 1878. *Exploitation des mines*. *Revue univ. d. mines*. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 387. Mit Abbildg.
- c. Modell L. Dumont mit verändertem Umsetzungsmechanismus. Habets. *Exposition de Paris* 1878. *Revue univ. d. mines*. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 389. Mit Abbildg. — A. Evrard. *Traité pratique de l'exploitation des mines*. Bd. I. S. 142.
- Duncan (Johnson). *Engineer*. 1882 I. Bd. 54. S. 25. Mit Abbildg. — Drinker. *Tunneling etc* S. 238. Mit Abbildg.
- Dunn. H. Mativa. *Rapport sur les expériences faites au Levant du Flénu sur la perforation mécanique*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 682. Mit Abbildg. — *Försök med olika slag of Bergbormaskiner etc*. *Jern-Kont. Annal.* 1880. S. 553 (Resultate).
- Eclipse. Buisson. *Appareils etc*. *Bull. min.* 1879. Serie II. Bd. 8. S. 903. Mit Abbildg.
- Ferroux. a. Modell I mit Hilfsmaschine. F. Rziha. *Eisenbahnbau*. S. 362. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. *Tunnelbau*. 2. Aufl. S. 150. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. *Mémoire sur l'application etc*. *Bull. min.* 1874. Serie II. Bd. 3. S. 621. Mit Abbildg. — *Engineer*. 1875 I. Bd. 39. S. 290 u. 296. Mit Abbildg. — *Engineering*. 1876 I. Bd. 21. S. 274. Mit Abbildg. — Drinker. *Tunneling*. S. 282. Mit Abbildg. — Oesterr. *Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw.* 1875. Bd. 23. S. 315. Mit Abbildg. — André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 31. Mit Abbildg. — Revaux. *Percement des Alpes*. *Ann. d. mines*. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 436. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 74. Mit Abbildg.
- b. Ferroux. Modell II ohne Hilfsmaschine. H. Mativa. *Rapport sur les expériences faites au Levant du Flénu sur la perforation mécanique*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 686. Mit Abbildg. — Revaux. *Percement des Alpes*. *Ann. d. mines*. 1870. Serie 7. Bd. 15. S. 441. Mit Abbildg. — H. Mativa et Edm. Bautier. *Note sur l'application de la perforatrice Ferroux au creusement d'un nouveau*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 4. S. 464. — Gaillard. *Compt. rend. mens.* 1882. S. 62. *Vergleichende Versuche mit den Maschinen von Dubois u. François und Ferroux*. II. Modell. — *Engineer*. 1883 I. Bd. 55. S. 103. Mit Abbildg. — G. Hanarte. *La perforation mécanique*. S. 48. Mit Abbildg.
- c. Ferroux. III. Modell. *Perforateur à percussion et affut, système de M. Ferroux*. — Armengaud. *Publ. ind.* 1882. Bd. 28. S. 101. Mit Abbildg. — J. Wagner. *Bohrmaschine System Ferroux*. Oesterr. *Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1884. S. 480. Mit Abbildg. (Gibt eine Uebersicht auch der älteren Konstruktionen in Abbildg).
- Frölich. C. Erdmann. *Ueber den heutigen Stand der Steinbohrtechnik und speziell über die Frölich'sche Gesteinsbohrmaschine*. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1880. Bd. 24. S. 37. Mit Abbildg. — Revaux. *Étude des travaux exécutés au tunnel du Saint Gothard*. *Ann. d. mines*. Serie VIII. Bd. 2. S. 97. Mit Abbildg. — *Der Maschinenbauer*. 1879. S. 178. — *Engineering*. 1878 I. Bd. 26. S. 381. Mit Abbildg. — *Preuß. Zeitschr.* 1884. Bd. 32 B. S. 273 (Resultate).
- Geach. Aeltere Konstruktion. J. J. Geach. *On the mechanical appliances used in the construction of the heading under the Severn for the Severn Tunnel Railway*. *Instit. of mechanical Engineers Proceedings*. 1877. Mit Abbildg.

- Geach. Neuere Konstruktion. Dr. Ph. Forchheimer. Englische Tunnelbauten bei Untergrundbahnen. Aachen 1884. S. 43. Mit Abbildg.
- Guémez. A. Evrard. Traité pratique de l'exploitation des mines. Bd. I. S. 138. Mit Abbildg. — Habets. Exposition de Paris 1878. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 391. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 885. Mit Abbildg. — G. A. Granström. Om kolbrytningen etc. Jern-Kont. Annal. 1879. S. 574. Mit Abbildg. — Armen-gaud. Publ. ind. 1879. Bd. 25. S. 565. Mit Abbildg.
- Hathorn u. Co. Engineer. 1882 I. Bd. 54. S. 255. Mit Abbildg.
- Ingersoll. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 23. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 147. Mit Abbildg. — Eng. and Min. Journ. 1881. Bd. 31. No. 19. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 381. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 898. Mit Abbildg. — Revue univ. d. mines. 1877. Serie II. Bd. I. S. 192. Mit Abbildg. — H. Mativa. Rapport etc. Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 689. Mit Abbildg. — Försök med olika slag af bergbormaskiner utförda på Jernkontorets bekostnad. Jern-Kont. Annal. 1880. S. 336. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 33. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 162. Mit Abbildg.
- Ingersoll's new sergeant drill. Drinker. Tunneling etc. S. 241. Mit Abbildg.
- Kainotom von Brydon u. Davidson. Engineer. 1876 I. Bd. 41. S. 209. Mit Abbildg. — André. Coal Mining. Bd. I. S. 160. Mit Abbildg.
- Mac-Kean. C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Leipzig 1874. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. 2. Aufl. Leipzig 1876. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 371. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. 1. S. 33. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 161. Mit Abbildg. — Pernolet. Mémoire etc. Bull. min. 1874. Serie II. Bd. 3. S. 629. Mit Abbildg. — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. mines. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 443. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 282. Mit Abbildg. — Haupt. Stollenanlagen. S. 78. Mit Abbildg.
- Mac-Kean u. Séguin. Revaux. Étude des travaux exécutés au tunnel du St. Gothard. Annal. d. mines. 1882. Serie VIII. Bd. 2. S. 96. Mit Abbildg.
- Meyer. Konstruktion mit Verteilungsschieber. Der praktische Maschinenkonstrukteur. 1878. S. 467. — „Glück auf“. 1875. No. 16. — 1876. No. 4. — Berggeist. 1875. S. 189. — H. Lölling. Die Meyer'sche Gesteinsbohrmaschine. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883. Bd. 27. S. 342.
- Meyer. Neue Konstruktion ohne Verteilungsschieber. H. Lölling. Die Meyer'sche Gesteinsbohrmaschine. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883. Bd. 27. S. 346. Mit Abbildg.
- J. W. Neill. Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28 B. S. 239. Mit Abbildg. — Köhler. Bergbaukunde. S. 159. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30 B. S. 231 (Resultate).
- Osterkamp. R. Ziebarth. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 717. Mit Abbildg. — Habets. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 97. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 135. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 368. Mit Abbildg. — Haupt. Stollenanlagen. S. 79. Mit Abbildg. — Engineering. 1873 I. Bd. 15. S. 396. Mit Abbildg.
- „Power Jumper“. R. Ziebarth. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 721. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 104. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 146. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 373. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 91. Mit Abbildg. — Haupt. Stollenanlagen. S. 84. Mit Abbildg.
- Rand. Drinker. Tunneling etc. S. 265. Mit Abbildg.
- Rand's „Little giant drill“. Drinker. Tunneling etc. S. 239. Mit Abbildg. — Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 54. — Försök med olika slag af Bergbormaskiner utförda på Jernkontorets bekostnad. Jern-Kont. Annal. 1880. S. 338. Mit Abbildg.
- Reynold. Mining and Engineering Journal. 1875. Bd. 19. No. 26. Mit Abbildg. — Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 41. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 383. Mit Abbildg. — Ad. Mezger. Die Reynold-Bohrmaschine. Berg. u. Hüttenm. Ztg. 1875. Bd. 34. S. 392. Mit Abbildg. — Dr. A. Gurlt. Berichtigung des Aufsatzes: Die Reynold-Bohrmaschine von Ad. Mezger. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. Bd. 34. S. 426. — Erwiderung von Ad. Mezger. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. Bd. 34. S. 442. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 154. Mit Abbildg.

- G. Richter, V. Mayer. Der Gesteinsbohrmaschinenbetrieb am Kaiser Joseph II. Erbstollen in Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 351. Mit Abbildg.
- Ronhead, Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 907. Mit Abbildg.
- Sachs, C. Sachs. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — R. Ziebarth. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 718. Mit Abbildg. — Habets. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 93. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Mit Abbildg. — M. Lambert. Perforateur Sachs et Broßmann. Bull. min. 1883. Serie II. Bd. 12. S. 605. Mit Abbildg. — Pernolet. Mémoire etc. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 21. Mit Abbildg. — Engineering. 1870 I. Bd. 30. S. 434. Mit Abbildg. — Glaser's Annalen. 1881. Bd. 8. S. 182. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 34. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 157. Mit Abbildg. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. Bd. I. S. 343. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Bd. I. S. 366. Mit Abbildg. — Haupt. Stollenanlagen. S. 77. Mit Abbildg. — Hasslacher. Die Anwendung komprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17 B. S. 1. — G. Richter. Der Betrieb der Gesteinsbohrmaschinen im Josephi II. Erbstollen zu Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1875. Bd. 23. S. 291. — Maschinelle Bohrarbeit im Josephi II. Erbstollen zu Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 476. — H. Rittler. Die Anwendung der komprimirten Luft zum Schachtabteufen. Kärntner Zeitschr. 1874. S. 33. — W. Nëmëcek. Vergleichende Versuche mit den Bohrmaschinen von Sachs und Burleigh. Berg. u. Hüttenm. Jahrbuch d. Bergakademien Leoben und Przißram. 1873. Bd. 21. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1872. Bd. 21. S. 176. — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 94 (Resultate). — Die Tunnel der bayrischen Staatsbahnen. Zeitschr. f. Baukunde. 1879.
- Schram (Schram und Mahler). J. Mahler. Die Gesteinsbohrmaschine Schram u. Mahler. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 535. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 34. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 894. Mit Abbildg. — H. Mativa. Rapport etc. Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 691. Mit Abbildg. — Försök med olika slag af Bergbormaskiner etc. Jern-Kont. Annal. 1880. S. 338. Mit Abbildg. — J. Mahler. Die Sprengtechnik. Wien 1881. S. 121. Mit Abbildg. — A. Pichler. Bohrmaschinen-Anlage und Betrieb bei Anwendung Schram'scher Maschinen auf dem Werke St. Anna bei Neumarktl in Oberkrain. Kärntner Zeitschr. 1880. S. 145. — Haber. Der maschinelle Bohrtrieb auf den Gruben von Ramsbeck. Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 43 (Resultate).
- Sommeiller, F. Rziha. Tunnelbau. Bd. I. S. 139. (Aeltere und neue Konstruktion.) — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 357. (Neuere Konstruktion.) Mit Abbildg. — Engineering. 1872 I. Bd. 13. S. 391. (Schematische Skizze der Maschine.) — Pernolet. Mémoire etc. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 10. Mit Abbildg. — G. Haupt. Die Stollenanlagen. S. 72. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 276. (Aeltere und neuere Konstruktion.) — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. min. 1879. Serie VII. Bd. 15. S. 427. Mit Abbildg.
- Turrettini-Colladon, H. Mativa. Rapport etc. Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 695. Mit Abbildg. — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. mines. 1879. Serie VII. Bd. 15. S. 445. Mit Abbildg.
- Union-Drill. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 34. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 266. Mit Abbildg. — Otto Schrott. Gesteinsbohrmaschine der Union Rock drill Company. Der praktische Maschinenkonstrukteur. 1878. Bd. 11. S. 62. Mit Abbildg.
- Universal-Gesteinsbohrmaschine von der Maschinenfabrik »Humboldt«. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. Bd. 41. S. 305. — D. R. P. No. 17045.
- Welker. Armengaud. Publ. ind. 1882. Bd. 28. S. 353. Mit Abbildg.
- Wood. Aeltere Konstruktion. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 48. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 210.
- Wood. Neuere Konstruktion. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 51. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 210. Mit Abbildg.

2. Handbohrmaschinen.

- Angström. Maschinen-Bohrschlägel. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. Bd. 35. S. 104.
- H. B. Barlow jun. and Co. Engineering. 1875. Bd. 20. Mit Abbildg.

- Champion Rock Drill von J. A. Beamisdorfer. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 57.
- De la Haye. Bull. min. 1862/63. Serie I. Bd. 8. Mit Abbildg. — Revue univ. d. min. 1865. S. 282. Mit Abbildg.
- Faber. J. Faber. Ueber einige neuere Gesteinsbohrmaschienen mit Handbetrieb. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880. Bd. 24. S. 581. Mit Abbildg.
- R. Gottheil. Bayrisches Industrie- und Gewerbeblatt. 1875. S. 83. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1875. Bd. 23. S. 378. Mit Abbildg.
- C. Gronert. Haupt. Die Stollenanlagen. S. 39. Mit Abbildg.
- Jordan (T. B. Jordan Son u. Meihé). a. Ursprüngliche Konstruktion. P. H. Knops. Jordan's Patent-Hand-Gesteinsbohrmaschine. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. Bd. 23. S. 332. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils de perforation mécanique à l'exposition universelle de 1878. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 920. Mit Abbildg. — Praktischer Maschinenkonstrukteur. 1878. Bd. 11. S. 346. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1878. Bd. 26. S. 306. Mit Abbildg. — Habets. Exposition de Paris 1878. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 397. Mit Abbildg. — G. Szellemy. Versuche mit der Jordan'schen Handbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. Bd. 28. S. 6. — Oesterr. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 423 u. 488 (Resultate). — Haupt. Die Stollenanlagen. S. 43 (Resultate). Mit Abbildg.
- b. Verbesserte Konstruktion der märkischen Maschinenbauanstalt in Wetter a. d. Ruhr. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1880. S. 213.
- Könyves-Tóth. Mahler und Eschenbacher. Die Sprengtechnik. Wien 1881. S. 107. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 287 (Resultate).
- Marcellis. Annal. d. mines. 1862. Bd. II. Bd. 376.
- H. F. Parson. D. R. P. No. 17 767.
- Victor Rock Drill von W. Weaver. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 56. Mit Abbildg.

Das drehende Bohren.

Allgemeines.

- K. v. Balzberg. Das drehende Bohren in mildem Gestein. Leobener Jahrb. 1876. Bd. 24. S. 232.
- D. Colladon. Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Schweiz. Bauztg. 1884. Bd. 3. S. 113.
- M. Coquilhat. Expériences sur la résistance utile produite dans le forage. Annal. d. travaux publ. 1851/52. Bd. 10. S. 199.
- C. Hirtzel-Gysi. Zum Artikel über Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Schweiz. Bauztg. 1884. Bd. 4. S. 3.
- E. Jarolimek. Bergtechnische Mitteilungen etc. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 58.
- E. Jarolimek. Ueber den Kraftbedarf beim Drehbohren im Gestein. Vereinsmitteilungen. Beilage zur Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1883. S. 14.
- Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Paris 1884. Imprimerie Capiomont et Renault.

Die einzelnen Maschinen.

1. Maschinen mit Motoren.

- Beaumont's Diamantbohrmaschine. Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 225. Mit Abbildg. — Beaumont. Application du diamant noir au forage mécanique. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 35. S. 576. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 23 (Resultate).
- Brandt. A. Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Ein neues System der Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotirende Stahlbohrer. Wien 1877. Mit Abbildg. — von Grimburg. Der Bau des Sonnstein-Tunnels mit Rücksicht auf die Gesteinsbohrmaschinen System Brandt. Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1878. Bd. 30. S. 1. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — Auszugsweise: Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 555. — F. Seeland. Die Brandt'sche Drehbohrmaschine. Kärntn. Zeitschr. 1877. Bd. 9. S. 358. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — Habets. Exposition de Paris 1878. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 400. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — G. Haupt. Die Stollen-

- anlagen. Berlin 1884. S. 113 ff. 137 ff. (Aeltere und neue Konstruktion.) Mit Abbildg. — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. mines. 1882. Serie VIII. Bd. 2. S. 102. Mit Abbildg. (Neuere Konstruktion.) — Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29 B. S. 240. Mit Abbildg. (Neueste Konstruktion.) — A. Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 515. — Hinterhuber. Die Brandt'sche hydraulische Drehbohrmaschine. Kärntn. Zeitschr. 1879. Bd. 11. S. 118. — Hinterhuber. Bohrmaschinenbetrieb für Bergbauzwecke. Kärntn. Zeitschr. 1880. Bd. 12. S. 177. — Hinterhuber. Die Betriebsresultate der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. Kärntn. Zeitschr. 1880. Bd. 12. S. 423. — Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31 B. S. 187 (Resultate). — S. Rieger. Die Betriebsresultate mit der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1881. Bd. 29. S. 388. — S. Rieger. Die Betriebsresultate mit der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 39. — Resultate des fortgesetzten Betriebes von Feldorten mit der Brandt'schen Bohrmaschine zu Przbiram. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1881. Bd. 29. S. 346. — R. R. Förster. Die ersten Erfahrungen mit Anwendung einer Brandt'schen hydraulischen Drehbohrmaschine bei Auffahrung eines Querschlages in Porphy am Alberschachte der Kgl. Steinkohlenwerke im Plauen'schen Grunde. Freiburger Jahrbuch. 1879. S. 190. — R. R. Förster. Kraftbedarf, Leistungen etc. bei den Ortsbetrieben mit hydraulischen und mit Luftbohrmaschinen sowie mit Handbohrung auf der Grube Beihilfe Erbstollen unweit Freiberg. Freiburger Jahrbuch. 1882. S. 18. — E. Jarolimek. Bergtechnische Mitteilungen etc. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. Bd. 27. S. 75.
- Diamantbohrmaschine** (amerikanische). Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 94. Mit Abbildg. — E. B. Coxe. A new method of sinking shafts. Transactions of the American Inst. of Min. Engin. 1871/73. Bd. 1. S. 261. Mit Abbildg. — Mining and Eng. Journ. 1873. Bd. 14. S. 193. — Revue univ. d. mines. 1875. Serie I. Bd. 38. S. 241. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 227. Mit Abbildg. — W. P. Blake. Recent improvements in diamond drills and in the machinery for their use. Transactions of the American Institute of Mining Engineers. 1871/73. Bd. 1. S. 395. — R. W. Raymond. Statistics etc. 1872. S. 41 u. 133 (Resultate). — 1874. S. 507 (Resultate über Schachtabteufen). — 1875. S. 118 (Resultate).
- Dron. Buisson.** Appareils de perforation mécanique. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 911.
- Jarolimek.** E. Jarolimek. Gesteins-Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1881. Bd. 29. S. 183. Mit Abbildg. — E. Jarolimek. Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteinsbohrmaschinen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 103. — Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteins-Drehbohrmaschinen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 104. — E. Jarolimek. Projekt einer Druckbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 85. Mit Abbildg.
- De la Roche-Tolay u. Perret.** Schwestka. Die Bohrturbine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1864. Bd. 12. S. 202. — v. Rittinger. Kurze Mitteilungen über Berg. u. Hüttenwesen-Maschinen auf der Pariser Weltausstellung 1867. S. 146. Mit Abbildg. — Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 230. Mit Abbildg. — J. Havrez. Note sur le meilleur mode de creusement des trous de mines. Revue univ. d. mines. 1879. Serie II. Bd. 6. S. 338. Mit Abbildg. — Exposition universelle à Paris en 1867. Notice sur les modèles, cartes et dessins, relatifs aux travaux publics réunis par les soins du ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. S. 402.
- Taverdon.** A. L. Taverdon. Application du diamant noir aux travaux et au percement des tunnels. Armengaud. Publ. ind. 1879. Bd. 25. S. 486. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils etc. Bull. min. Serie II. 1879. Bd. 8. S. 916. Mit Abbildg. — Application of electricity to tunneling. Scientific American. 1884 I. Bd. 50. S. 31. Mit Abbildg. — E. Jarolimek. Bergtechnische Mitteilungen von der Weltausstellung in Paris 1878. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 58. Mit Abbildg.
- Trautz.** Evrard. Exploitation des mines. Bd. I. S. 154. — Borchardt. Der Leopoldshaller Salzbergbau. Berg. u. Hüttenm. Ztg. 1878. S. 175 (Beschreibung und Resultate).

2. Handbohrmaschinen.

- v. Balzberg.** A. Aigner. Ueber den Lisbet'schen Steinsalzbohrer. Leobener Jahrbuch 1873. Bd. 21. S. 113. Mit Abbildg. — J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 208. Mit Abbildg. — Haupt. Die Stollenanlagen. S. 38. Mit Abbildg.

- Baroper Maschinenbau-Aktiengesellschaft. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 555. Mit Abbildg. — D. R. P. No. 4137.
- Ch. F. Chubb. J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 211. Mit Abbildg.
- Jarolimek. Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteinsdrehbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 132. Mit Abbildg. — J. Hozák. Betriebsergebnisse mit der Jarolimek'schen Handdrehbohrmaschine beim Querschlagsbetriebe im Kronprinz Rudolf-Stefanschichter Grubenbaue zu Bohutin bei Pribram. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 381. — H. Preuß. Ueber den Kraftbedarf der Handdrehbohrmaschine von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 187.
- Lisbet. M. Alayrac. Outil perforateur pour les exploitations houillères. Bull. min. 1860/61. Serie I. Bd. 6. S. 745. Mit Abbildg. — Bluhme. Die Handbohrmaschine von Lisbet. Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 269. Mit Abbildg. — Lévy. Expériences sur le perforateur de M. Lisbet. Bull. min. 1861/62. Serie I. Bd. 7. S. 489. — A. Aigner. Ueber die Verbesserung des Lisbet'schen Steinsalzbohrers. Leobener Jahrb. 1874. Bd. 22. S. 139. Mit Abbildg. der Schneiden.
- Schweska. J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 206. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1864. S. 201.
- Staněk und Reska. J. Mayer. Handbohrmaschine für drehendes Bohren. Patent „Staněk u. Reska“. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 162. Mit Abbildg. — J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 213. Mit Abbildg. — Haupt. Die Stollenanlagen. S. 36. Mit Abbildg. — J. Waydowicz. Versuche mit der patentirten Handbohrmaschine von Staněk u. Reska in der Grube zu Wieliczka. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 257. — Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27 B. S. 253. (Versuche in Kohle.)
- Taverdon. A. L. Taverdon. Application du diamant noir etc. Armengaud. Publ. ind. 1879. Bd. 25. S. 187. Mit Abbildg.
- Villepigue Perforator von Macdermott u. William. Transactions of North of England etc. 1870/71. Bd. 20. S. 65. Mit Abbildg.

Deutsche Reichspatente auf Gesteinsbohrmaschinen.

- D. R. P. No. 171. Kl. 5. K. Trautz in Kalk bei Köln. Rotirende Steinbohrmaschine.
- D. R. P. No. 203. Kl. 5. J. Frölich in Düsseldorf. Vorrichtung zum Bewerkstelligen des selbstthätigen Vorschubes an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 259. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Gesteinsbohrer mit Spülkanal.
- D. R. P. No. 319. Kl. 5. L. Schrader und J. Fritz in Suelz a. R. Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 511. Kl. 5. E. Rosenkranz und Th. Jellinghaus in Dortmund, beziehentlich Camen. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 526. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb und selbstthätigem Vorschub.
- D. R. P. No. 982. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Spritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung des Meißels.
- D. R. P. No. 1057. Kl. 5. J. Darlington in London. Steuerungsvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 1355. Kl. 5. A. Brandt in Hamburg. Hydraulische Rotationsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 1469. Kl. 5. K. Schäfer, K. Baltes und F. Altenheim in Zeche vor Hamburg bei Annen. Selbstthätig wirkende Wassereinspritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 1756. Kl. 5. Gebr. Jellinghaus in Camen. Gesteinsbohrer mit Wasserspülkanälen.
- D. R. P. No. 2098. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Veränderte Spritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung (Zusatz zu D. R. P. No. 982).
- D. R. P. No. 2218. Kl. 5. T. B. Jordan in London. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 2237. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Gesteinsbohrer mit Spülkanal (Zusatz zu D. R. P. No. 259).
- D. R. P. No. 2377. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Freistehende Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb mit veränderlichem Vorschub.
- D. R. P. No. 2663. Kl. 5. L. Schrader und J. Fritz in Suelz a. Rh. Veränderungen an Gesteinsbohrmaschinen für Handbetrieb (Zusatz zu D. R. P. No. 319).

- D. R. P. No. 2736. Kl. 5. R. Schram, Mahler und Eschenbacher in Wien. Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3421. Kl. 5. A. H. Elliot in New-York. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3645. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Streckengestell für mehrere Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3792. Kl. 5. H. Stolzenberg und K. Gronert in Berlin und R. A. Ordtt in Schwelm. Steinbohrmaschine für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 4136. Kl. 5. J. K. Gulland in London. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit rotirendem Bohrer.
- D. R. P. No. 4137. Kl. 5. Baroper Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Barop. Gesteinsbohrmaschinen mit Mechanismus zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Bohrspindel, sowie mit Vorrichtung zur Befestigung des Gestells durch Luftdruck.
- D. R. P. No. 4158. Kl. 5. R. Meyer und Dr. Küster in Huttrop bei Steele. Gesteinsbohrmaschine mit rotirendem Steuerungsschieber und selbstthätigem Vorschub.
- D. R. P. No. 4212. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Handbohrmaschinen für hartes Gestein mit veränderlichem Vorschub und einem für das Bohren in horizontaler, vertikaler oder geneigter Richtung benutzbaren Gestell.
- D. R. P. No. 4320. Kl. 5. R. Schram, Mahler und Eschenbacher in Wien. Veränderungen an Gesteinsbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 2736).
- D. R. P. No. 4344. Kl. 5. E. Rosenkranz und Th. Jellinghaus in Dortmund, beziehentlich Camen. Vorrichtung zum gleichzeitigen Drehen und Verschieben des Bohrers an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. N. 5107. Kl. 5. T. B. Jordan in London. Neuerungen an Steinbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 2218).
- D. R. P. No. 6432. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Aenderungen am Pelzer'schen Streckengestelle für mehrere Gesteinsbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 3645).
- D. R. P. No. 6897. Menck und Hambrock in Ottensen bei Altona. Gesteinsbohrmaschine mit Steuerung für Handvorschub und selbstthätiger Schaltvorrichtung zum Umsetzen des Bohrers.
- D. R. P. No. 7304. Kl. 5. W. W. Dunn in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 7314. Kl. 5. Paul Emile Welker in Airolo, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 7920. Kl. 5. W. L. Neill in London. Neuerungen an der Steuerung von Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 8020. Kl. 5. H. Richmann und U. K. Arnold in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 8578. Kl. 5. C. Breitenbach in Sieghütte bei Siegen. Gesteinsbohrmaschine mit Federwirkung für den Betrieb durch komprimierte Luft oder Dampf.
- D. R. P. No. 8957. Kl. 5. W. F. Heshuysen in Moutier, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung des Bohrers.
- D. R. P. No. 9319. Kl. 5. Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Duisburg. Hydraulisches Gestell für Steinbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 9912. Kl. 5. K. Kachelmann u. Sohn und Eugen Broßmann in Schemnitz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 9915. Kl. 5. Joh. Jäger in Duisburg. Vorrichtung zum selbstthätigen Verschieben und Arretiren des Bohrers an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 10071. Kl. 5. Jul. Frölich in Düsseldorf. Bohrerbefestigung für Perkussions-Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 11024. Kl. 5. K. Trautz in Dillstein bei Pforzheim. Neuerungen an der Steuerung von Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 11136. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Neuerungen an Handbohrmaschinen für festes Gestein (Zusatz zu D. R. P. No. 4212).
- D. R. P. No. 11140. Kl. 5. M. Neuerburg in Köln und C. Trautz in Dillstein bei Pforzheim. Neuerungen an Gestellen für Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 12456. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 13286. Kl. 5. A. Burton u. Sohn in Paris. Neuerungen an der unter No. 2218 patentirten Jordan'schen Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 13622. Kl. 5. K. Breitenbach in Sieghütte bei Siegen. Neuerungen an Gesteinsbohr-

- maschinen mit Federwirkung für den Betrieb mit komprimierter Luft oder Dampf (Zusatzpatent zu No. 8578).
- D. R. P. No. 14496. Kl. 5. J. F. O. Schulz in Köln. Pneumatische Gesteinsbohrmaschine mit variabler Hubhöhe, Umsteuerung durch ein selbstthätig wirkendes Kolbenventil, Bohrerversetzung durch verbrauchte Luft und selbstthätiger Vorschubvorrichtung.
- D. R. P. No. 14583. Kl. 5. H. Riehmann und U. K. Arnold in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 15715. Kl. 5. P. E. Welker in Airolo, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 15961. Kl. 5. E. Jarolimek in Wien. Neuerungen an Gesteinsdrehbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 16965. Kl. 5. Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Humboldt“ in Kalk bei Köln. Neuerungen an Gustav Richter's Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 17045. Kl. 5. Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Humboldt“ in Kalk bei Köln. Universal-Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 17767. Kl. 5. H. F. Parsons in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit Federhammer für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 19594. Kl. 5. R. Axer in Zelle St. Blasii und J. Frölich in Düsseldorf. Selbstthätiger Vorschubmechanismus für Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 20041. Kl. 5. R. Meyer in Mühlheim a. d. Ruhr. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 20846. Kl. 5. F. B. Doering in Trefriw, England. Neuerungen an Tunnel- und Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 22901. Kl. 5. R. Meyer in Mühlheim a. d. Ruhr. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen ohne Steuermechanismen.
- D. R. P. No. 26603. Kl. 5. J. Melichar in Zarubeck bei Mährisch-Ostrau. Rotirender Erweiterungsbohrer.
- D. R. P. No. 27052. Kl. 5. A. Cantin in Paris. Ringgelenk für selbstthätige Einstellung an Bohrmaschinen.
- D. R. P. No. 27697. Kl. 5. W. G. Heshuysen in Moutier Vully, Schweiz. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 28056. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 28197. Kl. 5. M. Macdernott in Pudding Lane, City of London, und W. Glower in Bermondsey, County of Surrey. Hand-Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 29227. Kl. 5. W. Hessel in Berlin. Cylinder-Gesteinsbohrmaschine ohne Steuermechanismen.
- D. R. P. No. 29397. Kl. 5. F. A. Halsey in New-York. Neuerung an Steinbohrmaschinen mit Dampftrieb.
- D. R. P. No. 29472. Kl. 5. H. C. Sergeant in Denver, Colorado. Gesteinsbohrmaschine.

denen soll indes in diesem Kapitel nicht abgehandelt werden. Vielmehr wird in dieser Hinsicht auf das Kapitel „Grundbau“ im ersten Bande des Handbuchs der Landbauwissenschaften verwiesen, in welchem die Brunnenbauarbeiten ausführlich behandelt worden sind.

§ 2. Geschichtliche Uebersicht. Fürs Jahr 1795 am weissen Röhrenschacht für einen Schacht hatten bei der Bergschwonne Herr u. der erste gewesen, welcher einen Schacht abbohrte, und zwar bereits im Jahre 1791 bei Bohren in Westfalen. Im Jahre 1829 konnte Elster, welcher durch das Niedersteigen des arabischen Brunnens von Grenelle herbeigeführt worden ist, bei Chalon-sur-Saône durch Tulland einen 15 m weiten Schacht ab, welchen er mittels schneidender Röhren bis zu einer Tiefe von 20 m noch nicht wasserleucht gegen die wassertragenden Schichten abbohren konnte, was erst Triger unter Anwendung der Kompression bewerkstelligen konnte.

IX. Kapitel.

Das Abbohren von Schächten.

Bearbeitet von **W. Schulz**, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu Tafel XVII und XVIII und 14 Holzschnittfiguren.)

§ 1. Einleitung. Sollen Schächte in einem sehr wasserreichen Gebirge niedergebracht werden und wird die Stümpfung der Wasser im Schachte überhaupt nicht beabsichtigt, wie dies bei manchen der sogenannten Brunnenfundirungen und bei der Anlage von Brunnen zur Wasserversorgung vorkommt, so kann es zweckmäßig sein, solche Schächte abzubohren. Gezwungen wird man, diese Methode der Herstellung von Schächten anzuwenden, wenn die Stümpfung der Wasser während des Abteufens mittels Pumpen zu teuer oder überhaupt unmöglich ist und die Benutzung der komprimirten Luft zur Zurückdämmung des Wassers nach dem Triger'schen Verfahren¹⁾ wegen zu großer Tiefe unanwendbar oder wegen seiner Kostspieligkeit ausgeschlossen ist. Endlich wird man auch dort, wo keine oder nur wenige Wasser auftreten, auf das Abbohren der Schächte angewiesen sein, wenn letztere einen so kleinen Querschnitt erhalten sollen, daß andere Methoden zu ihrer Niederbringung sich von selbst verbieten; dies kann der Fall sein bei Ventilations- und Wasserabzugsschächten, bei Brunnenschächten und Schächten zur Durchleitung von Transmissionen.

Falls eine Auskleidung der Bohrschächte erforderlich ist, wird es sich darum handeln, dieselbe entweder wasserdicht oder wasserdurchlassend herzustellen.

Die wasserdichte Auskleidung erfüllt nur dann ihren Zweck, nämlich das in den durchteuften Schichten enthaltene Wasser vom Schachte abzuhalten, wenn ihr Fuß wasserdicht gegen diese Schichten abgeschlossen wird. Dieser Abschluß erfolgt am besten in wassertragenden, also Wasser nicht durchlassenden Gebirgsschichten. Man wird daher solche Schichten zu erreichen suchen, wenn man sie nach dem ganzen Zweck des Schachtes nicht überhaupt schon erteufen oder sogar durchteufen muß. Der wasserdichte Abschluß der Schachtauskleidung in wasserführenden Schächten kann bei Brunnenfundirungen vorkommen, auf

¹⁾ Vergl. „Pneumatische Apparate“ in dem letzten Teile dieses Werkes.

denselben soll indes in diesem Kapitel nicht eingegangen werden, vielmehr wird in dieser Beziehung auf das Kapitel „Grundbau“ im ersten Bande des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften verwiesen, in welchem die Brunnenfundirungen ausführlich behandelt worden sind.

§ 2. Geschichtliche Uebersicht. Läßt man ein 47,08 cm weites fahrbares Bohrloch für einen Schacht gelten, so ist der Berggeschworne Heyn der erste gewesen, welcher einen Schacht abbohrte und zwar bereits im Jahre 1824 bei Bochum in Westfalen²⁾. Im Jahre 1839 bohrte Mulot, welcher durch das Niederbringen des artesischen Brunnens von Grenelle berühmt geworden ist, bei Chalonnès durch Flußsand einen 1,5 m weiten Schacht ab, welchen er mittels schmiedeiserner Röhren bis zu einer Tiefe von 21 m auskleidete, aber noch nicht wasserdicht gegen die wassertragenden Schichten abdichten konnte, was erst Triger unter Anwendung der komprimierten Luft gelang³⁾.

Im Jahre 1840 erhielt der Brunnenmeister Franz Fleckes ein Patent auf eine Bohrmaschine, deren Zweck das Abbohren von 0,47—1,04 m weiter Brunnen war. Mit dieser Maschine wurde ein 0,47 m weiter Wetter-Bohrschacht 41,8 m tief niedergebracht⁴⁾. Das Patent von Fleckes ging auf Joseph Kindermann über, welcher zuerst eine Methode erfand, die Auskleidung der Bohrschächte unter Wasser wasserdicht gegen die wassertragenden Schichten, wenn auch nur vorübergehend, abzdämmen. Das unterm 19. August 1843 an Kindermann erteilte Patent⁵⁾ lautete auf „eine Vorrichtung zur Wasserverdichtung weiter Bohrlöcher, um diese dadurch in den fahrbaren Zustand zu setzen.“

Kindermann brachte in Westfalen in den Jahren 1843—48 eine große Zahl fahrbarer Bohrlöcher von im Maximum 0,94 m Weite nieder; die größte erreichte Tiefe betrug 61,66 m. Das Kindermann'sche Verfahren, besonders die Methode der Abdämmung der Wasser, wurde vom Major Honigmann und dem Steiger Rossenbeck erheblich verbessert. Diese Verbesserungen fanden Anwendung in den Jahren 1846—1852 bei der Herstellung dreier Wetterschächte von 0,62—0,86 m Durchmesser⁶⁾. Ein Jahr vor Kindermann's Tode, im Jahre 1847, gelang es Wolski, einen 2 m weiten Schacht durch den circa 17 m mächtigen Alluvialsand bei St. Germain des Prés abzubohren⁷⁾. Erst im Jahre 1849 aber wurde nun dasjenige Verfahren, Schächte größerer Dimensionen in festem Gebirge abzubohren, angewandt, welches noch heute befolgt wird und welches von dem berühmten Ingenieur für Tiefbohrungen, K. G. Kind, erfunden worden ist.

Kind bohrte seine ersten Schächte auf dem Hofe der Eisenhütte von de

²⁾ Huyssen. Beschreibung der in Westfalen angewandten Methoden, Bohrschächte niederzubringen und wasserdicht herzustellen. Archiv f. Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde von Karsten und von Dechen. 1854. Bd. 26. S. 66.

³⁾ Lévy. Description du procédé employé par M. Mulot pour le fonçage d'un puits destiné à l'extraction de la houille, à Hénilin-Liétard. Bull. d. l. soc. de l'ind. min. 1861/62. Bd. 7. S. 308.

⁴⁾ Huyssen; a. a. O. S. 68.

⁵⁾ An gleicher Stelle.

⁶⁾ Huyssen; a. a. O. S. 71. — Auch bei Höngen unweit Aachen wurde im Jahre 1847 von Sassenberg ein 43 m tiefer und 1 m weiter Schacht nach dem Kindermann'schen Verfahren abgebohrt. (Nach mündlichen Mitteilungen).

⁷⁾ Evrard. Traité pratique de l'exploitation des mines. Bd. I. S. 215. — Lévy. Du fonçage des puits de mines. Bull. d. l. soc. de l'ind. min. 1868/69. Serie I. Bd. 14. S. 426.

Wendel bei Stiringen, vorwiegend durch festen Sandstein hindurch, ab⁸⁾. In demselben Jahre wie Kind fing auch Mulot⁹⁾ an bei Hénin-Liétard in Nordfrankreich einen Schacht von 4,01 m Durchmesser im Kreidegebirge abzubohren; er erreichte mit demselben eine Tiefe von 63,63 m. Mulot sowohl als auch Kind mißlang indes die Herstellung wasserdichter Schachtauskleidungen; beide benutzten noch Holz zu derselben. Kind schlug zwar bereits die Verwendung kurzer gußeiserner Cylinder (Ringe) zum Schachtausbau vor, erst Chaudron aber war es, der 1854/55 im Schachte St. Vaast in Belgien solche Ringe wirklich anwandte und auch die für das Gelingen des wasserdichten Abschlusses der Schachtauskleidung so wichtige „Moosbüchse“ erfand.

Nach dem Kind-Chaudron'schen Verfahren sind bereits mehr als 50 Schächte niedergebracht worden. In Konkurrenz mit demselben traten später Verfahren, welche von Lippmann, Bourg und Chavatte erfolgreich angewendet wurden, die aber alle auf ersterem fußen.

Während nun durch die von Kind und Chaudron angegebenen Methoden die Frage nach dem sicheren Gelingen des Abbohrens von Schächten in standhaftem Gebirge gelöst worden ist, gibt es zur Zeit noch kein Verfahren, welches das Gelingen des Schachtabbohrens mit großen Durchmessern in rolligem Gebirge gewährleistet. Sieht man von dem oben erwähnten, durch Wolski abgebohrten Schacht ab, dessen Methode keine Nachahmung fand, so ist das jetzt übliche Verfahren beim Abbohren von Schächten in rolligem Gebirge zuerst bei den anfangs der fünfziger Jahre im jetzigen Aachener Bergreviere abgebohrten Schächten angewendet worden¹⁰⁾. Dieses Revier kann als der klassische Boden für das Abbohren von Schächten im Schwimmsande angesehen werden; bis zum Jahre 1881 betrug die Zahl aller hier abgebohrten Schächte 18, von zusammen 941,4 m Teufe in schwimmenden Gebirgsmassen. An Kosten erwachsen dabei 8 Millionen Mark, von denen allerdings die beiden Schächte im Felde der Grube Rheinpreußen, von je rund 130 m Tiefe, allein etwa 6 Millionen Mark beanspruchten¹¹⁾. Die Bergingenieure, welche sich im genannten Revier um die Herstellung von Bohrschächten im Schwimmsand hervorragende Verdienste erworben haben, sind Sassenberg^{11a)}, Eduard und Louis Honigmann und Hochstrate.

Das von Guibal erfundene Verfahren des Abbohrens von Schächten im Schwimmsande wurde nur ein einziges Mal, im Jahre 1857, angewendet und zwar auf dem Schachte Bonne Espérance in Belgien; daß es scheiterte, lag an Verhältnissen, die nicht im Verfahren selbst begründet sind.

Die Methoden des Schachtabbohrens sind verschieden, je nachdem man standhaftes Gebirge oder lose, rollige Massen zu durchteufen hat. Im ersteren Falle wird der Schacht während des Abbohrens nicht ausgekleidet, im letzteren Falle muß aber die Auskleidung dem Vorrücken des Abbohrens stetig nachfolgen, da sonst der abgebohrte Teil des Schachtes zusammenbrechen würde.

⁸⁾ Lévy; a. a. O. S. 457.

⁹⁾ Lévy. Le procédé employé par M. Mulot etc. Bull. min. 1861/62. Serie I. Bd. 14. S. 307.

¹⁰⁾ Busse. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge auf den Gruben Anna und Maria im Wormrevier. Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3 B. S. 236.

¹¹⁾ H. Wagner. Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1881. S. 81.

^{11a)} Sassenberg war der erste, welcher den Sackbohrer zum Abbohren von Schächten (im Jahre 1849) benutzte, dessen Anwendung er bei der Herstellung von Brunnen in Berlin kennen gelernt hatte. (Nach mündlichen Mitteilungen.)

A. Abbohren in standhaftem Gebirge.

§ 3. **Methoden.** Man bohrt entweder mit kleinem Durchmesser vor und stellt dann mit einem Nachnahme- oder Erweiterungsbohren das volle Schachtprofil her — Methode von Kind-Chaudron —, oder man bohrt gleich von vornherein mit großem Bohrer den Schacht in der Weite ab, die er endgültig erhalten soll — Methode von Lippmann. Bei beiden Methoden wird stoßend gebohrt und nach erfolgtem Abbohren des Schachtes eine Auskleidung, die sogenannte Cuvelage, in denselben eingehängt. Diese muß so eingerichtet sein, daß sie beim Erreichen der in Wasser nicht durchlassenden Gebirgsschichten stehenden Schachtsohle einen dichten Abschluß hervorbringt, damit nach Entfernung des Wassers aus der Auskleidung des Schachtes letzterer trocken bleibt.

I. Verfahren von Kind-Chaudron.

§ 4. **Allgemeines.** Das Abbohren wird verschiedenartig ausgeführt; entweder bohrt man hintereinander mit kleinem Durchmesser bis zu den Wasser tragenden Gebirgsschichten vor und erweitert dann erst auf das größere, dem Schacht endgültig zu gebende Profil, oder man unterbricht das Vorbohren in verschiedenen Zeiträumen und erweitert in der Weise, daß die Sohle des engen Schachtes derjenigen des weiten Schachtes stets um mindestens 10—15 m voran ist. Das erstere Verfahren bietet den Vorteil, daß man die Gebirgsschichten schon vor der Erweiterung des Schachtes kennen lernt.

Ist das zu durchbohrende Gebirge sehr fest, so erweitert man den engen Schacht nicht mit einem Male, sondern allmählich, indem man zwei bis drei Erweiterungsbohrer mit zunehmender Schneidenbreite benutzt.

Hat man Schächte von höchstens $2\frac{1}{2}$ m Durchmesser abzubohren, so braucht man gar nicht vorzubohren, da sich diese Weite noch mit dem von Kind-Chaudron angewandten Meißelbohrer herstellen läßt. Die Erweiterung findet meistens nur bis zu 4,5 m Durchmesser statt, für weitere Schächte sind große Schwierigkeiten bei Herstellung der Cuvelage zu überwinden¹²⁾.

Bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren des Schachtabbohrens sind vier Perioden zu unterscheiden:

- a) das Vorbohren;
- b) das Erweitern;
- c) das Einhängen der Schachtauskleidung;
- d) die Fertigstellung des Schachtes.

a. Das Vorbohren.

§ 5. **Die Vorbereitungen zum Bohren.** Sie bestehen, wie dies in Fig. 39 und 40, Taf. XVII, angedeutet worden ist, in dem Niederbringen eines Vorschachtes bis zum Wasserspiegel, nach einer der gewöhnlichen Methoden des Abteufens. Diesem Vorschacht gibt man zweckmäßig mindestens eine Tiefe, welche der Länge

¹²⁾ Zu Huttington in North-Staffordshire, England, ist der bis jetzt weiteste Schacht von 4,908 m Durchmesser abgebohrt worden. — Serlo. Leitfaden der Bergbaukunde. 4. Aufl. Bd. I. S. 775.

der anzuwendenden Bohrer entspricht, weil man, besonders beim Bohren mit Dampfkraft, die erforderlichen Bohrmaschinen nicht gern in großer Höhe über der Tagesoberfläche aufstellt. Je tiefer der Vorschacht ist, desto vorteilhafter arbeitet man später beim Einhängen der Schachtauskleidung; ist es irgendwie zu ermöglichen, so sollte man den Vorschacht wenigstens 10 m tief herstellen.

Sein Durchmesser ist so groß als möglich zu machen; mit circa 6 m Weite wird man in allen Fällen auskommen. Niemals sollte der Durchmesser des Vorschachtes so klein genommen werden, daß der ringförmige Raum zwischen seinen Stößen und der später einzuhängenden Schachtverkleidung nicht noch Platz für eine freie Bewegung der Arbeiter übrig ließe. In den Vorschacht baut man dann die sogenannte Arbeitsbühne, *b* in Fig. 39 und 40, ein, deren Lage vom Stande des Wassers abhängig ist. Es empfiehlt sich, wegen der Einbringung der Schachtverkleidung diese Bühne möglichst tief anzulegen.

Nach Herstellung des Vorschachtes errichtet man die Bohrhütte, wozu man für größere Anlagen zweckmäßig Eisen verwendet. Für die Einrichtung und Konstruktion der Bohrhütte sind dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Errichtung der in Kapitel VII dieses Werkes beschriebenen Bohrtürme bei Tiefbohrungen, worauf hier verwiesen werden muß. Für größere Ausführungen hat sich die in Fig. 39 und 40 abgebildete Konstruktion einer Bohrhütte bewährt. Zum Schutze gegen die Witterung ist letztere stets abzudecken.

Zur Aufnahme des Bohrschlammes ist ein Schlammsumpf, *t* in Fig. 40, auszusachten. Wird mittels Dampfkraft gebohrt, so ist auf die Anlage von Dampfkesseln Rücksicht zu nehmen.

Beispiele über die Kosten der Vorbereitungen zum Bohren. Soweit diese Kosten die Anlage der Bohrhütte, der Maschinen- und Kesselgebäude, der Maschinenfundamente, der Schmiede, Magazine, Büreaus und die Herstellung des Vorschachtes betreffen, betragen dieselben auf Schacht

Dahlbusch II in Westfalen	15 000 M.
„ III „ „	26 250 „
„ IV „ „	26 250 „
L'Escarpelle I in Belgien	19 292 „
L'Hôpital I in Lothringen	22 641 „
L'Hôpital II „ „	38 361 „

§ 6. Der eigentliche Bohrrapparat. Derselbe besteht aus dem sogenannten kleinen Bohrer, welcher durch Zwischenstücke (vergl. § 29, Kap. VII) mit dem Gestänge verbunden wird. Letzteres hängt, wie aus Fig. 39 auf Taf. XVII ersichtlich ist, an dem kleineren Hebelarme des Bohrschwengels *s*, durch welchen die Auf- und Niederbewegung des Bohrers erfolgt. Außer diesem Bohrrapparat müssen noch Vorrichtungen zum Einlassen und Aufheben des Bohrers, zur Entfernung des Bohrschmandes und Apparate zur Beseitigung von Betriebsstörungen vorhanden sein.

§ 7. Der kleine Bohrer ist ein Meißelbohrer, dessen Schneide aus mehreren kleinen Schneiden zusammengesetzt ist. Er besteht, wie Fig. 8 und 9 auf Taf. XVII erkennen lassen, aus dem Blatte *b*, mit welchem der Meißelträger *a* durch Keile verbunden ist. In den Meißelträger sind die einzelnen kleinen Meißel *s* mittels konischer Zapfen eingesetzt, welche durch Schließbolzen festgehalten werden. An jedem Ende des Meißels sind zwei Schneiden *c* eingesetzt, welche

nach dem Umfang des Bohrloches gekrümmt sind. Oberhalb des Blattes *b* sind an einer Traverse die Nachschneiden *n* angebracht.

Der Schaft des Vorbohrers trägt noch die Führung *l*. Mit der Breite des Meißels geht man in neuerer Zeit bis $2\frac{1}{2}$ m. Mit Ausnahme der aus Stahl hergestellten Schneiden bestehen alle Teile des Meißels aus Schmiedeisen. Sein Gewicht schwankt zwischen circa 4000 und 9000 kg.

§ 8. Zwischenstücke. Als solche benutzt man entweder die Rutschschere (vergl. § 30 und 31, Kap. VII) oder Freifallapparate, von welchen letzteren fast ausschließlich der in Fig. 10 und 11 auf Taf. XVII dargestellte Apparat in Anwendung steht. Derselbe ist dem sogenannten Kind'schen Freifallinstrumente für Tiefbohrungen (vergl. § 32, Kap. VII) durchaus ähnlich und besteht aus dem beweglichen Teile *i*, der Zunge oder dem Abfallstück, an welchem der Bohrer befestigt wird, und dem festen, mit dem Gestänge verbundenen Teile *a*, welcher den sogenannten Greif- oder Zangenapparat trägt. Zu letzterem gehören die beiden um die Bolzen *d* drehbaren Zangenschenkel *g*, welche sich öffnen und schließen können. Letzteres geschieht beim Aufgange des Gestänges; die unteren Arme der Zangenschenkel, die Zangenhaken, ergreifen dann das Köpfchen *i* der Zunge und der Meißel geht mit dem Gestänge hoch.

Beim Beginn des Niederganges öffnen sich die Zangenhaken, lassen das Köpfchen *i* los; die Zunge nebst Bohrer fällt frei nieder und kommt in die in Fig. 10 punktiert gezeichnete Lage. Beim Niederfallen findet die Zunge durch den in den Schienen *a* befestigten Keil Führung. Behufs Schließens und Oeffnens des Zangenapparates gehen die Schenkel *c* der Zange durch die Kulisse, welche mittels zweier Zugstangen *z* mit dem an der Stange *m* verschiebbaren hölzernen Fallschirme *h* verbunden sind. Beim Niedergange des Gestänges wird nun der Fallschirm *h* durch das Wasser hoch gedrückt, die Kulisse *e* geht mit hoch, folglich öffnen sich die Zangenhaken *g*. Beim Aufgange des Gestänges drückt das Wasser indes den Fallschirm nieder, die Zangenhaken werden sich also schließen.

§ 9. Das Gestänge. Es besteht bei größeren Bohrausführungen in der Regel aus Holz, doch ist die Verwendung von Eisen nicht ausgeschlossen. Das Gestänge wird aus einzelnen Stangen zusammengesetzt, welche, bestehen sie aus Holz, in der in Fig. 12 und 13 auf Taf. XVII abgebildeten Weise bis 18 m lang hergestellt werden. Jede Stange trägt an dem oberen Ende eine Vaterschraube, am unteren Ende eine Mutterschraube. Unter der Vaterschraube befindet sich ein Bund zum Abfangen beim Einlassen und Aufholen des Gestänges; vergl. § 23—27, Kap. VII.

Für die Konstruktion des eisernen Gestänges gelten dieselben Grundsätze wie für Gestänge, das zu Tiefbohrungen benutzt wird; vergl. § 24, Kap. VII. Für größte Ausführungen beim Schachtabbohren erhalten die einzelnen quadratischen Bohrstangen 80—100 mm Seite und 8—9 m Länge. Zum An- und Abschrauben der einzelnen Stangen bedient man sich der Schrauben- oder Stangenschlüssel, von denen einige Formen in den Textfiguren 45—47 des Kap. VII abgebildet sind.

§ 10. Der Schwengel. Derselbe besteht meistens aus Holz. Beim Bohren mit Dampfkraft wird der Schwengelbock, welcher das Lager des Drehzapfens trägt, fest mit einem gemauerten Fundament verbunden, wie dies aus Fig. 39, Taf. XVII, ersichtlich ist. Der Kraftarm des Schwengels schlägt bei höchster und

tiefster Stellung gegen die mit r und p bezeichneten Prellvorrichtungen. Ueber die Einrichtung der Bohrschwengel für Handbetrieb und über den Zweck der Prellvorrichtungen sind § 40 und 41 des Kap. VII zu vergleichen.

§ 11. Die Verbindung des Schwengels mit dem Gestänge erfolgt durch die sogenannte Bohr- oder Stellschraube und den Gestängewirbel; vergl. § 39, Kap. VII. Die Bohrschraube dient zur allmählichen Verlängerung des Gestänges mit dem Tieferwerden des Schachtes. Unterhalb derselben, über dem Gestängewirbel, ist das in Fig. 39, Taf. XVII, mit c bezeichnete Bohrkrüchel angebracht, welches von den Arbeitern behufs Umsetzung des Bohrers gedreht wird. Man benutzt auch die Stangenschlüssel zum Umsetzen.

§ 12. Bewegung des Schwengels. Für kleine Schachtdurchmesser und geringe Teufen kann man hierzu Menschenkraft benutzen. An dem Kraftarm des Schwengels wird ein sogenannter Druckbaum angebracht (vergl. § 40, Kap. VII), welchen die Arbeiter auf und nieder drücken. Muß man für größere Ausführungen Dampfkraft benutzen, so verbindet man am zweckmäßigsten den Kraftarm des Schwengels durch eine Laschenkette mit der Kolbenstange der Dampfmaschine, wie dies in Fig. 39, Taf. XVII, angedeutet worden ist. Die Kolbenstange erhält in einem auf den Dampfzylinder a gesetzten Schlitten vertikale Führung. Die Dampfmaschine ist einfach wirkend; Dampf wird nur zum Niederdrücken des Kolbens gebraucht, dessen Hochgang das Uebergewicht des niedergehenden Bohrers veranlaßt. Man wird in den meisten Fällen mit einem Durchmesser des Dampfzylinders von 0,6—0,7 m auskommen. Die Umsteuerung geschieht von Hand.

§ 13. Vorrichtungen zum Einlassen und Aufholen des Gestänges. Sie bestehen in einer Treibmaschine, die zur Auf- und Abwicklung des das Gestänge beim Aufholen und Einlassen tragenden Seiles dient, in dem Bohrgestüt mit der Seilscheibe und verschiedenen Hilfsgeräten.

Die Treibmaschine kann, wenn man Handbetrieb eingerichtet hat, ein gewöhnlicher Haspel sein. Bei größeren Anlagen wendet man Dampfhaspel, siehe Fig. 39, Taf. XVII, von circa 25 Pferdekräften an, und dienen zur Aufwicklung des Seiles größere Seilkörbe. In allen Fällen muß die Treibmaschine mit einer zuverlässigen Bremse versehen sein. Als Seile werden vorwiegend solche aus Drähten benutzt; die Stärke desselben berechnet sich aus der zu tragenden Last. Das Seil wird über eine Seilscheibe d , siehe Fig. 39, Taf. XVII, geführt, deren Verlagerung im Bohrgestüt erfolgt. Das untere Ende des Seiles trägt eine Vorrichtung zum Greifen der Bohrstangen, welche durchaus derjenigen ähnlich ist, die bei Tiefbohrungen angewendet wird; vergl. § 45, Kap. VII. Als Hilfsgeräte müssen Abfanggabeln, Stangenrechen und Wagen zum Aufhängen der Bohrapparate vorhanden sein. Eine Abfanggabel zeigen Fig. 22 und 23, Taf. XVII; sie wird, wenn der Bund einer Bohrstange über die Bohrbühne gehoben worden ist, unter denselben geschoben und trägt dann das im Schacht befindliche Gestänge beim Ab- und Anschrauben der einzelnen Bohrstangen. Zum Aufhängen letzterer sind bei $e e$ in Fig. 39 sogenannte Stangenrechen angebracht, über deren Einrichtung § 47, Kap. VII, das Nähere bringt.

Statt der Stangenrechen benutzt man neuerdings auch Wagen der in Fig. 21, Taf. XVII, abgebildeten Konstruktion; für diese Wagen wird dann im oberen Teile des Bohrgestütes eine Schienenbahn angelegt. Die Bohrer werden in kleinen vier-rädrigen Wagen, w in Fig. 39 und 40, mittels Abfanggabeln aufgehängt.

§ 14. Vorrichtungen zum Löffeln. Der beim Bohren entstehende Schmand wird durch den in Fig. 16—18, Taf. XVII, abgebildeten zweiklappigen Löffel aus dem Bohrloche entfernt. Zum Einlassen in letzteres und Wiederaufholen aus demselben dient die bereits beschriebene Treibmaschine, wenn mit dem Bohrgestänge gelöffelt wird. Zur Beschleunigung der Arbeit kann man auch eine besondere maschinelle Einrichtung treffen und am Seile löffeln. Den gefüllten Löffel hängt man in der in Fig. 40 angedeuteten Weise auf, fährt ihn bis kurz vor die Schlammgrube, schlägt den Bolzen *a*, siehe Fig. 16 und 17, heraus und kippt sein oberes offenes Ende nach unten, um den Schmand in die Grube fließen zu lassen. Das Umkippen des Löffels wird dadurch ermöglicht, daß er um zwei Zapfen *o* in einer Gabel drehbar ist.

§ 15. Apparate zur Beseitigung von Betriebshindernissen. Betriebshindernisse entstehen insbesondere durch Brüche am eigentlichen Bohraparate, dessen Teile im Bohrschafte stecken bleiben. Zur Entfernung letzterer benutzt man Fanginstrumente. Man kommt in den meisten Fällen mit dem sogenannten Glückshaken und der Fallfangschere aus, bezüglich deren Konstruktion und Handhabung in § 56, Kap. VII, das Erforderliche gesagt ist.

Schwere Eisenteile, welche infolge von Brüchen auf die Schachtsohle gefallen sind, werden mit dem in Fig. 14 und 15, Taf. XVII, abgebildeten Klauenfänger entfernt. Derselbe besteht aus zwei eisernen Rechen *k*, welche, wenn der Apparat mittels des Gestänges bis zur Schachtsohle eingelassen worden ist, sich schließen und das Bruchstück zwischen sich fassen. Zum Schließen dient ein Zugseil, welches durch zwei Ringe mit den Schienen *a* und dem Parallelogramm *i h i' h'* in Verbindung steht. Die Schienen *a* und die Stangen *i i'* des Parallelogramms sind so schwer, daß die Rechen *k*, hat man sie durch Ziehen am Seile geschlossen, sich wieder öffnen, wenn man das Seil nachläßt.

§ 16. Das Bohren. Bohrt man mit der Rutschschere, was bis 200 m Tiefe unbedenklich geschehen kann, so muß man, um große Bohreffekte zu erzielen, schwerere Meißel anwenden, als wenn man mit dem Freifallapparat bohrt. Bei Benutzung des letzteren fällt nämlich der Meißel mit einer seinem Gewicht entsprechenden Beschleunigung nieder, während beim Bohren mit der Rutschschere der Meißel keine größere Geschwindigkeit als die des Gestänges annehmen kann. Auch leidet letzteres bei Anwendung des Freifallapparates weniger als beim Bohren mit der Rutschschere, da beim Anheben des Meißels das Gestänge fast gar keinen Erschütterungen ausgesetzt ist; man kann daher bei Anwendung des Freifallapparates die Hubzahl größer nehmen und mit größerem Hube bohren als bei Benutzung der Rutschschere.

Die Hubhöhe wechselt nach der Beschaffenheit des zu durchbohrenden Gebirges; man nimmt sie bei hartem Gestein geringer, bei weichem größer; sie schwankt zwischen circa 0,15—0,75 m. Die Zahl der Schläge ist circa 10—25 in der Minute; je größer der Hub, desto kleiner wird die Hubzahl. Bei jedem Anhub wird der Bohrer mittels des Bohrkrückels (Hebels) *c*, siehe Fig. 39, Taf. XVII, gedreht (umgesetzt). Der Umsetzungswinkel schwankt zwischen 2 und 36°. Je weniger fest das Gestein ist, mit einem um so größeren Umsetzungswinkel kann man bohren. Das Umsetzen besorgt bei geringen Schachtdimensionen und Tiefen ein Mann; bei großen Schachtdurchmessern und Tiefen können hierzu bis vier Arbeiter erforderlich werden. In der Regel bohrt man circa 3—4 Stunden hintereinander und löffelt

§ 17. Das Verrohren. Trifft man beim Bohren auf rollige Gebirgsschichten, so muß man den Bohrschacht an solchen Stellen sicher verwahren. Man hängt zu diesem Zwecke einen Senkeylinder in denselben ein von circa 3—4 m größerer Höhe, als der Mächtigkeit dieser rolligen Schichten entspricht. Dieser Cylinder wird aus einzelnen Blechtafeln zusammengenietet; die Köpfe der Niete sind zu versenken.

Zwischen den äußeren Wandungen dieses Cylinders und den Schachtstößen darf nur ein Zwischenraum von 2—3 cm bleiben. Seine Wandstärke richtet sich nach dem Schachtdurchmesser. Ist der Cylinder bis zur Schachtsohle eingehängt, so sucht man mit einem Bohrer das Gebirge etwas zu lockern und mit dem Löffel zu Tage zu bringen. Sinkt der Cylinder nicht, so belastet man ihn mit einer genügenden Anzahl von Cuvelageringen und wird ihn dann immer niederbringen.

Beispiele. 1. Den Schacht No. 2 der Grube *Midi de Mons* bei Ghlin¹⁵⁾ verrohrt man von 291 m Teufe an mittels eines Senkeylinders von 4,36 m lichter Weite und 17 m Höhe. Er war aus zwei ineinander gesteckten und miteinander vernieteten Eisenblecheylindern von je 15 mm Wandstärke hergestellt worden. Jeder dieser Cylinder bestand aus mit alternirenden Fugen zusammengenieteten Blechtafeln. Um den oberen Rand dieses Senkeylinders wurde ein eiserner Ring von 0,015 m Dicke und 0,2 m Höhe gelegt, der untere Rand dagegen mit einem Stahlring von 0,2 m Höhe versehen, der in eine Schneide auslief. Das Gewicht des Senkeylinders betrug 55 600 kg. Er wurde mittels sechs Schrauben und Anker bis zu der oben gedachten Tiefe niedergelassen und die Anker dann vom Cylinder gelöst. Ueber die näheren, für das Einlassen des letzteren zu treffenden Einrichtungen ist § 26 zu vergleichen. Die sechs Ankerschrauben hatten ein Gewicht von 30 000 kg. Um den Senkeylinder bis 304 m Tiefe durch weiche, von Rollkieseln durchzogene Thonschichten niederzubringen, bedurfte es einer schließlichen Belastung von 170 000 kg, zu welcher die gußeisernen Ringe für die spätere Schachtverkleidung benutzt wurden.

2. In den Schacht *St. Barbe* in Belgien¹⁶⁾ brachte man zur Sicherung gegen eine 8 m mächtige Sandschicht bei 75,65 m Tiefe eine Verrohrung von 4,16 m äußerem Durchmesser ein. Sie war aus 32 Blechtafeln von je 2 m Höhe, 1,8 m Länge und 0,015 m Dicke zusammengesetzt worden, welche durch von außen über die Stoßfugen genietete Blechstreifen verbunden wurden. Diese Röhre wog 12 000 kg. Die Wandstärke dieser Verrohrung war offenbar zu schwach, denn man fand dieselbe später etwas oval gedrückt.

b. Das Erweitern.

§ 18. Der Erweiterungsbohrer; siehe Fig. 1—3, Taf. XVII. In den Meißelträger *a* sind die einzelnen Schneiden in derselben Weise eingesetzt wie beim kleinen Bohrer. Die Mitte des Meißelträgers erhält indes keine Schneiden, diese Lücke entspricht dem Durchmesser des vorgebohrten Schachtes. Von dem Vorbohrer unterscheidet sich der Erweiterungsbohrer noch dadurch, daß die Enden des Meißelträgers mit je vier Schneiden *c* von der in umstehenden Holz-schnitten Fig. 1—5 dargestellten Form armirt sind, während ersterer nur je zwei besitzt. Eine der mit *s* bezeichneten Mittelschneiden zeigen die folgenden Fig. 6—8. Das Gewicht des Erweiterungsbohrers für Schächte von 3—4,5 m schwankt zwischen 15 000 und 20 000 kg.

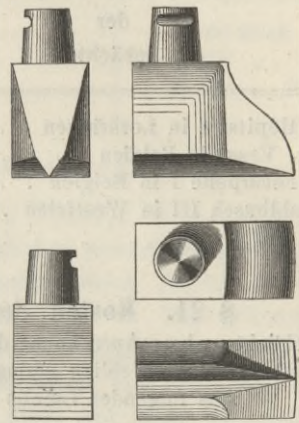
¹⁵⁾ Annales des travaux publics de Belgique. 1883. Bd. 40. S. 194 und 424.

¹⁶⁾ Lévy. Le fonçage des puits de mines. Bull. min. 1868/69. Serie I. Bd. 14. S. 635.

§ 19. Das Löffeln. Steht die Sohle des vorgebohrten Schachtes der des Erweiterungsbohrens nur um 10—15 m voran, so erfolgt das Löffeln auf die bereits beschriebene Weise. Sollte sich etwa der Bohrschmand in dem vorgebohrten Schachte so fest zusammengesetzt haben, daß der Löffel nicht in denselben eindringen kann, so rührt man mittels des kleinen Bohrer den Schmand wieder auf und löffelt dann erst.

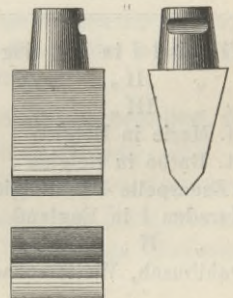
Ist das kleinere Bohrloch bereits bis zu den Gebirgsschichten niedergebracht worden, in denen später der wasserdichte Abschluß des Schachtausbaues stattfinden soll, so hängt man wohl zur Vereinfachung des Löffelns, wie in Fig. 26, Taf. XVII, angegeben, einen Löffelcylinder in den vorgebohrten Schacht. Um demselben eine sichere Auflage zu geben, stellt man durch eine geringere Erweiterung des Schachtes um circa 20—25 cm eine Brüstung her, auf welche der mit *b* bezeichnete eiserne Ring zu liegen kommt. Ist der Löffel voll, so zieht man denselben mittels des in Fig. 27 abgebildeten Glockenfängers heraus. Die Mutterschraube desselben paßt genau über die Vaterschraube *a* des Löffels; siehe Fig. 28.

Fig. 1—5.



§ 20. Die Arbeit mit dem Erweiterungsbohrer erfolgt in derselben Weise wie mit dem kleinen Bohrer, nur gibt man eine kleinere Hubzahl, 10—20 in der Minute. Als Zwischenstücke werden bei geringen Tiefen die Rutschschere, bei größeren Tiefen der oben beschriebene Kind'sche Freifallapparat oder der in Fig. 6 und 7, Taf. XVI, abgebildete Freifallapparat angewendet, dessen Beschreibung in § 37 erfolgen wird.

Fig. 6—8.



Beispiele. 1. Die bereits in § 16 erwähnten beiden Schächte bei Ghlin in Belgien wurden von 1,4 m auf 4,4 m erweitert. In einem der beiden Schächte bohrte man mit dem Freifallapparat unter Benutzung eines 15 000 kg. schweren Meißels; die Bohrleistung betrug 0,28 m in der vollständigen Schicht. In dem andern Schachte erzielte man beim Erweitern unter Anwendung der Rutschschere und eines 19 000 kg. schweren Meißels nur einen Bohrfortschritt von 0,17 m pro Schicht.

2. Ueber die Erweiterung der beiden in § 16 erwähnten Bohrschächte bei Marsden in England liegen folgende Resultate vor:

	Schacht I	Schacht II
Durchmesser des erweiterten Schachtes	4,3 m	4,5 m
Gewicht des großen Bohrers	16 000 kg	16 000 kg
Durchschnittliche Bohrleistung in 12stündiger Schicht im Dolomit	0,196 m	0,215 m
Durchschnittliche Bohrleistung in 12stündiger Schicht im Kohlengebirge	0,209 m	0,235 m
Durchschnittliche reine Bohrzeit pro Schicht	7 Std. 31 Min.	6 Std. 35 Min.
Zeitaufgang zum Aufholen, Einhängen und Auswechseln des Bohrers pro Schicht	1 Std. 40 Min.	1 Std. 13 Min.
Zeitaufgang zum Löffeln pro Schicht	1 Std. 37 Min.	2 Std. 32 Min.

3. Über die Leistung bei der Erweiterung einiger der in § 16 unter 3 angeführten Schächte gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

Bezeichnung der Schächte	Des erweiterten Schachtes		Durch- schnittliche tägliche Bohrleistung m	Bezeichnung der vorwiegend durch- bohrten Gesteine
	Durch- messer m	Tiefe m		
L'Hôpital I in Lothringen	2,5	136,6	0,43	Sandstein
St. Vaast in Belgien	4,25	98	0,32	Kreidemergel
L'Escarpelle I in Belgien	3,85	104	0,83	Kreide
Dahlbusch III in Westfalen	4,3	88,2	0,65	Feste Mergel
„ IV „ „	4,9	75,0	0,6	Desgl.

§ 21. Kosten des Abbohrens. Die Kosten des eigentlichen Abbohrens der Schächte, ohne Anrechnung der Ausgaben für die Anschaffung der Bohrgeräte, Maschinen u. s. w., sind meistens erheblich geringer als die Kosten für die wasserdichte Schachtauskleidung.

Aus folgender Tabelle läßt sich eine Vorstellung über diese reinen Bohrkosten gewinnen.

Bezeichnung der Schächte	Durchmesser des cuelirten Schachtes	Gesamt- Kosten des Abbohrens	Kosten pro Meter des cuelirten Schachtes
	m	Mark	Mark
L'Hôpital I in Lothringen	1,8	74 410	516 ¹⁷⁾
„ II „ „	3,4	113 327	792 ¹⁸⁾
„ III „ „	2,5	60 404	384
St. Marie in Belgien	1,93	14 864	240
St. Barbe in Belgien	3,5	18 830	342
L'Escarpelle I in Belgien	3,2	22 174	220
Marsden I in England	3,84	74 340	876
„ II „ „	4,17	59 280	681
Dahlbusch, Wetterschacht, in Westfalen	1,9	29 997	197

§ 22. Kosten der maschinellen Einrichtungen. Eine Uebersicht derselben, soweit sie die Bohrgeräte, die Bohrmaschine, den Dampfhaspel, die Kessel und die Apparate für die Einlassung der Cuvelage und Betonirung betreffen, ist für einige größere Ausführungen im folgenden gegeben. Für kleinere Ausführungen werden sich diese Kosten erheblich reduzieren, besonders in den Fällen, in welchen nicht mit Maschinen gebohrt wird.

Bezeichnung der Schächte	Kosten der maschinellen Einrichtungen
L'Hôpital I in Lothringen	29 860 Mark
L'Hôpital II in Lothringen	46 295 „
Meurchin I in Nord-Frankreich	52 000 „

¹⁷⁾ Die verhältnismäßig hohen Kosten beim Schacht L'Hôpital I rühren daher, daß dieser der erste gewesen ist, welcher in sehr festem Gebirge abgebohrt wurde, wofür Erfahrungen noch nicht vorlagen.

¹⁸⁾ Dieser Schacht wurde zuerst von 1,37 auf 2,5 m und dann auf 4,10 m erweitert.

Bezeichnung der Schächte	Kosten der maschinellen Einrichtungen
Dahlbusch II in Westfalen	26 000 Mark
Dahlbusch III und IV in Westfalen je	83 250 „ ¹⁹⁾
Marsden I und II in England je	41 200 „ ²⁰⁾

c. Das Einhängen der Schachtauskleidung.

§ 23. Die Schachtauskleidung (Cuvelage). Da dieselbe wasserdicht sein muß, so sucht man mit möglichst wenig Dichtungsstellen auszukommen. Aus diesem Grunde stellt man die Cuvelage am zweckmäßigsten durch Aufbauen von eisernen Cylinder-Ringen her, die aus einem Stück gegossen sind²¹⁾. Man bekommt auf diese Weise nur so viele horizontale Dichtungsflächen, als Ringe zur Cuvelage verwendet werden. Die Konstruktion der einzelnen Ringe hängt von dem Schachtdurchmesser und dem auszuhaltenden Drucke ab. Sind diese nur klein, so genügt es, den am äußeren Umfange stets glatten Ringen oben und unten eine Flansche zu geben, in welcher sich Löcher zur Aufnahme von Schraubenbolzen befinden; durch letztere werden die Ringe nach eingelegtem Dichtungsmaterial untereinander verbunden.

Die Zahl der je zwei Ringe verbindenden Bolzen beträgt für lichte Weiten der Cuvelage von 1,8 m zwanzig, für Weiten von 3,5—4 m fünfzig bis sechzig. Die Stärke der aus bestem Eisen hergestellten Schraubenbolzen braucht 0,03 m nicht zu überschreiten.

Bei größerem Schachtdurchmesser und erheblichen Druckhöhen erhalten die Ringe an der Innenseite noch eine oder mehrere Verstärkungsrippen. Die in Fig. 30, Taf. XVII, angegebenen Ringe sind mit einer solchen Rippe versehen.

Die Höhe eines Cuvelageringes richtet sich ebenfalls nach dem Durchmesser des Schachtes; sie nimmt mit der Größe desselben ab und beträgt im Minimum 2,5 m; für kleine Schachtdurchmesser geht man bis 2 m.

Den äußeren Durchmesser des Cuvelageringes macht man mindestens 0,40 m kleiner als den Durchmesser des abgebohrten Schachtes. Man kann die Cuvelageringe auch aus einzelnen Segmenten von schmiedeisernem Blech herstellen. Die Segmente werden mittels angenieteteter Flanschen durch Schraubenbolzen miteinander verbunden. Man erhält auf diese Weise allerdings sehr viele Dichtungsflächen; da aber Cuvelageringe nicht gut von größerem Durchmesser als 4,5 m gegossen und per Eisenbahn transportirt werden können, so ist man, soll der Schacht einen größeren Durchmesser als 4,5 m erhalten, zur Anwendung solcher aus Schmiedeeisen hergestellter Ringe gezwungen.

Holz für die Cuvelage zu verwenden, wie dies früher wohl geschah, hat sich für größere Druckhöhen des Wassers nicht bewährt²²⁾.

¹⁹⁾ Ohne die Kosten des großen Meißels.

²⁰⁾ Ohne die Kosten der Kessel.

²¹⁾ In Deutschland ist es besonders die Firma Haniel u. Lueg in Düsseldorf, welche sich in der Herstellung großer Cuvelageringe Ruf erworben hat.

²²⁾ Hölzerne Cuvelage wandten Mulot u. Kind an. Die betreffenden Beschreibungen finden sich bei: Lévy. Description du procédé employé par M. Mulot. Bull. min. 1861/62. Serie I. Bd. 7.

Als Dichtungsmaterial legt man zwischen die Flanschen zweier Ringe 2—3 mm dicke Bleiringe ein, welche etwas breiter sind wie die Flanschen der Cuvelageringe. Nach dem Zusammenschrauben letzterer wird das herausgepreßte Blei von außen in die Dichtungsfugen gestemmt.

Um die Stellen, wo die Schraubenbolzen durch die Flanschen gehen, dicht zu bekommen, läßt man Mutter und Kopf des Bolzens nicht direkt gegen die Flanschen drücken, sondern man legt gegen letztere zunächst breitere Ringe aus bestem Kupferblech von 2 mm Dicke an; darüber kommt noch ein Eisenring von 5 mm Dicke und dann erst die Mutter, beziehentlich der Kopf des Bolzens zu liegen. Für nicht sehr hohen, von der Cuvelage auszuhaltenden Druck genügt es, den Schraubenbolzen unterhalb des Kopfes und der Mutter mit Hanf zu umwickeln, der vorher mit einer Mischung von Mennige und Bleiweiß mit Leinöl getränkt worden ist. Beim Anziehen der Mutter preßt sich dann der Hanf in die etwa vorhandenen Fugen.

Vor dem Einhängen ist jeder einzelne Cuvelagering einer Druckprobe zu unterwerfen²³⁾. Ferner muß man sich davon überzeugen, daß die einzelnen Ringe genau aufeinander passen, insbesondere ist zu prüfen, ob die Löcher für die Schraubenbolzen miteinander korrespondiren; eventuell ist nachzubohren. Jenen Löchern ovale Formen zu geben ist verwerflich. Vor dem Einhängen endlich ist jeder Ring noch mit einem Menniganstrich zu versehen.

§ 24. Wandstärke der Cuvelage. Dieselbe nimmt von unten nach oben ab. Zur Berechnung der Wandstärken gußeißerner Cuvelageringe dient die von Chaudron gegebene Formel:

$$\delta = 0,02 + \frac{p \cdot R}{500},$$

in welcher δ die gesuchte Wandstärke, in Metern ausgedrückt, p den Druck in kg pro qcm der äußeren Wandfläche, R den Halbmesser in m und 500 die zulässige Belastung in kg pro qcm bedeuten.

Beispiele über Wandstärken werden in § 27 (S. 327) gegeben werden.

§ 25. Der Boden der Cuvelage. Alle Methoden des Einhängens der Cuvelage in den abgebohrten Schacht beruhen darauf, dieselben im Wasser des letzteren schwimmend zu erhalten. Die Cuvelage muß deshalb einen Boden, auch falscher Boden genannt, bekommen. Durch das Schwimmenderhalten der Cuvelage wird man allein Herr über das große Gewicht derselben für tiefe Schächte, das bis 600 000 kg und höher steigen kann. Da eine Cuvelage so viel an Gewicht im Wasser verliert, als sie verdrängt, so wird sie, bis zu einer gewissen Tiefe eingelassen, überhaupt nicht mehr sinken. Um das Einsinken zu ermöglichen, muß man dann Wasser in den Cuvelageschacht treten lassen. Hierfür gibt es zwei Mittel.

Wendet man die von Chaudron erfundene Gleichgewichtsröhre g , siehe Fig. 30, Taf. XVII, an, so kann man durch Hähne, welche an dieser Röhre angebracht sind, so lange Wasser aus derselben in den schwimmenden Cuvelagecylinder

S. 322. — Ponsou. *Traité de l'exploitation des mines de houille*. 1. Aufl. Bd. I. S. 452. — Beer. *Erdbohrkunde*. S. 360. — Haardt. *Beschreibung des nach Kind'scher Bohrmethode niedergebrachten und wasserdicht verzmimmerten Schachtes auf der Steinkohlenmutung König Leopold*. Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 167.

²³⁾ Ueber die Vorrichtungen zu dieser Prüfung vergl. H. Lu eg. *Ueber Schachtbohrungen*. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 198.

treten lassen, bis er zu sinken anfängt. Benutzt man diese Gleichgewichtsröhre nicht, wie es bei dem von Bourg angewandten System der Einbringung der Cuvelage der Fall ist, so hat man einen vollen Boden, wie in Fig. 24, Taf. XVII, angegeben, und muß man dann von oben Wasser in den Cuvelagecylinder gießen oder durch ein Rohr einleiten, wozu man zweckmäßig einen Heber anwendet, dessen einer Schenkel zwischen Cuvelage und Schachtstoß eingeführt wird.

§ 26. Das Senkzeug dient dazu, die Cuvelage in den Schacht zu senken. Es wird auf den abgestrebten horizontalen Balken montirt, welche die Schienenbahn für die in Fig. 39 und 40 mit *w* bezeichneten Wagen tragen. Das Senkzeug besteht in der Regel aus sechs 8—10 cm starken Schrauben; für Schächte bis 1,8 m Weite genügen auch deren vier. Jede dieser in Fig. 37 und 38, Taf. XVII, mit *s* bezeichneten Schrauben geht durch eine bronzene Mutter, auf deren Nabe ein konisches Zahnrad *r* gekeilt ist. In dieses Zahnrad greifen zwei kleinere konische Räder *c* ein, deren Axen die Handkurbeln *k* tragen. Die Lagerböcke dieser Axen sind durch eine gußeisernerne Fundamentplatte miteinander verbunden. Jede Senkschraube steht mit den Senkstangen, welche an der Cuvelage befestigt werden, durch drehbare Bügel, welche eine Mutterschraube tragen, in Verbindung.

§ 27. Das Einsenken der Cuvelage. Methode Chaudron mit Abdichtung durch Moosbüchse. Die Moosbüchse besteht, wie aus Fig. 29 und 30, Taf. XVII, zu ersehen ist, aus einem gußeisernen Ringe *c*, dessen obere, mit Löchern versehene Flansche nach innen, dessen untere Flansche aber nach außen steht. Diese letztere geht fast bis an die Schachtstöße; der Zwischenraum beträgt nur 2—4 cm. Ueber diesen Ring *c* ist ein anderer *b*, die Moosbüchsenbrille, von gleicher Form wie jener, geschoben, nur daß dessen obere Flansche ebenfalls Löcher besitzt. Durch diese gehen lose die in Fig. 30 mit *a* bezeichneten Anker, an welche der untere Ring der Moosbüchse gehängt wird.

Zum Einsenken²⁴⁾ der Cuvelage müssen nun zunächst die Senkzeuge in der Weise montirt werden, daß die Schrauben in gleichen Längen niederhängen; alsdann wird der die Schachtöffnung schließende Arbeitsboden entfernt und durch zwei starke Balken ersetzt, auf welche man zunächst die Moosbüchse stellt. Alsdann wird der Mantel (Brille) der Moosbüchse aufgesetzt; diesem folgt der erste Cuvelagering. Die Dichtung geschieht in beschriebener Weise. Nachdem nun die Anker angebracht sind, welche die Moosbüchse mit dem Mantel verbinden, wird der Boden an die Mittelrippe des Ringes angeschraubt und verdichtet.

Der nächstfolgende Ring trägt die Augen für die Befestigung der Senkgestänge *bb*; siehe Fig. 30, Taf. XVII. Diese werden nunmehr mit den Senkschrauben verbunden und die, wie beschrieben, zusammengestellten drei Ringe mittels des Senkzeuges gehoben. Da die Anker der Moosbüchse lose sind, so bleibt diese letztere auf der Bühne stehen. Die beiden Flanschen der Moosbüchse werden nun mit Weidenbrettchen von 2 cm Dicke armirt und zunächst Bretter von Flansche zu Flansche auf die ebenerwähnten Brettchen festgenagelt; dann wird der Raum zwischen dieser provisorischen Wand und der Büchse mit gut geklopftem Waldmoos so fest wie möglich ausgestopft. Nunmehr entfernt man die Verschaltung wieder und die Garnirung der Moosbüchse ist vollendet. Zum Schlusse wird

²⁴⁾ B. Schulz. Das Schachtabbahren nach dem System Kind-Chaudron. Preuß. Zeitschr. 1879, Bd. 27 B. S. 43.

das Moospolster, um es vor Beschädigungen beim Passiren der Schachtwände zu schützen, mit einem starken Fischernetze umzogen. Hiermit sind die Vorbereitungen zum Niederlassen der Cuvelage beendet; die zusammengestellten Ringe werden mittels der Senkzeuge gelüftet und nach Entfernung der Bühnenbalken bis zum Wasserspiegel niedergelassen.

Nunmehr werden die Senkgestänge auf sechs über die Schachtöffnung gelegten Balken mittels der früher beschriebenen Abfanggabeln abgefangen, die Senkstangen abgeschraubt, ein neuer Ring auf die Bühnhölzer gesetzt, die Senkstangen wieder mit dem Senkzeuge verbunden und der Ring mittels der Kabelmaschine nach Entfernung der Balken niedergelassen, um mit den bereits im Schachte hängenden Cuvelagen verschraubt zu werden. Die Bleidichtung wird hier von außen verstemmt, wie dies bereits früher erwähnt wurde.

Mittlerweile wird das in der Mitte der Cuvelage befindliche Gleichgewichtsrohr verlängert und durch Holzstücke festgespreizt. Die Cuvelagesäule wird nun um die Höhe eines Ringes abgesenkt und dann, wie oben beschrieben, ein neuer Ring u. s. f. aufgesetzt. Als bald wird die Cuvelage ein geringeres Gewicht haben als die verdrängte Wassersäule und wie ein Schiff im Wasser schwimmen; man öffnet dann einen der in der Gleichgewichtsröhre angebrachten Hähne, um Wasserballast zufließen zu lassen und zwar ein solches Quantum, daß eine jede der sechs Senkstangen auf einen bestimmten, vorher berechneten Zug in Anspruch genommen wird. Der Bohrmeister handelt dabei in der Regel nach dem Gefühl, indem er die Stangen mit der Hand seitlich hin und her bewegt und nach dem Widerstande auf die ungefähre Inanspruchnahme schließt.

Sobald die Flansche der Moosbüchse die Sohle des Schachtes berührt, läßt man das ganze Gewicht der Cuvelagesäule auf das Moospolster niedersinken; unter dieser großen Belastung wird dasselbe auf ganz geringe Höhe zusammengedrückt und bewirkt auf diese Weise einen vollkommen dichten Abschluß.

Man kann annehmen, daß in den bisherigen Ausführungen die Moosbüchse durchschnittlich bis auf $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ ihrer ursprünglichen Höhe zusammengedrückt wird und der Druck pro qem Moos-Ringfläche 30—40 kg beträgt.

Unter normalen Verhältnissen ist es möglich, vier Ringe täglich einzuhängen.

Beispiele für die Cuvelage nach Chaudron'schem System und Kosten finden sich in umstehender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

§ 28. Methode von Bourg, ohne Gleichgewichtsrohr und ohne Moosbüchse²⁵⁾. Bourg nietet an den Boden der Cuvelage, wie Fig. 24, Taf. XVII, zeigt, ein Führungsstück *c* an, das aus vier starken, übers Kreuz gestellten, nach unten umgebogenen U-Eisen besteht²⁶⁾. Dieses Führungsstück hat den Zweck, die Cuvelage bei Erreichung der Schachtsohle in genaue lotrechte Stellung zu bringen. Um dies zu erzielen, ist der Schacht unter seiner Sohle noch einige Meter tiefer mit einem Durchmesser abgebohrt worden, der einige Centimeter größer ist als derjenige des Führungsstückes, sodaß letzteres in diesem kleinen Vorschacht Platz hat.

²⁵⁾ Bautier u. Mativa; a. a. O. S. 118.

²⁶⁾ In Fig. 24 ist irrthümlicher Weise statt dieser vier U-Eisen ein Cylinder gezeichnet worden.

Bezeichnung der Schächte.

	L'Hôpital in Lothringen		St. Barbe in Belgien		L'Escarpelle in Belgien		Marsden in England		Dahlbusch in Westfalen	
	Schacht I	Schacht II	Förder- schacht	Wetter- schacht	Schacht I	Schacht II	Schacht I	Schacht II	Wetter- schacht	Schacht II
Höhe der Cuvelage	144 m	143 m	101 m	102 m	55 m	101 m	87 m	99 m	103 m	
Lichte Weite der Cuvelage	1,8 m	3,4 m	3,2 m	2,2 m	3,5 m	3,2 m	4,17 m	1,9 m	3,65 m	
Höhe eines Cuvelageringes	2,0 m	1,5 m	1,5 m	2	1,5 m	1,5 m	1,5 m	2,0 m	1,5 m	
Breite der Flanschen	0,07 m	0,08 m	0,08 m	0,080 m	?	0,08 m	0,090 m	0,090 m	0,08 m	
Dicke der Flanschen	0,03 m	0,04 m	0,04 m	0,040 m	?	0,04 m	0,050 m	?	0,04 m	
Zahl der Verstärkungsrippen	2	2	1	1	2	1	2	?	1	
Breite der Verstärkungsrippen	0,025 m	0,04 m	0,08 m	0,080 m	?	0,08 m	?	?	?	
Dicke der Verstärkungsrippen	0,04 m	0,04 m	0,04 m	0,040 m	?	0,04 m	?	?	?	
Anzahl der Cuvelageringe	80	94	67	51	34	67	58	48	68	
Kleinste Wandstärke der Ringe	0,028 m	0,028 m	0,030 m	0,030 m	0,030 m	0,030 m	0,025 m	Mittel	0,030 m	
Größte Wandstärke der Ringe	0,046 m	0,26 m	0,045 m	0,036 m	0,040 m	0,045 m	0,040 m	0,030 m	0,048 m	
Zahl der Wandstärken-Stufen	7	9	?	3	3	?	?	?	7	
Zunahme der Wandstärke pro Stufe	0,003 m	0,004 m	?	0,003 m	0,005 m	?	?	?	0,003 m	
Gewicht der ganzen Cuvelage inkl. Schrauben- bolzen und Dichtung	258000 kg	635000 kg	355379 kg	230000 kg	200000 kg	355379 kg	406000 kg	192000 kg	462474 kg	
Kosten der ganzen Cuvelage	63662 M	135376 M	70318 M	?	51794 M	70318 M	98960 M	55049 M	117248 M	
Kosten pro steigendes Meter	444 M	946 M	696 M	?	?	696 M	1164 M	556 M	1138 M	
Kosten der Betonierung im ganzen	9448 M	12000 M	7309 M	?	?	7309 M	?	8190 M	11313 M	
Kosten pro steigendes Meter	65 M	82 M	72 M	?	?	72 M	?	84 M	110 M	
Kosten der Herstellung des Fußes der Cu- velage (Picotage)	4807 M	8000 M	8000 M	?	?	8000 M	?	5464 M	11313 M	

Im übrigen verfährt Bourq beim Einsenken, wie in § 23 beschrieben, nur daß er in Ermangelung der Gleichgewichtssäule Wasser in die Cuvelage gießt oder durch ein Rohr von oben hereinführt. Ferner benutzte er zum Senken nur ganz kurze Ankerstangen, die nicht verlängert werden, da dieselben die Cuvelage in der Weise tragen, daß ihr unteres umgebogenes Ende unter die oberste Flansche des vorletzten Cuvelageringes greift. Der Zwischenraum zwischen der Außenwandung der Cuvelage und den Schachtstößen beträgt bei diesem Verfahren 25 cm.

§ 29. Methode von Chavatte, ohne Moosbüchse, aber mit Gleichgewichtsrohr²⁷⁾. Chavatte gibt der Cuvelage den in Fig. 33, Taf. XVII, angegebenen Abdichtungsring (Schuh). Die Flanschen desselben schneiden nach innen bündig mit der Flansche des auf diesen Abdichtungsring gesetzten untersten Cuvelageringes ab. An der Außenseite ist ersterer im oberen Teile cylindrisch, im unteren konisch geformt und zwar aus folgenden Gründen: Der Schacht wird, wie Fig. 34, Taf. XVII, für einen Stoß (linke Seite) zeigt, nicht mit vollem Durchmesser bis zur Sohle abgebohrt, beziehentlich erweitert; es werden vielmehr durch Ausschaltung der äußersten Schneiden des Bohrers zwei Strossen von 4—8 cm Breite und 0,35 m Höhe hergestellt. Beim Einsenken der Cuvelage soll nun der Abdichtungsring diese Strossen wegsprengen, zermalmen und auf diese Weise ein wasserdichtes Anschließen der cylindrischen Teile des Schuhs gegen die Schachtstöße erzielt werden. In Fig. 33 sind die vom Abdichtungsringe weggesprengten Strossen gestrichelt angegeben.

In der That ist es Chavatte gelungen, nach der beschriebenen Methode in einem Schachte einen wasserdichten Abschluß der Cuvelage zu erzielen; zwischen den Außenwandungen letzterer und den Schachtstößen blieb ein 14 $\frac{1}{2}$ cm weiter Raum für die Betonirung.

§ 30. Betonirung des Raumes zwischen Cuvelage und Schachtstößen. Die Betonfüllung zwischen Cuvelage und Gestein hat bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren nicht nur den Zweck, den durch die Moosbüchse erzielten Wasserabschluß zu vervollständigen, sondern sie dient außerdem zum Schutze und zur Verstärkung der Cuvelage. Bei den Verfahren von Bourq und Chavatte ist der Hauptzweck der Betonfüllung indes die Erzielung völliger Wasserdichtigkeit am Abschlußringe der Cuvelage.

Zur Betonirung werden in der Regel besonders konstruirte Löffel benutzt, die, wie aus Fig. 31 und 32, Taf. XVII, zu entnehmen ist, aus zwei nach den Wandungen der Cuvelage gebogenen Blechen bestehen, welche seitlich durch Holzleisten oder starke Flacheisenstäbe geschlossen sind. Der Boden wird durch zwei Klappen verschlossen gehalten, von denen die eine die andere trägt. An erstere ist ein dünnes Seil befestigt, das durch die Greifzange *a b* straff gehalten wird. Letztere hängt an der Platte *z* und diese mittels eines Wirbels am Löffelseile. Wird der mit Beton gefüllte Löffel eingelassen und setzt auf die Schachtsohle auf, so öffnet sich beim weiteren Nachlassen des Seiles die Greifzange *a b*, diese läßt das zur Klappe führende Seil fahren, die Klappe öffnet sich und der Beton kann auslaufen. Letzteres wird durch Anheben des Löffels noch befördert.

Die beschriebene, von Chavatte erfundene Löffelkonstruktion ermöglicht es, mit nur einem Seile zu operiren, während man sonst deren zwei dazu nötig hat. Zum Einlassen und Heraufholen der Löffel dient ein Haspel. Wendet man

²⁷⁾ Chavatte. Creusement du puits de Quièvrechain. Bull. min. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 781.

den beschriebenen Löffel an, so genügt ein Haspel für zwei Löffel; während der eine eingelassen wird, kommt der andere herauf. Man kann auf diese Weise noch einmal so schnell betoniren, wie mit Löffeln, zu deren Handhabung zwei Seile erforderlich sind. Auch spart man die Hälfte der Bedienungsmannschaften.

Für große Schachtdimensionen benutzt man vier Löffel. Es ist gut, mit dem Löffel den eingebrachten Beton von Zeit zu Zeit einzustampfen.

Zur Einbringung des Betons kann man statt der Löffel auch circa 125 mm weite Gasröhren benutzen, welche oben mit einem Trichterstück versehen werden. Diese Röhren werden hinter der Cuvelage eingesenkt und in dem Maße, wie der Betonmantel höher wird, emporgezogen und abgeschraubt. Was die Leistungen beim Betoniren anlangt, so kann man unter Anwendung von durch zwei Seile und Haspel gehandhabten Löffeln nur 2—4 m täglich betoniren; benutzt man die Chavatte'schen Löffel, so gelingt die Betonirung von 10 m, beim Gebrauch von Röhren sogar von 20 m täglich.

§ 31. Betonmischungen. Es gilt als zweckmäßig, den Cementzusatz von der Tiefe nach oben hin abnehmen zu lassen.

Chavatte benutzte folgende Mischungen in Tiefen von

	137—135 m	135—120 m	120—70 m
Portlandcement.	6 Teile	2 Teile	1 Teil
Romancement	— „	1 „	1 „
Traß	1 „	1 „	1 „
gepulverten hydraulischen Kalk	1 „	1 „	1 „
zweimal gewaschenen Sand . .	1 „	1 „	1 „

Kind-Chaudron wenden folgende Mischung an: 3 Teile gepulverten hydraulischen Kalk, 3 Teile Andernacher Traß, 3 Teile Sand, 1 Teil Portlandcement.

Ueber die Höhe der Kosten von Betonirungen gibt die am Schlusse des § 27 befindliche Zusammenstellung Aufschluß. Diese Kosten schwanken zwischen 65 und 110 Mark pro steigendes Meter.

d. Die Fertigstellung des Schachtes.

§ 32. Das Ausziehen des Wassers. Nach der Erhärtung des Betons, wozu man ihm 1—2 Monate Zeit lassen sollte, zieht man die Wasser in doppelkonischen Tonnen aus Eisenblech, die am unteren Ende durch ein Tellerventil geschlossen sind. Diese Tonnen werden mittels der Treibmaschine an einem genügend starken Seile gehandhabt. Mit dem Fallen des Wasserspiegels werden, falls man unter Anwendung eines Gleichgewichtsrohres gesenkt hat, die einzelnen Stücke desselben ausgebant. Ist der Boden erreicht, so kann derselbe nur dann ohne weiteres ausgebant und zu Tage gehoben werden, wenn man ein Gleichgewichtsrohr benutzte, weil man dann am Stand des Wassers in letzterem erkennen kann, ob der wasserdichte Abschluß gelungen ist.

Senkt man die Cuvelage nach der Methode von Bourg ein, also ohne Gleichgewichtsrohr, so kann man sich davon, ob unter dem Boden kein unter Druck stehendes Wasser vorhanden ist, nur dadurch überzeugen, daß man eine enge Verbindung zwischen Cuvelageraum und Schachtsohle herstellt. Bourg erreicht diesen Zweck auf folgende Weise²⁸⁾: Eine der Schrauben, welche, siehe Fig. 25,

²⁸⁾ Edm. Bautier et H. Mativa. Notices sur quelques faits relatifs aux fonçages de puits à niveau plein. Revue univ. d. mines. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 121.

Taf. XVII, den Boden mit dem untersten Cuvelagering verbindet, ist in der in Fig. 25 a angegebenen Weise durchbohrt. Löst man nun die Mutter dieser Schraube, so wird, falls der Wasserabschluß nicht geglückt ist, am Umfange des Schraubenbolzens Wasser dauernd herauspritzen.

§ 33. Fuß der Cuvelage. Damit beim Weiterabteufen des Schachtes die Cuvelage nicht etwa abrutsche, muß man ihr einen sicheren Fuß geben. Zu dem Ende teuft man den Schacht ohne Schießarbeit 3—4 m ab, bei unsicherem Gebirge am besten in einzelnen Strossen, wie in Fig. 36, Taf. XVII, angegeben worden ist. Auf die geebnete Schachtsohle legt man dann einen Kranz aus Eichenholz, den man fest gegen die Schachtstöße verkeilt. Auf diesen Kranz kommen, wie aus Fig. 35 und 29 zu erkennen ist, zwei gußeiserne, aus einzelnen Segmenten zusammengeschaubte Kränze zu liegen, die ebenfalls gegen die Schachtstöße verkeilt werden. Der obere dieser beiden Kränze dient als Träger für eine Anzahl von Kränzen, welche die eigentliche Anschlußcuvelage gegen die Moosbüchse, beziehentlich den Abdichtungsring des Cuvelageschachtes bilden. Diese Kränze bestehen aus einzelnen Segmenten, die miteinander verschraubt werden. Auch die horizontalen Flanschen der einzelnen Kränze verbindet man wohl durch Schraubenbolzen.

Bevor der letzte dieser Kränze unter dem Cuvelageschacht eingebracht wird, betonirt man hinter denselben aus. Der oberste Kranz erhält nach hinten einen Ansatz, damit er beim Picotiren des zwischen ihm und der Moosbüche, beziehentlich dem Abdichtungsringe des Cuvelageschachtes eingebrachten Holzkranzes nicht ausweichen kann.

Ueber die bei der Herstellung des Fußes der Cuvelage in einigen Fällen erwachsenen Kosten siehe die § 27 beigefügte Zusammenstellung.

§ 34. Gesamtkosten und Leistungen. Ueber dieselben gibt folgende Tabelle Aufschluß. Die Zahlen, welche die Kosten der Schächte angeben, enthalten nur 33% der Ausgaben, welche durch Anschaffung der Bohrgeräte und Maschinen erwachsen sind, da letztere in den meisten Fällen wieder zu 67% ihres Anschaffungspreises verwertet werden konnten.

Bezeichnung des Schachtes	Kosten des Schachtes		Durchmesser d. Schachtes		Tiefe des cuvelirten Schachtes m	Dauer der Schacht- herstellung Monate	Durch- schnittliche Leistung im Monat m	Bezeichnung des durchsunkenen Gebirges
	m ganzen M	pro Meter M	ge- bohrt m	licht m				
L'Hôpital II in Lothringen	321497	2248	4,25	3,4	143	36	4,42	Sandstein
L'Hôpital I „ „	292145	1335	2,5	1,8	144	42	3,97	Desgl
St. Vaast in Belgien . .	167481	2480	4,25	3,65	98	29	3,38	Kreide-Mergel und Sand
Liévin III im Departement Pas-de-Calais	158400	1780	4,3	3,65	89	12	7,41	Kreide, Thon
L'Escarpelle I, Departement du Nord, Frankreich	140035	1384	3,2	2,2	101	11	9,9	Sand und Kreide
St. Barbe in Belgien . .	120356	2201	4,25	3,5	55	18	5,03	Mergel, Thon, Sand
St. Marie in Belgien . .	51566	829	2,32	1,82	105	13	8,09	„ „ „
Dahlbusch in Westfalen, Wetterschacht	126537	1252	2,52	1,9	99	24	4,2	Mergel
Dahlbusch Schacht III . .	501770	3078	4,3	3,65	88	10,5	9,5	„
Dahlbusch Schacht IV . .			4,3	3,65	75	10,7	7,5	„
Schacht I } der Whithorn Kohlengesell-	338240	3980	4,3	3,84	85	20	4,2	} Vorwiegend Do- lomit
Schacht II } schaft bei Marsden, Engl.	298340	3430	4,5	4,17	87	23	3,7		Wenige Meter Kohlengebirge

II. Verfahren von Lippmann²⁹⁾.

§ 35. Allgemeines. Mit einem Bohrer, welcher beim Kind-Chaudron'schen Verfahren benutzt wird, der also einen aus vielen einzelnen Schneiden hergestellten Meißelbohrer mit gerader Schneide vorstellt, ist es durchaus unvorteilhaft, einen Schacht von mehr als $2\frac{1}{2}$ m Durchmesser abzubohren. Um die beim Umsetzen wegzusprengenden Gesteinsstossen an der Peripherie des Schachtes nicht zu groß werden zu lassen, müßte der Umsetzungswinkel so klein genommen werden, daß der Arbeitseffekt ungemein herabgezogen würde. Der kleine Umsetzungswinkel hätte ferner ein Abrutschen des Meißels zur Folge, was von schädlichem Einfluß auf die Form des Schachtes wäre. Endlich würde ein so großer einschneidiger Meißel beim Gebirgswechsel und geneigter Schichtenstellung verschieden tief eindringen, eine schiefe Lage annehmen und der Bohrschacht vom Lote abweichen.

Um mit einem Bohrer Schächte von größerem Durchmesser als $2\frac{1}{2}$ m abbohren zu können, mußte also ein mehrschneidiger Meißel konstruiert werden, was auch dem französischen Ingenieur M. E. Lippmann gelungen ist. Der größere Durchmesser des abzubohrenden Schachtes bedingte auch eine andere Löffelform. Wird endlich noch darauf hingewiesen, daß das Lippmann'sche Verfahren die Anwendung der Gleichgewichtsröhre umgeht und man bei demselben zur Bewegung des Bohrschwengels eine rotirende Dampfmaschine benutzt, die gleichzeitig den Kabel betreibt, so wären damit die principiellen Unterschiede zwischen diesem Verfahren und demjenigen von Kind-Chaudron erschöpft. Darauf, daß Lippmann beim Bohren eisernes Gestänge und einen besonderen Freifallapparat benutzt, kommt um so weniger etwas an, als die Anwendung des ersteren und letzteren bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren nicht ausgeschlossen ist. Ebenso wenig ist das Fehlen des Gleichgewichtsrohres dem Lippmann'schen Verfahren allein eigentümlich.

§ 36. Der Bohrer; siehe Fig. 4 und 5, Taf. XVII. Die Schneiden dieses Bohrers bilden ein doppeltes Y (><); sie sind in dem Meißelträger e mittels Doppelkeilen befestigt und ist die mittlere große Schneide u konvex gekrümmt, während die Schneiden s eine geradlinig verlaufende Schärfe besitzen. Die Endschneiden e sind nach dem Radius des Bohrloches gebogen. Durch den Schaft des Bohrers geht die Traverse a , welche zur Führung beim freien Fall des letzteren dient. Das Gewicht des Bohrers beträgt circa 20 000 kg. Die Kosten desselben einschließlich des noch zu beschreibenden Freifallapparates wurden im Jahre 1874 zu 48 000 M angegeben.

§ 37. Der Freifallapparat; siehe Fig. 6 und 7, Taf. XVII. Dieser von Degoussée u. Laurent erfundene Apparat besteht aus zwei Greifhebeln d , welche in der gezeichneten Stellung den Kopf o des Bohrschaftes p festhalten. Dies ist die Stellung beim Aufgange des Bohrers. Wird derselbe so weit gehoben, daß die Klinken c und c' gegen die fest im Bohrschacht stehenden Stifte ss stoßen, so werden sie nach unten gedrückt und lösen die Greifhebel $d d$ aus, welche nun

²⁹⁾ Bautier et Mativa; a. a. O. S. 194. — H. Lueg. Schachtabbohrungen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 449. — A. Demmler. Boring shafts etc. in Westfalia. Transactions of the Manchester geological society. 1878.

den Kopf *o* des Bohrers fahren lassen müssen, da diesen sein Eigengewicht niederzieht. Beim Nachsenken des Gestänges ziehen die Federn *f* die Klinken *c c'* wieder in die gezeichnete Lage und stützen die Greifhebel, welche ebenfalls durch Federn stets in die angegebene Stellung gedrückt und sich nur öffnen werden, wenn sie beim Niedergange den Kopf *o* des nun auf der Schachtsohle aufruhenden Bohrers wieder fangen.

Um die Anschlagstifte *s* im Bohrloche festzuhalten, wenn sie von den Klinken *c c'* getroffen werden, sind sie in den Schlitzten einer Röhre befestigt, welche mit dem Querarm *a* (in Fig. 7 mit *d* bezeichnet) verbunden ist. Von diesem Arme aus gehen zwei Stangen bis auf die Schachtsohle und ruhen dort auf. Beim Umsetzen des Bohrers müssen sie sich mit diesem drehen, wie aus ihrer Montirung an letzterem folgt; sie bleiben aber stets auf der Schachtsohle stehen, folglich befinden sich auch die Auslösungsstifte *s* immer in derselben Höhe über letzterer. Das Gewicht dieses Freifallapparates beträgt circa 3500 kg.

§ 38. Der Bohrschwengel. Wie aus nebenstehender Fig. 9 ersichtlich, wird der Schwengel nicht direkt durch die Dampfmaschine, in der Regel 30—40 Pferde stark, bewegt, sondern durch Vermittelung einer Kurbelscheibe und einer um diese gelegten Treibkette, welche über eine von der Maschine mittels Vorgelegen gedrehte Treibscheibe geht. Die hierdurch erzielten ruhigen Schwingungen des Bohrschwengels würden sich für die Benutzung des Kind'schen Freifallapparates beim Bohren nicht als zweckmäßig erweisen, da dieser Apparat nur dann gut funktioniert, wenn beim Hubwechsel ein starker Schlag erfolgt. Man bohrt mit 6—8 Schlägen in der Minute und gibt einen Hnb von 0,4—0,5 m.

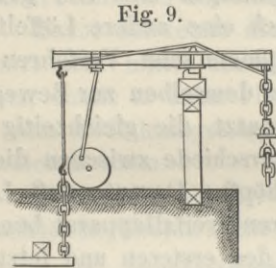


Fig. 9.

§ 39. Der Löffel besteht aus einem großen dreiteiligen Kasten aus Eisenblech, dessen schmale Wandungen, wie aus Fig. 20 auf Taf. XVII hervorgeht, nach dem Radius des Bohrschachtes gebogen sind. Im Boden des Kastens sind zahlreiche Tellerventile angebracht, deren mit Handgriffen versehene Stangen durch Führungen gehen. Man löffelt mit dem Bohrgestänge. Ist der Löffel zu Tage gehoben, so wird er zum Schlammumpf gefahren und dort durch Aufziehen der Ventilstangen entleert.

Die Dreiteilung des inneren Raumes des Löffels hat den Zweck, das gänzliche Auslaufen desselben zu verhindern, falls ein Ventil undicht schließen sollte.

Ein Löffel von 4,2 m Durchmesser wiegt leer 5000 kg, mit Bohrschlamm gefüllt 18000 kg.

§ 40. Das Einlassen der Cuvelage. Da kein Gleichgewichtsrohr benutzt wird, so ist eine Vorrichtung nötig, welche beim Aufsetzen und Zusammendrücken der Moosbüchse dem unter dem falschen Boden eingeschlossenen Wasser den Ausweg gestattet. Diese Vorrichtung besteht in einem mit Hahnverschluß versehenen kurzen Rohrstützen, der in derselben Weise, wie das Gleichgewichtsrohr, mit dem falschen Boden der Cuvelage verbunden wird. Der Hahn kann von Tage aus mittels zweier Seile geöffnet und geschlossen werden. Die gedachte Vorrichtung wird endlich auch dazu benutzt, um sich von dem Gelingen des Wasserabschlusses zu überzeugen.

Beispiel³⁰⁾. Für den im Jahre 1877 cuvelirten Schacht der Grube Königsborn bei Unna in Westfalen bestand die 182 m hohe Cuvelage aus 123 Ringen von je 1,5 m Höhe. Sie wurde in 36 Schichten zu 14 Stunden durch 24 Mann eingebaut, somit pro Tag durchschnittlich 3,3 Ringe.

Die ganze Cuvelage wog	924 000 kg.
Davon kommen auf	
123 Ringe mit falschem Boden . . .	901 100 kg
7600 Schrauben	10 700 „
Dichtungsblei	4 200 „

§ 41. Resultate und Kosten. Es liegen nur die folgenden aus Westfalen vor:

	Schacht II der Grube Rheinelbe	Schacht der Grube Königsborn
Totale Kosten	405 456 M	405 284 M
Kosten pro Meter	5 344 „	2 227 „
Durchmesser des gebohrten Schachtes	4,3 m	4,3 m
Tiefe des cuvelirten Schachtes	74 „	182 „
Dauer der Fertigstellung	13 Monate	?
Durchschnittliche Leistung pro Monat	6 m	?
Um ein Meter im Mergel abzubohren, waren erforderlich an totaler Betriebszeit	?	139 Std.

Die Kosten für den 1874/75 abgebohrten Schacht der Grube Rheinelbe verteilen sich folgendermaßen:

	Gehalte. Löhne etc.	Materialien	Summe
Die Bohrhütte	—	20865	20865
Bohrapparate und Gerätschaften für die Herstel- lung der Cuvelage	—	139493	139493
Dampfmaschinen und Rohrleitungen	—	19160	19160
Bohrkosten	45112	17859	62970
Cuvelage	5230	99604	104834
Betonirung	2063	8495	10558
Gehälter, Reisekosten und Prämie an den Unter- nehmer	47575	—	47575
	99980	305476	405456

Die Kosten der Cuvelage dürften sich bei den jetzigen Eisenpreisen erheblich niedriger gestalten.

B. Abbohren in rolligem Gebirge.

§ 42. Einleitung. Während man beim Abbohren eines Schachtes in standhaftem Gebirge fast stets des Erfolges sicher sein kann, stellen sich dem Abbohren eines Schachtes in rolligem Gebirge nicht selten unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, sodaß man es aufgeben muß, denselben nach dieser Methode nieder-

³⁰⁾ Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 225.

zubringen. Die Schwierigkeiten liegen besonders im Einsenken der Schachtauskleidung, hier Senkschacht genannt. Während das eigentliche Bohren meistens eine sehr einfache Arbeit ist, erfordert das gleichzeitig mit dem Bohren stattfindende Niederbringen des Senkschachtes oft die größte Mühe. Am günstigsten für letzteres ist Gebirge, welches in allen seinen Teilen durch und durch gleichartig ist, also z. B. reiner Sand. Sobald aber mit diesem Sande thonige Schichten wechsellagern und die Neigung der Schichten erheblich ist, wird diejenige Seite des Senkschachtes, welche zuerst auf die thonigen, mehr Widerstand bietenden Schichten trifft, weniger schnell einsinken als die noch im Sande stehende Seite desselben. Die Folge davon ist, daß der Senkschacht aus dem Lote kommt, was besonders, wenn gedachte Schichtenwechsel in größerer Tiefe auftreten, den weiteren Verlauf des Abbohrens sehr erschwert. Insbesondere droht dann die Gefahr, daß der Senkschacht infolge der in seinem unteren Teile vorhandenen Tendenz, aus dem Lote zu kommen, aufreißen wird. Damit wäre in der Regel das Schicksal des Schachtes besiegelt.

Sehr oft will auch ein Senkschacht ungeachtet aller Anstrengungen nicht weiter sinken, obgleich er mit seiner Basis noch in rolligem Gebirge steht. Es bleibt dann, will man die Methode des Abbohrens nicht aufgeben, nichts anderes übrig, als einen zweiten Senkschacht innerhalb des ersten einzubringen und zu versuchen, mit diesem tiefer zu kommen, was auch oft gelingt. Man kann sogar gezwungen werden, wenn die abzubohrenden Tiefen sehr erheblich sind, noch einen dritten Schacht nachzusinken. Um für diese Eventualitäten gerüstet zu sein, ist es zweckmäßig, dem ersten Senkschacht nicht zu knappe Dimensionen zu geben, sondern auf das Einbringen eines zweiten, beziehentlich dritten Schachtes Bedacht zu nehmen.

Da es meistens von der Beschaffenheit des zu durchsinkenden Gebirges abhängt, ob man beim Abbohren Erfolg hat, so ist es wichtig, vor dem Beginn der Arbeit die Beschaffenheit der zu erwartenden Gebirgsschichten zu kennen. Es empfiehlt sich daher stets, in ganz unbekanntem Gebirge ein Versuchsbohrloch von kleinem Durchmesser nach einer der in Kapitel VII angegebenen Methoden niederzubringen.

Beim Abbohren von Schächten in rolligem Gebirge kann man drei Betriebsperioden unterscheiden:

- a. vorbereitende Arbeiten;
- b. das Bohren und Senken;
- c. die Fertigstellung des Schachtes.

a. Vorbereitende Arbeiten.

§ 43. Der Vorschacht. Derselbe wird bis zum Wasserspiegel niedergebracht, um auf seiner Sohle den Schuh des Senkschachtes einbauen zu können. Stellt man letzteren aus eisernen, aufeinander gesetzten Cylindern (Ringern) her, so muß der Vorschacht einen so großen Durchmesser erhalten, daß zwischen ihm und dem Senkschacht, wie dies in Fig. 15, Taf. XVIII, angedeutet ist, so viel Platz bleibt, daß man die Verdichtung zwischen den einzelnen Schachtringen von außen vornehmen kann.

Auch in den Fällen, in welchen man einen sogenannten Preßrost, siehe in Fig. 20, Taf. XVIII, nötig zu haben glaubt, muß man den Vorschacht weiter

machen als den Senkschacht. In dem durch genügenden Ausbau gesicherten Vorschacht legt man ferner die Arbeitsbühne an, wie es z. B. bei der in Fig. 15 skizzirten Anlage geschehen ist. Diese tief gelegene Arbeitsbühne erleichtert die Handhabung der Bohraparate.

§ 44. Das Bohrgerüst. Dasselbe besteht für kleine Ausführungen aus einem gewöhnlichen Dreibein, in dessen Spitze eine Rolle aufgehängt ist. Für größere Ausführungen legt man turmartige Gerüste an, deren Konstruktion im wesentlichen davon abhängt, ob man Hand- oder Maschinenbetrieb für die Bohrarbeit verwenden will.

Die Bohrgerüste sollten stets auf weit ausladende Balkenlagen (Rüstbäume) gesetzt werden, wodurch verhindert wird, daß bei um den Schacht herum entstehenden Auskesselungen das Gerüst aus seiner Lage kommt. Eine ausgedehnte Anwendung von solchen Rüstbäumen ist bei der in Fig. 15 und 16, Taf. XVIII, dargestellten Anlage gemacht worden.

b. Das Bohren und Senken.

§ 45. Allgemeines. Im Gegensatze zum Verfahren beim Abbohren von Schächten in standhaftem Gebirge, bei welchem man mit dem Bohren beginnt, beginnt man hier mit der Schachtauskleidung, nämlich der Herstellung des Senkschachtes. Erst wenn derselbe ein gewisses Stück in die Höhe geführt ist, fängt man an zu bohren. Zweck des Bohrens ist also nur, die Schachtauskleidung zum Sinken zu bringen.

Die Senkschächte werden jetzt nur noch aus Mauerwerk, Gußeisen oder Blechen hergestellt. Von der Verwendung von Holz, das früher vielfach benutzt wurde, ist man in der Neuzeit völlig abgekommen³¹⁾.

a. Die Senkschächte.

§ 46. Gemauerte Senkschächte. Die Basis des Senkschachtes bildet der Schuh. Derselbe hat den Zweck, das Eindringen des Senkschachtes in das Gebirge zu erleichtern, und besitzt deshalb mehr oder weniger die Form einer Schneide, die um so schlanker sein muß, je zäher die zu durchsinkenden Massen sind. Der Schuh wird aus Eisen oder Holz hergestellt.

Die eisernen Schuhe stellt man meistens aus mehreren Segmenten her. Letzteres muß auch stets dann geschehen, wenn man den Schuh später auszubauen beabsichtigt. Einen aus zehn Segmenten gebildeten eisernen Schuh zeigen Fig. 1, 2, 4—6, Taf. XVIII. Die einzelnen Segmente werden miteinander durch Schraubenbolzen verbunden. Unter die Muttern und Köpfe der Schraubenbolzen legt man gern mit Eisenplatten armirte Holzklötzchen, siehe *k* in Fig. 1 und 4. Zur Verstärkung der Verbindung zieht man wohl auch über die Stoßflanschen je zweier Segmente die mit *c* bezeichneten Klammern warm auf. Zwischen die Stoßfugen

³¹⁾ Ueber die Verwendung von Holz zu Senkschächten ist zu vergleichen: Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3 B. S. 247. — Karsten's Archiv f. Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. 1834. Bd. 7. S. 174. — Ponson. Traité de l'exploitation des mines de houille. Lüttich 1852. Bd. 1. S. 496. — Fr. Honigmann. Die Steinkohlengrube Maria zu Höngen bei Aachen. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1865. Bd. 24. S. 134.

bringt man circa 10 mm starke Brettlehen, *e* in Fig. 4, aus weichem Holze ein, welche zur Dichtung dienen.

Die hohlen Fächer des Schuhs setzt man mit Holz zu oder mauert sie aus oder läßt sie offen, je nachdem man mit geschlossenem oder offenem Schuhsenken will. Im ersteren Falle wird sich dem Senken ein größerer Widerstand entgegenstellen. Der Schuh wird auf der Sohle des Vorschachtes genau horizontal aufgebaut und zwar auf einer aus Pfosten hergestellten Unterlage.

Ein einfacher Schuh aus Eisen nebst Rost ist in nachstehendem Holzschnitt Fig. 10 abgebildet. Hölzerne, mit Eisen armierte Schuhe sind in Fig. 11 und 12 dargestellt. Die Bohlenlagen, welche den Schuh bilden, dichtet man wohl durch zwischengelegte geteerte Leinwand oder Pappe.

Fig. 10.

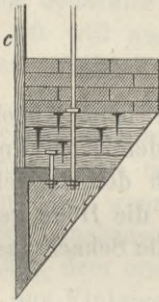


Fig. 11.

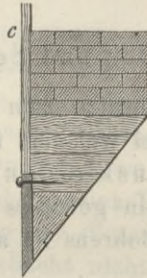
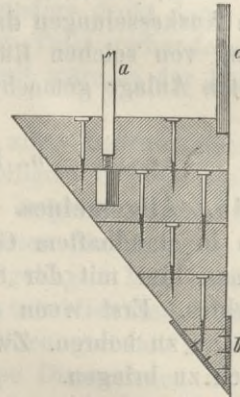


Fig. 12.



Auf den Schuh kommt dann der sogenannte Rost zu liegen. Derselbe, mit *l* in Fig. 1, 2, 4—6 bezeichnet, besteht aus zwei oder mehreren Lagen eichener Pfosten, die unter sich und mit dem Schuh durch Schraubenbolzen verbunden werden. Der Rost hat nicht nur den Zweck, zur Verbindung der einzelnen, den Schuh bildenden Segmente beizutragen, sondern er erleichtert auch den Ausbau des letzteren, falls derselbe beabsichtigt wird, und ermöglicht einen guten Anschluß an den Fuß des Senkschachtes. Nach Anbringung des Rostes werden an die Rückenfläche desselben die Verschalungsbretter *b* genagelt, welche durchaus bündig mit dem äußeren Umfange des Schuhs sein müssen. Die Bretter nimmt man 2—3½ m lang und nagelt sie in dieser Höhe an einen Holzkranz, *h* in Fig. 1 und 3. Auf diese Weise ist eine faßartige Schablone hergestellt worden, innerhalb welcher die ringförmige Schachtmauer aufgeführt wird.

Diese Schablone verjüngt sich nach oben, weil das äußere Profil der Senkmauer für tiefe Schächte sich nach oben hin verjüngen muß, um das Sinken zu befördern. Eine solche Verjüngung kann natürlich nur bei starken Mauern angewendet werden und beträgt dann pro steigendes Meter 0,002—0,040 m.

Bevor man mit dem Aufmauern beginnt, werden Ankerstangen *a* durch den Schuh und Kranz *h* gezogen. Die Mauer wird aus guten Klinkern mit Cementmörtel hergestellt. Ist sie bis unter den Kranz *h* gekommen, so verlängert man die Ankerstangen *a* in der in Fig. 3 angegebenen Weise durch Muffen. Diese vertikalen Anker haben den Zweck, das Aufreißen der Mauer nach den Lagerfugen zu verhindern und erforderlichen Falls den ganzen Senkschacht aufhängen zu können. Die vertikalen Anker sind untereinander verbunden und zwar durch die

in Fig. 2 punktirt angegebenen eisernen Flachschieben. Diese horizontale Verankerung trägt auch dazu bei, ein Aufreißen der Mauer nach den Stoßfugen zu verhindern.

Bei größeren Durchmessern der Senkschächte legt man wohl gern Röhren horizontal, in einiger Höhe über dem Rost in die Mauer ein, welche das Auftreten der Wasser hinter der Mauer so lange verhindern sollen, als es nachtheilig sein würde. Wenn nämlich der Schuh der Mauer erst wenig in die unter dem durchsunkenen wasserreichen Gebirge liegenden wassertragenden Schichten eingedrungen ist, so sind die letzteren oft nicht im stande, den starken Druck der hinter der Mauer angespannten Wasser auszuhalten; sie brechen durch und dringen mit großer Gewalt unter dem Schuh der Mauer vor. Hierbei reißen die Wasser von dem durchsunkenen Gebirge große Massen mit in den Schacht, wodurch sehr gefährliche Auskesselungen um den Schacht herum entstehen können, ganz abgesehen davon, daß der Schacht verschlammmt wird. Man läßt daher, wenn solche Unfälle zu befürchten sind, die Wasser hinter der Mauer durch die Röhren so lange in den Schacht abfließen, bis derselbe so weit in die wassertragenden Schichten hineingetrieben ist, daß keine Gefahr von Durchbrüchen mehr zu befürchten steht. Die Röhren sind nach der Außenseite der Mauer zu konisch erweitert und im Innern mit einem hölzernen Pflock versehen, der durch eine eiserne Stange, je nachdem die Röhren geschlossen oder geöffnet werden sollen, vor- und zurückgeschoben werden kann.

Um Eindringen von Kies in die Röhren zu vermeiden, der sich zwischen den Pflock setzt und das spätere Schließen verhindert, wird hinten in die Röhre ein feines Drahtnetz eingesetzt. Vorn sind die Röhren außerdem noch so eingerichtet, daß sie durch eine eiserne Scheibe und entsprechende Dichtung verschlossen werden können.

Der mittlere Durchmesser gedachter Röhren beträgt durchschnittlich 5 bis 6 cm³²⁾. Nach den im Aachener Revier gemachten Erfahrungen läßt sich ein und derselbe gemauerte Senkschacht höchstens 40 m niederbringen; ist daher die zu durchsinkende Mächtigkeit der abzubohrenden Gebirgsschichten größer als 40 m, so wird man in solchen Fällen, in welchen ein einzelner Senkschacht oder zwei ineinander geschachtelte Mauerschächte nicht hinreichen, um bis in die wassertragenden Schichten zu gelangen, zur Anwendung eiserner Schächte übergehen müssen, um nicht zu kleine Schachtquerschnitte zu bekommen.

§ 47. Senkschächte aus Gusseisen werden stets aus niedrigen Cylindern (Ringern), ähnlich den oben beschriebenen Cuvelageringen, aufgebaut. Diese Ringe werden entweder aus einem Stück gegossen oder man stellt sie aus einzelnen untereinander durch Schraubenbolzen verbundenen Segmenten her, wie dies bei dem in Fig. 22, Taf. XVIII, abgebildeten Senkschacht der Fall ist.

Als Dichtungsmaterial für die Stoß- und Lagerfugen der einzelnen Segmente wird entweder Blei, wie beim Kind-Chaudron'schen Verfahren, oder Holz benutzt. Die Bleieinlagen von 3—4 mm Dicke werden von außen und innen verstemmt. Die Holzeinlagen, aus feinfaserigem Fichtenholz oder astfreiem Weidenholz be-

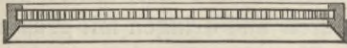
³²⁾ Ueber den Nutzen dieser Röhren gehen die Ansichten auseinander. Thatsache ist, daß sie bei eisernen Senkschächten nicht in Anwendung kommen.

stehend, bekommen 10—13 mm Dicke; durch Eintreiben von trockenen Keilen aus hartem Holz, das sogenannte Picotiren, stellt man die Wasserdichtigkeit her.

Ueber den Schuh und Einbau gilt das im vorhergehenden Paragraphen Gesagte.

In neuerer Zeit wendet man für eiserne Senkschächte Schuhe an, die aus einem Stücke gegossen sind. Man hält sie für widerstandsfähiger als die aus mehreren Segmenten hergestellten Schuhe. Einen aus einem Stück gegossenen, durch einen warm aufgezogenen schmiedeisernen Ring armirten Schuh zeigt der nebenstehende Holzschnitt Fig. 13.

Fig. 13.



Will man den Senkschacht aufhängen, so gießt man an die einzelnen Segmente, beziehentlich an die Ringe Augen an, durch welche die Ankerstangen geführt werden, die unten durch die Tragfläche des Schuhes gehen und diesen mittels starker Muttern tragen.

§ 48. Senkschächte aus Eisenblech. In allen Fällen werden auch hier kurze Cylinder hergestellt, die man übereinander aufbaut. Bei großen Schachtdurchmessern erhalten die Cylinder (Ringe) nur geringe Höhe, 0,5—1 m, und werden aus einzelnen Segmenten zusammengeschraubt. Die Segmentstücke werden aus den entsprechend gebogenen Blechtafeln in der Weise hergestellt, daß an sämtliche vier Kanten Winkeleisen angenietet werden, welche die Flanschen bilden. Für geringere Schachtdimensionen stellt man die einzelnen Ringe 2 m hoch her³³⁾. Die Blechtafeln, welche einen Ring bilden sollen, werden entsprechend gebogen, stumpf aneinandergesetzt und durch einen von innen über die Vertikalfuge gelegten Blechstreifen mittels Vernietung verbunden. Die einzelnen Ringe setzt man stumpf aufeinander, nachdem die Stoßflächen vorher abgedreht worden sind, und stellt die Verbindung durch im Innern angenietete Muffen her. Den untersten Ring, welcher den Schuh trägt, verstärkt man durch Einbringen eines genau passenden Ringes von gleicher Höhe, wie dies aus Fig. 20 auf Taf. XVIII zu ersehen ist.

Selbstverständlich müssen alle Nietköpfe an dem äußeren Umfange des Senkschachtes versenkt sein. Will man denselben aufhängen, so muß man an die einzelnen Ringe Laschen annieten, durch deren Löcher die Ankerstangen geführt werden.

β. Die Bohrer.

§ 49. Sackbohrer³⁴⁾. Dieselben dienen nicht nur dazu, das Gebirge loszutrennen, sondern sie verrichten gleichzeitig auch die Funktion eines Löffels,

³³⁾ Kühn. Das Abteufen eiserner Schächte etc. Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22 B. S. 139.

³⁴⁾ Aehnliche wie in diesem Paragraphen erwähnte Arten von Sackbohrern findet man abgebildet und beschrieben in: Busse. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge auf den Gruben Anna und Maria im Wormrevier. Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3 B. S. 240. — Ulrich. Die Schachtbohrarbeiten auf dem Königl. Steinsalzbergwerke zu Erfurt. Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6 B. S. 182. — Blees. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge im Koncessionsfelde Rheinpreußen bei Homberg. Preuß. Zeitschr. 1863. Bd. 11 B. S. 54. — Das Schachtabteufen auf Zeche Ruhr und Rhein. Preuß. Zeitschr. 1870. Bd. 18 B. S. 282. — Kreuzchner. Brunnenabteufen auf der Bismarckschachtenanlage der Königsgrube O/S. Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24 B. S. 49. — Rive. Das Abbohren des Schachtes Deutscher Kaiser. Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27 B. S. 70.

indem man mit ihnen die losgebohrten Massen zu Tage heben kann. Einen zweiflügeligen Sackbohrer zeigt Fig. 12 auf Taf. XVIII.

Derselbe besteht im wesentlichen aus einem starken vierseitigen eisernen Rahmen, der an die Bohrstange genietet ist, welche unten in eine Spitze ausläuft. An das untere Rahmenstück (den Messerträger) sind Bohrmesser geschraubt; oberhalb derselben ist der Sackhalter angenietet, an welchem der obere Rand jedes Sackes befestigt wird; der untere Sackrand wird mit dem Messerträger verbunden.

Ein Sackbohrer für größere Schachtdurchmesser mit Lanzenschneiden zum Aufwühlen des Gebirges ist in Fig. 7—11 zur Darstellung gebracht³⁵⁾. *P* in Fig. 8 bezeichnet das Bohrmesser. Es wird, wie der untere Sackrand, von dem in Fig. 7 mit *I* bezeichneten unteren Querstück des Rahmens *H* getragen; der obere Sackrand wird mit dem Sackträger *A* vernäht, der zu diesem Zwecke mit vielen kleinen Löchern versehen ist.

Da es für manche thonige Gebirgsarten zweckmäßig erscheint, dieselben erst aufzuwühlen, bevor sie von den Bohrmessern weggeschnitten werden und in den Sack gelangen, so benutzt man hierzu eine größere Anzahl lanzenförmiger Schneiden, sogenannte Aufreißer, welche bei dem in Rede stehenden Bohrer von den aufklappbaren Rahmen *U* und *V* getragen werden. Es ist also ermöglicht, auch ohne diese Aufreißer zu bohren, wenn man sie in der in Fig. 9 gezeichneten Lage durch Klammern festhält.

Das in Fig. 8 vor dem Sack gezeichnete Blech *Q* hat den Zweck, diesen zu schützen.

Statt der beschriebenen zweiflügeligen Sackbohrer stehen auch einflügelige für Schächte von kleinen Durchmessern in Gebrauch. Ihre Konstruktion wird sofort klar, wenn man sich die eine Hälfte des in Fig. 12 dargestellten Bohrers fortdenkt; vergl. ferner Kap. III (Baggermaschinen).

Zur Führung der Bohrer dienen in der Regel vier übers Kreuz gestellte Balken, welche an dem Bohrschaft befestigt sind. Diese Balken werden an ihren Enden wohl auch mit Rollen versehen, wie es in Fig. 13 und 14 auf Taf. XVIII angegeben ist. Um den Bohrer beim Aufholen bequem durch die Bohrbühne (Arbeitsbühne) bringen zu können, richtet man zwei von den Führungsbalken aufklappbar ein.

Die Säcke müssen aus einem Material gefertigt werden, das Wasser durchläßt. Am besten eignet sich hierzu starke Leinwand, die man zur größeren Haltbarkeit mit Lederriemen benäht. Man kann die Säcke auch aus Leder machen, dann müssen in dieselben aber Drahtnetze eingesetzt werden, um das Wasser durchzulassen.

Um große Säcke bequem entleeren zu können, versieht man sie wohl am unteren Teile, wie dies Fig. 10, Taf. XVIII, zeigt, mit Ringen³⁶⁾. Wird nun der Bohrer aus dem Schacht gezogen, so hängt man diese Ringe in Haken ein, welche in einem Balken, wie in Fig. 11 angegeben, befestigt sind. Läßt man nun den Bohrer etwas nieder, so kommt die Oeffnung der gefüllten Säcke tiefer zu liegen als der aufgehängte Boden derselben und der Inhalt fließt heraus.

³⁵⁾ Chavatte. Creusement du puits de Quièvrechain. Bull. min. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 775.

³⁶⁾ Chavatte; a. a. O. S. 780.

§ 50. Andere Arten von Bohrern und Bagger. Für Schächte von kleinerem Durchmesser kann man sich bei sehr fließendem Gebirge, wie Schwimmsand, als Bohrer mit Bodenklappen versehener Cylinder bedienen, die unten mit einer Einführungsschneide versehen sind.

Auch die Anwendung von Baggern wird in vielen Fällen angezeigt sein, so lange die Tiefe der Schächte nicht zu groß wird. In dieser Beziehung muß auf Kapitel IV „Baggermaschinen“ der 1. Abteilung dieses Werkes, sowie auf Kapitel I „Grundbau“ des 1. Bandes dieses Handbuches verwiesen werden.

Zum Unterschneiden des Senkschuhes benutzt man die sogenannten Vorräumer oder Zuführer, auch Erweiterungsbohrer oder Federbohrer genannt³⁷⁾. Ein solcher Bohrer ist in Fig. 13 und 14, Taf. XVIII, abgebildet. Die Arme, welche die Messer zum Unterschneiden tragen, sind beweglich und können durch die Zugseile *b* und *b'* beim Bohren nach außen gedrückt werden.

Diese Vorräumer kann man auch an den gewöhnlichen Sackbohrern anbringen; so wird z. B. bei dem in Fig. 12 abgebildeten Bohrer der Vorräumer durch eine jederseits befestigte hakenartige Schneide gebildet, welche durch ein Seil von Tage aus angezogen werden kann.

An dem großen, in Fig. 7—9, Taf. XVIII, abgebildeten Bohrer wird der Vorräumer durch den Hebel *T* gebildet.

§ 51. Das Bohrgestänge. Da die bisher beschriebenen Bohrer, mit Ausnahme der Löffelpumpe, drehend gehandhabt werden, so werden dieselben direkt, ohne Zwischenstücke, mit dem Bohrgestänge verbunden. Dasselbe wird aus einzelnen Stangen gebildet, die aus Quadrasteisen oder aus schmiedeisenen Röhren bestehen. Man muß die Stangen sehr stark machen, selbst für kleine Schachtdurchmesser und geringe Tiefen nicht unter 5 cm Seite bei Vollgestänge, für größere Ausführungen bis 12 cm.

Die Verbindung der einzelnen Stangen erfolgt mittels Verzahnung und übergeschobener Muffe oder durch ein Zangenkeilschloß. Letzteres wird in der Weise hergestellt, daß jede Bohrstange oben in einem pyramidalen Zapfen endigt, unten aber mit einer entsprechend gestalteten Tute oder Hülse zur Aufnahme dieses Zapfens versehen ist. Durch Hülse und Zapfen wird nach ihrer Verbindung ein Keil und durch dessen Vorderende ein kleiner Vorsteckkeil von Eisen gesteckt.

Die einzelnen Stangen erhalten Bunde (Fangknöpfe) zum Abfangen beim Einlassen und Ausziehen des Bohrgestänges; vergl. § 25 des Kapitels VII.

Beispiel³⁸⁾. Beim Abbohren des Schachtes II der Grube Rheinpreußen bei Homberg benutzte man ein Gestänge, das aus 14 m langen quadratischen Eisenstangen von 0,118 m Seite zusammengesetzt wurde. Der pyramidale, 0,261 m hohe Zapfen des Schlosses hatte unten 0,118 m, oben 0,105 m Seite; die entsprechende Hülse des Schlosses war außen cylindrisch. Der Keil besaß einen Querschnitt von 0,13 zu 0,026 m Seite. Zum Abfangen und zu ihrer Verstärkung waren an jeder Stange alle 2 m Bunde angebracht von 0,072 m Höhe und 0,209 m im Quadrat Breite.

Das in neuerer Zeit mehrfach in Anwendung kommende Hohlgestänge hat den großen Vorzug vor dem massiven Gestänge, daß es nicht federt.

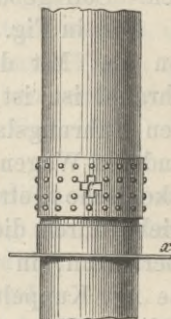
³⁷⁾ Erweiterungsbohrer finden sich noch beschrieben und abgebildet in: Blees; a. a. O. S. 55. — Haniel. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge beim Schachte II des Koncessionsfeldes Rheinpreußen. Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 241. — Busse; a. a. O. S. 241.

³⁸⁾ Haniel; a. a. O. S. 240.

Für das Abbohren eines circa 75 m tiefen, 4,6 m weiten Schachtes³⁰⁾ benutzte man ein Hohlgestänge, dessen einzelne Stangen 9,5 m lang und 0,320 m im Lichten weit waren bei einer Stärke des verwendeten Eisenbleches von 10 mm. Diese Stangen wurden aus einzelnen Schüssen von 1,34 m Länge zusammengenietet, die 0,160 m übergriffen. Das zur Verbindung der einzelnen Stangen verwendete Schloß ist in nebenstehendem Holzschnitt Fig. 14 abgebildet. Jede Stange trägt am unteren Ende eine 0,280 m hohe Muffe von 35 mm Wandstärke, welche über das obere Ende der unteren Stange geschoben wird. Die Kuppelung erfolgt durch einen in *c* einzubringenden Kreuzkeil aus Gußstahl. Unterhalb jedes Schlosses ist ein Winkeleisen, *x* in der Figur, um jedes obere Stangenende gelegt, welches als Gestängebund dient.

Zur Führung des Gestänges dienen hölzerne, mit Eisen armirte Leitscheiben, welche aus zwei durch Scharniere verbundenen Hälften bestehen, die behufs Durchgangs durch die Bohrbühne nach oben zusammengeklappt werden können. Beim Niederlassen werden sie durch ihre Scharniere getragen. Letztere sind an einer gußeisernen Büchse befestigt, welche das Gestänge an einer rund geschmiedeten, oben und unten durch einen Bund begrenzten Stelle umfaßt. Die Leitscheiben haben 0,15—0,2 m weniger Durchmesser als der abzubohrende Schacht.

Fig. 14.



§ 52. **Das Aufhängen des Gestänges.** Bohrt man sehr tief, so muß, um den Fortschritt des Bohrers der jedesmaligen Beschaffenheit des Gebirges anpassen zu können, das Gestänge aufgehängt werden. Es geschieht dies in der Weise, daß man an der obersten Bohrstange einen Gestängewirbel, *x* in Fig. 17, *w* in Fig. 21, Taf. XVIII, anbringt. Ist die vom Wirbel aufzunehmende Last sehr groß, so dreht man in dessen stählerne Unter- und Oberplatte Nuten ein, in welche Kugeln von circa 35—39 mm Durchmesser gelegt werden, um die Reibung beim Drehen zu vermindern.

An den Ring des Wirbels wird ein Seil befestigt, welches man um eine im Bohrergerüst verlagerte Rolle und von da zum Rundbaum eines Haspels oder Kabels führt. Letzterer ist zum allmählichen Nachlassen des Seiles mit einer kräftigen Bremse zu versehen. Die Disposition eines solchen Kabels und der Rolle ist aus Fig. 20 zu ersehen.

§ 53. **Das Drehen der Bohrer** erfolgt durch Menschenkraft oder mittels Maschinen; auch Ochsen verwendet man und zwar vorteilhafter als Pferde. Wird mittels menschlicher oder tierischer Kräfte gebohrt, so bündelt man an das Gestänge lange eiserne oder hölzerne Hebel an.

In Fig. 19, Taf. XVIII, ist der für Handbetrieb eingerichtete Hebel mit *d* bezeichnet; *b* ist die Bohrbühne, auf welcher die Arbeiter laufen. Sie ist direkt auf dem Senkschacht angebracht. Fig. 21 zeigt eine aus Eisen hergestellte Einrichtung zum Drehen durch tierische Kräfte; *f f* sind die Arme, vor welche die Ochsen gespannt werden. Die Verbühnung *a b* des Schachtes ist zum Aufklappen eingerichtet, um beim Aufheben des Bohrers diesen hindurchzulassen.

Die Anlagen, welche erforderlich sind, um mittels Dampfkraft zu bohren,

³⁰⁾ Rive; a. a. O. S. 69.

sind aus Fig. 15—18 auf Taf. XVIII, zu entnehmen. Bei der in Fig. 15 und 16 gegebenen Disposition ist auf die über der Arbeitsbühne hervorragende Bohrstange mittels der Muffe g noch eine Stange aufgesetzt worden, über welche das von dem Wagen w getragene Stirnrad f mittels Feder und Nut geschoben ist. In dieses Stirnrad greift die Schnecke b , deren Welle durch eine konische Bremskuppelung z mit der Welle der Treibscheibe c in Verbindung gesetzt werden kann; auf letztere wird mittels Seilen oder Riemen die Bewegung der Dampfmaschine übertragen. Soll gebohrt werden, so ist nur nötig, die Kuppelung z einzurücken.

Die in Fig. 17 und 18 gegebene Disposition weicht von der soeben beschriebenen ab. Mit der Stange t , welche als Kopfstück auf die oberste Bohrstange geschraubt ist, ist das Stirnrad s fest verbunden. Dagegen kann sich die Stange t in den Führungslagern v und w auf und nieder schieben. Beide Lager ruhen auf besonderen Wagen auf. Das Stirnrad s wird durch die Zahnwelle r und diese durch das konische Getriebe o und p bewegt. Die Kraft der Maschine wird auf dieses Getriebe durch die Riemenscheibe i , die konischen Getriebe l und m und die Welle n übertragen, in welcher letztere die Bremskuppelung β eingeschaltet worden ist. Diese Art Kuppelung verhindert, wenn sich der Drehung des Bohrers im Schachte erhebliche Widerstände entgegenstellen, das Abdrehen des Gestänges, beziehentlich Brechen des Bohrers.

Soll nicht gebohrt werden, so fährt man nach Abschraubung der Stange t vom Gestänge die beiden Wagen beiseite.

§ 54. Die Bohr- und Senkarbeit. Dieselbe hängt nicht von der Art des Senkschachtes ab. Ist Letzterer um einige Meter über die Sohle des Vorschachtes in die Höhe geführt worden, so wird der Bohrer eingelassen und derselbe gedreht. Der Senkschacht wird in dem Maße sinken, als Gebirgsmasse aus ihm ausgefördert wird. Es ist dabei stets zu kontrolliren, ob er im Lote bleibt. Fängt der Senkschacht an auf einer Seite mehr zu sinken als auf der andern, so muß man den Widerstand an letzterer im Schachte zu beseitigen suchen, sei es nun durch Vorräumer oder besonders konstruirte Bohrgezähe.

Sinkt der Schacht zu schnell, wobei er leicht aus dem Lote kommt, so kann man ihn mittels der oben erwähnten Ankerstangen aufhängen und sind dann ähnliche Vorrichtungen zu treffen wie beim Niedersenken der Cuvelage nach dem Kind-Chaudron'schen Verfahren.

Mit dem Vordringen in die Tiefe muß man den Schacht oben entsprechend erhöhen, sei es durch Aufmauern, sei es durch Aufsetzen neuer Ringe. Ebenso muß man das Bohrgestänge verlängern. Es geschieht z. B. auf folgende Weise: Ist der Schacht in der in Fig. 17 und 18, Taf. XVIII, gegebenen Disposition um die Länge der Kopfstange t abgebohrt worden, so befindet sich der Bund der obersten Bohrstange über der Arbeitsbühne. Er wird dort mittels der schon oben beschriebenen Abfanggabel abgefangen, die Stange t losgeschraubt, in die Höhe gezogen und ein neues Gestängestück eingeschaltet.

Bei der Senkarbeit hat man stets darauf zu sehen, daß das Wasser im Schacht einige Meter höher steht als der natürliche Wasserspiegel. Läßt man den Wasserspiegel im Schacht zu weit sinken, so steht zu befürchten, daß der größere äußere Druck Durchbrüche des Gebirges unter dem Schuh hervor veranlaßt, welche das Gelingen der Senkarbeit in Frage stellen können.

§ 55. Belastungs- und Prefsvorrichtungen. Will der Senkschacht nicht

mehr niedersinken, so versucht man ihn, besitzt er größeren Durchmesser, durch Belastung tiefer zu bringen. Zu diesem Zwecke legt man auf die Oeffnung des Schachtes eine aus Balken und Pfosten hergestellte Bühne, auf welche man nach Bedarf schwere Gußstücke oder Ziegelsteine bringt.

Für eiserne Senkschächte von kleinen Durchmessern läßt sich die Belastung meistens schlecht aufbauen. Solche Schächte versucht man dann durch Pressen niederzubringen. Zu dem Zwecke setzt man auf den Schacht einen sogenannten Preßklotz, *p* in Fig. 20, Taf. XVIII, auf. Durch denselben gehen die Preßschrauben, an welche die Preßschleudern gekuppelt sind. Letztere werden unterhalb des im Vorschacht hergestellten Preßrostes, *i* in genannter Figur, durch Keile festgehalten. Der Preßrost besteht aus hölzernen Balken oder eisernen Trägern, welche in die Schachtstöße eingebüht und durch Gußeisen belastet werden.

Zur Führung beim Pressen baut man um den Senkschacht noch einen aus Bohlen hergestellten Führungscylinder ein, der mit der Zimmerung des Vorschachtes in feste Verbindung gebracht wird. Das Einpressen erfolgt durch Drehen der Muttern der Preßschrauben mittels langarmiger Schraubenschlüssel.

Zum Einpressen der Senkschächte kann man sich auch der hydraulischen Pressen bedienen. Um sich den zum Anlegen derselben nötigen Widerstand zu verschaffen, setzt man zweckmäßiger Weise in den Vorschacht eine starke Mauer ein, wie dies in Fig. 15 und 16, Taf. XVIII, angegeben ist, und verankert dieselbe mit den weit ausladenden Rüstbäumen. In der Mauer verlagert man starke Balken oder eiserne Träger, gegen welche man die dann direkt auf den Senkschacht wirkenden Pressen anlegt. Befürchtet man durch den von letzteren ausgeübten Druck die Mauer und das auf den Rüstbäumen stehende Bohrgestüt zu heben, so belastet man die Rüstbäume noch in genügender Weise.

Statt der Pressen wendet man auch starke lange Hebel zum Niederbringen der Schächte an⁴⁰⁾.

Gelingt es ungeachtet der Anwendung genannter Hilfsmittel nicht, den Schacht zum Sinken zu bringen, so kann man noch den Versuch machen, durch Erregung einer starken Wasserströmung zum Ziele zu kommen. Nimmt diese Strömung ihren Weg vom Innern des Schachtes nach außen, erhöht man also den Wasserspiegel im Schacht beträchtlich über den natürlichen Wasserspiegel, so riskirt man hierbei für einen gut aufgeführten Schacht nichts. Eine solche Strömung von innen nach außen ist aber für das Niedersinken des Schachtes lange nicht so von Vorteil als eine Strömung in umgekehrter Richtung, welche man dadurch erzeugt, daß man die Wasser im Schacht stümpft und zwar so weit, daß der Spiegel derselben erheblich viel tiefer gehalten wird als der natürliche Wasserspiegel.

Bei diesem Verfahren kann indes leicht ein Durchbruch des Gebirges unter dem Schuh hervor erfolgen. Man wird es daher nur dann anwenden dürfen, wenn der Schacht mit seinem Schuhe bereits genügend tief in festes Gebirge eingedrungen ist und ein Durchbruch nicht mehr zu befürchten steht.

§ 56. Einsenken mehrerer Schächte. Ist es nicht gelungen, einen Senkschacht bis in die wassertragenden Schichten niederzubringen, so muß man einen

⁴⁰⁾ Rive; a. a. O. S. 75.

zweiten Schacht innerhalb des ersten einsenken. Zu diesem Zwecke füllt man, will oder kann man die Wasser nicht zu Sumpfe halten, den ersten Schacht mit losen Massen bis zum natürlichen Wasserspiegel zu und baut auf der so künstlich hergestellten Sohle den Schuh des neuen Senkschachtes auf^{40a)}.

Kann man aber die Wasser stümpfen, so bringt man über der mit dem ersten Schacht erreichten Sohle, nach vorheriger Reinigung derselben von Schlamm, eine mehrere Meter hohe Betonschüttung ein. Nach dem Erhärten letzterer pumpt man nun die Wasser aus dem Schacht und legt auf die Betonschicht den Schuh des zweiten Schachtes. Letzterer wird bis zu der über dem natürlichen Wasserspiegel liegenden Arbeitsbühne aufgebaut, der Beton mittels geeigneter Bohrer durchstoßen und dann weiter verfahren wie bei der Bohr- und Senkarbeit des ersten Schachtes. Zur Führung des inneren Schachtes dienen, wenn derselbe aus Eisen besteht, gebogene vertikale Rippen, welche an seiner Außenfläche angebracht sind. Bei gemauerten Senkschächten dienen zur Führung keilförmige, zwischen der inneren und äußeren Mauer eingesetzte Holzbalken, die am oberen Ende festgehalten werden, wozu unter anderem ein an der ersten Senkmauer befestigtes Drahtseil benutzt werden kann.

Kann auch mit dem zweiten Schacht nicht in die Gebirgsschichten gedrunge werden, welche für einen wasserdichten Abschluß geeignet sind, so muß man einen dritten Schacht einsenken, wobei ebenfalls, wie im Vorstehenden geschildert, verfahren wird.

Den zwischen zwei Senkschächten verbleibenden ringförmigen Raum muß man ausbetonieren. Es kann vorkommen, daß in diesem Raum das Wasser unter erheblichem Druck, Erd- und Schlammmassen mit sich führend, aufsteigt. In diesem Falle muß man den Zwischenraum zwischen beiden Schächten durch Einbau passender Kränze aus Holz oder Eisen und Verkeilen abzudichten suchen.

Beispiele für das Niederbringen mehrerer ineinander geschachtelter Senkschächte werden am Schlusse dieses Kapitels gegeben werden.

c. Die Fertigstellung des Schachtes.

§ 57. Abschluß des Senkschachtes in den wassertragenden Schichten.

Ist das Senken glatt abgelaufen und bestehen die wassertragenden Gebirgsschichten aus nachgiebigen, wenig festen Gesteinen, so wird der Schacht infolge seines großen Gewichtes bereits tief in diese Schichten eindringen; erforderlichen Falls muß man durch Unterschneiden des Schuhs mittels geeigneter Bohrinstrumente dieses Eindringen zu befördern suchen. Steht der Schacht dann 1—2 m tief in dem wassertragenden Gebirge und ist nach der Natur derselben nicht zu befürchten, daß nach dem Ausziehen des Wassers ein Durchbruch am Schuhs desselben erfolgen wird, weil der Schacht jetzt nicht mehr unter innerem Druck steht, so können die Wasser gehoben werden. Man benutzt hierzu entweder Tonnen oder Pumpen⁴¹⁾.

^{40a)} Man kann den zweiten Schacht auch schwimmend einhängen; vergl. § 59 unter c.

⁴¹⁾ Interessant ist das auf der Grube Nordstern im Bergrevier Aachen angewandte Verfahren, den wasserdichten Abschluß zu bewerkstelligen. Der aus Schmiedeeisen bestehende Senkschacht von 1,8 m lichter Weite war nicht tiefer als bis zu den das feste Gebirge bedeckenden thonigen Schichten zu bringen. Man bohrte nun ohne Nachsenkung eines Schachtes bis in das feste Gebirge, füllte den

Erscheint jedoch der Abschluß nicht sicher oder steht der Schuh des Schachtes auf festem Gebirge, so bohrt man drehend oder stoßend mit geeigneten Bohrern so tief weiter, bis man glaubt durch das Anbringen der sogleich zu beschreibenden Vorrichtung einen Wasserdurchbruch verhüten zu können. In diesen vorgebohrten Schacht, dessen Durchmesser 0,4—0,8 m kleiner sein muß als der des Senkschachtes, hängt man nämlich, genau centrirt, einen Cylinder aus 10 bis 20 mm starkem Eisenblech ein, der so hoch sein muß, daß seine Oberkante noch circa 2 m über dem Schuh des Senkschachtes bleibt. Alsdann füllt man diesen Cylinder mit Cementmörtel und bringt auch in den oberen ringförmigen Raum zwischen Cylinder und Senkschacht Cement ein. Nach dem Erhärten zieht man die Wasser und teuft von Hand, ohne Anwendung von Sprengarbeit, durch den Mörtelcylinder hindurch. Man kann dann noch, hält man es für notwendig, den gedachten Cylinder nach oben und unten verlängern.

Gelingt es nicht, auf die eine oder andere der beschriebenen Methoden einen dichten Abschluß zu erzielen, so muß man die Wasser im Senkschacht durch komprimierte Luft nach dem Triger'schen Verfahren⁴²⁾ zurückdrängen und auf der Sohle desselben die zu einem solchen Abschluß erforderlichen Arbeiten vornehmen.

§ 58. Der Fuß des Senkschachtes. Ist der wasserdichte Abschluß gelungen, so wird genau in der Weise, wie es oben für das Kind-Chaudron'sche Verfahren beschrieben worden ist, der Schacht vorsichtig weiter geteuft bis in Gebirgslagen, welche für die Einbringung des den Fuß des Senkschachtes tragenden Keilkranzes geeignet sind. Der Fuß wird dann in der in § 33 angegebenen Weise aufgeführt.

Den Schuh läßt man entweder auf dem obersten Cuvelagekranz aufruhren oder man baut ihn, falls es angeht, aus und führt die Cuvelage bis unter den Rost, beziehentlich bei eisernem Senkschacht bis unter den ersten Ring nach und picotirt den den Anschluß herstellenden hölzernen Kranz. Hält man den Abschluß nicht für sicher, so bleibt nichts übrig, als von dem festen Fuß aus einen zweiten Schacht aus Eisen oder Mauerung aufzuführen.

§ 59. Beispiele. a. Gemauerte Senkschächte. Auf der Grube Agnes Ludowike bei Hornhausen, Provinz Sachsen, wurde ein Senkschacht von 2,19 m lichter Weite durch eine 10,46 m mächtige Schwimmsandschicht gesenkt⁴³⁾.

Der bis zum Wasserspiegel 8,36 m tief abgeteuft Bohrschacht (Vorschacht) hatte einen quadratischen Querschnitt von 3,13 m im Lichten. Die Konstruktion des Schuhes, Rostes und der Mauer geht aus Fig. 19, Taf. XVIII, hervor. Die Mauer hatte eine Wandstärke von 0,39 m; durch dieselbe gingen drei vertikale eiserne Anker von 26,1 mm Stärke. Die Länge der einzelnen Ankerstangen betrug unten 3,13 m, oben 3,45 m.

unteren Teil des 72 m tiefen Bohrschachtes mit losen Latten und ließ als Verdichtungsrohr einen unten etwas zugespitzten schmiedeisernen Cylinder mit nur wenig Spielraum gegen den ersten Senkschacht frei herunterfallen. Der wasserdichte Abschluß gelang vollständig. Vergl. Wagner. Beschreibung des Bergreviers Aachen. 1881. S. 84.

⁴²⁾ Ueber das Triger'sche Verfahren ist zu vergleichen: Annales des mines. 1866. Serie VII. Bd. 10. S. 407. — Dingler's polytechn. Journ. 1868. Bd. 189. S. 212. — Polytechn. Centralblatt. 1868. S. 803. — Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21 B. S. 296. — Lottner. Ueber die Anwendung komprimierter Luft bei Senkarbeiten in schwimmendem und wasserreichem Gebirge. Preuß. Zeitschr. 1860. Bd. 8. S. 43.

⁴³⁾ Die Schachtbohrarbeit mit Senkmauerung auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike bei Hornhausen. Preuß. Zeitschr. 1856. Bd. 3 B. S. 228.

Der benutzte Sackbohrer ist in Fig. 12 und 19, Taf. XVIII, abgebildet. Er besaß eine Weite von 1,98 m, sodaß ein Spielraum gegen die Mauer von jederseits 0,10 m vorhanden war. Das Gewicht des Sackbohrers betrug 250 kg. Gedreht wurde er von 8 Mann, von denen je zwei an jedem Arm der zwei übers Kreuz gestellten Drehstangen *d* wirkten. Das Füllen der Säcke des Bohrers dauerte 6—8 Minuten; in 3 Stunden wurde der Bohrer fünfmal aufgeholt. Der Schacht sank während dieses Zeitraumes 5,2—7,8 cm.

Die Kosten der Senk- und Bohrarbeit setzen sich, wie folgt, zusammen:

für Mauersteine und Cementmörtel	1517 M.
für den Sackbohrer	360 „
für das schmiedeiserne Gestänge von 52,3 mm Stärke	128 „
für drei Anker	91 „
für den eisernen Reifen um den hölzernen Schuh	28 „
für Schrauben, Gabeln, Unterschneidmesser und deren Reparaturen	65 „
für neu gefertigte Säcke mit Reparatur	32 „
für Löhne beim Aufmauern und Senken in 752 zwölfstündigen Schichten	660 „

In Summa 2881 Mark

oder pro Meter schwimmendes Gebirge 275 M.

b. Gußeiserne Senkschächte. Ein solcher wurde angewandt beim Abbohren des Joseph-Schachtes der Grube Anna im Bergrevier Aachen⁴⁴⁾. Der Bohrschacht (Vorschacht) wurde 25,1 m tief bis zum Wasserspiegel quadratisch mit 4,39 m Seite abgeteuft und zuerst ein Cylinder von 2,4 m lichter Weite und 25,1 m Höhe niedergebracht. Die drei untersten Ringe waren aus einem Stück gegossen, die dann folgenden bestanden je aus 6 Segmenten von 39 mm Wandstärke und einer mittleren Verstärkungsrippe von 39 mm Breite. Die horizontalen Flanschen jedes Segmentes besaßen je 6, die vertikalen Flanschen je 9 Löcher zur Aufnahme der Schraubenbolzen.

Als dieser Cylinder nicht weiter niedergepreßt werden konnte, füllte man den Schacht bis beinahe zum Wasserspiegel mit lockeren Gebirgsmassen an und baute den Schuh eines zweiten Senkschachtes von 2 m lichter Weite und 32,67 mm Wandstärke ein, der im übrigen genau so konstruiert war, wie der des ersten Senkschachtes. Es gelang, diesen zweiten Cylinder von 25,1 m Höhe bis zu den wassertragenden Schichten niederzubringen. In diesen wurde mit einem aus einzelnen Schneiden zusammengesetzten 2 m breiten Meißelbohrer 2,19 m tief gebohrt, auf die Sohle eine 0,62 m hohe Traßlage gebracht, dann ein 4,7 m hohes schmiedeisernes Rohr von 1,80 m lichter Weite und 19,6 mm Wandstärke eingelassen und der ringförmige Raum zwischen diesem Rohr und dem zweiten Senkschacht ebenfalls mit Traßmörtel verdichtet.

Die Kosten dieses 1851/52 niedergebrachten Schachtes stellten sich, wie folgt:

für Herstellung des Bohrschachtes	2610 M
für die Anfertigung des Senkschachtes I.	14760 „
für die Anfertigung des Senkschachtes II.	11700 „
für Löhne an 22 Arbeiter und 2 Bohrmeister, einschließlich Schmielölöhne und Schreinerarbeit	7800 „
für den Verschleiß an Werkzeugen, Seilen etc.	2100 „
für das Abdichtungsrohr und die Traßspeise	4800 „

In Summa auf 43770 Mark

oder pro Meter schwimmendes Gebirge 875 M.

Die Dauer der Bohr- und Senkarbeit betrug 6 Monate.

c. Gleichzeitige Verwendung gemauerter und gußeiserner Senkschächte.

1. Beispiel. Schacht II der Grube Rheinpreußen bei Homberg in der Rheinprovinz⁴⁵⁾. Man schachtete bis zum Wasserspiegel 7,54 m aus und baute aus gußeisernen Segmenten, die von einem älteren verunglückten Senkschachte herrührten, eine provisorische Schachtauskleidung von 9,891 m Weite auf.

⁴⁴⁾ Busse; a. a. O. S. 246.

⁴⁵⁾ Haniel; a. a. O. S. 241.

Jeder Ring wurde aus 18 Segmenten zusammengeschraubt.

Der erste Senkschacht von 6,908 m lichter Weite war eine Senkmauer. Der Schuh derselben bestand aus 16 gußeisernen Segmenten. Die 16 Ankerstangen hatten einen Durchmesser von je 0,039 m. Die Mauer besaß über dem Schuh eine Stärke von 0,942 m; ihre Verjüngung war zu 4,1 mm pro steigendes Meter angenommen.

Im unteren Teile der Mauer wurden gußeiserne Röhren eingemauert und zwar in einer Höhe über dem Fuß der Mauer von

0,31 m	16 Röhren
0,94 „	20 „
1,88 „	20 „

Die Röhren verjüngten sich von 0,072 auf 0,053 m.

Diese erste Senkmauer konnte nur 28,9 m tief niedergebracht werden, worauf zum Einbau einer zweiten Senkmauer geschritten wurde, nachdem man vorher den Schacht 6,3 m hoch, vom Schuh aus gerechnet, mit feinem Sande ausgefüllt hatte.

Die zweite Senkmauer; lichte Weite 4,75 m. Der Schuh wurde aus 8 gußeisernen Segmenten gebildet. Die Mauer besaß unten eine Wandstärke von 0,91 m; ihre Verjüngung betrug 2,1 mm pro steigendes Meter. Der Zwischenraum zwischen den beiden Senkmauern war daher im Minimum 0,169 m. Die acht 3,14 m langen vertikalen Ankerstangen hatten eine Stärke von je 0,039 m; ihre Verbindung bei der Verlängerung erfolgte durch 0,104 m hohe Muffen. Die horizontalen Ankerstangen waren jede 0,033 m dick. Während der Aufmauerung des zweiten Senkschachtes bis zum natürlichen Wasserspiegel wurden die Wasser mittels einer Maschine gesümpft. Es gelang, diesen zweiten Schacht bis zu einer Tiefe von 92,3 m niederzubringen.

Auf die Sohle wurde eine Betonschüttung von 7,5 m Höhe eingebracht, wovon 1,3 m unter dem Fuße der Senkmauer. Die Betonschüttung bestand aus 2 Teilen Traß, 1 Teil gelöschem Kalk, $1\frac{1}{4}$ Teil bleichen, faustgroßen Ziegelsteinbrocken.

Der dritte Senkschacht von 4,514 m lichter Weite bestand aus Eisen. Er bildete einen mit stählernem Schuhe versehenen, 37,68 m langen Blecheylinder, der aus zwei doppelten Blechen von je 0,0098 m Dicke zusammengenietet war; sein Gewicht betrug mit der Hängestange 100 000 kg. Zum Einlassen diente ein Holzboden, durch dessen Mitte die 0,098 m starke Hängestange ging, welche aus einzelnen Stücken von 6,28 m Länge zusammengesetzt wurde. Die Stange wurde an ein Bandseil von 0,236 m Breite und 0,059 m Dicke angeschlagen, welches um die Seiltrommel einer Zwillingmaschine gelegt war. Das Einlassen geschah von Hand mittels eines eingerückten Vorgeleges.

Als man mit dem Cylinder die Betonschüttung erreicht und das Wasser ausgefördert hatte, wurde er im Innern mit gußeisernen Verstärkungsringen von 0,150 m Flanschenbreite und 0,052 m Wandstärke ausgesetzt. Die Rippen dieser Ringe lagen nach außen und wurde der Raum zwischen ihnen und dem Blecheylinder mit Beton verfüllt. Die Fugen picotirte man. Auf diesen so verstärkten Blecheylinder baute man dann aus Segmenten eines älteren Senkschachtes den Schacht weiter bis über den Wasserspiegel auf. Dieser Schachtteil wurde später, nach erfolgtem Senken, wieder ausgebaut. Den dritten Senkschacht gelang es nun, bis 124 m im schwimmenden Gebirge niederzubringen.

Die beschriebene Bohr- und Senkarbeit hatte einen Zeitaufwand von 4 Jahren und 6 Monaten erfordert; im Monat waren also durchschnittlich 2,3 m Schacht hergestellt worden.

Anschluß des dritten Senkschachtes an das feste Gebirge. Der Schuh stand im wassertragenden Thon; letzterer hatte bis zum festen Gebirge noch eine Mächtigkeit von 1,57 m. Diese durchbohrte man in 1 m Weite, nahm unter der Thonschicht mit Erweiterungsbohrern das feste Gebirge bis auf 131 m Tiefe fort und stellte auf diese Weise einen Raum von 4,71 m Durchmesser für die Aufnahme des noch tiefer zu senkenden Eisenschachtes her. Dieser Raum wurde mit Traßbeton gefüllt und dann schnell die Thonbrüstung unter dem Schuh des eisernen Schachtes weggeschnitten.

Der Schacht sank in dem weichen Beton noch bis 128,4 m Tiefe, sodaß sein Fuß 0,785 m tief in festem Gestein stand. Nach erfolgter Ausbohrung des von der weggeschnittenen Thonbrüstung herrührenden Thones förderte man das schlammige Wasser aus und füllte eine 2,51 m hohe Betonschicht auf. Der Beton bestand aus 1 Teil Traß, 1 Teil Ziegelmehl, 1 Teil gelöschem Kalk und 6 Teilen gesiebtem Rheinkies.

Die erhärtete Betonschicht wurde später durchteuft, um den Fuß des Senkschachtes herzustellen.

Zum Bohren benutzte man die in Fig. 15 und 16, Taf. XVIII, skizzierte maschinelle Einrichtung.

2. Beispiel. Schacht Deutscher Kaiser bei Hamborn am Rhein⁴⁶⁾. Der Bohrschacht (Vorschacht) wurde 4 m niedergebracht und in verlorene hölzerne Zimmerung gesetzt.

Der erste Senkschacht war eine Mauer von 6,6 m lichter Weite und 0,625 m Wandstärke mit hölzernem Schuh. Nach Ueberwindung mehrerer Schwierigkeiten gelang es, unter Anwendung kleiner Sackbohrer, diesen Schacht 16 m niederzusenken. Auf die Sohle wurde eine 2 m hohe Betonschicht gebracht. Der Beton bestand aus 1 Teil Traß, 1 Teil Ziegelbrocken, 1 Teil gelöschem Kalk, 6 Teilen gesiebttem Kies.

Diese Betonschicht hielt aber, als das Wasser aus dem Schachte gehoben wurde, nicht; man füllte deshalb denselben bis 8 m unter der Hängebank mit Lehm und Kies voll, pumpte ihn leer und legte den Schuh für den zweiten Senkschacht.

Der zweite Senkschacht von 4,97 m lichter Weite bestand aus Gußeisen. Seinen Schuh bildeten 12 miteinander verschraubte Segmente von 0,942 m Höhe. Der Senkschacht wurde aus einzelnen Ringen von 0,942 m Höhe gebildet. Jeder Ring war aus Segmenten zusammengesetzt, die je drei horizontale Verstärkungsrippen besaßen. Die Wandstärke der Ringe betrug in der untersten Tour von 50 Metern 32,5 mm, in der folgenden Tour 32,5 mm. Zum Einbau gelangten 57 Ringe von zusammen 304380 kg Gewicht.

Das Bohren und Senken ging bis 38,5 m Tiefe ohne wesentliche Unfälle vor sich, in welcher Tiefe ein Bruch des Schuhs festgestellt wurde. Taucher lösten die Schraubenbolzen der zerbrochenen Schuhsegmente und da letztere nicht herauszuziehen waren, sprengte man ein Segment mittels Dynamit in mehrere Stücke, wodurch die andern Segmente außer Spannung kamen und herausgefördert werden konnten.

Die Taucher bauten alsdann neue Segmente ein und wurde der Schacht weiter bis 58,361 m Teufe gesenkt, wo eine neue, an dem Schuhschilde entdeckte Beschädigung das Weiterbohren verbot. Die Niederbringung eines dritten Senkschachtes wurde in der Weise vorbereitet, daß man den abgebohrten Schacht bis 22,662 m unter Tage zuschüttete. Nach dem Auspumpen schritt man zum Einsenken des

dritten Schachtes von 4,080 m lichter Weite. Derselbe bestand ebenfalls aus Gußeisen und betrug sein Gesamtgewicht 694295 kg. Der 3105 kg schwere Schuh war aus einem Stück gegossen und mit einem schmiedeisernen Ringe armirt. Auf dem Schuh wurden zunächst vier Ringe von je 0,628 m Höhe und 0,045 m Wandstärke, ebenfalls in einem Stück gegossen, aufgebaut, deren Gewicht sich zusammen auf 19125 kg belief. Der dann folgende Schachtteil bestand aus 0,942 m hohen Ringen, die je aus 10 mit 3 horizontalen Verstärkungsrippen versehenen Segmenten von 0,045 m Wandstärke zusammengeschraubt wurden.

Dieser dritte Senkschacht drang bis zu einer Tiefe von 75,58 m vor, wobei unter anderem acht Preßhebel angelegt werden mußten, von denen jeder einen Druck von 30000 kg auf den Schacht ausübte.

Das letzte Senken desselben mußte frei rutschend vorgenommen werden, um den Schuh möglichst tief in die wassertragende Schachtsohle zum Eindringen zu bringen. Zu dem Zwecke wurde unter dem Schuh ein 2 m hoher Raum von der äußeren Weite des Senkschachtes mittels Erweiterungsbohrer hergestellt. Vor der Einleitung der Rutschung stellte man eine starke Wassereirkulation von außen nach innen her, welche bewirkte, daß beim Anziehen der Preßhebel durch Erdwinden der Schacht circa 2 m frei fiel. Nach dem Ausheben des Wassers fand sich der Abschluß völlig gelungen.

Die beschriebenen Arbeiten erforderten, die Zeit zur Herstellung der Bohreinrichtung eingerechnet, einen Zeitaufwand von 20 Monaten unter Anrechnung sämtlicher Betriebsstörungen; die durchschnittliche Leistung im Monat betrug mithin 3,77 m.

Zum Einhängen und Ausziehen der Bohrer wurde ein Zwillings-Dampfkabel von 0,234 m Cylinderdurchmesser und 30000 kg Tragkraft benutzt. Zum Drehen des Bohrers kamen Ochsen in Anwendung.

⁴⁶⁾ Rive; a. a. O. S. 67.

§ 60. Verfahren von Guibal. Dieses Kapitel kann nicht geschlossen werden, ohne des interessanten, von Guibal vorgeschlagenen, auch einmal angewandten Verfahrens zu gedenken. Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß ein bewegliches Schild durch hydraulische Pressen niedergetrieben wird, dessen mittlere Oeffnung mit einem weiten Rohre verbunden ist, das bis zu Tage geht. Durch dieses Rohr führt der mit aufklappbaren Schneiden versehene Bohrer; die von letzterem aufgerissenen Massen werden durch einen Löffel, der nach dem Aufholen des Bohrers durch das gedachte Rohr unter das Schild gehängt wird, zu Tage gefördert. Die wasserdichte Zimmerung rückt dem Schilde unmittelbar nach⁴⁷⁾.

47) Beschreibungen des Guibal'schen Verfahrens finden sich in den im Litteraturverzeichnis angegebenen Bergbaukunden, insbesondere in denen von Ponson (Supplement), Evrard, Demanet und Hâton de la Goupillière. Eine vorzügliche Darstellung mit guten Abbildungen bringt auch Lévy im Bull. min. 1868/69. Serie I. Bd. 14. S. 429.

Litteratur.

Selbständige Werke.

- Allwin. Notice sur le système Chaudron. Lüttich 1873.
 Amtlicher Bericht, erstattet von der Centrakommission des deutschen Reiches über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873. Braunschweig 1874.
 André. A practical treatise on coal mining. London 1875.
 André. A descriptive treatise on mining machinery. London 1878.
 Beer. Erdbohrkunde. Prag 1858.
 A. Burat. Cours d'exploitation des mines. 2. Aufl. Paris 1883.
 Callon. Cours d'exploitation des mines. Paris 1874.
 Chaudron. Le système Kind-Chaudron. Brüssel 1878.
 Combes. Traité de l'exploitation des mines. Paris 1844.
 Ch. Demanet. Cours d'exploitation des mines de houille. Mons 1879.
 Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. New-York 1882.
 Léon Dru. Notice sur les appareils et outils de sondage. Paris 1878.
 A. Evrard. Traité pratique de l'exploitation des mines. Mons 1879.
 C. Greenwell. A practical treatise on mine engineering. New-Castle upon Tyne 1855.
 A. Habets. Le matériel et les procédés de l'exploitation des mines etc. à l'exposition universelle de Paris de 1878. Bruxelles 1880.
 Hâton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Paris 1883.
 G. Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1884.
 Ponson. Traité de l'exploitation des mines de houille. Lüttich 1852.
 Ponson. Supplément au traité de l'exploitation des mines de houille. Lüttich 1867.
 A. Serlo. Leitfaden zur Bergbaukunde. 4. Aufl. Berlin 1884.
 Soulié et Lacour. Matériel et procédés de l'exploitation des mines. Paris.
 O. Voigt. Fortschritte im Bohrwesen. Eisleben 1850.
 H. Wagner. Beschreibung des Bergreviers Aachen. Bonn 1881.
 V. Zopetti. Arte mineraria. Mailand 1882.

Aufsätze in Zeitschriften.

Preußische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

- F. Busse. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge auf den Gruben Anna und Maria im Wormrevier: 1. Abbohren zweier Schächte unter Nachführung von gußeisernen Cylindern auf der

- Grube Anna. 1856. Bd. 3 B. S. 237. — 2. Abbohren der Schächte auf der Grube Maria unter Nachsenkung von hölzernen Cylindern. 1856. Bd. 3 B. S. 247.
- Die Schachtbohrarbeit mit Senkmauerung auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike bei Hornhausen. 1856. Bd. 3 B. S. 228.
- Haardt. Beschreibung des nach Kind'scher Bohrmethode niedergebrachten und wasserdicht verzimmerten Schachtes auf der Steinkohlenmutung König Leopold. 1858. Bd. 6 B. S. 163.
- Ulrich. Die Schachtbohrarbeiten auf dem Königl. Steinsalzbergwerke bei Erfurt. 1858. Bd. 6 B. S. 174.
- Fanginstrument für den Schacht der Grube Rheinpreußen. 1862. Bd. 10 A. S. 212.
- W. Blees. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge im Koncessionsfelde Rheinpreußen bei Homberg. 1863. Bd. 11 B. S. 43.
- Wagner. Die zweite Betriebsperiode der Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge im Koncessionsfelde Rheinpreußen bei Homberg unter Anwendung komprimirter Luft. 1869. Bd. 17 B. S. 385.
- Das Schachtabteufen auf Zeche Ruhr und Rhein. 1870. Bd. 18 B. S. 273.
- Wagner. Dritte Betriebsperiode der Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge im Koncessionsfelde Rheinpreußen bei Homberg. 1872. Bd. 20 B. S. 95.
- Kühn. Das Abteufen eiserner Schächte bei dem Bergbauversuch auf Bernstein zu Nortycken im Samlande. 1874. Bd. 22 B. S. 139.
- J. Haniel. Die Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge beim Schacht No. II des Koncessionsfeldes Rheinpreußen bei Homberg. 1875. Bd. 23 B. S. 236.
- Schachtabbohren nach System Lippmann auf den Gruben Rheinelbe und Königsborn. 1876. Bd. 24 B. S. 176. — 1877. Bd. 25 B. S. 242.
- Kreuschner. Brunnen-Abteufen auf der Bismarck-Schachtanlage der Königsgrube O/S. 1876. Bd. 24 B. S. 46.
- Schachtabbohren auf der Braunkohlengrube Marie Louise. 1877. Bd. 25 B. S. 241.
- B. Schulz. Die Schachtbohrarbeiten nach dem Systeme Kind-Chaudron. 1879. Bd. 27 B. S. 28.
- Rive. Das Abbohren des Schachtes Deutscher Kaiser durch 75,175 m Diluvialgebirge und 54,115 m Kreidemergel mittels Sackbohrer. 1879. Bd. 27 B. S. 67.
- H. Wagner. Vierte Betriebsperiode der Schachtbohrarbeiten im schwimmenden Gebirge bei Schacht I des Koncessionsfeldes Rheinpreußen und Anschluß dieses Schachtes an das feste Gebirge. 1879. Bd. 27 B. S. 1.
- Matthes. Abbohren eiserner Schächte auf dem fiskalischen Bernsteinbergwerke zu Nortycken. 1879. Bd. 27 B. S. 284.
- R. Mohs. Das Abteufen des Karlschachtes auf dem Braunkohlenbergwerke Alexander bei Förderstedt. 1881. Bd. 29 B. S. 207.
- B. Schulz. Ueber Schachtabbohrungen. 1883. Bd. 31 B. S. 420.

Allg. Berg- und Hüttenmännische Zeitung von Dr. Hartmann. Quedlinburg.

- Ueber das Bohren der Schächte von Kind und Kindermann. 1850. S. 771.
- von Sparre. Das Schachtbohren des Hüttdirektors Kind in Stiring. 1851. S. 145.
- Notizen über das Schachtabbohren von Kind in Stiring im Moseldepartement. 1852. S. 11.
- Der Bohrschacht bei Rothhausen unweit Gelsenkirchen. 1856. S. 174.
- Baure. Das Guibal'sche Verfahren beim Durchsinken des Schwimmsandes. 1859. S. 141.
- Das Abbohren der Schächte bei St. Vaast und Péronnes in Belgien. 1861. S. 313.
- Baure. Weitere Bemerkungen über das von Guibal erfundene Verfahren beim Durchsinken des Schwimmsandes. 1861. S. 5.

Berg- und Hüttenmännische Zeitung von Karl und Wimmer. Freiberg.

- Das Abbohren der Schächte bei St. Vaast und Péronnes in Belgien. 1862. S. 402.
- von Sparre. Bemerkungen über das Niederbringen tiefer Bohrlöcher von größeren Dimensionen (Schachtbohren). 1865. S. 1.
- Fr. Honigmann. Die Steinkohlengrube Maria zu Höngen bei Aachen. 1865. S. 133.
- Kind's und Chaudron's Verdienste um das Bohrwesen. 1869. S. 159.
- Sonntag's Schachtbohrapparat (Amerikanisches Patent). 1872. S. 391.

- A. Wilke. Verfahren, um Schächte sicher im Schwimmsand abzuteufen. 1875. S. 4.
 Chaudron's Schachtbohrmethode im wasserreichen Gebirge ohne Pumpen. 1878. S. 14.
 Tecklenburg. Uebersicht über die verschiedenen älteren und neueren Schachtbohrsysteme. 1882. S. 93.

Bergwerksfreund. Eisleben.

- Notizen über das Schachtabbohren von Kind in Stiring im Moseldepartement. 1850. S. 526.
 Ingenieur Kind und die Fortschritte des Bergbaues. 1857. S. 261.
 Otto Voigt. Fortschritte im Bohrwesen. 1850. S. 657.
 Der Bohrschacht bei Rothhausen unweit Gelsenkirchen. 1856. S. 294.

Archiv für Bergbau und Hüttenwesen von Karsten.

- Heyn. Ueber das Niederstoßen weiter Bohrlöcher. 1824. Bd. S. S. 91.

Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbaukunde und Hüttenkunde von Karsten und von Dechen.

- Huyssen. Beschreibung der in Westfalen angewandten Methoden, Bohrschächte niederzubringen und wasserdicht herzustellen. 1854. Bd. 26. S. 66.

Glück auf. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Essen.

1867. No. 46. — 1872. No. 19. — 1875. No. 45. — 1876. No. 15. 16.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

- H. Lueg. Ueber Schachtabbohrungen. 1876. Bd. 20. S. 449.
 Oeking. Einbau der Cuvelage auf Zeche Königsborn bei Unna. Wochenschrift 1879. S. 225.

The Mining Journal. London.

- Sinking shafts by machinery. 1872. Bd. 42. Supplement S. 225.
 Shafts sinking through water-bearing strata. S. 253.
 On the sinking of a pair of iron shafts for an experimental amber mine. 1875. Bd. 45. Supplement S. 1295.
 Chaudron's sinking apparatus. 1876. Bd. 46. S. 1146.
 A new system of sinking at the Cannock and Huntington colliery. 1877. Bd. 47. Supplement S. 183.
 Sinking through aqueous strata without pumping machinery. S. 786.

Transactions of North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.

- Warrington Smyth. On sinking of pit shafts by boring under water as practised by Kind and Chaudron. 1870/71. Bd. 20. S. 187.
 Discussion über den Vortrag von Smyth. 1871/72. Bd. 21. S. 9.

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. London.

- J. Daghish. On the sinking of two shafts at Marsden for the Whitburn Coal Company. 1883. Bd. 71. S. 178.

Transactions of the Manchester Geological Society.

- A. Demmler. Boring shafts. 1878.

Annales des travaux publics de Belgique.

- Chaudron. 1. Notice sur le procédé Kind. 1852/53. Bd. 12. S. 327.
 2. Procédé Kind. Travaux exécutés en Belgique. 1859/60. Bd. 18. S. 169.
 3. Notice sur les travaux exécutés en France, en Belgique et en Westphalie de 1862 à 1867. 1867. Bd. 25. S. 45.
 4. Notice sur les travaux exécutés pendant l'année 1868. 1869. Bd. 27. S. 136.
 De Vaux. Appréciation du système Kind. 1859/60. Bd. 18. S. 289.

Revue universelle des mines.

- A. Habets. Exposition universelle de Vienne. 1875. Serie I. Bd. 38. S. 127.
 Laguesse. Note sur le procédé de MM. Tillier et Passelecq pour la descente des cuvelages dans les puits creusés à niveau plein. 1877. Serie II. Bd. 1. S. 447.
 Bautier et Mativa. Notice sur quelques faits relatifs au fonçages des puits à niveau plein. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 96.
 A. Habets. Exposition internationale de Paris de 1878. 1880. Serie II. Bd. 8. S. 257.

Bulletin de la société de l'industrie minerale.

- Baure. Note sur une nouvelle méthode de forçement à travers des bancs de sables aquifères. 1858/59. Serie I. Bd. 4. S. 5.
 Baure. Deuxième note sur la méthode du creusement dans les sables mouvants et aquifères appliqué par M. Guibal. 1859/60. Serie II. Bd. 5. S. 677.
 Lévy. Du fonçage des puits de mines à travers des terrains aquifères. 1868/69. Serie I. Bd. 14. S. 231.
 Lévy. Sur le fonçage des puits par le procédé de MM. Kind et Chaudron dans la concession de la société des mines de Sarre-et-Moselle. 1877. Serie II. Bd. 6. S. 479.
 Chavatte. Creusement du puits de Quièvrechain. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 767.

Annales des mines.

- Chaudron. Notice sur l'établissement des puits de la houillère de l'Hôpital. 1867. Serie VI. Bd. 11. S. 1.
 Ferner finden sich Auszüge aus den oben genannten Aufsätzen in Annales des travaux publics. Serie V. Bd. 18 S. 435. — Serie VII. Bd. 16. S. 371.

Deutsche Reichspatente.

- D. R. P. No. 15891. Klasse 5. Hydraulischer Auslöseapparat für Schachtbohrer zum Abbohren von Schächten unter Wasser. Haniel und Lueg in Düsseldorf.
 D. R. P. No. 28915. Klasse 5. Eiserner Ausbau unter Wasser stehender Schächte. Salzwerk Heilbronn in Heilbronn.
 D. R. P. No. 29230. Klasse 5. Verfahren und Vorrichtungen zur Abteufung von Schächten in schwimmendem Gebirge oder zur Fundirung von Wasserbauten durch gleichzeitiges Niederführen von miteinander in Verbindung stehenden Bohrlochsverrohrungen. G. Haase in Granschütz bei Weissenfels.

X. Kapitel.

Schräm- und Schlitzmaschinen. Tunnelbohrmaschinen.

Bearbeitet von Ingenieur **Dr. Ph. Forchheimer**, Dozent an der Technischen Hochschule zu Aachen.

(Hierzu 5 Tafeln und 19 Holzschnitte.)

Erster Teil.

Schräm- und Schlitzmaschinen.

§ 1. Allgemeines. Bei der Materialgewinnung in Steinbrüchen, sowie bei der Herstellung von Felseinschnitten, Tunneln, Grubenstrecken und anderen Hohlräumen kann es von Vorteil sein, den Ausbruch des Gesteines durch Herstellung schmaler tiefer Einschnitte vorzubereiten; ein solcher Einschnitt heißt Schram oder Schlitz (Kerbe). Unter Schram wurde, weil die regelrechte Schrämarbeit zuerst beim Kohlen- und Kupferschieferbergbau stattfand, also bei Betrieben auf flötzähnlich geschichteten Lagerstätten, ursprünglich nur eine Vertiefung parallel zu den Schichten verstanden. Da ferner die Lagerstätten, auf denen man in frühester Zeit schrämte, nur geringe Neigung besaßen, so mußten zunächst die Schräme angenähert wagerecht laufen, bis man dazu überging auch solche von starkem Gefälle in steil einfallenden Flötzen herzustellen. Als Schlitz oder Kerben bezeichnete man ursprünglich rechtwinkelig oder nahezu rechtwinkelig zum Schram geführte, daher meistens angenähert lotrechte Vertiefungen. Später verwischte sich die dargelegte klare Unterscheidungsweise der Ausdrücke, die übrigens von vielen Bergleuten sehr richtiger Weise noch festgehalten wird, und man nannte jede ziemlich wagerechte Aushöhlung „Schram“ und jede ziemlich lotrechte „Schlitz“ oder „Kerbe“. Keiner dieser Ausdrücke darf streng genommen in massigem Gebirge gebraucht werden, und dürfte man hier nur von einem „schramartigen“ oder „schlitzartigen“ Einbruch reden; doch haben sich für die im ungeschichteten Steinsalz häufig angewendeten lotrechten Vertiefungen die gleichbedeutenden Bezeichnungen Schlitz und Kerbe eingebürgert.

Der Zweck der Schräm- und Schlitzarbeit ist stets nur ein vorbereitender und, gleichgiltig, ob der Vertiefungen eine oder einige parallele oder mehrere sich kreuzende hergestellt werden, immer muß ihrer Vollendung die weitere, eigentliche Gewinnungsarbeit, meistens Hereintreibarbeit, seltener Sprengarbeit, folgen. In Tunneln und Einschnitten kommt es hierbei bloß darauf an, das Gestein mit geringen Kosten zu lösen, und es soll das Schräm- nur die Verspannung des Felsens verringern und seine Zugänglichkeit erhöhen, um das spätere Losbrechen oder Absprengen zu erleichtern, während es sich in Bergwerken weiter darum handelt, eine Vermengung des Minerals mit dem Zwischenmittel zu vermeiden und ersteres in möglichst großen Stücken zu lösen, weil mit der Verkleinerung der Erze die unvermeidlichen Verluste bei der Förderung und Behandlung zunehmen und bei der Verwandlung der Kohle in Klarkohle auch eine Verminderung ihres Verkaufspreises eintritt. Demgemäß wächst in der Grube der Wert eines Schrams nicht nur mit seiner Länge und Tiefe, sondern auch ein wenig mit seiner Höhe, wenn man in milden, aber tauben Schichten den das festere Gestein durchsetzenden Schrämpacken (Schramlagen oder Schramstreifen) schrämt¹⁾. Sind hingegen solche weiche Lagen nicht vorhanden, sodaß der Schram in das nutzbare Fossil zu liegen kommt, so soll er zwar tief in den Ortsstoß reichen, aber gleichzeitig möglichst niedrig bleiben. Im Tunnel und Einschnitt ist im allgemeinen die Höhe des Schrams ohne Bedeutung.

Obwohl über und unter Tage das Schräm- eine im Felsen recht gewöhnliche Arbeit darstellt, ist bis heute die Benutzung von Schräm-maschinen statt der üblichen Keilhau- außerordentlich selten geblieben. Der Mangel einer derartigen Vorrichtung wird im Bergwerksbetrieb, besonders im Kohlenbergbau, wo der schlagenden Wetter wegen Sprengmittel thunlichst zu vermeiden sind, sehr empfunden. Dafür spricht zur Genüge der Umstand, daß sowohl von englischen Kohlenindustriellen als auch von der Kupferschiefer bauenden Mansfelder Gewerkschaft schon mehrfach bedeutende Preise für eine Maschine ausgesetzt worden sind, welche rascher, billiger und mit größerer Ersparnis an stark verkleinertem Material arbeiten kann als der Handbetrieb, sich leicht stellen, abbrechen und weiter schaffen läßt, größerer Ausbesserungen selten bedarf, in beliebiger Höhe über der Sohle zu schräm- vermag und womöglich auch zum Schlitz- brauchbar erscheint, doch vermochten die vielen bis jetzt gemachten Erfindungen diesen Anforderungen nicht zu entsprechen.

Etwas häufiger als im deutschen Reiche, wo gegenwärtig fast gar nicht maschinell geschrämt wird, ist wohl infolge der höheren Löhne und der Regelmäßigkeit der Flötze die Anwendung der Schräm-maschinen in England. In Oesterreich sind Handvorrichtungen zum Schlitz- des Steinsalzes in Wieliczka und auch im Braunkohlenbergbau in Gebrauch; endlich hat in Belgien in jüngster Zeit die Bosseyeuse von Dubois u. François ausgedehntere Verwendung gefunden. In französischen, belgischen und amerikanischen Steinbrüchen haben Schräm- und Schlitz-maschinen mit gutem Erfolge gearbeitet, während die vereinzelt Versuche, ihnen Aufnahme unter die Geräte beim Tunnelbau zu verschaffen, bisher noch nicht zum Ziele geführt haben.

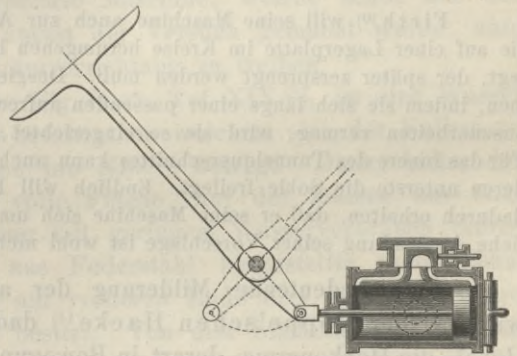
¹⁾ In den Gängen finden sich auch manchmal weiche Massen, die man Ausschram nennt, in denen dann auch wohl geschrämt werden kann, doch sind solche Vorkommnisse sehr selten.

Wie vielfach anderwärts suchte man auch bei der Konstruktion der Schrämmaschinen zunächst diejenige Wirkungsweise nachzuahmen, welche bei der Handarbeit die übliche ist, und ging erst nach und nach zu wirklich oder anscheinend vollkommeneren Verfahren über. So soll nach dem ersten bezüglichen englischen Patent von Meinziez²⁾ ein Schachtgestänge mittels Ketten ein Rad in Drehung versetzen, welches eine schwere Haue trägt, und heute lassen sich vier ziemlich scharf getrennte Systeme unterscheiden, deren Ausbildung in die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts fällt, nämlich Maschinen mit hauenden, mit stoßenden, mit schneidenden und solche mit bohrenden Werkzeugen.

A. Schrämmaschinen mit hauendem Werkzeug.

§ 2. Schramhaumaschinen. Die Kohlenhaumaschine von Firth, Donisthorpe u. Ridley³⁾ in Leeds wurde im Jahre 1862 in der West-Ardsley-Kohlengrube in Gång gesetzt. Ein über Tage befindlicher Kompressor lieferte bei 10—14 Hübten pro Minute hinreichend Luft von 3,5—3,85 Atmosphären Ueberdruck, um drei Schrämmaschinen unter Tage am Ende einer etwa 1000 m langen Leitung zu treiben. Die Schrämmaschine ruht

Fig. 1.



auf einem Wagen, der mit vier Rädern auf einem Gleise läuft und dessen Fortbewegung längs des zu unterschrämenden Stoßes dadurch erfolgt, daß ein Arbeiter eine Schraube von Hand dreht. Den wesentlichen Teil der Vorrichtung bildet ein fester oder nach einer Verbesserung von W. u. S. Firth⁴⁾ ein oscillirender Betriebscylinder, siehe beistehende Fig. 1, dessen Kolbenstange mittels Hebelverbindung eine lotrechte Axe bewegt, an welcher eine Hülse befestigt ist. Letztere

trägt die ziemlich schwere Haue und kann je nach der notwendigen Lage des Schrams höher oder tiefer gestellt werden. Bei gutem Gang macht die Maschine 60—70 Schläge pro Minute und rückt bei jedem Schlag um 0,025—0,038 m vor. Sie vermag die ganze Schramtiefe von 0,914 m nicht auf einmal herauszuschlagen und muß diese Arbeit in drei Abteilungen ausführen, also dreimal denselben Weg zurücklegen. Die Steuerung ist nur dann selbstthätig, wenn der Hub voll ausgenutzt wird; im andern Falle muß der Arbeiter einen Steuerhebel bewegen.

²⁾ Specification 762 vom Jahre 1761. — Transactions of the North of England Institute of Mining Engineers. 1867—68. Bd. 17. Beilage 2. S. 48.

³⁾ Specification 2977 vom 26. Nov. 1861. — Revue univ. d. mines. Bd. 17. 1865. S. 289. — Blumh e. Preuß. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen. 1866. Bd. 14 B. S. 258. — Dingler's polyt. Journ. 1864. Bd. 171. S. 401. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1864. S. 691. — Practical Mechanics Journ. 1864. S. 260. — André. A descriptive Treatise on Mining Machinery. London 1877. Bd. I. S. 82. — Transactions of the North of England Institute of Mining Engineers. 1862—63. Bd. 12. S. 63.

⁴⁾ Specification 1888 vom Jahre 1863.

An und für sich schien die Maschine, welche in 8 Stunden 90—100 m unterschrägte, obwohl das Zurückholen der Haue mit einem unproduktiven Zeit- und Kraftaufwande verbunden ist, billiger zu arbeiten als Schramhäuer; daß sie trotzdem verworfen wurde, hatte seinen Grund in folgenden schweren Nachteilen. Bei dem Aufschlagen der Haue erlitt der Wagen trotz seines Gewichtes von 700—1000 kg so heftige Erschütterungen, daß er häufig aus dem Schienengleise geschleudert wurde und daß noch öfter Brüche an den Steuerteilen eintraten. Da die Maschine nicht sofort den fertigen Schram lieferte, mußten die noch nicht genügend vertieften Schräme eine Zeit lang stehen, während welcher sich Nachfall von Kohle oder Schieferstücken löste. Die Folge war eine Schramverengung und häufig ein Festklemmen der später wieder eingeführten Haue. Auch lockerte sich bei längerem Stehen manchmal die Kohle und brach bei den Erschütterungen der folgenden Arbeit zu früh herein und gefährdete die Arbeiter oder beschädigte die Maschine. Endlich erforderte das gleichzeitige Vorrückenlassen und Steuern allzugroße Aufmerksamkeit seitens des Maschinisten.

Die ursprüngliche Vorrichtung wurde von ihren Erfindern vielfach abgeändert und verbessert⁵⁾ und als eine Verbesserung läßt sich auch die Maschine von Grafton Jones⁶⁾, Fig. 3, Taf. XIX), ansehen, welche zwar ähnliche Uebelstände zeigt wie die oben genannten, aber den Vorzug besitzt, daß die Drehaxe der Haue und entsprechend der Schram eine beliebige Neigung erhalten kann, so daß diese Maschine sich auch zum Schlitzen gebrauchen läßt. — Zu den Kohlenhaumaschinen gehören auch die älteren Vorrichtungen von Sturgeon⁷⁾, von Harrison⁸⁾, von Nisbet⁹⁾ u. a. m.

Firth¹⁰⁾ will seine Maschine auch zur Abteufung von Schächten verwenden, indem er sie auf einer Lagerplatte im Kreise herumgehen läßt, sodaß sie einen cylindrischen Block freilegt, der später zersprengt werden muß. Desgleichen soll sie einen Tunnelumfang ausschrammen, indem sie sich längs einer passenden aufrechten Führung bewegt; damit sie auch Ecken auszuarbeiten vermag, wird sie so eingerichtet, daß sie sowohl rechts als links hauen kann. Für das Innere des Tunnelquerschnittes kann auch eine Anzahl seiner Maschinen benutzt werden, deren unterste die Sohle freilegt. Endlich will Firth kreisförmige Tunnel und Schächte auch dadurch erhalten, daß er seine Maschine sich um eine Mittelaxe drehen läßt. An eine thatsächliche Anwendung seiner Vorschläge ist wohl nicht zu denken.

Eine bedeutende Milderung der auf die Maschine fortgepflanzten Stöße wird bei der Hoppe'schen Hacke¹¹⁾ dadurch erzielt, daß der Triebkolben zwei Hebel, die Hackenarme, derart in Bewegung setzt, daß der eine gegen den Kohlenstoß schlägt, während gleichzeitig der andere zurückgezogen wird. Die Maschine steuert, wenn an ihrem normalen Hube nicht mehr als 10 % fehlen, selbstthätig um, arbeitet mit Expansion und rückt selbstwirkend dem Schram in der Weise fortwährend nach, daß zwei Klauen abwechselnd die eine der beiden Eisenbahnschienen, auf denen der Maschinenwagen steht, fest packen und loslassen. Der

5) Specification von: Donisthorpe. 1863. No. 1072. — Jones u. Ridley. 1863. No. 1420. — W. u. S. Firth (wie S. 355 angegeben). — Ridley u. Jones (Elektromagnetisch). 1863. No. 2327. — Firth u. Sturgeon. 1863. No. 2659. — Firth. 1864. No. 1352 u. s. w.

6) Bluhme. Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14 B. S. 263. — Revue univ. d. mines. 1865. Bd. 17. S. 313. — Specification. 1864. No. 267. — Bulletin de la soc. de l'ind. minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 94.

7) Habets. Revue univ. d. mines. 1865. Bd. 17. S. 304. — Specification. 1863. No. 2357.

8) Habets; a. a. O. S. 311. — Specification. 1863. No. 2837.

9) Habets; a. a. O. S. 309. — Specification. 1864. No. 895.

10) Specification. 1875. No. 769.

11) Förster. Mitteilungen über Versuche mit Schrämmaschinen b. d. Königl. Steinkohlenwerken im Plauen'schen Grund. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. S. 193, 203. — Deutsches Reichspatent No. 829. — Oesterr. Privileg. vom 1. Dec. 1879.

Kopf, an welchem die Schramhauen sitzen, kann um eine wagrechte Axe gedreht werden und die Hacken lassen sich höher und tiefer stellen. Zu Beginn der Arbeit bringt man die Hacken mit dem Kohlenstoß nur eben zur Berührung und erst während des Schrämens läßt man durch Nachdrehung des Kopfes das Gezähe immer weiter bis zur gewünschten Tiefe in die Kohle eindringen. Daß die mit der Hoppe'schen Hacke im Plauen'schen Grunde angestellten Versuche keine hervorragenden Leistungen ergeben haben, dürfte vielleicht zum Teil auf die Beschaffenheit des von tauben, härteren Massen in den verschiedensten Richtungen durchsetzten Flötzes zurückzuführen sein.

B. Die Schrämmaschinen mit stoßendem Werkzeug

wirken wie die mit hauendem Werkzeug nicht kontinuierlich, indem das Gezähe nur beim Vorstoß nützliche Arbeit verrichtet. Die Zerkleinerungsweise kann wie bei einem Hobel in der Abtrennung von Spänen oder wie bei einem Stemmeisen in dem Losstoßen einzelner Gesteinssplitter bestehen.

§ 3. Schramhobelmaschinen. Zu ihnen gehört die von Garrett, Marshall & Co.¹²⁾ in Leeds gebaute und in der Nähe dieses Ortes auf der Grube Kippax oder New-Allerton in Gang gesetzte Maschine, welche schon aus dem Grunde von Interesse ist, als bei ihr zuerst der Versuch gemacht wurde, unter Tage mit hohem Wasserdruck eine Schrämvorrichtung zu treiben.

Auf einem eisernen Wagen, siehe Fig. 6—9, Taf. XIX¹³⁾, ist eine Wassersäulmaschine mit liegendem Cylinder *D* befestigt, in welchem sich der Kolben von 0,21 m Durchmesser mit etwa 15 Hübten pro Minute bewegt. Dieser bietet dem Wasserdruck auf der einen Seite die volle Fläche, auf der andern nur einen schmalen Ring dar, sodaß der Rückgang mit geringem Wasserverbrauch erfolgt. In der hohlen Kolbenstange ist der aus Federstahl hergestellte runde Schaft des Gezähehalters *B* befestigt, welcher am vorderen Ende drei viereckige Augen zum Einsetzen der Stichel *A* (Fig. 7) besitzt. Von den Sticheln sitzt der hintere, 0,076 m breit, und der mittlere, 0,070 m breit, seitlich, der vordere, 0,063 m breit, gerade an der Spitze, sodaß jeder derselben gegen den nächsten sowohl seitlich, als auch (um 0,025—0,05 m) nach unten vorspringt. Die Entfernung der Stichel beträgt 0,356 m, also etwa 0,07 m weniger als der Kolbenhub. Die Dicke des Spans hängt von dem nach jedesmaligem Stoße erfolgenden Vorrücken der Maschine ab, welches man je nach der Gesteinhärte 0,0063—0,019 m betragen läßt.

Zur Umsteuerung des Triebkolbens dienen zwei Gegenkolben mit zwischenliegendem Verteilungsschieber und die Steuerung der Gegenkolben besorgt ein Vierwegehahn *n*, welcher die äußeren Seiten der beiden Gegenkolben abwechselnd unter Druck setzt, während der Raum zwischen den Gegenkolben beständig mit Druckwasser gefüllt ist. Die Bewegung des Vierwegehahnes endlich erfolgt von

¹²⁾ Rühme. Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14 B. S. 264. — André. A descriptive treatise on Mining Machinery. London 1877. Bd. I. S. 85. — Transactions of the North of England Institute of Mining Engineers 1864/65. Bd. 14. S. 83, 105, 115. — Portefeuille économique des machines. 1867. Sp. 105. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 104.

¹³⁾ Diese Figuren zeigen etwas abweichende Einzelheiten.

der Hauptkolbenstange aus durch zwei Zahnradsektoren p und eine Hebelstange mit zwei verstellbaren Nocken.

Mit Hilfe eines eigenen Kolbens I wird die Maschine zwischen Sohle und Firste festgeklemmt und zwar stellt man zunächst den Träger F mit Hilfe der Schraube K so, daß er sich nur wenig unter dem Dach befindet. Bei Beginn des Spieles stößt der Steuerkolben I' gegen das Ventil v (Fig. 8), öffnet es und veranlaßt dadurch, daß Kraftwasser unter den Klemmkolben I tritt und ihn aufwärts preßt. Beim Rückgang des Hauptkolbens und des Steuerkolbens wird v durch eine Feder geschlossen, während von der entgegengesetzten Seite des Steuerkolbens aus das Druckwasser durch das Ventil v' über den Klemmkolben gelangt und ihn langsam abwärts bewegt, sodaß die Maschine frei wird und vorwärts wandern kann.

Diese Vorwärtsbewegung erfolgt, wenn der Hauptkolben seinen vollen Hub macht, selbstthätig mittels einer Kette, welche über eine mit Dornen versehene Scheibe h (Fig. 7) und eine zweite über dem oberen Ende der Schienenbahn befestigte Scheibe läuft. Unter der Scheibe h , welche mit einem Sperrrad verbunden ist, liegt eine zweite Scheibe mit Sperrklinken, welche beim Rückwärtsgange das Sperrrad und die Scheibe h mitnehmen. Die untere Scheibe erhält ihre schwingende Bewegung von der Kolbenstange aus durch den Stift b , den Arm b^1 und die Hebelverbindung de .

Man kann die Maschine über oder unter das Gestell legen, mittels des Zahnkranzes H drehen und mit Hilfe der Schrauben Y etwas heben oder senken.

Bei einigermaßen festem Gestein soll die Umtriebsmaschine eine Rohkraft von etwa 675 mkg und in der Minute bei 15 Doppelhüben ein Wasserquantum von 0,15 cbm erfordern. Der Druck in der Preßpumpe betrage hierbei etwa 30 Atmosphären, wovon vielleicht 25% zur Ueberwindung der Reibung in den Rohrleitungen dienen mögen. In der Grube Kippax hat man mit Hilfe der Maschine von Garrett-Marshall in Zeit von 24 Schichten 688 m Schram hergestellt, in Folge dessen 26520 Zentner Kohle gewonnen werden konnten. Für je 100 Zentner stellten sich die Kosten bei Handarbeit auf 9,1675 Mark, bei Maschinenarbeit ausschließlich der Betriebskosten der Umtriebsdampfmaschine, Preßpumpe und erhöhten Wasserhaltung auf 7,31 Mark. Da sich ferner die Menge der Klarkohle und der Kohle zweiter Sorte zu Gunsten der Stückkohle verringerte, ergab sich aus der Anwendung der Maschine ein Gewinn gegenüber der Handarbeit und man konnte ein bis dahin unbauwürdiges Flötz in Angriff nehmen.

Zu den Schramhobelmaschinen gehören auch Vorrichtungen von Leroy¹⁴⁾ in Auxerre, welche man in den Steinbrüchen von Charentenay (Yonne-Departement) einfuhrte, als die Steinlieferung für das Hôtel de ville in Paris eine erhöhte Produktionsfähigkeit verlangte. Der ziemlich feste und harte Korallenkalk wird in Charentenay in Strecken von 8—10 m Höhe und 10 m Breite gebrochen, welche von einem 3,30 m hohen Stollen aus in Angriff genommen werden. Um diesen rascher vorzutreiben, wurde mit den Vorrichtungen von Leroy unter der Firste, auf der Sohle und an den Stößen geschrämt. Die Triebkraft liefert eine am Eingange des Steinbruches aufgestellte 6pferdige Maschine, welche mittels Drahtseil eine am Stollendach befestigte Welle in Umdrehung versetzt; von letzterer laufen Riemen zu den Schrämmaschinen, welche 1 qm bis 1,20 qm Schram in der Stunde herstellen. Für jede Schrämmaschine genügt ein Arbeiter und ihre Leistung kommt

¹⁴⁾ Capacci in: Esposizione universale del 1878 in Parigi. Relazioni dei giurati italiani. Roma, Tipografia eredi Botta, 1879. S. 81. — Habets. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 8. S. 251.

der von 8—10 Steinbrechern gleich. Ein Steinbrecher schrämt dort nicht mehr als 1,5 qm im Tag und sein Schram ist 12—15 cm stark, während der Maschinenschram nicht weiter als 2,7—3 cm ausfällt.

Stellt man viele Hobelzähne nahe aneinander, so wird der Hobel zur Säge mit geradem Blatt. Die Anzahl der Vorschläge für Schramsägemaschinen ist jedoch sehr gering, obwohl von Hand zu führende Sägen in Steinbrüchen mit weichem Felsen häufig benutzt werden, so z. B. in der Petershöhle bei Maastricht, deren Sandstein erst an der Luft erhärtet. Millward¹⁵⁾ will die Zähne seiner Maschine mit Diamanten oder andern harten Körpern besetzen.

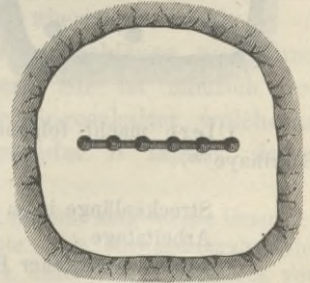
§ 4. Schrammeißelmaschinen; siehe Fig. 12—15, Taf. XIX. R. Schram¹⁶⁾ verwendet die von ihm erfundene oder auch eine andere Gesteinsbohrmaschine, welche er statt mit einem gewöhnlichen Meißelbohrer mit einem Schrämisen versieht und auf einem Wagengestelle in der Weise anbringt, daß sich der Winkel zwischen ihrer Längsaxe und der Gesteinswand verändern läßt. Man führt durch Drehung der Schraube *a* von Hand die Maschine hin und her und bewirkt das Nachrücken ebenfalls von Hand mittels der Schraube *b*. Die durch das Stoßen entstandenen Klarkohlen sollen mit Hilfe der gepreßten Luft aus dem Schram herausgeblasen werden, jedenfalls die für den Arbeiter lästigste und seiner Gesundheit am wenigsten zuträgliche Entfernungswiese. Mahler¹⁷⁾, welcher die Maschine vertrieb, machte günstige Angaben über ihre Leistungen.

Schram's Gedanke ist nicht neu; jedoch waren ähnliche, weit früher bei dem Mansfelder Kupferschieferbergbau gemachte Proben mit Gesteinsbohrmaschinen so ungünstig ausgefallen, daß man von ihrer Fortsetzung absah.

Dubois u. François¹⁸⁾ benutzen ihre kräftige Gesteinsbohrmaschine und ein auf Schienen laufendes Gestell, siehe Fig. 5, Taf. XIX¹⁹⁾, welches mit Leichtigkeit das Bohren in einem beliebigen Punkte des Ortsstoßes gestattet. Die gesamte Vorrichtung, welche als Schrämmaschine den Namen Bossoyouse oder Bosseyeuse führt, ist 1 m hoch und 65 cm lang, kann Stollen von 1,20 m Breite auf 1,60 m Höhe bis zu solchen von 3,50 m auf 2,50 m herstellen und läßt sich durch 2 oder 3 Arbeiter leicht fortbewegen.

Die Herstellung des Schrams kann auf zweierlei Weise erfolgen. Bei sehr hartem Gestein bohrt man eine Reihe von 6—8 cm weiten, einander möglichst nahen Löchern, siehe vorstehende

Fig. 2.



¹⁵⁾ Specification. 1869. No. 214.

¹⁶⁾ Julius Mahler. Die moderne Sprengtechnik mit ihren wesentlichen Hilfsmitteln. 7. Aufl. Wien 1876. S. 33. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1877. S. 203. — Serlo. Bergbankunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 411. — Oesterr. Privileg. vom 26. Juli 1876.

¹⁷⁾ In seiner genannten Schrift.

¹⁸⁾ Aufsätze von Clerc: Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ingénieurs civils. 1883. Bd. 2. S. 434, 629. — Revue univ. d. mines. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 462. — 1880. Bd. 8. S. 244. — 1877. Bd. 1. S. 129. — Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1882. S. 88. — Portefeuille économique des machines. 1876. Sp. 177.

¹⁹⁾ Vergl. auch Bosseyeuse von Dubois u. François in Kap. VIII mit Fig. 1 und 2, Taf. XVI.

Fig. 2, und entfernt die Trennungswände (Beine) zwischen den Löchern, indem man flache Bohrer, sogenannte Sägen, anwendet und die Maschine ohne Setzen des Bohrers arbeiten läßt.

Bei weichem Gestein stellt man zunächst als Begrenzung des zu bildenden Schrams, siehe Fig. 3 und 4, zwei 6—8 cm weite Löcher *A* und *B* her, welche man

mit Holz auspflockt. Hier- auf läßt man die Maschine unter Benutzung bestimmter Bohrer so wie bei Her- stellung gewöhnlicher Bohr- löcher arbeiten, nur bewirkt man mit Hilfe einer Schraube ohne Ende, daß der Bohrer fortwährend zwischen den beiden Grenzstellungen hin und her wandert.

Fig. 3. Aufriß.

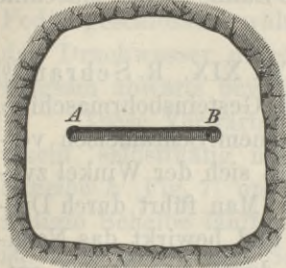
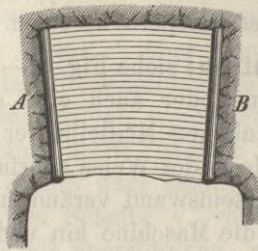


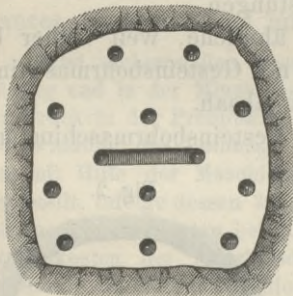
Fig. 4. Grundriß.



Wenn der je nach der Beschaffenheit des Gebirges lotrecht oder wagerecht angeordnete Schram fertig ist, löst man das Gestein durch Hereintreibearbeit.

Es werden eine Anzahl Löcher, wie Fig. 5 zeigt, von 80—85 cm Weite und 90—95 mm Tiefe gebohrt, behufs Aufnahme eines mit Unschlitt geschmierten Keiles und zweier Zulagen. Der Bohrer wird durch einen 30—40 kg schweren Rammklotz ersetzt, mit welchem die Maschine den Keil eintreibt, bis der Felsen auseinandergespalten ist. Man schafft zuerst durch Benutzung eines dem Schram benachbarten Loches einen mittleren Hohlraum und vergrößert dann die Höhlung immer mehr, indem man stets näher am Umfange hereintreibt.

Fig. 5.



Clerc macht folgende Angaben über die Leistungen der Maschine in der Grube Marihaye^{19a)}:

	1. Strecke	2. Strecke.	3. Strecke ^{19b)}
Streckenlänge in m	127,31	114,50	111
Arbeitstage	159	138	132
Mittlerer täglicher Fortschritt in m	0,80	0,83	0,84
Kosten in Franken pro laufendes Meter:			
Arbeitslöhne	32	33	47,50
Verschiedenes (Amortisation, Kompressoren, Kessel, Röhren, Bohrmaschinen, Kohlenverbrauch und Bedienung der Kompressoren, Bohrerabnutzung)	14,50	14,50	24,40
Gesamtkosten pro laufendes Meter	46,50	47,50	71,90
Querschnitt in qm	3,50	3,50	8
Kosten pro cbm Gestein	13,30	13,60	9

Versuche, bei welchen man unter gleichen Bedingungen^{19c)} einerseits mit der Maschine

^{19a)} Das Gestein war Schieferthon und Sandstein.

^{19b)} Mit zwei Maschinen.

^{19c)} Bei diesen Versuchen wurde eine Strecke im Flötz getrieben, mit der Bosseyeuse also nur Strosse und Firste nachgenommen.

schrämte und den Felsen auseinanderkeilte und zwar, da man die Probestrecke im Flötz trieb, mit der Bosseyeuse nur Strosse und Firste nachriß, anderseits von Hand bohrte und mit Pulversprengte, gaben als Gesamtkosten in Franken pro laufendes Meter:

	In der Tiefe von 350 m	In der Tiefe von 210 m
bei Handarbeit	9,03	8,08
bei Maschinenarbeit	7,17	8,48

Statt nach Vollendung des Schrams Keile einzutreiben, kann auch gesprengt werden und die Möglichkeit, bei Verwendung ein und derselben Maschine nur zu sprengen, zu schrämen und zu sprengen, oder zu schrämen und auseinander zu keilen, dürfte bei wechselndem Gebirge oder veränderlichem Zustand der Wetter in Bergwerken, Tunneln u. s. w. mitunter von erheblichem Vorteile sein.

Mit einfachem Meißelstoß ohne Setzen läßt Rothery²⁰⁾ eine seiner Maschinen wirken, bei welcher er die Luftcylinder als Radaxen des Wagengestelles benutzt, entsprechend den beiden Radaxen zwei Meißel anwendet und infolge dieser eigentümlichen Anordnung nur in der Höhe der Rädermittelpunkte schrämen kann.

Schrämmaschine von Chenot; siehe Fig. 16—22, Taf. XX²¹⁾. Chenot befestigt seinen Meißel an dem Deckel eines mit einem Zwischenboden versehenen beweglichen Cylinders. Die Triebquelle bildet eine mit der eigentlichen Schrämvorrichtung auf demselben Lager aufgeschraubte elektrodynamische Maschine *E*, welche mittels der Reibungsräder *L L*₁ und des Riemens *F* eine in der Verlängerung der Meißelaxe befindliche Kurbel *K* in Drehung versetzt. Die Berührung der Reibungsräder läßt sich mit Hilfe des Handgriffes *p* bewirken oder aufheben; mit *p* wird nämlich eine Axe gedreht, an der excentrisch zwei Flügelstangen *p*₁ sitzen, die ihrerseits zwei Hebel *p*₂ verstellen, welche die Axe *p*₃ der Reibungsräder *L*₁ tragen. Die erwähnte Kurbel *K* schiebt mittels der Pleuelstange den Doppelkolben *T* hin und her, dessen Vorwärtsbewegung, sobald er die Oeffnungen *l* und *m* verdeckt, durch die zwischen seinen Scheiben und den Cylinderböden eingeschlossene Luft auf den Cylinder und damit auch auf den Meißel *M* übertragen wird.

Die Gesamtvorrichtung gleitet mit ihrem Lager *a* auf Schienen und kann längs der zu unterschrämenden Bank verschoben werden. Sie ist nämlich gewissermaßen als Kettenglied in zwei Ketten *e* ohne Ende eingeschaltet, welche an den beiden Ausgangspunkten des Schrams über Kettenräder *R* laufen, deren Drehung mittels Handkurbeln erfolgt.

Bei einer Probe wurde der Elektromotor durch eine 500 m entfernt aufgestellte Gramme-Maschine getrieben und machte der Meißel 250 Stöße pro Minute. Als Anwendungsbeispiel wird angeführt, daß die Maschine in einem 80 m tiefen Steinbruch unter einem Felsblock von beinahe 4 m Höhe einen 25 m langen Schram ausgearbeitet habe. Der Schram kann 2 m weit in den Fels reichen. Zur Ebnung der hinteren Schrambegrenzung benutzt man statt des Meißels ein Werkzeug von geeigneter Form; die Freihaltung des Schrams von klarem Gestein sei sowohl in Kalkstein, Granit u. dergl., als auch in Kreidemergel, Gipsmergel und ähnlichen weichen Gebirgsarten leicht zu bewerkstelligen.

Debry's²²⁾ Handschlitzmaschine, welche nur seigere Schlitzte herstellt und das söhliche Schrämen der Keilhaue überläßt, besitzt zwei an ihren Enden mit Meißeln versehene Gezähehalter, welche jedoch niemals gleichzeitig benutzt

²⁰⁾ Polytechn. Centralbl. 1869. S. 787.

²¹⁾ Révue industrielle. 1882. S. 293. — Electricien. Bd. 3. S. 566. — Armengaud. Publication industrielle. 1882. Bd. 28. S. 496.

²²⁾ Bulletin de la soc. de l'industrie minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 109. — Französ. Patent vom 15. März 1867.

werden. Zur Bewegung eines Gezähehalters sind zwei Arbeiter nötig, von denen der eine den Vorstoß, der andere mittels eines Hebels die lotrechte Bewegung bewirkt. Diese Vorrichtung fand in Gipsbrüchen bei Paris Verwendung. Sie soll in 10 Minuten einen Schlitz von 10 cm Tiefe und 1,50 m Höhe vollenden, nur $\frac{2}{3}$ der Kosten gewöhnlicher Schlitzarbeit verursachen und um 20% weniger Klargestein liefern als letztere. Später hat Debry auch eine Maschine gebaut, welche wagerecht schrämen kann.

Vorrichtungen zur Führung eines Meißelbohrers, welche dem Arbeiter gestatten, beim Schrämen zu stoßen statt zu hauen, hat auch Delahaye erfunden²³⁾.

Bei der Maschine von Wardwell²⁴⁾ in New-York, welche ebenfalls nur seigere Schlitzte und zwar in die Sohle schneidet, fährt ein Wagen über die zu bearbeitende Bank. Auf jeder Seite des Wagens hängt an einem Riemen ein Satz Meißel, der z. B. aus 7 Stück zugeschärfter Stahlplatten von 2 m Länge besteht und 225 kg. wiegt. Er wird mittels eines Hebels durch rotirende Daumen gehoben und darauf fallen gelassen. Kautschukpolster, gegen welche die Meißel beim Anhub drücken, erhöhen deren Stoßkraft. Abweichend von besagter Bauweise ordnet man zuweilen nur auf einer Seite Stahlplatten an oder läßt diese vom Hebel unmittelbar und nicht mit Hilfe eines Riemens fassen.

Zum Betrieb diente anfangs eine Lokomobile; später setzte man Kessel und Dampfmotor auf den Wagen der Schlitzmaschine. Das Vorrücken ist selbstthätig und erfolgt durch Eingriff von Zahnrädern in Zahnstangen des Schienengleises.

Wardwell's Schlitzweise fand in den Vereinigten Staaten in mehreren Marmorbrüchen Eingang. Hier hat die Pulversprengung den Nachteil, das Gestein vielfach zu verderben, in unregelmäßigen Blöcken abzutrennen und große Nacharbeit nötig zu machen. Neuerdings schlitzt man mit Wardwell's Maschine in sich rechtwinkelig kreuzenden Richtungen und es erübrigt zur Freilegung eines Blockes dann nur noch des Eintriebs von Eisenkeilen unter seine Lagerfläche. Nach Versuchen in St. Waast-Melo mit einer Maschine, welche nur einen Meißelsatz besaß, kostet mit ihr das Schlitzen nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ des Betrages, welchen die Handarbeit erfordert.

Wineqz erzeugt seigere Schlitzte in der Sohle, indem er den Kolben einer stehenden Dampfmaschine mit einem Meißelsatz verbindet. Das lotrechte Vordringen und Rückziehen läßt er ähnlich wie bei einer Bohrmaschine mittels einer Schraube bewirken, die von Hand mit Hilfe eines kleinen Vorgeleges gedreht wird. Das ganze Maschinengestell gleitet auf zwei I-Trägern. Die auf und ab gehende Kolbenbewegung überträgt sich vom Meißelhalter aus, welcher mit einer senkrechten Zahnstange versehen ist, auf ein Stirnräderpaar und von diesem aus, je nach der Stellung eines gegabelten Steuerhebels²⁵⁾, derart mittels Sperrädern auf ein weiteres Vorgelege und eine Schnecke, daß letztere sich im einen oder andern Sinne dreht. Hierbei greift sie in eine wagerechte, auf einen der I-Träger festgeschraubte Zahnstange ein und bewirkt ein Vor- oder Zurückrücken des ganzen Maschinengestelles längs des Schlitzes. Die Maschine hat im sogenannten Petit granite (bläulich-

²³⁾ Bulletin d. l. soc. d. l'ind. minerale. 1862/63. Bd. 8. S. 666.

²⁴⁾ Bulletin de la soc. de l'industrie minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 113. — Siehe auch Kapitel: „Gewinnung, Zerteilung und Bearbeitung von Bausteinen“ im letzten Teile dieses Werkes.

²⁵⁾ Capacci in: Esposizione universale del 1878 in Parigi. Relazioni dei giurati italiani. Classe I. Roma, Tipografia eredi Botta, 1879. S. 82.

grauer, kieselhaltiger Kohlenkalk) zu Mons in Belgien gearbeitet; sie kostet 4000 Franken, ist etwa 3 Pferde stark und macht 7—8 qm Schlitz im Tag, wobei sie ungefähr so viel Auslagen verursacht wie die Handarbeit. Der Vorteil ihrer Anwendung liegt darin, daß man von Hand per 1 cbm Ausbruch nur 0,5 cbm Quaderblöcke erhält, während sie deren im gleichen Falle 0,75 cbm liefert.

Die Herstellung von Schächten oder Stollen durch mehrere in einer Reihe angeordnete Bohrer bezweckt das Patent von Cowper²⁶⁾. Die Bohrer sollen nicht gesetzt, sondern nach jedem Schläge seitlich verschoben werden. Auf diese Weise seien zunächst parallele Schräme zu bilden, während das Gestein zwischen den Schrämen später entfernt werden muß. Jeder Bohrer besitzt seinen eigenen, mit verdichteter Luft oder Dampf zu treibenden Kolben und ein gemeinschaftlicher Rahmen ermöglicht eine Verstellung sämtlicher Bohrer parallel zu ihrer früheren Lage, wenn man es nicht vorzieht, ein gemeinschaftliches Querhaupt anzuordnen und die Bohrer um den Stollenmittelpunkt kreisen zu lassen.

Mehrere nebeneinander liegende Cylinder, deren Kolben ungleich lange Meißel tragen, besitzt die Maschine von Beacher u. Gillet²⁷⁾.

§ 5. Tunnelschlitzmaschine von Maus; siehe Fig. 1 und 2, Taf. XIX. Die älteste Schlitzmaschine und gleichzeitig die erste ausgeführte Tunnelbohrmaschine ist die vom belgischen Ingenieur Maus infolge einer Aufforderung der sardinischen Regierung 1845 entworfene Vorrichtung²⁸⁾, welche zur Durchbohrung des Mont-Cenis dienen sollte. Maus beabsichtigte mit ihr rascher, als es von Hand geht, einen Richtstollen durchzutreiben, welcher die nötigen Angriffspunkte für die Ausweitung des Vollprofils liefern sollte. Im Jahre 1850 wurde jedoch die Maschine als unbrauchbar aufgegeben²⁹⁾.

Die Vorrichtung bestand im wesentlichen aus einer Anzahl mit starkem Stoß gegen die Stollenbrüst geführter Meißelbohrer, welche lotrechte und wagerechte Schräme herstellen und dadurch das Gestein in eine Anzahl Blöcke zerlegen, deren jeder dann mit Hilfe anderer Gezähe, vorzugsweise Fäustel und Keil, aus dem Zusammenhang mit dem noch nicht durchschrämten Gestein gebracht wird.

Maus beabsichtigte, den Richtstollen 4,4 m weit und 2,2 m hoch zu machen, und die Maschine sollte zwar die gesamte Höhe, jedoch nur die halbe Weite des Ortsstoßes gleichzeitig in Angriff nehmen. Sobald die Schräme der einen Stollenhälfte die erforderliche Tiefe erlangt haben, sei die Maschine in die andere Stollenhälfte zu schieben, um hier zu schrämen, während die nebenan bereits freigelegten Blöcke abgetrieben werden.

Die Maschine, welche Maus in den Jahren 1846 und 1847 behufs thunlichster Verbesserung seines Vorschlages mit einem Aufwand von mehr als 17 000 Franken anfertigen und im Oethale³⁰⁾ in Gang setzen ließ, teilte den Richtstollen, wie aus den beiden Figuren ersichtlich, seiner Höhe nach durch fünf wagerechte Bohrerreihen, deren oberste an der Firste und deren unterste an der Sohle wirkte, in vier gleiche Bänke. Zur Erzeugung der fünf wagerechten und der zwei lotrechten Schräme, von welchen letzteren einer an der stehen bleibenden Seitenwand und der andere in der Mitte zwischen beiden Stollenhälften hergestellt werden mußte, dienten

²⁶⁾ Specification. 1871. No. 1612.

²⁷⁾ Polytechn. Centralbl. 1867. S. 379.

²⁸⁾ Annales des travaux publics de Belgique. 1850/51. Bd. 9. S. 315.

²⁹⁾ Drinker. Tunneling etc. 1878. S. 148.

³⁰⁾ Etzel und Klein. Eisenbahnzeitung. 1852. S. 37. — Nach Annales des travaux publics de Belgique. 1850/51. Bd. 9. S. 354 seien im Oethale keine lotrechten Schlitzte erzeugt worden, da man einen freistehenden Block bearbeitete.

116 Meißelbohrer. Diese liefen in Hülßen und waren mit Spiralfedern versehen, welche abwechselnd und zwar die ganze Reihe gleichzeitig zusammengedrückt und wieder ausgelöst wurden, um so die Meißelschläge (nach den bezüglichen Versuchen 150 in der Minute) hervorzubringen.

Jede Meißelreihe hatte außer der stoßenden gleichzeitig noch eine zweite Bewegung, welche für die wagerechten Reihen eine seitlich gehende, für die lotrechten dagegen eine Verschiebung nach oben oder unten war. Eine dritte Bewegung, nämlich das Nachrücken der Maschine, erfolgte nicht selbstthätig, sondern wurde von Arbeitern in dem Maße, wie die Schräme sich vertieften, durch das Anziehen bezüglicher Schrauben bewirkt. Die zur vollen Ingangsetzung einer solchen Maschine nötige Rohkraft scheint über 21000 Sekundenmeterkilogramm zu betragen, da Maus 4,38 cbm Wasser pro Sekunde bei einem Gefälle von 4,8 m als erforderlich bei tief eingedrungenen Meißeln angab, während nach ihm bei einer Wassermenge von 0,7 cbm pro Sekunde und 20 m Gefälle nur 92 Schläge in der Minute statt der erwähnten 150 möglich seien.

C. Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug.

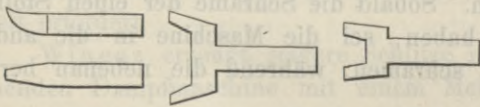
§ 6. Schrämmaschinen mit Schneidscheibe. Die Schrämmaschinen mit schneidendem Werkzeug unterscheiden sich von den bisher beschriebenen durch einen kontinuierlichen Gang und eine mehr schabende Wirkung der Gezähe, welche sie meistens in größerer Anzahl am Umfange eines Rades tragen.

Als Beispiel für diese Anordnung soll die Vorrichtung von Winstanley u. Barker³¹⁾ geschildert werden; siehe Fig. 4, Taf. XIX. Die Bewegung erfolgt durch zwei oscillirende Cylinder, deren Kolbenstangen an die Kurbeln einer lotrechten Welle gekuppelt sind, an welcher ein unmittelbar in das Schneidrad eingreifendes Stirnrad sitzt. Das Schneidrad trägt in regelmäßiger Reihenfolge dreierlei Zähne von beigezeichneter Form. Der Arm *E*, welcher die Schrämscheibe trägt, ist um eine starke Axe drehbar und kann mit Hilfe eines

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.



gezahnten Segmentes, einer endlosen

Schraube und eines Handrades *B* aus der bei Beginn eines Schrams zu gebenden Stellung *A* nach und nach in die Lage *R* übergeführt werden. Sobald die Schrämscheibe in der Stellung *R* arbeitet, zieht man die Maschine mittels Kette und Handwinde den zu unterschramenden Stoß entlang.

In der Grube Platt-Lane in Lancashire ist die Maschine mehrere Jahre auf einem sehr schwachen, bei Anwendung von Handarbeit unbauwürdigen Flötz in Thätigkeit gewesen. Sie soll nach Angabe des Erfinders bei 2,1 Atmosphären Ueberdruck der verdichteten Luft und 25 minutlichen Umgängen der Schrämscheibe stündlich 22,86 m harte Kohle unterschramen und damit die Arbeit von mindestens 30 Mann leisten können.

Sehr günstige Angaben werden über die auch mit einem Schrämrade

³¹⁾ Simon. Zeitschr. d. berg. u. hüttenm. Ver. f. Kärnten. 1874. Jahrg. 6. S. 6. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. S. 207. — Preuß. Zeitschr. 1874. Bd. 22 B. S. 167. — André. A descriptive Treatise on Mining Machinery. S. 73. — Burat. Cours d'exploitation des mines. 3. Aufl. 1881. S. 326. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 417. — Specification. 1870, No. 751. — Französisches Patent vom 10. April 1873.

arbeitende Maschine von Rigg u. Meiklejon³²⁾ gemacht, welche in der Penston-Grube jede Nacht während $6\frac{1}{2}$ —8 Stunden beiläufig 120 m, ausnahmsweise auch 137—155 laufende Meter Schram von 1,04 m mittlerer Tiefe und 83 mm Stärke herstellte. Unter Berücksichtigung des Kohlenverbrauchs der Heizkessel, der Amortisationsbeträge, Löhne u. s. w. sollen sich die Kosten dabei halb so hoch ergeben haben, wie die der Handarbeit.

Schneidscheiben besitzen ferner die Vorrichtung von Walker³³⁾, jene von Gillot u. Copley³⁴⁾, die Monitor-schrämmaschine von H. F. Brown³⁵⁾ in Indianopolis, die vertikal wirkende Steinkohlenschrämmaschine von Höwert u. Leistikow³⁶⁾, die horizontal wirkende Maschine³⁷⁾ der nämlichen Erfinder und die Universalschrämmaschine³⁸⁾ von Staněk u. Reska.

Letztere Maschine, siehe Fig. 7, Taf. XX, besitzt zwei Cylinder *a*, deren Kolbenbewegung sich der Reihe nach auf die Pleuelstange *b*, die Schnecke *c*, die Welle *d*¹, das Stirnrad *e*, das Stirnrad *e*¹, die Welle *f*, das Kegelrad *g*, das Kegelrad *g*¹, die Welle *h*, das Kegelrad *h*¹, das Kegelrad *i*, die Welle *k*, das Zahnrad *l* und das Schrämrad *m* überträgt. Letzteres führt bei 1 m Durchmesser 20 Gußstahlmesser. Die Welle *h* befindet sich im Drehturm *n*, der von Hand mittels Schneckenrad und Schnecke *o* gedreht werden kann. Ebenfalls von Hand wird der Träger *p* mittels der Schraube *q* gehoben oder gesenkt. Endlich ist der Drehteil *s* des gedachten Trägers durch Schneckenrad und Schnecke im vollen Kreis drehbar.

Die drei Drehbewegungen und die Hebung und Senkung ermöglichen ein Schrämen oder Schlitzen in jeder Richtung und Höhe. Das Wandern längs des Ortsstoßes erfolgt selbstthätig mit Hilfe des Kegelrades *x*, der durch ein Kegelgetriebe in Verbindung stehenden Wellen *y* und *y*¹, der Schnecke und des Schneckenrades *z*, eines mit letzterem Rade auf derselben Axe sitzenden Kettenrades und einer Kette, welche über das Kettenrad und am oberen Ende des Arbeitsstoßes über eine Rolle geführt ist, um von da zur Maschine zurückzukehren.

Staněk u. Reska's Maschine ließe sich zum Herstellen von Strecken benutzen, nämlich zur Erzeugung von je einem Schram an jedem Seitenstoß und einem dritten an der Sohle oder Firste. Der weitere Abbau müßte durch Spreng- oder Hereintreibearbeit erfolgen. Mit der genannten Vorrichtung stimmt nun eine der verschiedenen³⁹⁾ von Hurd u. Simpson erfundenen Maschinen nahezu vollständig überein, welche von der Wigan-Kohlen- und Eisen-Gesellschaft zum Vortrieb von Strecken von 1,68 m Höhe und 2,74 m Weite thatsächlich benutzt wurde.

³²⁾ Transactions of the North of England Inst. of Min. and Mech. Engineers. 1878/79. Bd. 28. S. 75. 188. — Mining Journal. 1879. S. 1214. — Französisches Patent vom 2. Aug. 1878.

³³⁾ Polytechn. Centrabl. 1869. S. 1643. — Mechanic's Magazine. 1869. Neue Serie. Bd. 22. S. 154.

³⁴⁾ Pract. Mech. Journal 1869/70. Ser. III. Bd. 5. S. 31. — André; a. a. O. S. 77. — Specification. 1868. No. 2643. — Simon. Zeitschr. d. berg. u. hüttenm. Ver. f. Kärnten. 1874. Jahrg. 6. S. 4.

³⁵⁾ Transactions of the Americ. Inst. of Min. Eng. 1874/75. Bd. 3. S. 23. — Mining Journal. 1873. Bd. 43. S. 947. — 1875. Bd. 45. S. 348. 371.

³⁶⁾ Deutsches Reichspatent No. 140 vom 25. Juli 1877.

³⁷⁾ Deutsches Reichspatent No. 141 vom 25. Juli 1877.

³⁸⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. S. 277.

³⁹⁾ André; a. a. O. S. 80. — Transact. of the North of England Inst. of Min. and Mech. Eng. 1873/74. Bd. 23. S. 107. — Specification. 1869. No. 906. — 1870. No. 571. — 1872. No. 3241.

Das Anarbeiten der Schräme erfordert bei 1,4 Atmosphären Ueberdruck in mittelharter Kohle 63 Minuten und geht demgemäß fünfmal rascher als von Hand. Wenn nötig, wird nach vollendetem Schrämen die Maschine mit einem 38 mm starken Bohrer versehen und ein Bohrloch von 91 cm Tiefe sei dann innerhalb zwei Minuten fertig.

Eine einfacher gebaute Maschine von Staněk u. Reska⁴⁰⁾, welche nur zum Schrämen der Sohle verwendet werden soll, zeigen Fig. 1 und 2, Taf. XX. Die Bewegung der Kolben der beiden Cylinder *a* überträgt sich wieder durch die Konstruktionsteile *b*, *c*, *d* und *e* auf ein Zahnrad *e*₁, welches, da *f* bis *i* als unnötig entfallen, mit Hilfe eines auf derselben Welle aufgekeilten Drillings unmittelbar das Schrämrads *m* treibt. Zur Aenderung der Entfernung des Schrämrades von dem Schienengleise, nämlich zur Drehung des Armes *u*, dient das Handrad *o*, die Schnecke und das Schneckenrad *o*₁ und die Zahnradübersetzung *o*₂. Das Vorrücken kann auch hier selbstthätig geschehen von der Welle *d* aus mit Hilfe der Zwischenglieder *y*, *y*₁ und *z*, welche je nach der Lage der von Hand verstellbaren Kuppelmuffe *Q* eine Drehung der Trommel *M* im einen oder andern Sinne veranlassen.

Die Zugkette greift am Winkelhebel *J* an, läuft von da über die feste Rolle *K* und die Trommel *L* nach der Trommel *M*, dann abermals zurück nach *L*, unter *M* hindurch, endlich um die feste Rolle *N* nach dem Sperrhebel *P*. Wird die Kette angezogen, so drückt der Winkelhebel die Leitrolle *R* gegen den Kohlstoß. Bei einem Abreißen der Kette fällt der Sperrhebel *P* nieder und verhindert hierdurch bei ansteigender Schienenbahn das Zurücklaufen der Maschine. Diese Vorrichtung hat am Jakobschacht in Polnisch-Ostrau gearbeitet und bei 4 Atmosphären Ueberdruck der zugeführten Luft in 18 Minuten einen Schram von 0,8 m Tiefe und 4,0 m Länge geliefert.

Eine der eben beschriebenen Maschine ähnliche Sohlenschrämmaschine von Hurd u. Simpson leistete in sehr harter Kohle bei 1,4 Atmosphären Ueberdruck im Mittel 6,4 laufendes Meter Schram pro Stunde.

Eine Maschine, welche mit einer Schneidscheibe arbeitet und von Hand betrieben wird, hat Lilienthal⁴¹⁾ angegeben; siehe Fig. 10, Taf. XIX. Zwei in einander geschobene Röhren, welche durch den Ring *b* bei dem Anzug der Schrauben *c* aneinander gepreßt werden, bilden die verlängerbare Stützsäule *a*. Dieselbe ist mit einer Stellschraube *d* versehen. An die Stützsäule wird der Rahmen angesetzt, welcher aus den beiden Röhren *e* und *e'* besteht, die an einem Ende durch den Ring *f*, am andern durch den mit Stellschrauben *i* und *i'* ausgestatteten Arm *g* verbunden sind. Die Befestigung des Rahmens an der Säule *a* erfolgt mit Hilfe der beiden Schellen *h* und *h'*. Auf den Röhren *e* und *e'* des Gestellrahmens ruht der auf ihnen verschiebbare Schlitten, der aus den Bändern *k*, *k'* und den Stäben *l*, *l'* besteht und in dem die Axe des Schrämrades *n* verlagert ist.

Zur Umdrehung der Schrämscheibe dient die Kurbel *o* und das Schwung-

⁴⁰⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. S. 489, 498. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 418.

⁴¹⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1878. S. 184, 195. — Deutsches Reichspatent No. 2291 vom 20. Okt. 1877. — Engineering. 1878. Bd. 26. S. 498.

rad p , deren Bewegung durch die Kegelräder r r' auf die Spindel und von ihr weiter durch das sechszählige Rädchen t übertragen wird. Der Vorschub des Schrämrades wird ebenfalls durch die Kurbelwelle q bewirkt und zwar in der Weise, daß ein auf ihr angebrachter Daumen bei jeder Kurbelumdrehung das Vorschubrad w um einen Zahn verstellt, sodaß die mit ihm verbundene Vorschubspindel z langsam gedreht wird.

Mängel der Maschine sind die Unveränderlichkeit der Umdrehungsrichtung, welche ein Schlitzen in der rechten Ulme nicht gestattet, und des Vorschubs, welcher bei weichem Gestein und zu Anfang des Schrämens, ehe die Scheibe tief eingedrungen ist, ein größerer sein sollte, sowie die Bauart des Schrämrades, welches, nicht aus einem Stücke gegossen, bei der Arbeit zittert und sich leicht klemmt. Ein längerer Schram kann nur bei wiederholter Neuaufstellung erhalten werden und seine Begrenzung ist nicht geradlinig, sondern aus Bogenstücken zusammengesetzt, wie beistehende Fig. 9 zeigt.

Ein Vorzug ist es, daß die Maschine nicht mehr als 150 kg wiegt. Sie wird durch zwei Mann aufgestellt und von ihnen beim Schrämen abwechselnd in Zeiträumen von je 10—15 Minuten bedient. Die Vorrichtung hat sich in Wieliczka bewährt und wird in Verbindung mit Sprengarbeit dort viel benutzt. Hierbei stellte sich im Jahre 1879 die durchschnittliche Leistung eines Häuers pro Schicht auf 15,39 Meterzentner Sprengsalz⁴²⁾.

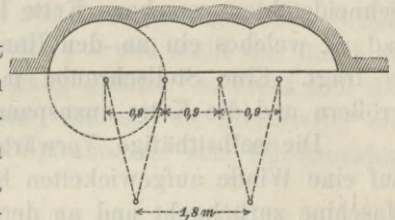


Fig. 9.

Die Handschrämmaschine von Dniestrzanski u. Reska⁴³⁾ wendet man in Wieliczka ebenfalls und zwar hauptsächlich zur Stücksalzgewinnung an. Eine sechsmonatliche Betriebsperiode ergab gegen die gewöhnliche Handarbeit einen erhöhten Stücksalzfall von 55%, wobei sich die Kosten unter Berücksichtigung der Maschinenreparaturen und des Messerschärfens um 25% geringer als bei Handarbeit stellten. Später wurden noch bessere Leistungen erzielt⁴⁴⁾.

Vallauri u. Buquet⁴⁵⁾ benutzten bei ihrer für den Tunnelbau bestimmten Maschine statt einer Schrämscheibe vier an einer wagerechten Welle sitzende Sektoren (Viertelskreise), deren Durchmesser ungefähr der gewünschten Stollenhöhe von 2,20 m gleichkam und deren Umfang Stahlspitzen trug. Diese waren so angeordnet, daß jede Spitze ihre eigene Rille in das Gestein ritzte. Der obere Teil der Vorrichtung konnte auf dem Unterbau, einem sechsräderigen Wagen, gleiten, wobei er durch Nuten von dreieckigem Querschnitt geführt wurde. Eine außerhalb des Tunnels befindliche Lokomobile setzte mittels Drahtseils die Welle mit den Viertelskreis-Sektoren in Umdrehung. Die Maschine soll in den Pyrenäen und in Carrara versucht worden sein.

§ 7. Schrämmaschinen mit Kette ohne Ende. Statt einer Schrämscheibe

42) Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. S. 169.

43) Ebenda. 1879. S. 41.

44) Ebenda. 1880. S. 169.

45) Engineer. 1865. Bd. 19. S. 200. — Comptes rendus de l'académie des sciences. 1860. Bd 50. S. 646. — Französisches Patent vom 1. Mai 1860.

besitzen einige Maschinen eine mit Schneidstählen versehene Kette ohne Ende, welche nicht unähnlich arbeitet wie die Eimerkette bei einer Baggermaschine.

Hierher gehört die von Baird⁴⁶⁾ angegebene, Gledhill in Newcastle o. T. patentirte Vorrichtung, siehe Fig. 16 und 17, Taf. XIX, welche auch den Namen Gartsherrie-Maschine führt, weil sie auf dem Gartsherrie-Eisenwerk erfunden und verbessert worden ist und auf den mit ihm verbundenen Gruben in Benutzung steht. Ein starkes Gußeisenlager *a* (1,829 m lang, 0,758 m breit) läuft auf vier Rädern *b* und trägt einen mit verdichteter Luft von 2,1—2,8 Atmosphären Ueberdruck zu speisenden Betriebscyliner (0,215 m Durchmesser, 0,305 m Hub), dessen Kolbenstange mittels einer in der Figur nicht gezeichneten Flügelstange und der Kurbel *e*₂ die beiden Schwungscheiben *e*₁ und die Welle *e* in Drehung versetzt. Das Excenter *p*₁ bewirkt die Steuerung der Maschine und das ebenfalls auf der Welle *e* befindliche Triebrad *f* wirkt mittels der Zahnräder *g* und *g*₁ auf das Rad *h*, mit dem auf gleicher Welle das Kettenrad *i* aufgekeilt ist, über welches die mit den Schneidstählen versehene Kette läuft. Letztere geht ferner über ein zweites Kettenrad *m*, welches ein an den Hauptrahmen angeschraubter zusammengesetzter Arm *kl* trägt. Eine Stellschraube mit Mutter gestattet, die Armlänge etwas zu vergrößern und die Kette anzuspannen.

Die selbstthätige Vorwärtsbewegung der Maschine erfolgt mit Hilfe einer auf eine Winde aufgewickelten Kette, welche um eine feste Rolle laufend nach der Maschine zurückgeht und an derselben aufgehängt ist. Die Winde wird von einem Excenter aus mittels eines Sperrades mit Klinkenbewegung in Umtrieb gesetzt. Die Radübersetzung ist veränderlich, sodaß sich die Geschwindigkeit des Vorrückens regeln läßt.

Die Herstellung eines 0,83—1,07 m tiefen, 109—112 m langen Schrams soll durchschnittlich in 8—9 Stunden erfolgen, wodurch in dem 0,86 m mächtigen Flötz 1500—2000 Zentner Kohle unterschritten werden, welche in der auf die Maschinenarbeit folgenden Schicht hereinzunehmen und abzufördern sind.

Schrämketten besitzen auch die Maschinen von Hurd u. Co.⁴⁷⁾ zu Rochdale und von Mather u. Lechner⁴⁸⁾.

§ 8. Schramfräsmaschinen. Die dritte Gattung der Schrämmaschinen mit schneidendem Arbeitszeuge wird dargestellt durch die für Handbetrieb berechnete Konstruktion⁴⁹⁾ von A. Weber in Grumme bei Harpen (Kreis Bochum). Die Herstellung des Schrams erfolgt durch eine wagerechte Welle *a b*, siehe Fig. 11, Taf. XIX, welche mit spiralförmigen Messern besetzt ist und während der Umdrehung gegen das auszuschneidende Gestein angepreßt wird. Die Messer sind aus Winkeleisen hergestellt, welche mit einem Schenkel auf der Welle festsitzen. Zwischen ihnen stehen, parallel mit der Wellenaxe laufend, die aus Drahtbürsten oder Blechen dargestellten Bahnräumer *O*, deren Bestimmung es ist, die losge-

⁴⁶⁾ Berggeist. 1871. S. 153. — Simon. Zeitschr. d. berg. u. hüttenm. Ver. f. Kärnten. 1874. Jahrg. 6. S. 7. — Specification. 1869. No. 3759. — André. A Treatise on Mining Machinery. S. 75. — Dinger's polytechn. Journ. 1876. Bd. 221. S. 393.

⁴⁷⁾ Engineering. 1869. Bd. 8. S. 356. — Polytechn. Centralbl. 1870. S. 175. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1870. S. 307.

⁴⁸⁾ Deutsches Reichspatent No. 20575 vom 24. Jan. 1882. — Oesterr. Privileg. vom 12. Mai 1882.

⁴⁹⁾ Deutsches Reichspatent No. 15688 vom 4. Jan. 1881.

schnittenen Klarkohlen rückwärts zu transportiren. Die Umdrehung der Welle erfolgt mittels des auf ihr befestigten kleinen Zahnrades z , in welches die Schnecke s eingreift, die mit Hilfe der Bohrknarren $e f$ in Umdrehung versetzt wird.

Damit auf die Welle $a b$ ein gleichmäßiger Druck ausgeübt werde, ist folgende Einrichtung getroffen. Es sitzen auf ihr die gleichfalls mit Schneidmessern besetzten Räder r , auf welche die gezahnten Druckstangen $i h$ wirken. Dieselben gehen durch die fest verlagerte Spreize $g h$ hindurch, hinter der in Lagern l die Axe $m n$ liegt, welche auf den Druckstangen laufende Räder und ferner die Scheibe y trägt. Auf letzterer liegt ein über eine höher angebrachte Rolle laufendes Seil, an dessen anderem Ende ein Gegengewicht befestigt ist, welches durch seine Last die Axe $m n$ in Umdrehung zu versetzen und dadurch die Zahnstangen vorwärts zu treiben bestrebt ist.

Die Arbeit wird damit begonnen, daß man mit Hilfe eines Schlangenbohrers in dem Kohlstoß das Bohrloch $t u v w$ herstellt. Man bringt in dieses die an ihrem Ende selbst mit einem Schlangenbohrer versehene und dadurch zum Fortarbeiten befähigte Schnecke s , verlagert hierauf die Schwelle $g h$ und stellt die Maschine auf. Werden nunmehr die Bohrknarren in Bewegung gesetzt, so dreht sich die Schnecke und arbeitet sich tiefer in die Kohle ein, während sie gleichzeitig die Welle $a b$ in Umdrehung versetzt und dadurch die Spiralmesser zum Einschneiden bringt.

In ähnlicher Weise arbeitet Lechner⁵⁰⁾, welcher die fräsende vierkantige Welle mit Stahlwerkzeugen versieht. Sein Apparat soll bei dem Abbau eines 2,53 m mächtigen Flötzes der Central-Ohio-Mining-Company in Ohio gegenüber der Handarbeit 60% an Gewinnungskosten gespart haben; bei Versuchen in Oberschlesien hat er sich jedoch nicht bewährt. Später besetzte Lechner⁵¹⁾ eine runde Welle spiralförmig mit Diamanten.

Die „Economic“-Maschine⁵²⁾ höhlt mittels einer in den Kohlstoß hineinreichenden Fräse, nämlich einer flachgängigen Schraube, welche auf der vorspringenden Gewindefläche Schneidwerkzeuge trägt. Die Fräse läßt sich beliebig neigen und wird durch eine mit Dampf oder verdichteter Luft gespeiste Triebmaschine in Umdrehung versetzt, während das Wagenstell, auf welchem die ganze Vorrichtung ruht, parallel zum Kohlstoß weitergeführt wird.

Bacher⁵³⁾ will den Schram in ähnlicher Weise herstellen, nämlich ein umlaufendes Bohrwerkzeug bis zu einer gewissen Tiefe in die Kohle einführen und dann parallel seiner Axe seitlich verschieben, wobei die Führung an einer festen Bohrsäule oder an einem auf Schienen wagerecht verschiebbaren Wagen erfolgen soll. Den Umlauf des Bohrers bewirkt dabei ein Elektromotor durch Vermittelung einer biegsamen Welle.

Davies⁵⁴⁾ läßt eine Fräse sich um ihre Axe drehen und das Fräseneende Bogen um den Maschinenmittelpunkt beschreiben, sodaß man bei wiederholten Aufstellungen einen ähnlichen, aus Kreisabschnitten entstandenen Schram erhält, wie bei der Lilienthal'schen Anordnung.

Von Balzberg⁵⁵⁾ läßt sein Werkzeug, einen schnell rotirenden Fräser,

50) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31 B. S. 189. — Iron. 1878. Bd. 11. S. 712. — Scientific American. 1878. Neue Serie. Bd. 39. S. 102.

51) Deutsches Reichspatent No. 15343 vom 26. Febr. 1881.

52) André; a. a. O. S. 79.

53) Deutsches Reichspatent No. 25928. — Auszug in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884. S. 289.

54) Transactions of the North of England Inst. of Min. and Mech. Eng. 1869/70. Bd. 19. S. 59. — Specification. 1869. No. 626.

55) Neue Methode des Schrämens von C. v. Balzberg. Leobener Jahrbuch. 1877. S. 127. — Oesterr. Privileg vom 6. April 1877.

verschiedene Arbeitsarten ausführen; siehe Fig. 3—6, Taf. XX. Der Träger des in Fig. 6 dargestellten Fräasers ist eine Welle i , welche folgende Bewegungen machen kann:

1. eine rotirende Bewegung durch Vermittelung der Riemscheibe r und der Kegelräder l, o ;

2. eine auf- und abwärts gehende Bewegung, vermittelt durch die beiden lotrechten Schrauben a , welche durch Muttern in den Lagern der Schrämwelle i laufen und ihr die notwendige Verschiebung erteilen. Die Schrauben werden gedreht durch die am unteren Ende befindlichen Schneckenräder b , die konischen Getriebe $c d$ oder $c' d$ und $f g$, sowie die Schnurrolle h oder eine an deren Stelle tretende Handkurbel;

3. eine bogenförmig auf und ab gehende Bewegung für den Kopf des Fräasers, welche dadurch erzielt wird, daß man nur die vordere Schraube dreht, die hintere dagegen ausschaltet. Hierzu dient ein kleines Handrad, mit welchem die unter dem Gestelle befindliche wagerechte Welle verschoben werden kann, sodaß je nach Bedarf das konische Rad c oder c' in das Getriebe d eingreift. Im ersteren Falle findet eine Drehung beider Schraubenspindeln statt, im letzteren, weil dann von den ungleich langen Schnecken m und n , siehe Fig. 3, nur die Schnecke n eingreift, dreht sich bloß eine Spindel. Diese Bewegung ist möglich, da sich die Schrämwelle in den Lagern verschieben läßt und die Lager selbst um die Bolzen k und k' drehbar sind und eine der Wellenneigung entsprechende schräge Stellung einnehmen können;

4. endlich eine vor- und rückwärts gehende Bewegung dadurch, daß mit Hilfe der Zahnstange p und des Getriebes q die Schrämwelle in ihren Lagern verschoben wird. Hierbei gleitet der hintere Teil der Schrämwelle, welcher mit einer Keilnut versehen ist, in dem Kegelrade o .

Der Fräser ist gewöhnlich ein 3- oder 4-, auch 8schneidiges, etwas gewundenes Stahlstück, welches das Bohrmehl selbstthätig nach rückwärts fördern soll. Die Schneiden sind bei sprödem Gestein mit Zähnen versehen und der Kopf, welcher das Bohren ermöglichen soll, stellt einen Kegel von 3—4 von der Spitze auslaufenden Schneiden dar. Dieser Fräser kann an verschieden lange Schäfte angeschraubt werden, welche an das Schrämwellenende mit Keilen zu befestigen sind.

Die Maschine läßt sich mit Hilfe der verschiedensten Motoren in Umtrieb setzen. Die Arbeit beginnt in der Weise, daß man mit Hilfe der Kurbel q ein vielleicht 15 cm tiefes Loch in das Gestein bohrt, wobei die Schrämspindel pro Minute 900—1000 Umdrehungen macht. Währenddessen läuft die Schnurrolle h leer; ist die erwähnte Tiefe abgebohrt, so stellt man das Vorwärtsschieben der Schrämwelle ein und drückt die Rolle h mit Hilfe des Handrades w und des Hebels u an den Bund ihrer Welle, sodaß sie dieselbe mitnimmt. Hierdurch wird die lotrechte Verschiebung der Schrämwelle bewirkt und damit auch ein vertikaler Schlitz im Gestein hergestellt. Ist dieser beendet, wird wieder gebohrt, darauf abermals geschlitzt u. s. w., bis die erforderliche Schramtiefe und Länge hergestellt ist.

Zweckmäßig ist es, um ein Klemmen der Bohrer zu verhindern, solche mit allmählich abnehmenden Durchmesser zu benutzen. In mildem Haselgebirge hat man bei Anstellung von 6 Mann am Vorgelegehaspel 1 qm Schramfläche in 100 Minuten bis herab zu 52 Minuten hergestellt.

D. Schrämmaschinen mit bohrendem Werkzeug.

§ 9. Schrämmaschinen mit schraubenförmigen Vollbohrern. Diese Vorrichtungen stellen nicht einen gleichförmig ausgearbeiteten, ein zusammenhängendes Ganzes bildenden Einschnitt, sondern eine Anzahl ziemlich dicht nebeneinander liegender Löcher durch Drehbohrung her.

Die Maschine von Dr. Clapp⁵⁶⁾, siehe Fig. 10 und 11, Taf. XX, besitzt einen unteren, wagerechten Rahmen *b*, der mit vier Rädern auf den Grubenschienen *c* läuft und zwei aufrechte Ständer *d* trägt, einen von diesen Ständern unterstützten zweiten Rahmen *g*, welchen man mit Hilfe der Schrauben höher oder tiefer stellen kann, und eine Anzahl im Rahmen *g* nebeneinander verlagertes Bohrer. Bei Handbetrieb nimmt man etwa 7, bei Betrieb mit verdichteter Luft oder Seilbetrieb bis zu 13 Bohrer. Durch ein Drahtseil wird von einem Motor die Rolle *f* in Umdrehung versetzt und Zahnräder übertragen die Bewegung von der Rolle auf die Bohrer.

Mittels zweier im Gestelle gelagerter Schrauben läßt sich das Vorrücken der ganzen Bohrerreihe bewirken. Da sowohl an den beiden Ständern als auch an dem Rahmen *g* Drehzapfen *h* angebracht sind, kann man dem Schram innerhalb gewisser Grenzen eine beliebige Neigung erteilen. Die Bohrer sind als Schneckenbohrer ausgebildet, damit sie selbstthätig das erzeugte Klargestein aus den Bohrlochern herausfordern.

Wenig von der vorstehenden Konstruktion verschieden ist, siehe Fig. 12—15, Taf. XX, die von Neuerburg⁵⁷⁾, welcher der Schramherstellung durch Bohrung den Vorzug gibt, weil nach seiner Ansicht alle anders wirkenden Maschinen entweder einen zu großen Kraftaufwand infolge zu massigen Baues erfordern und zu viel Kohle zertrümmern, oder weil sie, wenn sonst brauchbar, in der Behandlung schwierig und deshalb unpraktisch seien. Weiter auseinander liegende Bohrer *b* samt ihrem Bewegungsmechanismus werden von einem Tisch *a* getragen, welcher sich auf einem darunter befindlichen Wagen *c* hin und her schieben läßt.

Die Ingangsetzung des Ganzen soll mit Hilfe einer durch gepreßte Luft getriebenen Dreicylindermaschine *d* erfolgen, welche mittels Zahnradübersetzung die Spindeln *f* dreht und vorwärts schraubt. Die Schraubenbewegung überträgt sich auf die Bohrer durch Backenpaare *h*, welche durch Federn *i* (Fig. 15) nach vorn gepreßt werden. Sobald ein Bohrer einen härteren Gegenstand trifft, gibt seine Feder nach, die Mutternhälften gleiten zurück und schieben sich längs des Kegels *k* auseinander. Gleichzeitig kippt der Winkelhebel *l* (Fig. 12, 14) um und hält die Backen dauernd außer Eingriff. Ist die erste Anzahl Löcher fertig, so sollen die Bohrer, nachdem sie zurückgezogen worden sind, um die Größe eines Bohrlochdurchmessers und 10 mm Zuschlag seitwärts geschoben werden, worauf abermals zu bohren ist. Ausgebliebene Löcher stellt man nachträglich mit einer einfachen

⁵⁶⁾ Simon. Zeitschr. d. Berg. u. Hüttenm. Ver. f. Kärnten. 1874. Jahrg. 6. S. 9. — Specification. 1873. No. 1900.

⁵⁷⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1877. S. 167. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 414. — Oesterr. Privileg vom 11. April 1877.

Bohrmaschine her. Man erhält so eine Anzahl Bohrlöcher, zwischen denen je 10 mm feste Masse stehen bleibt, welche nach Neuerburg leicht zu beseitigen sei.

Hier sollen auch die nicht unähnlichen Vorrichtungen von Kellow⁵⁸⁾ und Norris⁵⁹⁾ Erwähnung finden.

Taverdon⁶⁰⁾ verwendet einen einzigen Diamantbohrer von 12 cm Durchmesser und einen Apparat von 120 kg Gewicht, welcher das Bohren nach beliebiger Richtung gestattet. Er stellt zunächst sich strahlenförmig ausbreitende Bohrlöcher her, verrückt dann die Vorrichtung um einen Meter und bildet neue Löcher, welche die vorigen durchdringen. Schließlich ist die stehen gebliebene feste Masse zu entfernen; siehe Taverdon's Diamantbohrmaschine in Kap. VIII.

§ 10. Schrämmaschinen mit Kernbohrern. Dieselben, von den Maschinen mit Vollbohrern nur in Bezug auf die Bohrerform verschieden, aber in Betreff der Erstellung einzelner Löcher statt eines zusammenhängenden Schrams übereinstimmend, fanden in Blanzky⁶¹⁾ Anwendung, wo man in Strecken von 2—3 m Breite und 2 m Höhe in der Weise vorgeht, daß man Schlitzte ausarbeitet und dann die Kohle durch Hereintreiben, sei es mit Hilfe gewöhnlicher Keile, sei es mit Hilfe des hydraulischen Keiles von Levet, gewinnt⁶²⁾. Die auf lange Schräme des Long-wall-Systems berechneten englischen Maschinen von Winstanley u. Barker und Baird bewährten sich hier nicht und man ging dazu über, einen ähnlichen Apparat wie Dr. Clapp oder Neuerburg zu versuchen.

Es liegen fünf Kernbohrer von 9 cm äußerem und 7 cm innerem Durchmesser so nebeneinander, daß zwischen je zwei Bohrlöchern eine Wand (sogenanntes Bein) von 3 cm Stärke stehen bleibt. In jedem Rohre liegt ein zweites, durch welches der Bohrschmand hinausläuft, während zwischen beiden Rohren Wasser einfließt. Als Kraftquelle dient eine von verdichteter Luft gespeiste Dreicylindermaschine. Die Kernbohrer drehen sich, je zwei benachbarte in entgegengesetztem Sinn, mit 100—150 Touren in der Minute. Man kann sowohl mit waggerchter als auch mit lotrechter Bohrerreihe schrämen und erhält in der Kohle 0,85 m Fortschritt in 5 Minuten. Zu den zwei lotrechten Schlitzten und den waggerchten benötigt man eine Stunde, wobei jedoch das Auswechseln der Zähne, mit welchen die Bohrköpfe besetzt sind, und das Umsetzen des Apparates einer weiteren Stunde bedarf. Für dieselbe Leistung würden die beiden zur Wartung der Maschine erforderlichen Leute mindestens 12 Stunden brauchen.

§ 11. Schlüsse aus Vorstehendem. Was den Wert der verschiedenen Konstruktionen betrifft, so läßt sich einer bestimmten Maschine oder Maschinengattung heute noch nicht mit Sicherheit der Vorzug geben. Die hauenden Vorrichtungen sind im allgemeinen älteren Ursprungs; ihre Nachteile, häufige Brüche

⁵⁸⁾ Specification. 1868. No. 3443.

⁵⁹⁾ Specification. 1869. No. 615. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. S. 218.

⁶⁰⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1879. Bd. 25. S. 498. — Französisches Patent vom 21. Jan. 1873 und 25. Febr. 1875.

⁶¹⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. S. 97. — Habets. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 8. S. 249. — Bulletin de la société de l'industrie minière. 1879. Bd. 8. S. 913. — Burat. Cours d'exploitation des mines. 2. Aufl. Paris 1876. S. 324.

⁶²⁾ Siehe Kap. VIII.

der Maschinenbestandteile, öfteres Festklemmen der Haue im Schram, Zeit und auch Kraftverlust bei dem Zurückholen der Haue, sind oben bereits erwähnt worden. Eine Haltbarkeit dieser Apparate ist nur bei starker Erhöhung des Eigengewichtes zu erreichen, also auf Kosten der Handlichkeit und der Möglichkeit, sie leicht zu befördern. Andererseits dürfte — ausreichende Versuche liegen leider nicht vor — der schräge Stoß einer Haue mit vergleichsweise wenig Kraft ziemlich viel Gestein ablösen. In letzterer Hinsicht können ihnen die Schramhobelmaschinen vermutlich nahe, während die Meißelmaschinen ihnen jedenfalls nachstehen.

Die Hau- und Hobelmaschinen sind meistens englischen Ursprungs und ihre Bauweise macht sie für die dortigen Verhältnisse der Kohlengruben — lange zu unterschrammende Bank, festes Dach, welches auch bei ausgedehntem Schram keinen Einsturz veranlaßt, regelmäßiges Flötz — geeignet. Ihnen steht die Bosseyeuse gegenüber, die für den Vortrieb einzelner Strecken recht vorteilhaft erscheint und durch ihre vielfache Verwendbarkeit zum Schlitzen, Bohren und Hereintreiben auch ein wertvolles Werkzeug in der Hand des Tunnelarbeiters abgeben kann. — Wieder für andere Verhältnisse ist die Sohlenschlitzmaschine von Wardwell, welche in nordamerikanischen Marmorbrüchen Eingang gefunden hat, und jene von Wineqz berechnet.

Die Maschinen mit schneidendem Gezähe sind infolge ihres ruhigen, gleichmäßigen Ganges Unfällen in geringerem Grade ausgesetzt als die mit stoßendem und können daher weniger massig gebaut werden. Zu den Maschinen mit Schneidscheiben gehören mehrere Vorrichtungen, wie die von Winstanley u. Barker und Rigg-Meiklejon, welche sich in englischen Kohlengruben bewährt haben. Eine solche Maschine soll an einem beliebigen Punkte des Gesteines ihre Arbeit beginnen können, nicht in einer Ecke aufgestellt werden müssen, noch einer Vorarbeit bedürfen, einfach konstruirt sein und selbstthätig den Ortsstoß entlang rücken; bei einem Gesteinsnachfall soll ihre Scheibe im Stande sein, sich selbst aus dem Schram herauszuarbeiten, damit man nicht gezwungen ist, sie behufs ihrer Freilegung loszuschrauben und die hereingegangenen Massen zu beseitigen. Maschinen mit Schneidwerkzeug dürften Berücksichtigung auch im Einschnitt verdienen, weil hier eine Hauptschwierigkeit in der festen Aufstellung liegt und die Befestigung des Apparates bei ruhigem Gange eher genügen wird als bei heftigen Stößen; die Werkzeuge sind hier so zu stellen, daß sie beim Schnitt trachten, die Maschine gegen die Gesteinswand zu ziehen. Die bei engen Stollen notwendige Beschränkung der Ausmaße des Maschinenumrisses fällt hier weg. Handschrämmaschinen mit Schneidscheiben werden, wie bereits erwähnt, zum Schlitzen im Steinsalz benutzt und es wäre wohl möglich, daß sich leicht gebaute Handvorrichtungen auch in sonstigem weichen Gebirge unter oder über Tage mit Vorteil verwenden ließen. Die Schrämkeite steht konstruktiv, da sie sich aus vielen Gliedern zusammensetzt, der Schneidscheibe nach und hat vor ihr nur den Vorzug, die Bildung eines tieferen Schrams zu ermöglichen.

Während die beiden letztgenannten Abteilungen von Maschinen sich für lange Schräme eignen, passen die Vorrichtungen mit Fräsen im allgemeinen besser für kurze Schräme, also für den Streckenvortrieb. Gegenüber der mannigfaltigen Weise, in der man die Fräsen gestalten und bewegen kann, sind die mit ihnen gemachten Erfahrungen bis jetzt sehr gering; so hat man beispielsweise noch nicht versucht, die Fräsen strahlenförmig aneinanderzusetzen und, während die

einzelnen Werkzeuge sich um ihre eigenen Axen drehen, das in den Schram eingreifende Fräsenrad gleichfalls umlaufen, im Sinne der Länge des Schrams hin und her gehen und hierbei dasselbe allmählich tiefer in das Gebirge eindringen zu lassen. Diese Einrichtung würde die fortdauernde Austübung einer bedeutenden Arbeitsstärke bei verhältnismäßig engem Schram ermöglichen und durch das bei der Drehung der Scheibe periodische Außerangriffkommen der Bohrer eine schädliche Erhitzung derselben vermeiden.

Zu den Streckenschrämmaschinen gehören auch die mit drehenden Bohrern und es läßt sich vermuten, daß sie sich bei weichem Gebirge zu einer ähnlichen Verwendung empfehlen wie jene, welche die Bosseyeuse bei härterem Gestein gefunden hat.

In der Grube wurden die Schrämmaschinen, wie bereits in der Einleitung erwähnt, vielfach erprobt; von seiten der Bau-Ingenieure ward ihnen bis jetzt fast gar keine Beachtung zu teil. Sie mögen sich für Gebirge eignen, welches für die Sprengarbeit zu weich ist und dessen Lösung von Hand dennoch beschwerlich fällt. Auch in harten Gesteinen, z. B. wenn die Sprengarbeit oberhalb des Tunnels gelegene Bauwerke durch die Erschütterung gefährdet oder wenn sie der herumgeschleuderten Steine wegen in belebten Stadtteilen mit Mißständen verbunden ist, in Gebäuden beim Durchbrechen von Mauerwerk und in anderen, selteneren Fällen könnten die Schrämmaschinen ein erwünschtes Hilfsmittel abgeben.

Endlich steht ihnen vielleicht eine ausgedehntere Verwendung dort bevor, wo ihr Gebrauch nicht zur Vermeidung der Sprengarbeit führen, sondern zu deren Unterstützung dienen soll. So könnte es beispielsweise in großen Einschnitten von Vorteil sein, lange Bänke mit Hilfe von Maschinen zu unterschrämen, darauf einzelne Sprenglöcher zu bohren und abzuthun, nach Wegräumung der Berge wieder zu schrämen u. s. w. und derart stufenartig bis zur Einschnittssohle herunterzugehen. In Grubenstrecken hat ja mit bestem Erfolge, wie beschrieben, die Bosseyeuse eine Verbindung der Schrä- und Sprengarbeit eingeleitet.

Zweiter Teil.

Tunnelbohrmaschinen.

§ 12. Allgemeines. Die zur Herstellung von Stollen oder Tunneln dienenden Maschinen werden Stollenbohr- oder Tunnelbohrmaschinen genannt; letztere Bezeichnung ist zwar die gebräuchlichere, aber doch weniger zutreffende, da bisher noch keine dieser Vorrichtungen in so großen Dimensionen gebaut wurde, daß man mit ihr auch nur einen eingleisigen Tunnel für eine Bahn üblicher Spur hätte ausbohren können.

Die Tunnelbohrmaschinen sind entweder Kombinationen verschiedener Bohr- und Schramvorrichtungen, welche die Ausschachtung nur einleiten, um behufs deren Vollendung vom Sprengmittel, der Keilhaue, dem Keil oder der Brechstange abgelöst zu werden, oder sie verkleinern das Gestein derart, daß keine Nacharbeit notwendig wird. Der Gedanke liegt nahe, daß durch Tunnelbohrmaschinen letzterer Art, wenn nicht an Kraft, so doch an Zeitaufwand Ersparnisse erreicht werden können, und in der That tritt die Möglichkeit, dadurch Zeit zu gewinnen, daß man ein nachträgliches Sprengen oder Hereintreiben überflüssig macht, bei näherer Betrachtung der einschlägigen Zahlen deutlich vor Augen. Nach dem vorhergehenden Kapitel ergeben sich nämlich bei Stoßbohrmaschinen für das Verhältnis der reinen Bohrzeit zur ganzen verbrauchten Zeit folgende Werte:

Mont-Cenis-Tunnel	0,74
Gotthard-Tunnel: Göschenen	0,6—0,65
Airolo	0,6
Arlberg-Tunnel	0,5
Monte-Cenere-Tunnel	0,29—0,66
Krähberg-Tunnel, Westseite	0,47
La-Perruca-Tunnel (mit der Bosseyeuse)	0,43
Saarbrückener Gruben	0,62
Grube St.-Léonard	0,54
Grube Marihaye	0,45—0,65
Grube Friedrichsgegen (Schram'sche Maschine	0,5
Ebenda (Dubois-François-Maschine)	0,39
Grube Anzin	0,46

Gruben der Gesellschaft Noeux	0,37
Grube Ronchamp	0,33
Vieille-Montagne	0,25

Die nicht zum Bohren, sondern zum Laden, zum Schießen, zur Schutterung und zum Herrichten des Ortsstoßes notwendige Zeit zeigt sich demgemäß so groß, daß eine raschere Arbeit als mit Gesteinsbohrmaschine mit einer Tunnelbohrmaschine möglich scheint, welche das Sprengen überflüssig macht und das Beladen der Grubenwagen fortwährend selbst besorgt.

Schwieriger zu beurteilen sind die Kraftverhältnisse⁶³); eine Stollenbohrmaschine der hier zu betrachtenden Gattung muß alles Gestein des herzustellenden Stollens, eine Gesteinsbohrmaschine nur einen kleinen Teil, diesen allerdings bis zu feinem Bohrschmand, zerkleinern. In einem gewöhnlichen Stollen von 6 qm Querschnitt in mittelfestem Gebirge mögen 20 Bohrlöcher von 4 cm Weite und 1,10 m Länge einen Fortschritt von 1 m bewirken, sodaß auf 1 cbm Stollen ein Bohrlöcherinhalt von 0,0046 cbm kommt. Dann würde hier eine Stollenbohrmaschine 217mal so viel Hohlraum bilden müssen als die Gesteinsbohrmaschinen. Rechnet man die Kosten der übrigen Arbeiten vor Ort einschließlich des Füllens der Grubenwagen und den Wert der Sprengmittel in Bohrkosten um, mit anderen Worten, denkt man sich, daß diese übrigen Arbeiten wegfallen und für den Geldbetrag, welchen sie erfordern würden, Hohlraum erhohrt wird, so ändert sich obiges Verhältnis von 217 und wird vielleicht 110. Demnach müßte eine Tunnelbohrmaschine, wenn sie nicht teurer arbeiten soll als die Gesteinsbohrmaschinen, dadurch, daß sie nicht so feines Korn erzeugt und pro laufendes Meter Stollen nicht so viel Wartung erfordert wie 6—8 Gesteinsbohrmaschinen, mit ungefähr $\frac{1}{110}$ des bei letzteren Vorrichtungen erforderlichen Kostenaufwandes die gleiche Menge Felsen zerkleinern.

Der Wegfall der Sprengarbeit hat außer dem unter Umständen eintretenden Zeitgewinn einen großen Vorzug, der aus einem manchmal zu gering angeschlagenen Nachteil des Sprengens entspringt, nämlich die Vermeidung einer Erschütterung, welche das Gestein lockern, starke Zimmerung und Mauerung erfordern und bei Bauten unter Wasser großen Wasserzudrang herbeiführen kann. Hierzu kommt, daß sich keine Sprenggase entwickeln, deren Einfluß auf die Wetter sich übrigens deutlicher zu erkennen gibt als der in vielen Fällen innige, aber verborgene Zusammenhang zwischen Gewölbstärke und Bohrlochladung.

Fast alle Tunnelbohrmaschinen stellen kreisförmige Querschnitte in großer Regelmäßigkeit her und ermöglichen dadurch, die Auskleidung verhältnismäßig rasch aus eisernen Platten zusammzusetzen.

Bisher war nur von festem Gestein die Rede; bei mildem, rolligem und schwimmendem Gebirge scheinen einige Verfahren auf glückliche Weise die Ausschachtung mit der Verkleidung zu vereinigen. Da die gewöhnliche Art, Tunnel durch aufgelöstes Gebirge zu treiben, in hohem Grade kostspielig, unsicher und gefährlich ist, muß jede bessere, zu gleichem Zwecke dienende Methode als ein wichtiger Fortschritt im Tunnelbau begrüßt werden.

Die Tunnelbohrmaschinen können nach der Arbeitsweise des Gezähes in

⁶³) Ermittlungen des Arbeitsverbrauches zur Gesteinsverkleinerung durch stoßendes und drehendes Bohren sind S. 161, 249 und 261 gegeben, sowie am Schlusse dieses Kapitels.

ähnliche Gruppen wie die Schrämmaschinen eingeteilt werden, nur würde als weitere Klasse jene für rolliges Gebirge hinzutreten, während diejenige für Maschinen mit hauendem Werkzeug entfällt, da die einzige Erfindung, welche hierher gerechnet werden dürfte, diejenige von Firth, bereits S. 355 behandelt worden ist. Es lassen sich demgemäß unterscheiden:

- A. Maschinen mit stoßenden Werkzeugen,
- B. Maschinen mit schneidenden Werkzeugen,
- C. Maschinen für rolliges Gebirge.

A. Maschinen mit stoßenden Werkzeugen.

§ 13. Aeltere Maschine von Beaumont⁶⁴⁾. Dieselbe schließt sich noch eng an die Schrämmaschinen an, indem sie längs des Umfanges des herzustellenden kreisrunden Stollens einen Schram bildet und die Zerstörung des inneren Kernes der Wirkung von Sprengmitteln überläßt. Auf der Peripherie einer sich langsam drehenden Scheibe *A*, siehe Fig. 1—4, Taf. XXI, deren Durchmesser demjenigen der herzustellenden Strecke entspricht, sitzen rechtwinkelig eine Anzahl Bohrer, welche, indem sie abwechselnd vorgestoßen und zurückgezogen werden, an dem Ortsstoß einen fortlaufenden kreisförmigen Schram ausarbeiten. Die Scheibe sitzt auf einer wagerechten Welle *B*, welche mit Rücksicht auf die verlangte Bewegung der Werkzeuge so verlagert ist, daß sie gleichzeitig in ihrer Längsrichtung fortgleiten und sich um ihre Längsaxe drehen kann. In dem Centrum der Scheibe ist noch ein einzelner, ziemlich starker Bohrer angebracht, der gleichzeitig mit den Umfangsbohrern arbeitet und in der Mitte des von letzteren herausgetrennten cylindrischen Kernes ein zur Aufnahme einer Sprengladung bestimmtes Loch herstellt.

Die hin und her gehende Bewegung der Scheibe und damit der Werkzeuge wird unmittelbar durch den Kolben einer mit verdichteter Luft arbeitenden Maschine hervorgerufen, während für die langsam drehende Bewegung hinter dem Cylinder eine Schraube ohne Ende *D* angebracht ist, welche ihre Bewegung gleichfalls durch die Maschine erhält. Diese Schraube ohne Ende treibt, um die gewünschte Wirkung hervorzubringen, ein Rad *E*, dessen mit einer Nut versehene Nabe eine Feder der hohlen Axe des bewegenden Kolbens derart umgreift, daß beide Wellen für die Drehung vereinigt, dagegen bezüglich der Vorwärtsbewegung unabhängig voneinander sind. Es befindet sich somit der gesamte Mechanismus, die Bohrscheibe ausgenommen, hinter dem treibenden Cylinder, in Folge dessen die Stellung der Maschine eine sehr geschützte gegen Stöße u. s. w. sein soll.

Nach erfolgter Bohrung wird die Maschine zurückgezogen, darauf das mittlere Bohrloch verladen und endlich geschossen. Damit die Maschine hierbei nicht Schaden nehme, muß sie um ein beträchtliches Stück zurückgeschoben werden, wodurch jedenfalls ein nicht unerheblicher Aufenthalt entsteht.

Die Scheibe darf nicht völlig massiv sein, da sie sonst, den Streckenquerschnitt ziemlich dicht abschließend, beim Vorstoße die vor ihr befindliche Luftschicht zusammendrücken und hierdurch die Stoßwirkung beeinträchtigen würde. Da

⁶⁴⁾ Bulletin de la société de l'industrie minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 63. — Engineer. 1867. Bd. 23. S. 369, 398. — Engineering. 1867. Bd. 4. S. 100. — Specification. 1864. No. 1904. — Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. 1873/74. Bd. 38. S. 25, 40.

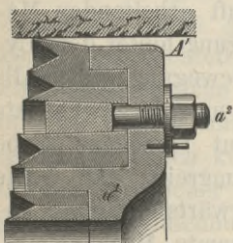
ferner von Zeit zu Zeit Arbeiter vor die Bohrscheibe gelangen müssen, um die durch den Gebrauch abgenutzten Bohrer auszuwechseln, um das Besetzen und Sprengen zu bewirken, endlich um das losgetrennte Haufwerk rückwärts zu fördern, und da eine für die Leute genügend große Oeffnung die Scheibe allzusehr schwächen würde, müssen hin und wieder Weitungen im Tunnel hergestellt werden, durch welche man um die Maschine herumgehen kann.

Die gegebene Beschreibung und die Abbildung beziehen sich auf eine etwas verbesserte Form der Vorrichtung; ein älteres, noch nicht verbessertes Exemplar hat in einem Stollen der Vratry-Wasserwerke der Stadt Dublin in sehr ungünstigem wechselndem, bald weichem, bald hartem und quarzhaltigem Silur-Gebirge gearbeitet und während 5 Monaten nur 3,7 laufendes Meter Strecke von 1,83 m Durchmesser erbohrt, sich dort also nicht bewährt.

§ 14. Tunnelbohrmaschine von Penrice. Durch Stoß wirkt ebenfalls, jedoch ohne eine Nacharbeit, sei es durch Schießen oder auch nur durch Abtreiben der aus dem Zusammenhange mit dem anstehenden Gebirge losgetrennten Massen, die Tunnelbohrmaschine von Penrice⁶⁵⁾, welche den ganzen Stollenquerschnitt in Angriff nimmt und bei welcher die Wirkung durch Meißel stattfindet, welche während des Schlages um die Stollenaxe kreisen. Verschiedene voneinander abweichende Bauweisen dieser Maschine sind veröffentlicht worden, zuletzt die folgende.

Ein am Hinterende mit einer Scheibe geschlossener Rotgußcylinder *A*, siehe Fig. 9—15, Taf. XXI, der sich in dem eigentlichen Cylinder *B* bewegt, stellt den mit veränderlichem Hube ausgestatteten Kolben der Maschine dar, an welchem vorn der Bohrkopf *A'* angegossen ist. Dieser Kopf, dessen Größe dem lichten Durchmesser des herzustellenden Stollens entspricht, ist in der Hauptsache eine kreisrunde Scheibe mit vier Ausschnitten (Fig. 15), deren jeder sich über einen Winkel von 30° erstreckt. Der Bohrkopf trägt concentrische Nuten

Fig. 10.



von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, in denen die Meißel mit Hilfe von Keil- und Schraubenverbindung a^1 a^2 , siehe Holzschnitt Fig. 10, und zwar so befestigt werden, daß die Schneidkanten der einzelnen Meißel vom Mittelpunkt gegen den Umfang hin etwas zurücktreten. Diese Anordnung concentrischer, gegeneinander zurückspringender Schneiden bezweckt eine Gesteinszersplitterung, wie sie dann erfolgt, wenn wiederholte Meißelschläge in der Nähe einer Gesteinskante eine Furche von genügender Tiefe ausstemmen.

Das Maß des Rücksprunges soll sich nach der Gesteinsbeschaffenheit richten und bei mildem Gestein ein wesentlich größeres als bei festem sein.

Das Eintritts- und das Austrittsrohr der gepressten Luft mündet in den Steuerzylinder *C*, welcher mit dem genannten Hauptzylinder *B* durch die Kanäle *b* und *b'* derart verbunden ist, daß die ringförmige Kolbenvorderfläche beständig, die ungleich größere Kolbenrückfläche nur während eines Teiles des Hubes unter Druck steht. Die Steuerung erfolgt in der Weise, daß über den bereits erwähnten

⁶⁵⁾ Specification. 1856. No. 760. — Specification. 1858. No. 2481. — Engineer. 1859. Bd. 7. S. 426. — Engineer. 1862. Bd. 13. S. 44. — Specification. 1868. N. 1511. — Engineering. 1868. Bd. 6. S. 141. — Polytechn. Centralbl. 1869. Sp. 777. — Génie industriel. 1868. S. 229. — Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ingénieurs civils. 1868. S. 214, 295, 302, 416.

Steuercylinder *C*, siehe Fig. 9 und 11, ein zweiter kleinerer Cylinder *D* mit daran befindlichem Schieberkasten *E* liegt, welcher die Luft durch das Rohr *t* aufnimmt und durch ein in die Abgangsleitung des Cylinders *B* mündendes Zweigrohr wieder abgibt. Die Stange *c* des im Cylinder *D* liegenden Kolbens geht durch den Cylinder *C* hindurch, bewegt also den Steuerkolben, sowie ferner noch die gekröpfte Welle *F*, welche, mit Schwungrad *F'* versehen, sich über die ganze Länge der Maschine erstreckt und mittels der drei Schraubengetriebe *g*, *h* und *i* die Wellen *G*, *H* und *I* in Bewegung setzt. Die erste dieser Wellen hat als Endziel ihrer Bewegung den Bohrkopf selbst. Durch eingeschaltete konische Räder und Stirnradvorgelege wird nämlich die schrägliegende Welle *g'*, siehe Fig. 12, in langsame Umdrehung versetzt und es überträgt eine endlose Schraube *v* diese Bewegung auf das Schraubenrad *R*, welches, mittels Nut und Feder auf dem Kolben angebracht, diesem die drehende Bewegung mitteilt, ohne seine Längsbewegung zu hindern. Die zweite, oben mit *H* bezeichnete Welle ist dazu bestimmt, das Vorwärtsrücken der Maschine selbst zu bewirken und zu regeln. Durch Vermittelung zweier Wellen *h*¹ und *h*², sowie der Schraubengetriebe *l* und *l'*, siehe Fig. 10 und 13, werden die Umdrehungen der Welle *H* auf die mit rauher Oberfläche versehenen Reibungswalzen *L* und *L'*, siehe Fig. 6, übertragen, deren Umgang auf der Stollensohle das Nachrücken der ganzen Maschine in demselben Maße bewirkt, in dem der Ortsstoß abgearbeitet wird. Hierzu ist ein gewisser Druck der Walzen auf ihre Unterlage nötig und, um diesen nach Willkür erhöhen zu können, ist noch eine obere Walze *M* vorhanden, siehe Fig. 9 und 10, welche durch eine verstellbare Feder gegen die Stollenfirste gepreßt wird. Die Anwendung der Feder soll gleichzeitig den unteren Walzen die Möglichkeit gewähren, über Unebenheiten auf ihrem Wege hinwegzukommen. Die dritte Welle *i* endlich setzt mit Hilfe von Ketten und Kettenrädern die Trommeln *N*, siehe Fig. 14, und hiermit die Schaufelkette *J* in Bewegung. Auf den Ortsstoß sprüht nämlich ein Regen, zu dessen Erzeugung unmittelbar hinter dem Bohrkopf ein (in der Zeichnung nicht angegebenes) Rohr angebracht ist, und spült die Gesteinssplinter herab, welche an der Sohle von der Schaufelkette *J* gefaßt und durch den Kanal *J'* hinter die Maschine geschoben werden. Das Wasser hat gleichzeitig noch den Zweck, das Erhitzen der Bohrer thunlichst zu verhüten.

Die Maschine ruht rückwärts auf den Reibungswalzen, vorn mittels der Schrauben *V*, siehe Fig. 9 und 12, auf dem Gestell *P*. Um jeden unbeabsichtigten Rückgang der Maschine zu verhindern, ist an deren Vorderteil eine Kricke befestigt, welche sich mittels eines in lotrechter Ebene spielenden Gelenkes gegen die Stollensohle stemmt.

Die Wucht der Stöße, welche die Maschine bei dem geschilderten Arbeitsgange zu ertragen hat, läßt es nur zweckmäßig erscheinen, daß dieselbe massig konstruiert ist, weil nur so zu hoffen steht, daß Schwingungen weniger bemerkbar werden und nicht in kurzer Zeit Brüche und sonstige Verletzungen erfolgen. Nach Maßgabe des für 1,525 m Streckendurchmesser angefertigten Modells würde die ganze Maschine ein Gewicht von 14 500 kg., der Bohrkopf allein ein solches von 2500 kg besitzen. Bei 4 Atmosphären Ueberdruck, 400 Stößen in der Minute und einer Gesamtarbeit von 46,2 Pferdekräften soll die Intensität des Schlages (der Arbeitsaufwand für einen Vorstoß ohne Berücksichtigung der Reibungen) 53,8 mkg betragen.

Die Maschine wurde in ihren verschiedenen Formen im Malvern-Tunnel der Worcester- und Heresford-Bahn, dann im roten Sandstein bei Newcastle-on-

Tyne⁶⁶⁾, später seitens der Ebbw-Vale-Iron-Company⁶⁷⁾, ferner im Muschelkalk in den Steinbrüchen von Vaugirard bei Paris⁶⁸⁾ und auch am Gotthard versucht, gelangte jedoch nirgends zu dauernder Verwendung.

Penrice hat später noch eine Vorrichtung⁶⁹⁾ erfunden, welche gleichzeitig eine Höhlung von größerem Durchmesser über der Mitte der Stollensohle und mehrere Bohrlöcher am Stollenumfang bildet. Die gemeinsame Kolbenstange mehrerer hintereinander angeordneter Treibcylinder bewegt im Kreise aneinander gereichte Bohrer, welche mit abwechselnd außen und innen angeordneten Schneiden eine ringförmige Nut ausmeißeln, während gleichzeitig an den Enden besonderer Arme sitzende Bohrer Sprenglöcher herstellen. Die Schneiden dieser Bohrer haben die Form eines Kreuzes mit umschriebenem Kreise erhalten und ein starker Wasserstrahl wird eingespritzt, damit möglicherweise ein Setzen unnötig sei. Wenn ein solches Arbeiten, wie mehr als wahrscheinlich, nicht gelingt, so soll auf nicht näher beschriebene Weise gesetzt werden. Eine gekuppelte kleine Maschine bewirkt die Steuerung der Hauptcylinder und mittels entsprechender Räderübersetzung eine langsame Drehung der Kolbenstange, also auch der Bohrergruppe. Sind die Bohrungen fertig, so zieht man den gesamten Apparat zurück (was jedoch nicht sehr einfach sein dürfte), um die äußeren Bohrlöcher zu verladen und schließlich mit je einem Mittelkeil nebst zwei Zulagen zu verpfropfen. Die Sprenggase sollen die Keile antreiben, das Gestein gegen die untere Höhlung pressen und zertrümmern. Ein diesem nicht unähnliches Sprengverfahren von Penrice⁷⁰⁾ hat sich in Blanzky, siehe S. 297 und Fig. 28–30, Taf. XVI, nicht bewährt.

§ 15. Die Streckenbohrmaschine von Henley⁷¹⁾, siehe Fig. 8 und 9, Taf. XXII, stellt in der Hauptsache einen liegenden Dampf- oder Lufthammer dar, dessen mit auswechselbaren Stahlschneiden versehener Kopf vermöge verstellbaren Hubes Schläge von verschiedener Stärke führen kann. Dieser Kopf *A* hat die Höhe des herzustellenden lichten Raumes, jedoch eine viel geringere Breite und es ist, um den ganzen anzugreifenden Gesteinsstoß bearbeiten zu können, der Kolben mit einem Kugelgelenklager versehen, in welchem das Ende *B* der mit dem Rammhären zu einem hammerförmigen Stücke vereinigten Flügelstange sitzt. Der Kolben besteht aus einem massiven, das Kugellager enthaltenden Kern und einer eigentlichen Kolbenscheibe *E*, an welcher die mit Rücksicht auf die Bewegung der Flügelstangen als hohle Stützen ausgebildeten Kolbenstangenstücke *C* und *D* sitzen. Die vordere, für den Rückgang wirkende Kolbenfläche ist etwas größer als die hintere.

Durch ein zweites Kugelgelenk *F* ist mit dem Kolben eine kleinere, nach rückwärts gehende, die Steuerung vermittelnde Flügelstange in Verbindung gesetzt, deren Ende in einem Bügel *G* und zwar veränderlich aufgehängt ist. Dieser Bügel stellt den längeren Arm eines Winkelhebels dar, dessen zweiter Arm den Drehpunkt einer Kulissee *H* faßt. Letztere wird am andern Ende von einem Paar gerader Lenkerstangen *I* gehalten, deren feste Drehaxe hoch und niedrig gestellt werden kann. Die Schieberstange greift in den Schleifenbogen mit cylindrischem Zapfen ein; ihre Bewegung ist mithin von der Kolbenstange immer abhängig und

66) Engineer. 1865. Bd. 19. S. 200.

67) Minutes of Proceedings of the Institution. 1863/64. Bd. 23. S. 261.

68) Comptes rendus mensuels de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 48.

69) Specification. 1876. N. 794. — Deutsches Reichspatent No. 13 032.

70) Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 48, 103, 177.

71) Berggeist. 1871. No. 45. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1871. S. 198. — Engineering. 1871. Bd. 11. S. 23. — Specification. 1870. No. 2349.

gestattet dennoch einen veränderlichen Hub. Der ganze Apparat ruht auf einem drehbankähnlichen Gestelle von der Breite der herzustellenden Strecke in der Weise, daß der Betriebscyliner fest angeschraubt ist und das Werkzeug mit muldenförmig ausgearbeiteten Flügeln *K* über losen Kugeln läuft, zu deren Aufnahme das Lager gleichfalls Mulden besitzt.

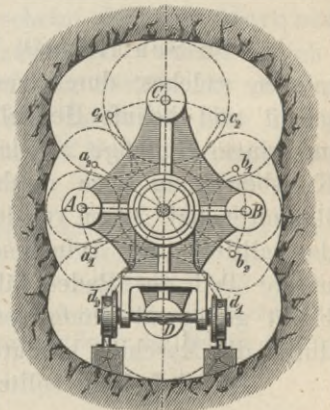
Die Werkzeugführung findet nun in folgender Weise statt: Auf der Unterseite des Werkzeugarmes befindet sich eine Schere, deren Zweck in Führung eines Kniehebels *L* besteht, durch dessen freies Ende eine Sperrklinke *M* bewegt wird. Letztere wirkt bei jedem Rückgange des Werkzeuges auf die Axe einer rechtwinkelig zur Länge des Apparates liegenden Schnecke, welche ein Schraubenrad *N* bewegt, auf dessen Axe wiederum ein kleines Zahnrad *O* über dem Lagergestelle aufgesteckt ist. Dieses kleinere Stirnrad greift in den gezahnten Innenrand einer Führungsplatte *P* ein, deren Oberseite den Werkzeugschaft mit zwei Backen umschließt, ohne ihn jedoch zu tragen. Der erwähnte gezahnte Innenrand der Platte wird von zwei Halbkreisen und zwei diese verbindenden geraden Stücken gebildet, sodaß ein längeres Verweilen des Werkzeuges an den Seiten des Ortsstoßes als an den übrigen Teilen desselben erzielt wird und auch die Seiten vollständig mit ausgearbeitet werden. Die Querbewegung des Werkzeuges ist eine veränderliche, weil der freie Zapfen des Winkelhebels verschieden in dem schleifenartigen Ende des Sperrklinkenfortsatzes befestigt werden kann; außerdem ist das Vorrücken der Schaltung unabhängig vom Kolbenhube.

Nach den bezüglichen Angaben soll die Maschine bei 6 Zoll (0,152 m) Vollhub von einem Seitenstoße bis zum andern 66 Hube machen, wenn die Stollen- oder Streckenbreite 48 Zoll (1,219 m), die Breite des arbeitenden Teiles 20 Zoll (0,508 m) beträgt, sodaß also für das Fortschreiten des Rammkopfes in seitlicher Richtung pro Hub 0,011 m folgt.

§ 16. Bohrverfahren von F. B. Doering⁷²⁾. Dieser Erfinder will den gesamten Ortsstoß mit Hilfe von Stoßwerkzeugen abmeißeln, die er an die Kolbenstangen gewöhnlicher Gesteinsbohrmaschinen befestigt. Das auf einem Gleise fahrbare Hauptgestell der Vorrichtung, welches gegen die Stollenfirste hydraulisch abgestemmt wird, trägt in dem nebenstehend schematisch dargestellten Falle (Fig. 11) vier Bohrmaschinen *A, B, C, D* auf den Speichen eines gemeinschaftlichen sternförmigen Schildes. Sie sind drehbar mit den Speichen verbunden und lassen sich durch Klemmschrauben in der gewünschten Stellung festhalten. In der Verlängerung der Mittelaxe befindet sich eine fünfte Bohrmaschine *E*.

Das gemeinsame Lager vollzieht langsam Schwingungen, infolge welcher die Bohrmaschinen *A, B, C* und *D*, auf den Bogenstücken $a_1 a_2$, $b_1 b_2$, $c_1 c_2$ und $d_1 d_2$ hin und her wandern und die Bohrlöcher längliche Querschnitte erhalten, die mit dem mittleren Bohrloch von *A* das gesamte Stollen-

Fig. 11.



⁷²⁾ Deutsches Reichs-Patent No. 20846 vom 26. April 1882. — Zeitschr. f. Bankunde. 1883. Bd. 6. S. 401.

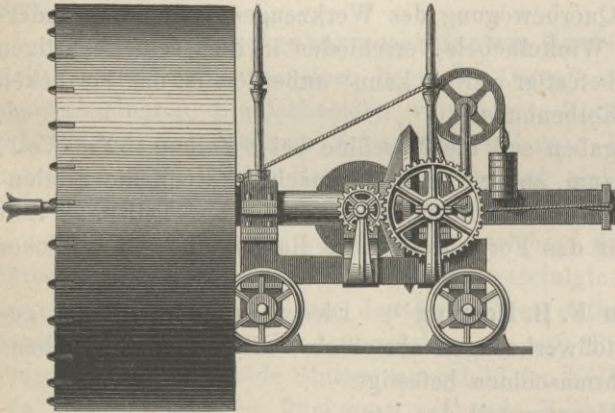
profil ergeben. Der Vorschub der Bohrmaschinen geschieht gemeinsam mittels einer Spindel von dem Wagengestell aus, das von Zeit zu Zeit auf eine neue Stelle vorgertückt wird.

B. Maschinen mit schneidenden Werkzeugen.

§ 17. Stollenbohrmaschinen von Gay, von Schmidt, Coquilhat und de Preigne. Diese Vorrichtungen schließen sich an die Schrämmaschinen in ähnlicher Weise an wie die oben besprochene, stoßend wirkende Tunnelbohrmaschine von Beaumont.

So stellt Gay⁷³⁾ einen kreisförmigen Schram und ein mittleres Bohrloch zur Aufnahme der Ladung her, jedoch abweichend von Beaumont durch drehende Bohrung. Die für den äußeren Schram bestimmten Schneidwerkzeuge, je nach der Härte des zu gewinnenden Gesteines gehärtete Stähle oder Diamanten, ordnet er am Stirnrand einer hohlen Trommel von etwa 1,9 m Durchmesser an. Wenn nötig, ist zur

Fig. 12.



Kühlung der Bohrer und zum Wegspülen des Schmandes Wasser durch die mittlere Welle oder auf andere Weise einzuleiten. Das mittlere Bohrloch sollte durch einen Erweiterungsbohrer vor der Verladung vergrößert werden. Als Triebkraft war Dampf in Aussicht genommen und das Anpressen des beweglichen Teiles der Vorrichtung an das Gestein sollte, wie dies Fig. 12 zeigt, durch über Rollen geführte Seile erfolgen, an welche Gewichte gehängt werden.

Von Schmidt's⁷⁴⁾ Vorrichtung besteht aus einem Rade von 2,43 m Durchmesser, welches, durch verdichtete Luft getrieben, 800 Umdrehungen pro Minute macht und behufs Herstellung eines Schrams von 5 cm Weite und 91 cm Tiefe an seinem Umfange 24 Diamantbohrer trägt, deren jeder neben der gemeinsamen Kreisbewegung noch rasche Drehungen um seine eigene Axe vollzieht. In der Radmitte sitzt, 30 cm vor den Umfangsbohrern vorstehend, ein Einzelbohrer, welcher das mittlere, zur Aufnahme der Sprengladung bestimmte Bohrloch herstellt. Der untere Teil des Rades läßt sich in die Höhe klappen; ist dieses geschehen, so bleibt genügend Raum vorhanden, um das Haufwerk auf einem inneren Gleise durch die Maschine hindurch zu fördern.

Die Erfindung sollte bei dem Bau eines Tunnels der Central-Pacific-Bahn

⁷³⁾ Engineer. 1864. Bd. 17. S. 185.

⁷⁴⁾ Statistic of Mines and Mining in the state of territories west of the rocky mountains, being the fourth annual report of Rossiter W. Raymond, U. S. commissioner of Mining Statistics. Washington, Government printing office. 1872. S. 113. — Builder. 1871. Bd. 29. S. 463.

benutzt werden, doch scheint, da nichts weiter verlautet, das Unternehmen nicht zur Ausführung gelangt zu sein.

Coquilhat⁷⁵⁾ dürfte nach den in seiner Schrift „Versuche über das Bohren, angestellt in Ypres in den Jahren 1850 und 1851“ niedergelegten Mitteilungen bei einer früheren Gelegenheit den Vorschlag gemacht haben, die Herstellung von weiten Bohrlöchern durch Kernbohrer, vielleicht in ähnlicher Weise wie das jetzt von Brandt ausgebildete System, zu bewirken, welche Methode er später auf die Erzeugung noch größerer Querschnitte ausdehnte. Er hält es, wie er ausdrücklich bemerkt⁷⁶⁾, für das Vorteilhafteste, das Gestein durch concentrische Schräme in eine Anzahl kreisförmiger Teile zu zerlegen, und schildert die Ausführung, beziehungsweise die zu verwendende Maschine, wie folgt⁷⁷⁾:

Der Bohrer würde die Gestalt einer cylindrischen Säge von 2,5 cm Stärke erhalten; jeder Zahn wäre an einem Schaft befestigt, der sich in einer im Bohrerkopf angebrachten Nut oder Vertiefung in der Richtung des Gerätes bewegen könnte; eine genügend starke Feder würde ununterbrochen suchen, den Schaft aus dem gewissermaßen für ihn hergestellten Gehäuse herauszutreiben, während eine Klinke diese Verschiebung begrenzte. Der schmiedeiserne Bohrerkopf würde 2 cm Stärke erhalten, die Zähne dagegen 2,5 cm Breite, sodaß im Schram ein Spielraum von 0,5 cm frei bleibt, welcher die Entfernung des Bohrschmandes ermöglicht.

Hieraus scheint hervorzugehen, daß der um seine Axe sich drehende Bohrerkopf gleichzeitig und möglichst dem Fortschreiten der Schramtiefe entsprechend sich vorwärts bewegen soll, daß aber, falls diese Vorwärtsbewegung je eine zu langsame sei, die hinter den einzelnen Bohrzähnen liegenden starken Federn den Zweck haben, durch Vortreibung letzterer die Arbeit nicht zum Stillstande kommen zu lassen. Möglicherweise aber, darauf lassen die erwähnten Klinken, nicht aber die sehr spärliche Beschreibung schließen, sollen die Federn lediglich dazu dienen, die etwa abgeführten Zähne nach Aushebung der Klinke aus dem sehr engen Raum, in welchem sie sitzen, behufs ihrer Auswechselung herauszudrücken.

Eine cylindrische Strecke von 1,20 m Durchmesser könne man bei einem mittleren Vorrücken von 0,20 m in der Stunde mit einem Aufwande von 8 Pferdekräften Bohrarbeit dadurch bilden, daß man zwei Schlitze und ein Loch in der Mitte herstelle, wodurch die zu gewinnende Masse in zwei Ringe von 0,25—0,275 m Dicke zerlegt werde, welche, sobald sie um 0,5—0,6 m über den Ortsstoß hervortreten, durch Hereintriebe- oder Sprengarbeit zu beseitigen seien. Ein Tunnel wäre in mehrere, durch eine Gesteinsdicke von 0,20 m getrennte Strecken von 1,20 m Durchmesser zu zerlegen.

Fast vollständig mit dem Vorschlag Coquilhat's scheint die vom Marquis de Preigne projektierte Tunnelbohrmaschine⁷⁸⁾ übereinzustimmen, welche gleichfalls an dem kreisförmigen Schram, dem Bohrloch in dessen Mittelpunkt und an der Verwendung der Sprengmittel festhält; nur in der Form der arbeitenden Teile, gezahnte Meißel an Stelle von einfachen Zähnen, und in der Breite des Schrams, 10 cm anstatt nur 2,5 cm, weichen die Vorschläge ab.

Die ganze Maschine ruht auf vier Rädern, welche auf Schienen laufen, die nach Maßgabe des Fortschreitens der Arbeit gelegt werden, und besteht in der Hauptsache aus einem Cylinder, der mittels Verzahnung und Getriebes um seine eigene Axe gedreht wird und gleichzeitig durch eine endlose Schraube in dem Maße, wie die Bohrung sich vertieft, eine fortschreitende Bewegung erhält. Der äußere Rand des Cylinders, auf den die Kraft des Motors mittels

⁷⁵⁾ Annales des travaux publics de Belgique. Bd. 10. S. 199. — Dingler's polytechn. Journ. 1853. Bd. 127. S. 97.

⁷⁶⁾ A. a. O. S. 219.

⁷⁷⁾ A. a. O. S. 222.

⁷⁸⁾ Revue univ. des mines. 1860. Bd. 7. S. 509. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1861. S. 76. — Oppermann. Portefeuille économique des machines. 1860. Bd. 5. Sp. 36.

Riemens übertragen werden soll, trägt gezahnte Meißel, welche die kreisrunde Umschirmung des zu sprengenden Blockes aushöhlen, während gleichzeitig der im Mittelpunkt des Cylinders stehende Schneckenbohrer das eigentliche Sprengbohrloch herstellt. Die Meißel, deren Zahl durch vier teilbar sein muß, sind derart gegeneinander verstellt, daß ein jeder vierte dieselbe Nute ausritzt. Sobald Schram und Bohrloch die gewünschte Tiefe erhalten haben, wird die Maschine zurückgezogen, das centrale Bohrloch besetzt, gesprengt und hierauf das Bohren von neuem begonnen.

Keine der vier in diesem Paragraphen behandelten Vorrichtungen scheint je erprobt worden zu sein.

§. 18. Tunnelbohrmaschine von Cook u. Hunter. Die von Cook u. Hunter⁷⁹⁾ in Vorschlag gebrachte Maschine charakterisirt sich dadurch, daß bei ihr größere Körper von Scheiben-, Walzen- oder Hohlcylinderform, deren Umfangsflächen mit passenden Schneidwerkzeugen versehen sind, in Umdrehung gesetzt werden. Ein solches Schneidwerkzeug besitzt gewöhnlich die Gestalt eines abgestutzten Stahlkegels, dessen kleinere Grundfläche auf dem Hauptkörper oder Bohrkopf aufsitzt, und wird durch Stellschrauben auf einer ausgebohrten Knagge befestigt, die selbst wieder durch die ihr erteilte Schwalbenschwanzform oder mit Hilfe von angeschmiedeten Schraubenbolzen auf dem Bohrkopf anzubringen geeignet ist.

Die Maschine besteht aus einem auf mehreren Rädern ruhenden Wagen, auf dem zwei starke Wellen parallel zu einander drehbar liegen. Die über dem Wagen hinausragenden Wellenköpfe tragen jeder eine Scheibe, deren Umfang mit starken Blechplatten so belegt ist, daß dadurch vorstehende Hohlcylinder gebildet werden. Jeder solcher Hohlcylinder ist mit einer Anzahl der oben gedachten schneidenden Werkzeuge versehen und zwar sowohl an der dem Gestein zugewendeten Basis, als auch an seinem äußeren und inneren Umfange. Wenn nun die beiden Wellen, deren Entfernung voneinander den Abstand der Mittelpunkte zweier herzustellender großer Bohrlöcher repräsentirt, in Umdrehung gesetzt werden, während gleichzeitig der die Maschine tragende Wagen allmählich gegen den Ortsstoß vorgeschoben wird, so entstehen zwei kreisförmige Rinnen oder Schräme, zwischen denen ein Kern stehen bleibt, der herausgesprengt werden muß. Mit Rücksicht hierauf kann man gleichzeitig mit den Wellen zwischen letzteren einen Bohrer laufen lassen, welcher den Kern mit einem Sprengloch versieht.

Um während der Arbeit ein seitliches Schwanken des Wagens zu verhüten, werden die beiden Wellen in entgegengesetztem Sinne gedreht, was am einfachsten dadurch geschieht, daß man hinter ihnen und rechtwinkelig zu ihrer Richtung eine wagerechte Triebwelle anordnet, welche mittels Kegelräder die Bohrkopfwellen in Umdrehung bringt. Zur Herstellung möglicher Stabilität für den Wagen ist derselbe mit mehreren an Armen befestigten Rollen versehen, welche sich gegen den Umfang des hergestellten Tunnels stemmen. Das Fortrücken des Wagens soll durch langsame Drehung einer Welle erfolgen, auf welcher sich eine am Gestein befestigte Kette nach und nach aufwickelt.

§ 19. Tunnelbohrmaschinen von Shepherd u. Stuckey und Low. Shepherd u. Stuckey⁸⁰⁾ besetzen ein als Bohrkopf dienendes, sich drehendes Rad nicht nur an seinem Umfange mit Werkzeugen, welche in ähnlicher Weise wie die von Gay, Coquilhat u. a. einen Schram aushöhlen, sondern auch an seinen Speichen mit Stoßbohrmaschinen. Nähere Angaben, wie schließlich das Gestein zu gewinnen ist, sind in der Patentbeschreibung nicht enthalten.

Noch unbestimmter bleibt Low⁸¹⁾, nach welchem drei Seiten eines Stollens durch Drehbohrer, Meißel oder Schneidwerkzeuge bearbeitet werden, während der

⁷⁹⁾ Polytechn. Centralbl. 1867. S. 376.

⁸⁰⁾ Specification. 1872. No. 2756.

⁸¹⁾ Specification. 1870. No. 2927.

innere Raum, auch die Sohle, von Maschinen frei bleibt, um zur Förderung zu dienen. Alle Einzelvorrichtungen, durch Wellen verbunden, welche mittels Rädergetrieben in Zusammenhang stehen, arbeiten gemeinschaftlich und erhalten ihre Bewegung von einer gemeinsamen Kraftquelle.

§ 20. Tunnelbohrmaschinen von Wilson, Newton, Talbot und Gordon u. Stern. Die älteste Maschine, mit welcher der Versuch gewagt worden ist, einen Stollen auszufräsen, ist die von Wilson⁸²⁾, welche bei Herstellung des Hoosac-Tunnels der Troy- und Greenfield-Eisenbahn mitwirken und, durch eine Dampfmaschine in Umtrieb gesetzt, täglich, je nach der Gesteinsbeschaffenheit, 1,83—4,57 m Fortschritt erzielen sollte.

Die arbeitenden Teile dieser Maschine bestehen aus kreisrunden $\frac{1}{2}$ Zoll (0,013 m) starken Gußstahlscheiben von 14 Zoll (0,356 m) Durchmesser, mit beidseitig zugeschärftem Rand. Die Scheiben werden unter Winkeln von etwa 45° auf das Gestein aufgesetzt und rollen mit großer Geschwindigkeit über dasselbe hin; da aber gleichzeitig die Schneide mit bedeutender Kraft gegen das Gestein gepreßt wird, so wirkt dieselbe als Keil, dringt in den Ortsstoß und sprengt Gesteinsstücke los.

Ueber die Vorversuche wird angegeben, daß ein 10 Fuß (3,05 m) langer, 4 Fuß (1,22 m) breiter Granitblock, auf einem Wagen liegend, der arbeitenden Wirkung einer einzelnen Scheibe ausgesetzt gewesen sei, deren Stellung eine solche war, daß sie 2 Zoll (0,05 m) tief eindringen konnte. Sie soll sich in 16 Minuten über den ganzen Block hinwegbewegt und von demselben 1600 Pfund Masse losgetrennt haben; auch sei die bearbeitete Fläche vollkommen eben gewesen. Diese Leistung erscheint so wenig glaubwürdig, daß man sich versucht fühlen könnte, sie nicht als das Ergebnis einer wirklich durchgeführten Probe, sondern als das Resultat einer gewagten Berechnung des Erfinders anzusehen. Dem Vorversuche scheint auch die eigentliche Arbeit im Tunnel nicht entsprochen zu haben; wenigstens wird über letztere referirt⁸³⁾: „Die Maschine begann ihre Umdrehungen und schnitt ihren Weg auf einige Fuß Länge sehr hübsch in den Felsen ein, brach aber dann und erwies sich vielfach als so unpraktisch, daß sie aufgegeben werden mußte.“

Auch bei Newton's⁸⁴⁾ Maschine verrichten rollende, geschliffene Scheiben die eigentliche Bohrarbeit.

Auf dem Gestelle *a*, siehe Fig. 10—12, Taf. XXII, das mittels des Schlittens *b* auf den im Tunnel verlegten Schienen *c* gleitet, liegt eine hohle Welle *d*, welche sich frei in den Büchsen *e* dreht. An ihrem vorderen Ende trägt diese Welle das Rad *f*, welches mittels der auf gemeinschaftlichen Wellen *h* aufgekeilten Zahnradpaare *g* und *i* von der Triebwelle *k* langsam gedreht wird, deren endlose Schrauben in die Räder *i* eingreifen. Auf der Vorderfläche des Rades *f* sind Arme oder Flanschen *l* angebracht, in die zwei schwingende Axen *m* eingehängt werden, welche die Sektoren *n* tragen. Jeder dieser Sektoren ist an seinem Ende mit zwei umlaufenden Scheiben *o* versehen, deren Axen *p* Winkel von 45° mit der schwingenden Axe *m* bilden. Die Spindel jeder Scheibe dreht sich frei, aber genau in einer excentrisch gebohrten Röhre, welche sich in einer Büchse *r* des Sektors *n* sowohl drehen als auch der Länge nach vorwärts oder rückwärts verschieben läßt. Hierdurch ist man in der Lage, die Scheiben, ehe man sie mit Schrauben befestigt, nach Belieben zu stellen und ihre Schneidkanten so zu richten, daß deren Bahnen nicht zusammenfallen und ein Scheibenpaar das wegnimmt, was das andere Paar unberührt stehen läßt. Zwei in die hohle Welle *d* sich erstreckende und am Ende durch das Querstück *t* verbundene Stangen *s* vereinigen die inneren Sektorenspitzen und übertragen die Kolbenbewegung der Dampfmaschine auf die Sektoren, sobald der an der Axe *x* sitzende Arm *w* eine mit dem Querstück *t* vereinigte und innerhalb der hohlen Welle geführte Stange *u*

⁸²⁾ Polytechn. Centralbl. 1852. Sp. 550.

⁸³⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1874. S. 220. — Scientific American. 1873. Bd. 29. S. 372. — Vergl. auch: Drinker. Tunneling etc. S. 149.

⁸⁴⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1853. Bd. 130. S. 116.

mittels der Lenkstange v hin- und herschiebt. Ein Schwungrad b_1 , mit dessen Kurbel a_1 der Arm w durch die Stange z verbunden ist, verringert die Ungleichmäßigkeit des Maschinen-ganges.

Das Vorrücken des Apparates kann durch Schrauben, wie in der Zeichnung angenommen, oder auf andere Weise bewirkt werden. Das Arbeiten der Maschine soll, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, so vor sich gehen, daß, während sie allmählich vorrückt und das Rad sich langsam dreht, die Schneidwerkzeuge infolge der schwingenden Sektorenbewegung von der Stollenmitte nach dem Umfang und zurück laufen und einen ungefähr halbkugelförmigen Ortsstoß herstellen.

Bedeutende Aufmerksamkeit soll in den Vereinigten Staaten seiner Zeit Talbot's⁸⁵⁾ Tunnelbohrmaschine hervorgerufen haben, über welche sich jedoch nur einige mehr allgemeine Beschreibungen vorfinden. Mit der Maschine Newton's scheint sie große Aehnlichkeit zu besitzen.

Die Bohrvorrichtung ruht auf einem Schlitten, welcher mit einem Gesamtgewicht von circa 6800 kg auf seine Unterlage drückt und durch eine Schraube — in ähnlicher Weise, wie die Schlittenbewegung bei Sägemühlen erfolgt — um etwa 5—30 cm in der Stunde vorgeschoben werden kann. Der Schlitten trägt an einer drehbaren, hohlen Welle eine große, lotrechte, runde Stirnplatte, auf welcher, die Spitzen gegen die Plattenmitte gerichtet, vier Sektoren (Viertelscheiben) in gleichen Entfernungen voneinander so gestellt sind, daß ihre Umfänge sich rechtwinkelig treffen.

Die Viertelsscheiben sind an ihren Spitzen mit einer zweiten Welle verbunden, welche, innerhalb der ersten Welle gelegen, Vor- und Rückwärtsbewegungen vollzieht und dadurch die Viertelsscheiben in Schwingungen versetzt. Jeder Sektor ist am Umfange mit drei kleinen, schief gestellten Rädern versehen, welche gezahnt und Kreissägen nicht unähnlich sind; sie stehen so, daß sie das Gestein in derselben Richtung treffen, in welcher ein Steinmetz seinen Meißel aufsetzen würde, und, wenn die Sektoren schwingen, sowohl beim Vor- als auch beim Rückwärtslaufen arbeiten.

Je nach der Gesteinsfestigkeit nimmt jedes Schneidzeug eine Schicht von 0,025—0,05 m Stärke von dem Gestein weg, sodaß bei einer Umdrehung der Stirnplatte die vier vorhandenen Zeuge ein stündliches Vorrücken des Ortes um 0,10—0,20 m bedingen. Als erforderlich für die Ausführung der Arbeit wird eine Maschine von 60 Pferdekraft bezeichnet. Zur Bedienung seien zwei Wärter, zum Wegfördern der gewonnenen Massen ebenfalls zwei Mann nötig. Einen beträchtlichen Teil der Unterhaltungskosten beanspruchen die Schneidräder, deren Abnutzung mit der Gesteinsfestigkeit wachsen muß. Die Maschine hat bei Harlem gearbeitet.

Einige Autoren⁸⁶⁾ erwähnen ferner eine Maschine von Talbot u. Wilson, welche behufs Herstellung eines runden Tunnels von 5,2 m Durchmesser einen kreisförmigen Schram mittels Schneidscheiben ausfräste.

Ueber die von der Firma Gordon u. Stern in San-Francisco konstruirte Tunnelbohrmaschine findet sich nur eine einzige, dem San-Francisco-Chronicle entnommene Nachricht⁸⁷⁾ vor, welche in der Uebersetzung folgendermaßen lautet:

„Das Schneiden besorgen runde Stahlplatten von 11 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Stärke, welche mit scharfem Rande versehen sind. Es sind vier solche Platten vorhanden, welche sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehen und über den ganzen Querschnitt des Tunnels hin und her geführt werden, indem sie dabei unter einem spitzen Winkel das Gestein berühren. Die Maschine ist im härtesten Granit erprobt worden und hat in demselben in Zeit von 24 Stunden eine 17 Fuß im Durchmesser haltende Oeffnung 5 Fuß 9 Zoll tief gebohrt. Hätte der Tunnel nur 5½ Fuß Durchmesser gehabt, so würde die hergestellte Länge 50 Fuß haben betragen

85) The Mechanic's Magazine. 1854. Bd. 60. S. 395. — Polytechn. Centralbl. 1854. Sp. 883.

86) Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1874. 2. Aufl. Bd. I. S. 167. — Devillez. Des travaux de percement du tunnel sous les Alpes et de l'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Lüttich 1863. S. 226.

87) Mining Magazine. 1856. Bd. 6. S. 181.

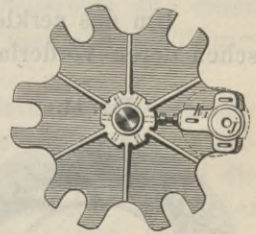
müssen, wobei eine Umtriebsmaschine von 16 Pferdekr. zur Herstellung eines solchen $5\frac{1}{2}$ Fuß weiten Tunnels erforderlich gewesen wäre. Eine Maschine dieser Größe kostet ausschließlich des Patentrechtes 6500 Dollars.“

Diese Angaben verdienen, was die Leistung betrifft, schon deswegen keinen Glauben, weil diese außer allem Verhältnis zum angegebenen Kräftefordernis steht und es kaum denkbar erscheint, daß ein annähernd solche Vorteile bietender Apparat so schnell der Vergessenheit anheim gefallen sein sollte, ohne an den verschiedensten Orten einer weiteren Prüfung unterworfen worden zu sein⁸⁸⁾.

§ 21. Tunnelbohrmaschine von Brunton⁸⁹⁾; siehe Fig. 5—8, Taf. XXI. Von allen Maschinen mit Schneidescheiben ist diese die wichtigste. Auf den doppelten Eisenbahnschienen *F* läuft mit Rädern *E* das Wagengestell, dessen Vordertheil *c* und Hinterteil *c*₁, durch Seitenwangen *D* verbunden, Ständer tragen, welche mittels zweier gegen die Firste sich anlegender Walzen *G* die Maschine fest in ihrer Lage erhalten. Von der Welle *O* aus werden (nach den älteren Veröffentlichungen) durch Riemen und Zwischenräder Schraubenspindeln *J* bewegt, deren Muttern auf Schubstangen *H* wirken, welche, in Bohrungen der Schienenflanschen greifend, die Schienen paarweise abwechselnd in der Tunnelsohle vorwärts schieben, sodaß sich die Maschine die zu ihrem Fortrücken erforderliche Schienenbahn selbst legt. Eine Entlastung der zu verschiebenden Schiene scheint Brunton nicht vorgesehen zu haben; vielleicht fand er selbst die Einrichtung später nicht zweckmäßig, sodaß er von ihr Abstand nahm.

In den Lagern des Wagens *cc*₁ dreht sich die hohle Welle *a*, auf welcher das Querhaupt *b* aufgegossen oder aufgekeilt ist, an dessen Enden Wellen *d* die Befestigungsplatten *e* der Schneidescheiben tragen. Derjenige Teil der Welle *d*, welcher die Befestigungsplatte aufnimmt, ist excentrisch gegen den im Querhaupt *b* sitzenden Zapfen und da ferner auf den Wellen *d* Schraubenräder *f* befestigt sind, in welche Schnecken *g* eingreifen, läßt sich jede Befestigungsscheibe ein wenig nach außen oder innen verschieben, sodaß die Abnutzung der Schneidescheiben ausgeglichen und eine ihr entsprechende Verkleinerung des Tunneldurchmessers vermieden werden kann. In den mit Zahnrädern *h* fest verbundenen Bewegungsscheiben *e* sind je sechs Stück Schneidescheiben *i* (von denen in der Zeichnung nur je eine dargestellt wurde) eingesetzt, welche sich lose auf den kleinen Zapfen *j* drehen und durch Schrauben *k* auf den Zapfen und in den Pfannen *k*₁ festgehalten werden, wie beistehende Fig. 13 zeigt. Die Pfannen wiederum, durch Schraube und Mutter längs Schlitzen der Befestigungsscheibe verrückbar, werden je nach der Abnutzung der

Fig. 13.



⁸⁸⁾ An amerikanischen Erfindungen führt Drinker (Tunneling etc. S. 150) noch eine von Haupt konstruirte Tunnelbohrmaschine an, welche einen Stollen von 2,44 m Durchmesser für den Hoosac-Tunnel vortreiben sollte, aber nie zur Anwendung gelangte; ferner die Vorrichtungen von R. C. M. Lovell (Amer. Patent No. 67323 vom 30. Juli 1867) und von T. Lindsley (Amer. Patent No. 55514 vom 12. Juli 1866).

⁸⁹⁾ Polytechn. Centrabl. 1868. Sp. 561. — 1871. Sp. 809. — Mining Journ. 1871. S. 71. — Engineering. 1869. Bd. 7. S. 349, 355. — Engineer. 1871. Bd. 31. S. 198, 203. — E. A. von Hesse. Der unterseeische Tunnel zwischen England und Frankreich. Leipzig 1875. S. 19. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1873. S. 68. — Rey in Bulletin de la société scientifique industrielle de Marseille. 1880. Bd. 8. S. 233.

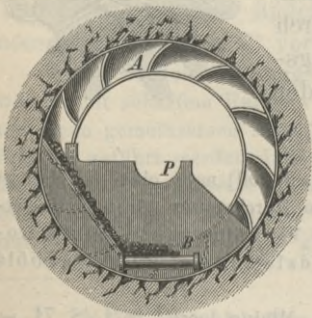
Schneidscheibe näher oder entfernter von der Axe d eingestellt. Der veränderliche Winkel der Schneidscheiben gegen den Ortsstoß ist natürlich so zu wählen, daß die Wirkung möglichst groß wird.

Die hohle Welle a trägt an ihren Enden Lager für eine von ihr umschlossene Axe m , auf welcher ein in die Zahnräder h greifendes Zahnrad l aufgekeilt ist. Ihre Bewegung erhält die Axe m durch ein am äußeren Ende befestigtes Rad n , welches durch ein weiteres konisches Rad o in Umdrehung versetzt wird, während letzteres durch Drahtseil oder auf andere Art seine Bewegung von der Umtriebsmaschine aus empfängt. Ein hohles Schraubenrad q sitzt ebenfalls auf der Welle a und greift in die Schraube r ein, deren Umdrehung durch Vermittelung der Kegelräder Tt und der Riemenscheiben s und o_1 die Welle O bewirkt. Auf solche Weise drehen sich die Schneidscheiben um die Nebenaxe d , während sie gleichzeitig um die Axe a kreisen.

Die mehrerwähnte Welle a ist am Umfange mit einem starken Schraubengewinde versehen und trägt eine Mutter mit angegossenem Zahnrad w_1 . Die außen abgedrehte Mutter dient zur Aufnahme eines Bundringes w , welcher mit ihr durch einen Keil derart verbunden werden kann, daß beide sich gemeinschaftlich bewegen müssen. An den Ohren z des Bundringes sitzen Arme Z , die an ihren äußeren Enden Schrauben tragen, mittels deren man Fußplatten in Berührung mit der Stollenwand bringen kann. Ist letzteres geschehen und wird die Maschine in Gang gesetzt, so ist die Wirkung des Wellengetriebes die, daß die Arme Z stärker auf die Stollenleibung pressen und Mutter mit Bundring ein festes Widerlager bilden, in dem sich die Maschine vorwärts gegen den Ortsstoß schraubt. Ist dieses Vorücken so weit erfolgt, daß das Ende der Schraube in der Mutter angelangt ist, so wird nach erfolgtem Anhalten der Maschine der Keil zwischen Schraube und Bundring gelöst und die Mutter durch eine Kurbel und ein in das Rad w_1 eingreifendes Getriebe vorwärts geschraubt, wobei sie den Bundring und die Arme Z mitnimmt. Eine durch den Bundring gehende Preßschraube greift nämlich in die am Umfang der Mutter angebrachte Nut ein und erlaubt die unabhängige Drehung von Mutter und Bundring, ohne daß diese Teile sich vollständig trennen können.

Um das zerkleinerte Gestein wegzuschaffen, wird auf die Schraube a , zwischen deren Vorderlager c und dem Querhaupt b , eine Trommel mit Schaufeln A aufgestellt, siehe beistehende Fig. 14, die mit der Schraube a gleichzeitig rotirt. Die Schaufeln bewegen sich gegen eine lotrechte Platte P , welche das Haufwerk auf ein endloses Band leitet, von wo es in die rückwärts zugeführten Wagen fällt. Das endlose Band geht über eine Scheibe, deren Axe mittels Riemen und Riemenscheibe von der Bohrmaschine aus getrieben wird.

Fig. 14.



Die Schneidscheiben i , aus Stahl oder einem anderen geeigneten Metall hergestellt, mit einer Schneidkante am Umfange, erhalten je nach der Größe der Vorrichtung und der Gesteinsbeschaffenheit 0,254

—0,508 m Durchmesser und 12,7—25,4 mm Stärke. In den Ortsstoß schneiden die Scheiben, wie umstehender Holzschnitt Fig. 15 zeigt, infolge ihrer zweifachen Bewegung spiralförmige Bahnen (Epicykeln) ein, zwischen denen Absätze liegen,

gegen welche jedesmal das folgende Werkzeug zu wirken hat, wodurch dieses nicht im gewöhnlichen Sinne schneidet, sondern durch Eindringen in den Absatz Stücke von demselben absplittert. Die im Ortsstoß hervorgerufenen Spiralen besitzen ein stets gleich bleibendes Ansteigen, welches zwar von der Ganghöhe der Schraube *a* abhängt, aber dadurch, daß der auf letzterer sitzenden Mutter eine Differentialbewegung erteilt wird, verändert werden kann und zwischen 12,7 mm für Granit und 50,8 mm für weiche Gesteine schwankt. Dadurch, daß die Schneid-scheibe bei dem Absprengen ihre Kante am Fuße der am Ortsstoße vorhandenen Erhöhung hinwältzt, rückt sie nach des Erfinders Ansicht unter Vermeidung von Reibung vor.

Den der Tunnelbohrmaschine gemachten Vorwurf, daß sie unnötig große Mengen Gestein zerkleinere, während beim Bohren und Schießen eine solche Zerteilung nur in den Bohrlöchern erfolge und im übrigen große Stücke losgetrennt werden, daß sie demnach einen weit bedeutenderen Arbeitsaufwand verursache, sucht Brunton durch den Hinweis auf den Vorgang im Mont-Cenis-Tunnel zu entkräften, indem er anführt, daß dort der Querschnitt sämtlicher Bohrlöcher $\frac{1}{78}$ des ganzen Tunnelquerschnittes betragen habe, daß also $\frac{1}{78}$ der gesamten Gesteinsmasse in feines Pulver von mindestens 100 000 Körnern pro Kubikzoll zermalmt worden sei, während die Tunnelbohrmaschine Stücke von wenigstens 1 Kubikzoll Größe erzeuge; daraus folge, daß letztere Vorrichtung weit vorteilhafter arbeite als die Gesteinsbohrmaschinen.

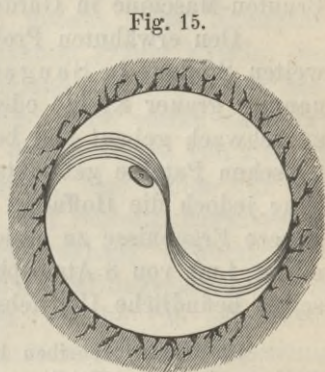


Fig. 15.

Versuche mit der Brunton-Maschine hat mit einem Kostenaufwande von beinahe 200 000 Franken die Société des charbonnages des Bouches du Rhône angestellt, welche mit ihr in Gardanne im Kalksteingebirge einen Stollen, der bereits 800 m Länge besaß, verlängerte⁹⁰⁾ und in den günstigsten Fällen bei 2,2 m Stollendurchmesser Fortschritte von 2—2,8 mm pro Minute erzielte, was auf die Stunde umgerechnet nur 0,12—0,17 m geben würde. Allerdings war die Kraftübertragung mittels Kette von einer am Mundloch befindlichen Kraftmaschine bis vor Ort sehr mangelhaft und lieferte bloß 12,4 Pferdekräfte an die Bohrmaschine ab, deren Hauptwelle 150—200 Touren in der Minute machte, während man auf 300 Touren und, wie es scheint, 30 Pferdekräfte gerechnet hatte.

In Bezug auf den Fortschritt, auf welchen man in Gardanne das Hauptgewicht legte, war man sehr enttäuscht; in günstigerem Lichte erscheint der Kraftaufwand. In mittelhartem Kalkstein des Kohlenbeckens von Fuveau erfordert die Lösung von 1 cbm Gestein 1,87 kg Pulver, während obiger mittlerer stündlicher Fortschritt von 0,145 m, beziehentlich 0,551 cbm Stollen 12,4 Pferdekräfte benötigte, sodaß auf 1 cbm Kalkstein 22,5 während einer Stunde wirkende Pferdekräfte kommen, welche man nach Biver mit 22,5 kg verbrannter Kohle, richtiger schon mit Rücksicht auf den Ferntrieb mit kaum weniger als vielleicht 60 kg Kohle erhalten kann. Es würden demgemäß 60 kg Kohle so viel wie die kostspieligeren 1,87 kg Pulver bei der Zertrümmerung von Gestein leisten können und es scheint

⁹⁰⁾ Biver in Comptes rendus de l'académie des sciences. 1880. Bd. 91. S. 525, 830. — Revue industrielle. 1880. S. 393. — Revue universelle des mines. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 236. — Zeitschr. f. Baukunde. 1879. Bd. 2. Sp. 507. — 1881. Bd. 4. Sp. 158. — Rey; a. a. O.

eine Ersparnis bei der Anwendung der Brunton-Maschine gegenüber der Bohr- und Sprengarbeit nicht unmöglich.

Die Haltbarkeit der Schneidscheiben war eine befriedigende und man brachte es dazu, ohne Auswechseln derselben behufs Neuschärfung bis zu 4,54 m Stollen herzustellen. Ferner gelang es, anfängliche Mißstände, welche in Nichteinhalten der Richtung und in daraus folgenden Klemmungen und Verbiegungen einzelner Teile lagen, später zu vermeiden. Von einer endgiltigen Verwendung der Brunton-Maschine in Gardanne verlautet übrigens nichts.

Den erwähnten Proben folgte die versuchsweise Herstellung eines 2,134 m weiten Stollens in Sangatte bei Calais in grauem, weichem Kreidemergel, sogenannter grauer Kreide oder Kreide von Rouen. Das hier verwandte Exemplar war zu schwach gebaut und bewährte sich nicht, sodaß die zur Ausbeutung der Brunton'schen Patente gebildete Gesellschaft im Juli 1882 daselbst ihre Arbeit einstellte, ohne jedoch die Hoffnung aufzugeben, durch Einführung von Verbesserungen günstigere Ergebnisse zu erzielen. Der Betrieb in Sangatte geschah mittels komprimierter Luft von 8 Atmosphären Ueberdruck, welche eine auf der Bohrvorrichtung selbst befindliche Umtriebsmaschine speiste⁹¹⁾.

Die Schneidscheiben haben bei Brunton's Maschine dort, wo der Ortsstoß mit dem Stollenumfang eine Hohlkante bildet, erhöhte Arbeit zu leisten. Es ließe sich der Eckwinkel verflachen, indem man die Stirnräder h und l durch Kegelräder ersetzte; dann würde, weil der Abstand der schneidenden Kanten vom Schnittpunkt der Kegelaxen stets derselbe bleibt, der Ortsstoß statt einer ebenen Stirnfläche eine Kugelhaube bilden, mit dem Kugelmittelpunkt ein Schnittpunkt der Kegelradaxen. Am vorteilhaftesten scheint es, den Winkel der Axen von h und l gleich 45° zu machen, wodurch eine Halbkugel entsteht, welche sich an den Stollenumfang tangential ansetzt, sodaß jeder Eckwinkel entfällt.

§ 22. Tunnelbohrmaschine von Wandwell⁹²⁾. Wesentlich verschieden von den bisher behandelten Vorrichtungen mit schneidender oder schleifender Wirkung ist in Bezug auf den arbeitenden Teil die Maschine von Wandwell, bei welcher statt der Schneidscheiben ein großer, mit Schneidezähnen besetzter Teller Anwendung findet.

Die Einrichtung ist im allgemeinen folgende: Auf einem vierräderigen Wagen ruht eine liegende Dampfmaschine mit Kessel und Schornstein. Ihre Kurbelstange greift an einer gekrüpfen, beidseitig über das Wagengestell hinaus verlängerten Welle an, welche mittels Kegelradübersetzung die Bohrwelle und mittels starker Rädergetriebe ein Paar Schubräder in Bewegung setzt. Die Bohrwelle stützt sich mit ihrem rückwärtigen Ende mittels einer Feder derart auf das Wagengestell, daß sie in wagerechter Richtung etwas spielen kann. Vorn trägt sie den Teller mit den Schneidezähnen und hinter demselben Löffel, in welche das arbeitende Werkzeug die Gesteinssplitter werfen soll. Die Löffel schütten ihren Inhalt in einen unten durch Schiebethüren geschlossenen Trichter und aus letzterem erfolgt die Verladung in die Grubenwagen. Da die Schneidezähne der Gebirgsbeschaffenheit angepaßt werden sollen, scheint ein bestimmter Grundsatz für ihre Form nicht ausgesprochen.

Die oben erwähnten Schubräder sind stark gezahnte Räder oder Sterne, welche, indem sie sich mit ihren Spitzen in die Stollensohle einbeißen, nicht nur ein Vorwärtsrücken der Vor-

⁹¹⁾ Forchheimer. Englische Tunnelbauten bei Untergrundbahnen, sowie unter Flüssen und Meeresarmen. Aachen 1884. S. 58. Die Maschine gleich vermutlich der von Johnson beschriebenen, im Aufsatz: Brunton's Heading Machine. A paper read before the Chesterfield and Derbyshire Institute of Engineers. London 1875. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1878. Bd. 26. S. 375.

⁹²⁾ Polytechn. Centralbl. 1857. Sp. 1125. — Le Technologiste. 1857. April. S. 381.

richtung, entsprechend der Herstellung des lichten Raumes, zu bewirken haben, sondern auch den Druck erzeugen sollen, der ein wirkliches Arbeiten der Schneidezähne herbeiführt. Statt einer fortgesetzt drehenden Bewegung könne das Werkzeug (jedenfalls erst nach einer besonders vorzunehmenden Abänderung des Umsetzungsgetriebes) auch eine wiederkehrend drehende in Verbindung mit einer vor- und rückgängigen erhalten, wodurch Druck und Stoßwirkung gleichzeitig erzielt werden soll.

§ 23. Tunnelbohrmaschine von Beaumont u. English⁹³⁾. Diese Maschine, welche bereits die wesentlichsten Erfolge aufweisen kann, wurde in verschiedenen, etwas voneinander abweichenden Formen gebaut. Das Exemplar, welches unweit Dover in weichem Kreidemergel, sogenannter grauer Kreide, den Versuchsstollen des unterseeischen Tunnels zwischen England und Frankreich herstellte, siehe Fig. 6, Taf. XXII, hat folgende Einrichtung: Eine starke stählerne Welle *e* trägt an ihrem Ende auf einem Querbalken, dessen Länge von 2,134 m dem Durchmesser des herzustellenden Stollens entspricht, eine Reihe zur Bearbeitung des Felsens dienender Messer, deren Gestalt und Befestigungsweise an jene der Meißel einer Hobelmaschine oder einer Metaldrehbank erinnert. Die Welle *e* wird von einer mit verdichteter Luft gespeisten Zwillingmaschine von 0,305 m Kolbendurchmesser und 0,254 m Hub getrieben, welche 125 oder mehr Touren pro Minute macht, und deren Bewegung durch mehrfache Zahnradübersetzung derart übertragen wird, daß die Welle nur $2\frac{1}{2}$ —4 Umdrehungen in der Minute vollzieht.

Die Maschine zerfällt in zwei gegenseitig verschiebbare Teile (Unterteil und Oberteil), nämlich ein auf der Stollensohle ruhendes Bett *c*, welches Gleitbahnen trägt und eine aus starkem Blech genietete Mulde darstellt, deren äußerer Krümmungsdurchmesser beinahe der Stollenlichtweite gleich ist, einerseits und einen schweren, dem eigentlichen Triebwerk der Maschine als Lager dienenden gußeisernen Schlitten *b* andererseits, welcher sich längs der Gleitbahnen mit der gesamten oberen Vorrichtung fortbewegen läßt und, wenn die Maschine arbeitet, infolge von Schraubenwindungen, mit welchen die Welle *e* versehen ist, bei jeder Bohrkopfumdrehung um 7,94—19,1 mm vorrückt. Wenn der Oberteil über den Unterteil seine 1,321 m vorgeschoben ist, unterbricht man die Bohrarbeit, um mittels der Pressen *f* das obere Lager samt dem daran hängenden Bette etwas zu heben. Man setzt um und, da der Schlitten jetzt mittels der Pressen fest auf der Stollensohle ruht, rückt das Bett nach; sobald man die Pressen wieder außer Thätigkeit gesetzt hat, kann ein neuer Vorschub beginnen.

Die Zwillingmaschine setzt bei ihrem Gang auch ein Becherwerk *d* in Bewegung, welches unter der Maschine der Länge nach durchläuft, das am Ortsstoß auf die Sohle fallende Haufwerk aufschaufelt und hinter der Maschine so hoch hebt, daß es unmittelbar aus den Bechern in die Grubenwagen fällt. Den Luftverbrauch gibt Tylden-Wright bei 125 Touren und $\frac{3}{4}$ Füllung zu 7,079 cbm Luft von 2,1 Atmosphären Ueberdruck oder zu 21,2 cbm Luft gewöhnlicher Spannung pro Minute an.

⁹³⁾ Tylden-Wright in Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. 1882. Bd. 32. S. 6. — Colonel Beaumont. Address on the Channel Tunnel. Proceedings of the Cleveland Institution of Engineers, Middlesborough 1883. — Forchheimer. Englische Tunnelbauten. S. 64. — Specification. 1875. No. 4165. — 1880. No. 4347.

Maschine von Beaumont u. Co. In einem unter das Meer getriebenen Versuchsstollen der Association du chemin de fer sous-marin bei Sangatte unweit Calais arbeitete, ebenfalls in grauer Kreide, eine der beschriebenen ähnliche, von der Société de construction de Batignolles gebaute und von Beaumont u. Co. in Gang gesetzte Maschine⁹⁴⁾. Sie unterscheidet sich, siehe Fig. 7, Taf. XXII, von der in Dover benutzten besonders dadurch, daß bei ihr der Vorschub nicht durch Schraubengänge, sondern auf hydraulischem Wege bewirkt wird. Der untere Teil ist nämlich mit dem Kolben, der obere Schlitten mit dem Cylinder einer in der Maschinenaxe liegenden hydraulischen Presse verbunden. Wird mittels einer kleinen Pumpe Wasser in den Cylinder getrieben, so bleibt der Kolben an Ort und Stelle und der Cylinder drückt den Schlitten vorwärts und preßt die Messer, welche gleichzeitig mit 1—3 Umdrehungen pro Minute kreisen, gegen die Stollenbrust. Wenn der obere Teil (das Bett) um 1,37 m vorgerückt ist, hört man mit dem Bohren auf, stemmt mittels einer Anzahl Schraubenwinden den Schlitten um 0,02—0,03 m in die Höhe, wobei auch das Maschinenbett sich von der Stollensohle abhebt, und läßt den Wasserdruck auf die entgegengesetzte Kolbenseite wirken, wodurch Kolben und Maschinenbett nachrücken.

Die Zwillingsmaschinen in Sangatte hatten 0,305 m Kolbendurchmesser, 0,457 m Hub, sollten, mit Luft von 2 Atmosphären Ueberdruck gespeist, in der Regel 100 Touren, der Bohrkopf $1\frac{1}{2}$ Umdrehungen in einer Minute machen, während die hydraulische Vorrichtung darauf berechnet war, in dem bekannten Gestein (graue Kreide) 0,012 m Fortschritt pro Umdrehung oder, abgesehen von Aufhalten, 1,08 m Fortschritt in der Stunde zu veranlassen. Bei Miteinrechnung des Zeitverlustes beim Nachrücken hoffte man noch 1 m in der Stunde zu erreichen.

Der Stollen ging 55,2 m unter Springflut-Niedrigwasser von einem Schacht aus, in dessen Nähe vier nach Angaben von Colladon durch Sautter, Lemonnier u. Co. gebaute Kompressoren⁹⁵⁾ aufgestellt waren. Die Luft wurde⁹⁶⁾ gewöhnlich auf 6 Atmosphären Ueberdruck verdichtet und von der Bohrmaschine auf 2—3 Atmosphären Ueberdruck gedrosselt. Nach einem Stillstand der Kompressoren setzte man dieselben erst wieder in Gang, wenn die Pressung in den Luftbehältern auf ungefähr 2 Atmosphären gesunken war. Die Bohrmaschine, welche im Juli 1882 zu arbeiten begann und mit deren Betrieb im März 1883 nur aufgehört wurde, weil politische Rücksichten den Bau des ganzen Tunnels in Frage stellten, bewährte sich auf's beste, wie aus folgenden Angaben⁹⁷⁾ hervorgeht.

⁹⁴⁾ Comptes rendus de l'académie des sciences, 1882. Bd. 94. S. 1707. — Revue générale des chemins de fer. 1882 II, Bd. 5. S. 226.

⁹⁵⁾ Colladon. Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ingénieurs civils, 1883 II. S. 84. — Lestang. Revue industrielle. 1882. S. 194.

⁹⁶⁾ Briefliche Mitteilung des Herrn Breton, Ingénieur-Directeur des Travaux.

⁹⁷⁾ Forchheimer. Englische Tunnelbauten. S. 60.

1882/3 Monat	Betrieb mit 2 Kompressoren			Betrieb mit 3 Kompressoren			Betrieb mit 4 Kompressoren			Summe			Stollenfortschritt m
	Volumen der einge- saugten Luft cbm	Stun- den- zahl		Volumen der einge- saugten Luft cbm	Stun- den- zahl		Volumen d. einge- saugten Luft cbm	Stunden- zahl		Volumen d. einge- saugten Luft cbm	Stun- den- zahl		
		Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.	
Juli	23721,423	19	41	7778,455	4	12				31499,878	23	53	9,20
August	25121,076	23	02	3408,193	2	07	423,741	13		28953,010	25	22	4,80
September	159939,555	142	54	29747,428	18	36				189686,983	161	30	133,90
Oktober	31750,969	29	34	18449,629	107	00	1112,031	29		217312,629	137	03	137,90
November				374390,205	226	57				374390,205	226	57	277,50
December	25516,362	23	05	367263,511	218	06	7249,740	3	22	400029,613	244	33	249,60
Januar	49430,430	44	31	434070,193	254	31				483500,623	299	02	298,60
Februar				493019,431	283	04				493019,431	283	04	361,50
März				323829,670	181	39				323829,670	181	39	210,53
1—18. Morgens													
Summe	315479,815	282	47	2217956,715	1296	12	8785,512	4	4	2542222,042	1583	3	1683,53

Zur Erläuterung der Tabelle soll bemerkt werden, daß man nach ihr z. B. im Monate September 1882 bald mit 2, bald mit 3 Kompressoren die Kraftmaschine betrieb und zwar arbeitete man 142 Stunden 54 Minuten mit 2 Kompressoren, während welcher Zeit die Kraftmaschinenwelle 415 946 Touren machte, und andere 18 Stunden 36 Minuten benutzte man 3 Kompressoren, deren jeder 51 575 Hübe vollzog. Am 9. Februar rückte man während 24 Stunden um 24,80 m vor und der Fortschritt in den letzten anderthalb Monaten oder eigentlich $45\frac{1}{4}$ Tagen ergibt sich aus der Tabelle zu 572,03 m oder durchschnittlich zu 12,7 m in 24 Stunden, eine Leistung, wie sie sonst wohl noch nirgends vorkam. Ausbesserungen waren während der ganzen Zeit nicht notwendig und die Betriebskosten, welche zu 14 Mark 91 Pf. pro laufendes Meter angegeben werden, blieben außerordentlich gering. Oberst Beaumont soll den Stollenvortrieb zu einem Preise von 95 Franken pro laufendes Meter übernommen haben⁹⁸⁾, ein Betrag, der die Betriebsauslagen jedenfalls reichlich decken würde. Nach Breton⁹⁹⁾ genügen bei Anwendung der Beaumont-Maschine für alle vorkommenden Arbeiten zwei Belegschaften, welche zusammen 29 Mann stark sind.

Maschine im Mersey-Tunnel. Im Wasserstollen des Tunnels unter dem Flusse Mersey zwischen Birkenhead und Liverpool stellte man im März 1883 eine Maschine von Beaumont u. English auf¹⁰⁰⁾, welche einen Schraubenvortrieb besaß, der entsprechend der dort größeren Härte des Gesteines (neuer roter Sandstein) bei einer Bohrkopfumdrehung ein Vorrücken von 9,5 mm bewirkte. Es arbeiteten gleichzeitig 20 Messer und zwar nicht gewöhnliche Bohrmeißel wie in Fig. 16, sondern Scheibenmesser, siehe Fig. 17, welche, wenn sie an der eben benutzten Stelle ihres Randes stumpf geworden sind, nicht wie erstere ausgewechselt, sondern nur um ihre Axe gedreht werden müssen, damit ein anderer Teil des Umfanges zum Schneiden gelangt. Während des Bohrens drehen sie sich nämlich nicht um ihre Axe, sondern bloß um die Mittelwelle der Maschine.

Fig. 16.

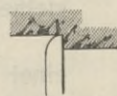
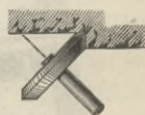


Fig. 17.



⁹⁸⁾ Comptes rendus mensuelles des réunions de la société de l'industrie minière. 1883. S. 95.

⁹⁹⁾ Ebenda; S. 61.

¹⁰⁰⁾ Forchheimer. Engl. Tunnelbauten. S. 21, 25. — Fox. Contract Journal vom 3. u. 10. Okt.

Die Zwillingmaschine hatte 305 mm Kolbendurchmesser und 457 mm Hub und wurde mit verdichteter Luft von 2,45—2,8 Atmosphären Pressung gespeist. Hauptsächliche Uebelstände bildeten nach Fox die Schwierigkeit, Richtung und Höhenlage des Stollens einzuhalten, ferner der an trockenen Stellen entstehende Staub und die durch Ausströmen der Luft verursachten Nebel, während kleinere Mängel sich allmählich beseitigen ließen. Der Fortschritt, anfangs gering, nahm stets zu und betrug zuletzt mehr als 30 m in der Woche, d. i. in 6 Arbeitstagen, bis im Januar 1884 der Durchschlag erfolgte. Ein großer Vorzug, der aus der Vermeidung der Sprengmittel entsprang: die Abnahme der Wassereinsickerungen nach Einführung der Beaumont-English-Maschine, zeigte sich unter dem Mersey sehr deutlich.

Kapitän English ließ sich auch die Anwendung einer kleineren Tunnelbohrmaschine patentieren¹⁰¹⁾, welche den Stollen etwa mannshoch aushöhlt und von einer größeren Maschine gefolgt wird, die auf demselben Lager wie die erstgenannte Vorrichtung oder auch auf einem eigenen Gestelle sitzt und das Ort bis zum Vollquerschnitt erweitert. Die Eimerkette soll hierbei so lang sein, daß sie das Haufwerk in den voll ausgebrochenen Tunnel schafft.

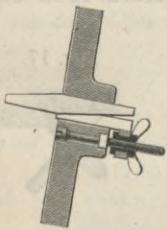
§ 24. Stollenbohrmaschine von Rziha u. Reska; Fig. 1—5 und Fig. 13, Taf. XXII. Die Maschine¹⁰²⁾ stimmt in vielen Beziehungen mit der Tunnelbohrmaschine Beaumont's überein und dürfte bei thatsächlicher Verwendung sehr ähnliche Erfolge aufweisen. Die Schneidstähle, siehe Fig. 13, sitzen auf einer durchbrochenen Bohrscheibe *A*, bei deren Umdrehung je mehrere derselben einen ringförmigen Schram ausbrechen, während die anderen die zwischen den Schramen stehen bleibenden Kerne entfernen. Es soll ferner nicht die ganze Fläche des Ortsstoßes mit den Werkzeugen in Berührung kommen, sodaß ein Teil des Gesteines nicht im eigentlichen Sinne gebrochen wird, sondern zunächst ringförmige Kerne bildet, die infolge des seitlichen Druckes schließlich abbröckeln. Die Anzahl der jeden Ringstreifen bearbeitenden Messer, die Größe der von letzteren unbertührten Zwischenräume, die Breite der Schräme und Kerne richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges.

Die Konstruktion der Messereinsätze mit Keil, Schraube und Flügelmutter, siehe beistehenden Holzschnitt Fig. 18, gestattet behufs Auswechslung das Herausziehen der Stähle nach hinten nach einer einzigen Umdrehung der Flügelmutter, da die Ganghöhe der Schraube gleich dem Anzug des Keiles gewählt ist. Zur Befestigung genügt eine mäßige Schraubenanspannung, weil der Gegendruck des Gesteines das Messer nur fester einkeilt.

Die Bohrscheibe *A* sitzt drehbar auf dem Kolben *C* einer hydraulischen Presse, siehe Fig. 1—4, und empfängt, mit einem inneren Zahnkranze *L* versehen, ihre Drehbewegung von einer in der Zeichnung nur mit den Kurbeln *F* angegebenen hydraulischen oder anderweitigen, auf den Tragarmen *D* und *E* ruhenden Zwillingmaschine mittels der Schnecke *G*, dem Schneckenrad *H*, der Welle *J* und dem kleinen Zahnrad *K*, sodaß der Preßkolben *C* nicht auf Verdrehung in Anspruch genommen wird.

Um das Zahnrad *K* bei dem Vorrücken der Bohrscheibe mit dem Zahn-

Fig. 18.



¹⁰¹⁾ Specification, 1881. No. 5317.

¹⁰²⁾ Deutsches Reichspatent No. 22465 vom 29. Mai 1883. — Zeitschr. f. Baukunde, 1884. Bd. 7. Sp. 125. — Oesterr. Privileg vom 27. Okt. 1884.

kranze L in richtigem Eingriff zu erhalten, ist die Welle J in den Lagern und durch das Schneckenrad H hindurch verschiebbar und mit der hinteren Verlängerung des Kolbens C durch den Arm M , siehe Fig. 1, 2, 5, so verbunden, daß sie stets um eine gleiche Strecke vorwärts geht wie die Bohrscheibe. An dem Preßcylinder B , welcher das eigentliche Gestell der Maschine bildet, sind vier kleine Pressen $N_1 N_2 N_3 N_4$ mit Kolben $P_1 P_2 P_3 P_4$ angebracht, die durch Wasser, Luft oder anderweitig in Thätigkeit gesetzt werden und in Verbindung mit den durch Schrauben oder dergl. zu verstellenden Stempeln $P_5 P_6$ die feste Abspreizung der Maschine im Stollen ermöglichen. Da sich jede Presse einzeln unter Druck setzen läßt, so wird der erhebliche Vorteil erreicht, daß man die Maschinenlage etwas verändern und in gewünschter Richtung bohren kann.

Um nach Erreichung eines dem Vollhub des Preßkolbens C gleichen Bohrfortschritts das Maschinengestell nachrücken zu lassen, unterkeilt man die Bohrscheibe A und stemmt den Kolben C mit zwei Stützkolben $p_1 p_1$ in die Höhe, während man die Stempel $P_1 P_2 P_3 P_4$ zurückzieht. Nunmehr kann nach seiner Entleerung der Preßcylinder B längs des feststehenden Kolbens C verschoben werden; hierzu dient das Handrad T , dessen Welle in einem die Tragarme $D E$ verbindenden Querbalken verlagert ist, mittels Getriebe und Schrauben $U U_1$, welche in Seitenflügel des Armes M eingreifen.

Das auf die Sohle vor Ort herabfallende Haufwerk wird durch am Umfange der Bohrscheibe befindliche Schraubengänge S hinter die Scheibe gebracht und von da durch ein Becherwerk oder eine Förderschnecke bis zu den Grubenwagen weiter geschafft. Letztere und die Maschine selbst bei Außerdienststellung laufen auf einem Schienengleise, dessen Querschwellen sich dem runden Stollenumriß anschmiegen.

§ 25. Crampton's Tunnelbohrmaschine; Fig. 1—4, Taf. XXIII. Diese Maschine¹⁰³⁾ zeigt als Eigentümlichkeit den gemeinschaftlichen hydraulischen Betrieb der Gewinnung und Förderung und wurde im Hinblick auf die unterseeische Verbindung von England und Frankreich in Vorschlag gebracht, bei welcher der Transport der Berge infolge der großen Tunnellänge auf gewöhnliche Weise nicht durchführbar wäre.

In der Nähe des Schachteinganges stellt Crampton eine Pumpe auf, welche Wasser aus dem Meere hebt und in Accumulatoren drückt. Von ihnen führt eine Leitung B , siehe Fig. 1 und 2, Taf. XXIII, vor Ort, wo die Wasserpressung etwa 50 Atmosphären betragen soll. Damit trotz des Vorrückens der Bohrmaschine der Zufluß nur selten unterbrochen werden muß, schließt sich an B , in einer Stopfbüchse 24 m weit verschiebbar, die Leitung C an. Die Welle der Bohrmaschine wird ohne Zwischengetriebe durch den hydraulischen Motor D in Umdrehung versetzt.

Ein Becherwerk hebt das Kreidehaufwerk und schüttet es in einen geneigten Trog E , an dessen oberem Ende das Abwasser der Maschine einströmt. Das Abwasser nimmt das Haufwerk mit und führt es in eine rotirende Mischtrommel F . Eine der lotrechten Trommelendflächen wird durch ein Drahtgeflecht gebildet, das

¹⁰³⁾ Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ingénieurs civils. 1882 II. S. 380, 528. — Engineer. 1882. Bd. 54, S. 255.

in der Mitte durch eine größere Oeffnung unterbrochen ist. Der Eintritt des Wassers und Haufwerkes findet durch diese Oeffnung, der Austritt nach inniger Mengung durch das Geflecht statt. Pumpen *G*, durch hydraulische Motoren *H* getrieben, welche ihr Druckwasser der Leitung *B* entnehmen, schaffen den gemengten Schmand durch die ebenfalls teleskopisch verlängerbare Leitung *J* in den Schachtsumpf oder weiter durch den Schacht bis zu der ins Meer mündenden Rösche.

Die dargestellte Bohrmaschine sollte für die Herstellung eines Stollens von 2,40 m Lichtweite dienen. Auf dem gemeinschaftlichen sich drehenden Rade oder Bohrkopf sitzen 24 Schneidseiben, deren jede bei einer Radumdrehung einen ringförmigen, höchstens 2 mm tiefen Streifen abarbeitet, dessen Breite ungefähr dem vierten Teil des betreffenden Scheibendurchmessers gleich sein soll. Die Schneidseiben können sich um ihre eigenen Axen frei drehen und vollziehen daher beim Arbeiten Eigendrehungen, welche der Hauptbewegung entgegen gerichtet sind; hierdurch wird bezweckt, daß stets ein anderer Teil der Kante in Wirkung trete und daß die Abnutzung sich verringere.

Crampton gibt an, er habe mit einem ähnlichen Modell 5 m Fortschritt in der Stunde erzielt, ohne die Scheiben auszuwechseln. Die Gewinnung von je 1 cbm Kreide pro Stunde erfordere eine Arbeit von $2\frac{1}{2}$ Pferdekräften oder 675 000 mkg, welche Zahl mit den Erfahrungen in Sangatte (siehe Seite 405) in Widerspruch steht. Der Druck des Wassers auf die teleskopische Rohrverbindung von *B* mit *C* soll die Maschine vorwärts pressen, wobei man zur Regelung der Geschwindigkeit ein Zahnrad in eine Zahnstange eingreifen läßt oder eine andere Vorkehrung anwendet.

Nach Crampton's Vorschlägen sollte übrigens der Kanaltunnel, dessen Durchmesser er zu 10,8 m annimmt, durch seine Maschine im vollen Querschnitt ausgebohrt werden, wozu 72 Schneidseiben erforderlich seien, welche bei einer Bohrkopfumdrehung konzentrische Ringe von 75 mm Breite und 2 mm Tiefe ausarbeiten; bei 10 Umdrehungen des Bohrkopfes pro Minute gäbe das an seinem Umfange die hohe Geschwindigkeit von 5,6 m per Sekunde. Der Fortschritt würde dann, von Aufthalten abgesehen, 1,2 m in der Stunde betragen.

C. Maschinen für rolliges Gebirge.

§ 26. Tunnelbauverfahren von Brunel; Fig. 7, Taf. XXIII. Der älteste Entwurf einer für die Durchörterung weicher Massen bestimmten Maschine ist wohl der von Sir Marc Isambart Brunel für die Herstellung eines Themsetunnels zwischen Rotherhithe und Wapping in Aussicht genommene Bohrschild¹⁰⁴⁾. Die runde, schraubenförmig gewundene Scheibe *ABD* sollte, von einer Mittelwelle *C* langsam gedreht, sich in das Erdreich einarbeiten. Dem Schild folgt bei dieser Anordnung eine aus einzelnen Platten bestehende Eisenverkleidung, welche man dadurch weiterführt, daß man in dem Maße, wie der Schild vorwärts dringt, das endgiltige Mauerwerk verlängert und die frei werdenden Eisenplatten der Reihe nach vor Ort wieder anbringt. In die Erde getriebene Stützen sollten die feste Lage der Tunnelröhre im nachgiebigen Boden sichern.

Brunel gab später den dargelegten Plan auf; er entschloß sich, das Bauwerk nicht als gemauerte Röhre, sondern als vierkantigen Mauerklotz mit zwei

¹⁰⁴⁾ Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst, 2. Aufl. Berlin 1874. Bd. II, S. 319.

nebeneinanderliegenden Aussparungen von angenähert eiförmigem Querschnitt auszuführen. Den Ortsstoß versicherte er hierbei mit Zumachebrettern und erfolgte deren Wegnahme und Anbringung, sowie das Abgraben des Gebirges von Hand. Die Zumachebretter stützten sich gegen 12 nebeneinander gestellte aufrechte Rahmen, deren Verschiebung maschinell erfolgte, indem man sie mit Hilfe von Schraubenpressen vorwärts drückte. Der Bau Brunel's begann 1825 mit der Abteufung der Uferschächte und wurde unter den schwierigsten Bodenverhältnissen, welche einen neunmaligen Wassereinbruch veranlaßten, nach achtjährigem Stillstand (1828—36) zu Ende geführt, sodaß 1843 die Eröffnung stattfinden konnte. Die hohen Kosten (die Angaben schwanken von 27600—32800 Mark pro laufendes Meter) und die zahlreichen Unfälle zeigen, daß Brunel's Verfahren, so außerordentlich sinnreich und bemerkenswert es war, sich in seiner Gesamtheit nicht zur Nachahmung empfiehlt. Auf eine nähere Wiedergabe der nicht einfachen Anordnungen darf hier unter Hinweis auf die ausgedehnte bezügliche Litteratur¹⁰⁵⁾ verzichtet werden und es genügt die Bemerkung, daß von Brunel's Einrichtungen sich die Zerlegung der Tunnelbrust in einzelne, mit Zumachebrettern verschließbare Fächer und die Anwendung von Schraubenpressen bei späteren Methoden anderer Ingenieure wiederfindet.

§ 27. Tunnelbauverfahren von Barlow; Fig. 8—13, Taf. XXIII. Zur Herstellung eines Stollens (Tower-Subway) unter der Themse in der Nähe des Towers ersann P. W. Barlow ein Verfahren¹⁰⁶⁾, welches unter Leitung seines Sohnes zur Anwendung gelangte. Der Bau des zwischen den Mitten der Uferschächte 402,3 m langen Tunnels begann im Februar 1869 und schritt während der ersten fünf Monate mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1,62 m per Tag vor, die sich später bis auf 2,74 m steigerte, sodaß im November 1869 der Durchschlag erfolgte. Das Gebirge — London Clay, also zäher Thon, der bei Luftzutritt zu Anschwellungen neigt — zeigte sich, obgleich an einer Stelle die Flußsohle sich bis auf 6,7 m der äußeren Tunnelleibung nähert, so trocken und undurchlässig, daß man das zur Mörtelbereitung erforderliche Wasser von außen zuleiten mußte.

¹⁰⁵⁾ Ebenda; S. 321. — Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. 3. Aufl. Berlin 1874. 2. Teil. Bd. III. S. 326. — Henry Law in Weale's Quarterly Papers on Engineering. 1846. Bd. 5. — Sketches and memoranda of the works for the Tunnel under the Thames from Rotherhithe to Wapping, published and sold at the Tunnel works and by Messrs. Harvey and Darton, 55, Grace-church Street. 1827. — Description des travaux entrepris dans la construction de la tonnelle ou passage sous la Tamise entre Rotherhithe et Wapping. Londres, Warrington et Co., 27, Strand. 1854. Diese Beschreibung soll auch in englischer, deutscher und holländischer Sprache veröffentlicht worden sein. — Civil Engineering by Henry Law u. G. R. Burnell. 5. Aufl. Mit Bemerkungen und Zeichnungen von Mallet. Straham & Co., 56, Ludgate Hill, London 1869. Teil I. S. 23. — Brunel u. A. in Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. 1837. S. 92. — 1838. S. 5, 23. — 1839. S. 44. — 1840. S. 85. — 1841. S. 167. — 1843. S. 29, 80, 93. — 1849/50. Bd. 9. S. 14, 19. — Debauxe. Manuel de l'ingénieur. Fascicule 12. S. 92. — Allgemeine Bauzeitg. 1838. S. 158. — 1839. S. 47, 328. — 1840. S. 372. — Zeitschr. f. Bauwesen. 1856. S. 170. — Schön. Der Tunnelbau. 2. Aufl. Wien 1874. S. 268. — Becker. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs. 4. Aufl. Leipzig 1883. S. 473.

¹⁰⁶⁾ Drinker. Tunneling etc. 1. Aufl. S. 796. — 2. Aufl. S. 890. — Debauxe. Manuel. Fasc. 12. S. 94. — Schön. Tunnelbau. 2. Aufl. S. 273. — Piéron in Annales des ponts et chaussées. 1870. Bd. 19 I. S. 520. — v. Gabriely in Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1871. S. 2. — Engineer 1870. Bd. 29. S. 92. — Builder. 1870. Febr. S. 144.

Der Themsestollen hat einen kreisförmigen Querschnitt von 2,13 m Lichtweite und seine Verkleidung besteht aus zusammengeschraubten Gußeisenringen von 22 mm Fleischdicke und 0,452 m Breite. Jeder Ring besteht, siehe Fig. 8, aus drei gleich großen Wölbplatten *E* und einer vierten kleineren Schlußplatte *F*. Während die Flanschen der beiden unteren Lagerfugen gegen die Mitte gerichtet sind, stehen die beiden oberen lotrecht, welche Anordnung es ermöglichte, die Schlußplatte von unten einzubringen. Sowohl die Lager- als auch die Stoßfugen sind mit Medina-Cement gedichtet.

Die Aufstellung der Ringe erfolgte unter dem Schutze eines genieteten Schildes *G*, der mit einem Mantel *H* über die Gußeisenverkleidung zurückgriff. Der Mantel war um 0,05 m weiter als die äußeren Ringleibungen und ließ daher einen Zwischenraum, welchen man behufs Schutz des Gußeisens vor dem Verrosten mit rasch bindendem Liaskalk-Mörtel ausfüllte. Dem Tunnel ließ man stets ein 2—3 m langes Richtort voranschreiten, welches nur hart am Schilde auf eine kurze Strecke auf den Vollquerschnitt erweitert wurde und im übrigen bloß 1,80 m Höhe und 1 m Breite besaß. Seine Ausschachtung erfolgte von Hand durch Arbeiter, welche mittels in der Schildmitte befindlichen Mannloches Zugang fanden. War ein 0,452 m breiter Ring aufgestellt, so schraubte man gußeiserne Pfannen *K* an demselben fest und drehte sechs in den Schild eingreifende Schrauben *J*. Zunächst bewirkte die Drehung, daß die Schrauben sich gegen die Pfannen stemmten, und dann, daß der Schild vorwärts rückte, eine Bewegung, welche dadurch erleichtert wurde, daß der Mantel gegen das Richtort zu über die aufrechte Schildscheibe um 0,228 m vor-kragte. Sobald Raum für die Anbringung eines neuen Ringes gewonnen war, drehte man die Schrauben wieder zurück und nahm die Preßköpfe wieder ab. Das Verfahren war sehr zweckentsprechend und der Tunnel, dessen Querschnitt allerdings gering ist, kostete nur ungefähr 800 Mark pro laufendes Meter.

Als Gegenstück zu den Schilden Brunel's und Barlow's verdient vielleicht auch ein Projekt von Thomé de Gamond¹⁰⁷⁾ Erwähnung, wonach behufs Herstellung einer festen Verbindung von England und Frankreich die Mauerung eines auf dem Meeresgrund ruhenden Tunnels unter dem Schutz eines 25 m langen, halbeylinderförmigen Schildes zu geschehen hätte. Der Schild sollte mit federnden Ringen an der Außenleibung des fertigen Gewölbes schleifen und mit Hilfe eines Traggerüstes auf den stets zu verlängernden beiden Gleisen der endgiltigen Bahn weiterfahren. Damit man etwelche Hindernisse hinwegräumen könne, habe vor dem vom Schild geschützten Raum und von ihm durch Luftschleusen getrennt eine Ausschachtkammer voranzuschreiten, über deren Bau jedoch nichts Näheres angegeben wird. Uebrigens empfahl Thomé de Gamond das beschriebene Projekt nicht zur Ausführung.

§ 28. Tunneltreibmaschine von Beach¹⁰⁸⁾; Fig. 14 und 15, Taf. XXIII. Für die Herstellung einer pneumatischen Untergrundbahn in New-York in dem erdigen und sandigen Boden genannter Stadt hat Beach eine Bauweise angegeben, welche mit jener Barlow's viel Aehnlichkeit besitzt. Beach bewirkt den Vortrieb,

¹⁰⁷⁾ Thomé de Gamond. Mémoire sur les plans du projet nouveau d'un tunnel sous-marin entre l'Angleterre et la France produits à l'exposition universelle de Paris 1867 et sur les différents systèmes projetés pour la jonction des deux territoires depuis l'origine de ces études en 1833. 2. Aufl. Paris, Dunod, 1869, S. 8.

¹⁰⁸⁾ Mohr in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880. Bd. 14. S. 576. — Drinker. Tunneling etc. 1. Aufl. S. 862. 2. Aufl. S. 956. — Scientific American. 1870. Bd. 23. S. 154. — 1872. Bd. 26. S. 183. — Illustrated Description of the Broadway Underground Railway etc. New-York. Published by the Beach Pneumatic Transit Co. 1872.

indem er einen kräftigen Ring von gleichem Außendurchmesser wie das Mauerwerk des kreisrunden Tunnels (im vorliegenden Falle 2,48 m) mittels hydraulischer Pressen in den Ortsstoß eintreibt.

Der Ring besteht, wie aus Fig. 14 und 15 ersichtlich, aus zwei gußeisernen Reifen *A* und *B*, zwischen welchen der Holzring *C* liegt, und sind diese drei Teile durch Bolzen miteinander verschraubt. Die vom Ring *A* umschlossene Scheibe ist in Fächer geteilt durch Bohlen, welche der Erde mit Stahlblech armierte Schneiden zukehren und gleichmäßig mit dem Ring in den Boden vorwärts dringen. In dem Ringe *B* sind 18 Stück stählerne hydraulische Preßzylinder eingelassen, welche mit einer seitwärts am Holzringe befestigten Preßpumpe *E* derart durch Rohre *F* in Verbindung stehen, daß man mittels der Hähne *G* jeden einzelnen Preßzylinder nach Belieben anschließen oder ausschalten kann. Der Durchmesser eines Preßkolbens beträgt 58 mm, der Hub 410 mm.

Um den Ring *B* ist ein Mantel *J* von 3 mm starkem Eisenblech gelegt, welcher nach rückwärts 700 mm über den Ring hinausragt, stets den vordersten Teil des endgiltigen Tunnelmauerwerkes umschließt und beim Fortrücken sich vorwärts schiebt. Vor dem jeweiligen Ende der Mauerung ist ein beiderseitig mit 10 mm starkem Eisenblech beschlagener Holzring *H* angelegt, welcher die Aufgabe hat, den etwa 12000 kg betragenden Druck der Preßkolben gleichmäßig auf das Mauerwerk zu verteilen und dasselbe somit vor Zerstörung zu schützen.

Die Arbeit erfolgt nun in der Weise, daß zwei Mann durch Bewegung des Pumpenkolbens den gesamten Apparat vorwärts schieben, während zwei andere Arbeiter durch eiserne Stangen den Boden schon im voraus aufzulockern suchen. Zu diesem Zwecke, ferner damit sich die vom Ring und den Fachwerksbohlen verdrückten Massen überhaupt beseitigen und nach Befinden auch größere Steine wegnehmen lassen, sind die Bretter so eingelegt, daß sie einzeln herausgenommen werden können. Die gewonnenen Massen werden durch zwei weitere Arbeiter hinweggefördert.

Ist nun auf solche Weise die Vorrichtung entsprechend der Hubhöhe der Preßkolben, also um 410 mm, vorwärts gegangen, so läßt man die Preßkolben und den Ring *H* nachrücken und verwahrt die frei gewordenen, zunächst nur von dem schwachen Eisenmantel umgebenen 410 mm Tunnelraum endgiltig durch Ausführung der entsprechenden Länge Mauer, worauf das Vorwärtsschieben des Ringes in der gedachten Weise aufs neue zu bewirken ist.

Auf die Ausführung der Arbeit, welche, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, an sich ziemlich einfach ist, muß die peinlichste Sorgfalt verwendet werden, weil dem Freiwerden des Tunnelraumes der endgiltige Ausbau mit Mauerwerk auf dem Fuße folgt und jede nachträgliche Verbesserung der Richtung unmöglich ist. Man muß die entstandene Tunnelrichtung ununterbrochen genau prüfen und jede unbeabsichtigte Abweichung in ihren ersten Anfängen sofort bekämpfen, was übrigens höchst einfacher Weise dadurch geschieht, daß man die Preßkolben jener Seite, nach welcher die Tunnelaxe hinzulenken ist, entweder gänzlich ausschaltet oder daß man durch teilweise Schließung der Hähne bei ihnen eine langsamere Fortbewegung bewirkt als an den übrigen Punkten des Ringumfangs. Das Verfahren der teilweisen oder gänzlichen Ausschaltung einzelner Preßkolben gibt auch die Möglichkeit an die Hand, auf die leichteste Art den Tunnel in einer Curve auszuführen und bedarf es ebenfalls nur einer

öfteren Nachmessung des entstehenden Bogens, um die gewünschte Krümmung zu erzielen.

Im Jahre 1868 wurde unter dem Broadway in New-York eine Probevorrichtung von etwa 1,70 m Durchmesser in Gang gesetzt. Mit der beschriebenen größeren Maschine waren im Februar 1870 unter derselben Straße ungefähr 90 m eines zum Teil in einem Bogen von 15,24 m Halbmesser gelegenen Tunnels hergestellt, dessen Weiterbau übrigens später eingestellt wurde, weil die Beach Pneumatic Transit Company keine Konzession¹⁰⁹⁾ für die Beförderung von Personen erhielt. Endlich benutzte man 1871—72 zwei Maschinen von Beach, um unter den Straßen von Cincinnati (Ohio) einen Hohlweg von 2,44 m Durchmesser zu bauen, dessen Trace unter anderem auch zwei Kanäle kreuzt.

Ein 42,7 m langes Stück des Wasserstollens der Stadt Cleveland, welcher unter den Eriesee getrieben wurde, stellte man, weil das Gebirge daselbst besonders druckhaft war, mittels einer ähnlichen Vorrichtung¹¹⁰⁾ fertig. Man benutzte zur vorläufigen Verkleidung des noch unvermaurten Raumes einen 1,829 m langen Mantel von 1,981 m lichtigem Durchmesser mit zwei gußeisernen Versteifungsringen von 102 mm im Geviert, welche dort verbreitert waren, wo die Cylinder der hydraulischen Pressen sie durchsetzten. Der Mantel ließ in seinem Innern gerade noch Platz für den vorgeschriebenen Mauerquerschnitt. Am Vorder- oder Schneidende konnten mittels wagrechter und lotrechter Bretter Fächer gebildet werden; man legte jedoch nie mehr als zwei wagrechte Laden ein, weil dann die Reibung des Lettens schon genügte, um ein zu rasches Einlaufen zu hindern. Das Hinterende war auf 61 cm glatt gehalten, um über das Mauerwerk gleiten zu können. Gewöhnlich fand ein Vorschub des Mantels statt, nachdem man 406 mm gemauert hatte, sodaß immer 20 cm Mauerwerk im Mantel steckten.

Wo der Letten sehr weich war, bekam beim Vorschieben das Gemäuer Querrisse. Man keilte dann aus Gußeisenteilen zusammengeschaubte Ringe vor den Rissen fest. Anfangs benutzte man 12 Schraubenpressen, welche sich aber zu schwach zeigten; später hydraulische Pressen, welche zusammen einen Druck von 137 000 kg ausüben konnten, aber dennoch zuweilen kaum ausreichten. Trotz aller Anstrengung erfolgte eine Axenabweichung von 2° 46' nach links und an einer Stelle ein Richtungsfehler nach unten. Der auf dem Mantel lastende Druck soll ungefähr 4,35 kg pro qem betragen haben und war für die Konstruktion zu stark; die Gußeisenringe erlitten Brüche und die Schmiedeeisenhülle eine Zusammendrückung von 10 cm.

Durand¹¹¹⁾ schlug zur Ausführung von Tunneln unter Wasser die Anwendung von undurchlässiger Leinwand vor, von welcher manche Sorten selbst bei 10 Atmosphären Druck kein Wasser durchsickern lassen sollen. Nachdem der Flußgrund vorgebaggert ist, wird an das im Trocknen hergestellte Tunnelhaupt der Leinwandsack befestigt, während die ganze übrige Länge des letzteren in einem Röhrenschild gelagert bleibt, welcher mittels hydraulischer Pressen vorwärts geschoben werden kann. Die Neigung des Schildes soll entsprechend der gewünschten Tunnelage durch Verschiebung des Schildschwerpunktes bewirkt werden. Zur Lüftung dient eine von dem Schild aufsteigende, durch eine Boje gehaltene Röhre, an welche auch die Leinwand befestigt wird, damit sie beim Vorwärtsschreiten Führung finde.

§ 29. Verfahren von v. Ruppert¹¹²⁾. Bei der Durchführung einer Wasserleitung unter dem Wien-Neustädter Schifffahrts-Kanal kam Baudirektor Karl v. Ruppert auf den trefflichen Gedanken, statt das Bett trocken zu legen und das zur Aufnahme der Leitung bestimmte Siel in einer offenen Baugrube zu mauern, einen Rohrstrang unter den Schifffahrts-Kanal durchzupressen. Das Gebirge war

¹⁰⁹⁾ Scientific American. 1872. Novemb. S. 279.

¹¹⁰⁾ Drinker. Tunneling etc. 1. Aufl. S. 852. — 2. Aufl. S. 947.

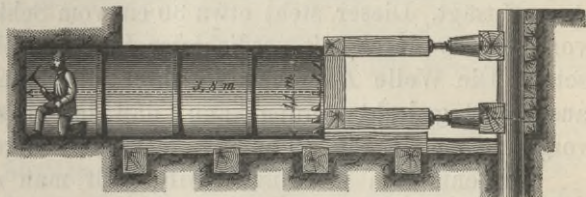
¹¹¹⁾ Annales industr. 1872. Mai. S. 576. — Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zn Hannover. 1873. Bd. 19. Sp. 97.

¹¹²⁾ Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1871. S. 245.

feuchter, gelber Lehm. Es wurden sieben gußeiserne Röhren angewendet von 3,793 m Länge, elliptischem Querschnitt von 1,106 m großer und 0,869 m kleiner Innenaxe, 15,3 mm Wanddicke und nach innen gerichteten 0,125 m breiten Flanschen mit 14 Löchern für die Schraubenbolzen. Der Vorderrand des erstverlegten Rohres war zuge-
schärft, wie beistehender Holz-
schnitt zeigt.

Der mit der Ausführung betraute Ingenieur Böck ließ zunächst eine Baugrube aus-
schachten, sodann fünf Pfähle ein-
rammen, welche das feste Widerlager bei dem Durchpressen bilden sollten, und einen Rost als Unterlage für das erste Rohr legen, welcher demgemäß genau die

Fig. 19.



beabsichtigte Neigung (1 : 100) des künftigen Durchganges erhielt. Um das Ein-
dringen in den Lehm zu erleichtern und doch nicht aus der Richtung zu kommen,
wurde vor dem Rohre immer ein Hohlraum von 0,316 m Länge, aber nur 1 m
Weite ausgegraben. Zur Wegschaffung der Erde diente ein kleiner Wagen. Das
Vorwärtsdrücken erfolgte derart, daß drei Mann mit eisernen Hebeln gleichmäßig
drei Schraubenwinden in Bewegung setzten, bis 0,316 m Fortschritt erzielt war;
dann wurde wieder auf 0,316 m Länge Erde weggeräumt und abermals nachge-
schoben, nachdem man zwischen Rohr und Winden mittlerweile Holzstücke einge-
setzt hatte, welche um 0,316 m Länge die vorher benutzten übertrafen.

Wenn ein Rohr vollständig eingedrungen war, so setzte man ein zweites mit
gewöhnlichem Hanfzopf und Mennigdichtung an seine Flanschen an und verfuhr
dann wie früher. Die Gußrohre bildeten zusammen eine Strecke von 26,550 m
Länge, von der jedoch nur 21,81 m und zwar während der Zeit vom 30. Juni bis
zum 2. August 1870 in zusammen 28 Stunden gepreßt wurden.

Die Kosten stellten sich, den Gulden österr. Währung zu 2 Mark gerechnet,
wie folgt:

	M.	Pf.
Ausheben der Baugrube, Herstellung der Vorrichtung zum Durchpressen samt Beseitigen derselben und Wiederverschüttung der Baugrube . .	2618	08
Bei der thatsächlichen Durchpressung verwendet 132 Arbeitsschichten zu 2 M 40 Pf.	316	80
Beistellen der Gerüsthölzer, des Verdichtungsmaterials der Flanschen, Beischaffung der Beleuchtung im Inneren des Rohrstranges u. s. w. . .	1239	72
Lieferung der 7 Stück gußeiserne Röhren im Gesamtgewicht von 19,65 Tonnen	4420	72
Zusammen	8595	32

Das durch v. Ruppert und Böck gezeigte Verfahren empfiehlt sich zur
Wiederholung bei kleineren Ausführungen, wie sie bei Siel- und Wasserleitungs-
anlagen häufig vorkommen, scheint jedoch bis jetzt noch nicht die verdiente Be-
achtung gefunden zu haben.

§ 30. Tunnelbohr- und Treibmaschine von Dowd¹¹³⁾; Fig. 16 und 17,

¹¹³⁾ Scientific American. 1880. Neue Serie. Bd. 43. S. 279. — Der Techniker. New-York. 1880.
3. Jahrg. S. 32. — Lang in Allg. Bauzeitg. 1881. S. 60.

Taf. XXIII. Der eiserne Schild *A*, welcher weiter ist als die aus gußeisernen Ringen zu bildende Tunnelverkleidung *B*, greift mit einem Mantel über dieselbe zurück und ist vorn wasserdicht durch die aus einzelnen Teilen zusammengesetzte starke Kappe *C* abgeschlossen, welche in ihrer Mitte im Lager *D* die drehbare Welle *E* mit dem stählernen, beidseitig mit stumpfen Schneidkanten versehenen Arm *F* trägt. Dieser steht etwa 30 cm vom Schild ab und wird mittels der Zahnradvorgelege *G* durch mit verdichteter Luft getriebene Maschinen in Umdrehung versetzt. Die Welle *E* enthält in ihrer Mittelaxe ein Wasserrohr, welches vom Ort aus derart gedreht werden kann, daß das Wasser in eine der beiden im Arm *F* vorgesehenen, in Fig. 16 und 17 gestrichelt angegebenen Leitungen eintritt.

Wenn man vordringen will, läßt man die Welle mit dem Arm sich nach der passend scheinenden Richtung drehen und das Wasser, an dessen Stelle auch Preßluft benutzt werden kann, behufs Lockerung und Erweichung des Bodens auf jener Armseite ausströmen, welche die Schneidarbeit zu verrichten hat. Wo es notwendig ist, sollen an der Außenfläche des Schildes mündende Sandpumpen, bestehend aus einem inneren und einem äußeren Rohr, zur Anwendung kommen. Durch das erstere läßt man verdichtete Luft strömen, welche den Sand und Schlamm, der keinen andern Ausweg hat, in das letztere treibt, aus dessen gekrümmtem Ende er unmittelbar in den Grubenwagen *K* hineinfließt. Mittels schräg gestellter Sandpumpen sollen im Wege liegende Steine unterspült werden, bis sie unter die Tunnelsohle hinabsinken. Bei Felsgebirge ist der Arm *F* mit geeigneten Schneidwerkzeugen zu versehen.

Der Schild wird durch hydraulische Pressen *H* (im Längsschnitt ist der Deutlichkeit wegen nur die oberste Presse gezeichnet) vorwärts gedrückt. Die bereits erwähnten, zur endgiltigen Tunnelverkleidung dienenden Gußringe sind nicht kreisrund, sondern oval und zwar weniger weit als hoch, sodaß sie sich, siehe Fig. 16, durch die fertig gestellte Strecke transportiren lassen. Der Rücken der frisch gegossenen Ringe wird, ehe sie noch ganz erkaltet sind, mit einem vor Rost schützenden Ueberzug bedeckt; an das vordere Ende kommt über den Ueberzug ein Eisenreif, dessen Außenfläche genau in die Innenleibung des Schildmantels paßt und, wenn letzterer vorwärts bewegt wird, zur Führung und zum wasserdichten Abschluß dient. Etwelche Gußunregelmäßigkeiten gleicht also der Reif aus. Sind mehrere Ringe aufgestellt, so werden zu ihrer Verbindung eiserne oder stählerne Anker *O* warm aufgezogen, welche, wie Fig. 16 andeutet, angegossene Knaggen fassen.

Zur thatsächlichen Anwendung dürfte das von Dowd angegebene Verfahren noch nicht gekommen sein, obwohl es gut ausgedacht scheint und sich für rolliges oder aufgelöstes Gebirge recht wohl eignen dürfte.

§ 31. Tunnelbohrmaschine von Taskin; Fig. 5, Taf. XXIII. Im Grundgedanken nicht wesentlich abweichend von der Vorrichtung Dowd's ist die im Jahre 1878 in Paris ausgestellt gewesene Tunnelbohrmaschine von Taskin¹¹⁴⁾. Ein eiserner Mantel von etwa 2 m Durchmesser, welcher vorn durch einen Schild teilweise geschlossen ist, gleitet auf dem eigentlichen Ausbau des Tunnels und ist gegen das vordere Ende des letzteren durch mehrere Pressen *P* abgesteift. Vor

¹¹⁴⁾ Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 8. S. 264.

dem Schilde befindet sich der um eine wagrechte Axe drehbare, mit einer Anzahl Meißel ausgerüstete Bohrer *T*, welcher sowohl drehend als stoßend wirken kann und welchem man den erstgedachten eisernen Mantel, je nach dem Fortschritte des Bohrers im Gebirge, mittels der erwähnten hydraulischen Pressen nachrücken läßt. Die von verdichteter Luft gespeiste Maschine *R* bewirkt die Drehbewegung des Bohrers und den Gang eines geneigt angebrachten Becherwerkes, welches, mit dem tiefen Ende vor den Schild greifend, hier die vom Bohrer losgelösten Gesteinsmassen faßt und nach rückwärts fördert. Zur Stoßbewegung des Bohrers dient, wie es scheint, die Maschine *S*.

Taskin beabsichtigte, seine Vorrichtung in Tunneln unter Wasser zu benutzen und innerhalb des Eisenmantels, ähnlich wie es bei pneumatischen Gründungen geschieht, unter erhöhtem Luftdruck zu arbeiten. Er schloß daher das Tunnelende durch je eine Scheidewand mit Thür sowohl gegen den vorderen Arbeitsraum als auch gegen den rückwärtigen Tunnel ab und bildete so eine Luftschleuse *U*.

Diese Anordnungen erscheinen rationell und vorteilhaft, haben aber noch keine Probe durchgemacht.

§ 32. **Tunneltreibmaschine von Dunn**¹¹⁵⁾; Fig. 6, Fig. XXIII. Diese Vorrichtung, für den Bau von Tunneln unter Wasser bestimmt, verlangt aufgelöstes Gebirge wie Sand oder Schlamm. Die Tunnelverkleidung besteht aus einer äußeren mit Guttapercha oder einem anderen geeigneten Stoffe *A* überzogenen Holzumhüllung *B*, welche eiserne Reifen *C* zusammenhalten, einer zweiten (mit *D* bezeichneten) Holzumhüllung und einer inneren Auskleidung aus etwa 16 mm starken, mit Flanschen versehenen Blechen, welche wasserdicht miteinander zu verbinden sind.

Der Tunnel wird innerhalb eines starken guß- oder schmiedeisernen Schildes gebaut, welcher sich mittels der Läderung *E* wasserdicht an die Tunnelaußenfläche anlegt. Der Hinterteil des Schildes erstreckt sich mit elliptischem Querschnitt auf etwa 5,2 m Länge und wird durch eine dichte Wand *F* von dem als Pflug mit stählernen Schneiden ausgebildeten, durch innere Längswände versteiften Vorderteil getrennt, in welchen man zur weiteren Verstärkung durch das Rohr *G* verdichtete Luft eintreten läßt.

Zum Vortrieb des Pfluges dient ein Kolben *H*, welcher den ganzen elliptischen Lichtquerschnitt des Schildes ausfüllt. Man preßt mittels der Pumpe *J* durch die Leitung *K* Wasser aus dem röhrenförmigen Behälter *L* in den Raum zwischen *H* und *F*. Zunächst geht der Kolben *H* zurück, bis er sich an das Ende der fertigen Tunnelverkleidung anlegt, dann aber muß der Pflug nachgeben, den Schlamm oder den Sand verdrängen und vorwärtsrücken. Ist dies geschehen, so dreht man den Dreiwegehahn *M* so, daß das Wasser in den Wagenkasten zurückfließen kann, der mit dem Behälter *L* in Verbindung steht, und schiebt mittels Schrauben den Kolben *H* wieder vor, um die endgiltige Tunnelverkleidung zu verlängern.

Von der beschriebenen Ausführungsweise lassen sich zahlreiche Abweichungen treffen; insbesondere kann man die Pumpe über Tage aufstellen und verdichtete Luft statt des Wassers anwenden. Gegenüber der einfachen Anwendung eines Schildes erscheint das zuletzt geschilderte Verfahren, welches Dunn vielleicht in Hinblick auf eine Durchkreuzung der Newa erdacht

¹¹⁵⁾ Specification. 1849. No. 12632. — The Mechanic's Magazine. 1849. Bd. 51. S. 547.

hat¹¹⁶⁾, umständlich und kostspielig; auch fehlen Vorkehrungen, um den Pflug zu lenken und etwaige Hindernisse, Steine u. dergl., hinwegzuräumen.

Greath ead¹¹⁷⁾, der seiner Patentbeschreibung keine Zeichnungen beigibt, will ebenfalls einen Schild verwenden, der als Pflug ausgebildet ist, sich nach rückwärts als Mantel über einen Teil der endgiltigen Tunnelverkleidung erstreckt und durch Schrauben oder hydraulische Pressen vorwärts gedrückt wird. Bei Arbeiten unter Wasser sollen Guckfenster angebracht werden, sowie Oeffnungen zum Hinausstecken von Werkzeugen, insbesondere von Röhren, aus denen man einen Wasserstrahl treten lassen kann, welcher den Grund wegspült.

Wenn Baggerung bei der Entfernung des Bodens mitwirken soll, so ist die untere Axe der Eimerkette an einem vom Schild ausgehenden Arme zu befestigen, also dem Bagger durch dem Schild Führung zu geben. Grabwerkzeuge, nämlich sich drehende Schrauben oder Schaufeln, kann der Schild ebenfalls tragen. Schließlich ist letzterer mit Kammern zu versehen, die man behufs Einhaltung der gewünschten Höhenlage des Tunnels mit Wasser füllt oder entleert, während Dammthüren dazu dienen sollen, bei Unfällen einem Ertrinken der ganzen Anlage vorzubeugen.

§ 33. Lang's Anwendung des Gefrierverfahrens von Poetsch. Die bisher besprochenen Methoden, mildes oder schwimmendes Gebirge zu durchfahren, suchten durch Benutzung mehr oder weniger dichter Schilde das Eindringen von Wasser in den Tunnel zu verhindern, während Lang¹¹⁸⁾ die Anwendung des von Poetsch¹¹⁹⁾ erfundenen Gefrierverfahrens empfiehlt. Bei Tunneln unter Wasser durch rolliges Gebirge sollen hohle Eisenröhren (Rammröhren) mit massiver Spitze vor Ort in die Erde getrieben werden und nach vollendeter Rammung die Gefrierröhren aufnehmen, welche von Zeit zu Zeit innerhalb der Rammröhren verschoben werden sollen. Die Durchleitung der kalten Chlorcalcium- oder Chlormagnesiumlauge bewirkt ein Erstarren der umgebenden Erde, sodaß die Ausschachtung ohne Schwierigkeit erfolgen kann. Da infolge der niedrigen Temperatur sich Kalk- oder Cementmörtel nicht verwenden lasse, sei der Tunnel vorläufig mit Eisen zu verkleiden und dieses erst nachher mit Ziegelmauerwerk auszufüttern.

Liegt der Tunnel in weichem Schlamm, so brauche man nur zwei Reihen Hilfsröhren länger und kräftiger zu machen, sie bis in den festen Untergrund hinabzutreiben und ihre oberen Enden mit den Tunnelplatten zu verschrauben, um die Lage des Bauwerks genügend zu sichern. Es ist kaum zu zweifeln, daß die Gefriermethode, welche bei dem Abteufen von Schächten bereits wesentliche Dienste geleistet hat, auch bei söhligem Durchörterungen ein wichtiges Hilfsmittel abzugeben im Stande sein wird.

§ 34. Rückblick und Schlusfolgerungen. Ein Rückblick über das im Vorhergehenden Mitgeteilte lehrt, daß bis jetzt die Tunnelbohrmaschinen ihre besten Erfolge in weichem Gebirge, insbesondere dem Kreidemergel des Pas-de-Calais, aufzuweisen haben. Hier, wo Bohren und Sprengen oder gar stoßendes Bohren allein verhältnismäßig weniger wirksam und ersteres Verfahren für die Wasserundurchlässigkeit des Felsens gefährlich gewesen wäre, vermochte die drehend bohrende Maschine von Beaumont u. English Fortschritte zu erzielen, wie sie in noch

¹¹⁶⁾ Thomé de Gamond. Mémoire sur les plans du projet nouveau d'un tunnel sous-marin entre l'Angleterre et la France. 1869. 2. Aufl. S. 6.

¹¹⁷⁾ Specification mit „provisional-protection“. 1871. No. 2768.

¹¹⁸⁾ Riga'sche Industrie-Zeitung. 1884. No. 16.

¹¹⁹⁾ Deutsches Reichspatent No. 25 015. — Preuß. Zeitschr. 1883. S. 446. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1883. S. 447. — Centralbl. d. Bauverwaltg. 1883. S. 461. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884. S. 543. — 1885. S. 408. — Wochenschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1885. S. 133, 141.

keinem anderen Tunnel- oder Grubenort erreicht worden sind. Den Vorzug seiner Maschine vor der ebenfalls am Kanal La Manche versuchten und ohne Stoß wirkenden Brunton'schen sucht Oberst Beaumont, abgesehen von konstruktiven Einzelheiten, vor allem in der grundsätzlichen Verschiedenheit, daß sich bei ersterer Vorrichtung die Gezähe langsam, bei letzterer rasch bewegen, daß sie sich daher im ersten Falle weniger erwärmen und abnutzen, womit die der Erwärmung und Abnutzung entsprechende mechanische Arbeit sich vermindert. Oberst Beaumont stützt seine Anschauungen auf die anerkannte Regel der mechanischen Technologie, für die Werkzeuge nicht große Geschwindigkeit anzuwenden, wenn kleine genügt. Er verwirft ferner die Planeten- und Trabantenscheiben Brunton's und zieht die einfache Kreisbewegung der Meißel vor, weil sie nur eine Axe mit Querarm statt dreier Axen samt Zubehör benötigt, dadurch vor Ort den Raum freier und das Gezähe behufs seiner Auswechslung oder der Veränderung seiner Stellung zugänglicher läßt.

Was die Maschine von Rziha u. Reska betrifft, so hat sie mit der von Beaumont u. English das Wesentlichste gemein und gilt das für letztere Gesagte in der Hauptsache auch für die erstere. Für das bedeutende Krafterfordernis und die langsame Bewegung solcher Maschinen ist hydraulischer Ferntrieb im höchsten Grade geeignet und wegen seines größeren Wirkungsgrades und der billigeren Einrichtung über Tage der Uebertragung durch verdichtete Luft entschieden vorzuziehen. Auch würde bei Anwendung von Wasser die von Fox bei Besprechung des Mersey-Tunnels getadelte Nebelbildung vermieden werden und ließe sich das Abwasser zur Kühlung der Stähle und zum Wegspülen des trocken zur Stauberzeugung neigenden Bohrmehles benutzen. Wählt man Preßluftbetrieb, so erscheint es allerdings richtig, nach dem Beispiele Beaumont's, der nur bis zu 2—2,5 Atmosphären Ueberdruck geht, mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad möglichst niedrige Spannung anzuwenden.

Inwiefern die Tunnelbohrmaschinen bei festerem Gestein, als beispielsweise neuer roter Sandstein, in welchem Beaumont u. English ihre Erfindung bereits erprobt haben, die Sprengarbeit zu ersetzen vermögen, läßt sich noch nicht mit voller Bestimmtheit entscheiden. Jedenfalls sind die durch Stoß wirkenden Vorrichtungen nach Art jener von Penrice oder Henley vom Wettkampf ausgeschlossen. Die Erwägung, daß eine gewöhnliche Gesteinsbohrmaschine, bei der ein Konstruktionsteil gebrochen ist, sich ohne viel Mühe in die Werkstätte bringen und vor Ort ersetzen läßt, während die Auswechslung einer infolge der fortwährenden Erschütterungen verletzten Tunnelbohrmaschine ihre bedeutenden Schwierigkeiten hat, zeigt, daß im festeren Gestein auch weiterhin die Sprengmittel in Benutzung bleiben müssen, wenn hier die drehende Ausbohrung des vollen Querschnittes versagt; daß letzteres wahrscheinlich ist, zeigt folgende Erwägung.

In Sangatte wurden (siehe S. 392) zur Herstellung eines 1683,53 m langen Stollens von 2,134 m Durchmesser in weichem Kreidemergel 2 542 222 cbm Luft eingesaugt, verdichtet und mit 2—3 Atmosphären Ueberdruck der Beaumont-English-Maschine zugeleitet. Das Kubikmeter trockener Luft von 2,5 Atmosphären Ueberdruck würde, wenn in den Triebzylindern keine Expansion stattfände, nach Formel 157^a, S. 230 der 1. Abteilung dieses Werkes, eine Arbeit von 25 000 mkg verrichten können. Nimmt man eine Expansion von 3,5 Atmosphären auf 2,5 Atmosphären wahren Druckes an, so erhöht sich die Leistung¹²⁰⁾ auf 30 260 mkg pro Kubikmeter ge-

¹²⁰⁾ Die für die Kompression aufgestellte Formel 134, S. 203 der 1. Abteilung dieses Werkes, welche mit Formel 139, S. 230 daselbst, übereinstimmt, ist im vorliegenden Falle nicht ohne weiteres

preßter oder auf 8650 mkg pro Kubikmeter eingesaugter Luft. Die oben angegebene Saugmenge stellt daher eine theoretische Arbeitsfähigkeit von 21990 Millionen mkg dar und da der Stollenquerschnitt 3,576 qm, der gesamte erbohrte Stolleninhalt 6020 cbm beträgt, kamen auf 1 cbm Stollen 3653000 mkg für die Bohrung, die Ueberwindung der Reibung der Maschinenteile, den Umlauf des Becherwerks und das Nachrücken der Vorrichtung.

Nach Havrez's Versuchen (siehe oben S. 158) beträgt bei stoßendem Bohren von Hand die dem Bohrkopf übermittelte Arbeit in mkg pro cem Bohrloch:

	bei einmännischem Bohren	bei zweimännischem Bohren
in Schieferthon	6,18	5,73
in mittelfestem Sandstein	16,6	13,63
in sehr festem Sandstein	42,1	33,3

Hausse ermittelte (siehe oben S. 161 u. 261) die an der Bohrkronen gemessene Arbeit in mkg pro cem zerkleinerten Gesteines:

	beim Stoßbohren	beim Drehbohren
in Kohlensandstein	25,2	16,0
in Dolomit	—	39,5
in Freiburger Normalgneis	50,8	76,5
in Hornblendeporphyr	69,2	—

Jarolimek¹²¹⁾ fand, daß einem an der Kurbel seiner Handdrehbohrmaschine aufgewendeten mkg Arbeit in Romancementmergel 39—65 und in Dolomit 23—40 Kubikmillimeter ringförmigen Bohrlochs entsprechen. Demgemäß bedarf die Herstellung eines cem Ringinhaltes folgender Arbeit in mkg:

in Romancementmergel	15,4—25,6
in Dolomit	25,0—43,5

Von Rziha¹²²⁾ schätzt die Gewinnungsfestigkeiten, nämlich die von den Gezähnen und Sprengmitteln nützlich verrichtete Arbeit in mkg pro Kubikmeter wie folgt:

in Stichboden	10 000
in Hackboden	20 000
in gebrächem Gestein	65 000
in Sprenggestein 1. Gattung	113 000
2. Gattung	185 000
3. Gattung	257 000

Aus diesen verschiedenen Zahlenangaben scheint hervorzugehen, daß die Ausbohrung eines Kubikmeters in festem Gestein, wie Gneis oder Granit, ungefähr 7mal soviel Arbeit wie im Kreidementgel erfordert. Unter dieser Annahme berechnet sich die für einen stündlichen Fortschritt von 0,2 m und einen Stollendurchmesser von 2 m nötige Stärke einer Tunnelbohrmaschine zu

$$\frac{3653000 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 7}{75 \cdot 3600} = 60 \text{ Pferdekräften,}$$

eine Arbeitsstärke, welche sich auch bei Anwendung von Preßluft ohne Ueberschreitung stattlicher Ausmaße der Betriebsmaschine erzielen ließe.

Weiteren Anhalt für die Berechnung letzterer bieten die beiden Wassersäulmaschinen Brandt's¹²³⁾, welche im Sonnstein in hartem Kalk und Dolomit Bohrlöcher von etwa 78 mm Außen- und 58 mm Kerndurchmesser, also 21 qcm Fläche erzeugten, Differentialkolben von 54 mm größserem und 38,2 mm kleinerem Durchmesser und 60 mm Hub besaßen, mit Wasser von 75 Atmosphären Spannung gespeist wurden und etwa 200 Touren pro Minute machten.

anwendbar, da sie voraussetzt, daß die Endspannung der expandirenden Luft dem Druck vor dem Kolben gleich sei. Es ist hingegen für die Arbeit eines kg Preßluft zu setzen:

$$L_1 = \frac{p_1 v_1 - p v}{k-1}; L_2 = p_1 v_1; L_3 = 10000 v.$$

Die Gesamtarbeit L ist wieder $= L_1 + L_2 - L_3$.

¹²¹⁾ Wochenschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1883. S. 20.

¹²²⁾ Ebenda. 1884. S. 332.

¹²³⁾ Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Wien 1877. Taf. 1 und 3. — v. Grimburg in Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1878. S. 6 und 7.

Ein sehr wesentlicher Uebelstand bei der Ausbohrung des vollen Querschnittes in hartem Gestein entspringt daraus, daß die hydraulische Presse, welche die Bohrer gegen das Gestein zu drücken hat, allzugroße Ausmaße erhalten muß. Bei Brandt's Maschine im Sonnstein-Tunnel kam auf einen Bohrlochquerschnitt, welcher (den Kern mit eingerechnet) 47,8 qcm betrug, ein Druck von 6000 kg. Da bei Ausbohrung des vollen Streckenlichtraumes die Zeit für das Laden, das Abthun der Schüsse und die Schutterung entfällt, also der Fortschritt kleiner sein darf als bei Anwendung von Sprengstoffen, so möge bei den Tunnelbohrmaschinen in hartem Gestein, vorausgesetzt, daß es genüge, einzelne Schräme auszuritzen, eine geringere Anzahl Schneidkanten für 1 qcm Stollenquerschnitt und demgemäß ein Druck von 70 kg pro qcm hinreichend sein. Bei 2 m Stollendurchmesser bedarf es dann einer Gesamtpressung von 2200 000 kg. Benutzt man für den Vorschub Wasser von der hohen Spannung von 200 Atmosphären, so erhält man für die Presse immer noch einen Lichtquerschnitt von 11000 qcm oder einen Innendurchmesser von 1,19 m. Da die Herstellung eines Cylinders von 1,19 m Weite und genügender Festigkeit für 200 Atmosphären und dessen zweckdienliche Unterbringung im engen Stollen nicht möglich sein dürfte, müßte man wohl, wie Penrice bei seiner neueren Tunnelbohrmaschine, den Gesamtdruck durch Hintereinanderschaltung mehrerer Cylinder, eine allerdings sonst wenig empfehlenswerte Konstruktion, beschaffen.

Mit der Schwierigkeit der Erzielung des nötigen Druckes wächst ferner die, eine ruhige Lagerung des Bohraparates zu sichern. Als Auskunftsmittel erschiene allerdings eine wesentliche Ermäßigung des senkrecht auf den Ortsstoß gerichteten Druckes, aber dies ist nicht zulässig, weil bei schwacher Gegenpressung der Stahl das harte Gestein nicht mit Erfolg angreift, sondern umgekehrt ersterer mehr abgenutzt wird als letzteres¹²⁴). Der rasche Verschleiß der Bohrer wäre aber um so verhängnisvoller, als die Anzahl der Schneiden eine sehr große ist und der Kostenbetrag für die Erhaltung des Gezähes und der Aufenthalt durch das Auswechseln, falls dieses nicht ohne Unterbrechung des Ganges der Maschine erfolgt, ohnedies sehr bedeutend ausfallen werden. Ueberdies nimmt mit der Pressung die Korngröße des Bohrmehles ab, also die Zerkleinerungsarbeit pro Kubikmeter Hohlraum zu.

So fand Coquilhat (siehe oben S. 249), der offenbar bei seinen Versuchen in hartem Fels den Axialdruck nicht entsprechend erhöht hätte, die zur Zerkleinerung eines ccm Gesteins notwendige Arbeit bei Bildhauerkalkstein von Rochefort nur gleich 0,6 mkg und bei Pflasterstein aus der Gegend von Ath beinahe 300mal so groß, nämlich gleich 176 mkg¹²⁵).

Bei mittelhartem Fels scheint mit Rücksicht auf das Umtauschen der Meißel die von Rziha u. Reska erfundene Befestigungsweise und die von ihnen gewählte Bohrscheibe, welche es gestattet, mehr Werkzeuge am Umfange anzubringen als in der Mitte, den Vorzug vor dem einfachen Querhaupt von Beaumont u. English und den mit Schneidrädern versehenen Armen Crampton's zu verdienen; bei bedeutender Härte dürfte aber die Anwendung der Drehbohrung mit umlaufenden Stählen überhaupt nicht mehr am Platze sein. Inwiefern in diesem Falle das Diamantbohrverfahren in Frage kommen könnte, muß bei dem Mangel an Daten über dessen Kosten und Arbeitserfordernisse hier unerörtert bleiben.

Von Schmidt's Anordnung, welche die Zahl der Diamanten und die Triebkraft dadurch wesentlich vermindert, daß sie nur einen kreisförmigen Schram herstellt, leidet an dem Uebelstand, daß Aufenthalte für das Sprengen, das Wegfördern des Haufwerkes und das Rückziehen und Vorfahren der Maschine mit ihr verbunden sind; es könnte ferner, weil ein einziges Sprengloch benutzt wird, sich der Fels manchmal in unhandlich großen Blöcken lösen. Ueber die Zweckmäßigkeit der Methode müßte die Erfahrung entscheiden¹²⁶).

¹²⁴) Vergl. Stapff. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. 1869. S. 222.

¹²⁵) Seite 249 steht als Druckfehler 17,6 mkg.

¹²⁶) Mit der Diamantbohrung verwandt ist die von Stapff (siehe S. 225 seines Werkes) für

Bei rolligem Gebirge haben der Schild und die Pressen von Beach gut entsprochen; was die weniger einfachen Vorschläge von Taskin und Dowd betrifft, so muß man ihnen das Zeugnis ausstellen, daß sie wohl überlegt sind, und man darf annehmen, daß, falls ihre Erprobung einmal stattfinden sollte, sie günstige Ergebnisse liefern werden. Die für Kreidemergel von Crampton vorgeschlagene Förderung der Berge könnte sich für manche weiche Erdarten, besonders wenn ohnehin Wasser aus der Strecke zu schaffen ist, sehr eignen¹²⁷⁾. Zu allen diesen Vorkehrungen tritt neuerdings das Gefrierverfahren als ein Hilfsmittel hinzu, welches zu den günstigsten Erwartungen berechtigt. Da die mechanische Arbeit, welche der Vortrieb eines Stollens erfordert, in aufgelöstem Erdreich geringer ist als in festem Gestein, so steht zu hoffen, daß es gelingen werde, die Ausschachtung in Schwimmsand, weichem Letten und ähnlichem Gebirge billiger zu gestalten als in hartem Basalt oder Quarzfels, obgleich heute das Gegenteil der Fall ist.

In das Gebiet der Tunnelbohrmaschinen haben bisher verhältnismäßig nur wenige Erfinder ihre Schritte gewagt, einige aber mit glücklichem, zur Nachahmung anspornenden Erfolg, und so steht dem besprochenen Zweige des Ingenieurwesens vielleicht gerade in nächster Zeit eine regere Entwicklung bevor.

saigere oder fast saigere Löcher vorgeschlagene Bohrung mittels weicher Bohrstempel und harter Schleifpulver, wie Quarzsand, Granat und Schmirgel. Stapff (siehe ebenda S. 228) verlangt ferner, man solle bei Versuchen mit Drehbohrmaschinen sich nicht auf Bohrwasser beschränken, sondern auch der Wahl anderer Schmiermittel einige Aufmerksamkeit widmen.

¹²⁷⁾ Vergl. die Paragraphen über „Pumpenbagger“ in der 1. Abteilung der Baumaschinen. S. 362.

Litteratur.

Außer dem Verzeichnis der deutschen Patente und österreichischen Privilegien über Schräm-, Schlitz- und Tunnelbohrmaschinen erübrigt nur, den im Kapitel selbst gegebenen Litteraturangaben noch eine Uebersicht der Veröffentlichungen über die Herstellung submariner Tunnel hinzuzufügen, da diese Aufgabe, auf deren specielle Behandlung nicht eingegangen werden konnte, in maschineller Hinsicht mit dem Gegenstande des Kapitels verwandt ist.

Verzeichnis der deutschen Reichspatente betreffend Schräm-, Schlitz- und Tunnelbohrmaschinen.

D. R. P. No. 140. R. Höwert u. B. Leistikow. Steinkohlenschrämmaschine. — D. R. P. No. 141. R. Höwert u. B. Leistikow. Steinkohlenschrämmaschine. — D. R. P. No. 829. C. Hoppe. Schräm- und Schlitzmaschine. — D. R. P. No. 943. J. Dickinson-Brunton. Anwendung von sich drehenden kreisförmigen Schneidwerkzeugen an Schrämmaschinen. — D. R. P. No. 2291. G. Lilienthal. Schrämmaschine mit Messerscheibe. — D. R. P. No. 2332. A. Ebeling. Kohlenschrämmaschine für Handbetrieb. — D. R. P. No. 4093. F. M. Lechner. Schrämmaschine. — D. R. P. No. 4867. F. Reska. Schräm- und Schlitzmaschine. — D. R. P. No. 6085. J. D. Brunton u. F. H. J. Trier. Veränderungen an der Brunton'schen Schrämmaschine mit sich drehenden Schneidwerkzeugen. — D. R. P. No. 6086. F. M. Lechner. Veränderungen an Schrämmaschinen. — D. R. P. No. 6848. A. Weber. Schrämmaschine für Handbetrieb. — D. R. P. No. 10 226. F. M. Lechner. Neuerungen an der unter No. 4093 patentirten Schrämmaschine. — D. R. P. No. 13 032. H. N. Penrice. Neuerungen an den beim Felsentunnelbau verwendeten Apparaten. — D. R. P. No. 15 343. F. M. Lechner. Neuerungen an Schrämmaschinen. — D. R. P. No. 15 688. A. Weber. Schrämmaschine für Handbetrieb. — D. R. P. No. 20 006. J. Dubois. Apparat zum Schrämen von Kohle. — D. R. P. No. 20 575. W. Mather u. F. M. Lechner. Neuerungen an Schrämmaschinen. — D. R. P. No. 20 846. F. B. Doering. Neuerungen an Tunnel- und Gesteinsbohrmaschinen. — D. R. P. No. 22 465.

F. Rziha u. F. Reska. Stollen- und Schachtbohrmaschine. — D. R. P. No. 25928. G. Bacher. Verfahren und Apparat zur Herstellung von Schrämen.

Verzeichnis österreichischer ausschließender Privilegien von Schrämen-, Schlitz- und Tunnelbohrmaschinen.

Firth. 13. Juni 1874. — Firth. 29. December 1875. — Bernhuber u. Quaglio. 7. August 1875. — Felbinger. 21. Mai 1876. — Lechner. 26. Juli 1876. — Schram. 26. Juli 1876. — Penrice. 10. Januar 1877. — von Balzberg. 6. April 1877. — Berghoff. 6. April 1877. — Neuerburg. 11. April 1877. — Dniestrzanski. 29. December 1877. — Dniestrzanski. 29. Mai 1878. — Penrice. 28. Juli 1878. — Lechner. 14. Oktober 1878. — Dniestrzanski. 8. Februar 1879. — Hoppe. 1. December 1879. — Starck. 17. December 1879. — Penrice. 31. Januar 1880. — Lechner. 21. August 1881. — Rziha u. Reska. 27. Oktober 1881. — Penrice. 11. December 1881. — Dubois. 27. Februar 1882. — Mather u. Lechner. 12. Mai 1882. — Werndl. 1. Mai 1883. — Bacher. 12. September 1883.

Beschreibungen (Specifications¹²⁸) in England nachgesuchter Patente auf Schrämen-, Schlitz- und Tunnelbohrmaschinen.

Kurze Kennzeichnungen der bis zum Jahre 1876 nachgesuchten Patente finden sich in den Transactions des North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers als Beilage oder am Ende der Bände 17—25.

1876. No. 529. Brown. — No. 658. Barlow u. Barlow. — No. 794. Penrice. — No. 889. Stevenson. — No. 1366. Applegath. — No. 1424. Brunton. — No. 1707. Lechner u. A. durch Haddan. — No. 2544. Brunton. — No. 3453. Adamson. — No. 3503. Sheldon durch Haddan. — No. 3821. Robertson durch Lake. — No. 4129. Sides u. Rayner.

1877. No. 277. Alexander. — No. 658. Yule. — No. 1541. Leaver. — No. 1771. Patterson. — No. 2974. Gidlow u. Abbott. — No. 4591. Brunton.

1878. No. 305. Galloway u. Mac Pherson. — No. 437. Rigg u. Meiklejon. — No. 728. Lechner durch Barlow. — No. 1316. Randell u. Griffin. — No. 2793. Brown u. Morgan. — No. 3222. Taskin durch Brandon. — No. 3754. Schram. — No. 5146. Reska durch Kesseler.

1879. No. 52. Penrice. — No. 475. Harrison u. Butler durch Mills. — No. 819. Penrice. — No. 2155. Carr. — No. 2287. Wineqz durch Clark. — No. 3045. Brunton, Trier u. Rapp. — No. 4136. Lechner durch Doubleday. — No. 4472. Lacarrière.

1880. No. 1025. W. R. Lake. — No. 2513. Whitcomb u. Butler durch Mills. — No. 3269. Short. — No. 3834. Williams. — No. 4347. English. — No. 4572. Richardson.

1881. No. 528. Gay. — No. 1469. Doubleday. — No. 2106. Penrice. — No. 3095. Mather u. Lechner. — No. 3567. Blackman. — No. 4113. Brunton. — No. 4728. Crampton. — No. 5160. Bower, Pflaum u. Tannett. — No. 5317. English. — No. 5614. Jones u. Wild.

1882. No. 53. Dubois durch Thomson. — No. 458. Burnett u. Burnet. — No. 1296. Harbottle u. Percy. — No. 2251. Urwin. — No. 3138. Hunter. — No. 3168. Kellow.

1883. No. 55. Kellow. — No. 970. Fawcett u. Stubbs.

Eine Liste der in Frankreich von 1860—78 nachgesuchten Patente von Schrämen-, Schlitz- und Tunnelbohrmaschinen findet sich in: Armengaud. Publication industrielle des machines, outils et appareils etc. 1879. Bd. 25. S. 500—504.

Schriften betreffend Legen von Tunnelröhren unter Wasser¹²⁹.

Bateman u. Revy. Description of a proposed cast iron tube for carrying a railway across the Channel between the coasts of England and France. London 1869. — Dieselben. Engineer. 1860. Bd. 28. S. 140, 144, 161.

¹²⁸) Dieselben können bezogen werden von: Great Seal Patent Office, 25 Southampton Buildings, Holborn, London.

¹²⁹) Schriften über die Verlegung von Dükern für Wasserversorgung und Entwässerung werden hier nicht mit angeführt; vergl. hierüber „Wasserversorgung der Städte“ im 3. Bd. (Wasserbau) des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften.

- Chalmers. The Channel Railway connecting England and France. 2. Aufl. London, E. u. F. Spon, 1867.
- Clarke u. Moore. Specification. 1882. No. 5947.
- De la Haye. Vorschlag, England mit Frankreich durch eine versenkte Eisenröhre zu verbinden. *Mechanic's Magazine*. 1845. Bd. 43. S. 161. — 1855. Bd. 63. S. 458.
- Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. New-York 1878. S. 807. Besprechung eines Vorschlags von Kanouze, gußeiserne Röhren zu verlegen.
- Dufrené. Ueber das System Martin u. Leguay. *Annales du génie civil*. 1870. S. 65.
- Fölsch. Die projektirte Eisenbahnverbindung zwischen England und Frankreich. *Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver.* 1870. Bespricht u. a. S. 55 die Vorschläge von Bateman u. Revy.
- Franchut u. Du Motay (Nach anderen: Franchut u. Mottray). Vorschlag. *Mechanic's Magazine*. 1846. Bd. 44. S. 95.
- Haddan. Schwimmender Tunnel im Bosphorus. *Engineer*. 1870. Bd. 30. S. 114. Sein Vorschlag wurde für die Bai von San Francisco wiederholt. *Engineer*. 1872. Bd. 34. S. 3 u. 142.
- Havestadt. Die Projekte zur Herstellung einer festen Verbindung zwischen England und Frankreich. *Deutsche Bauzeitg.* 1879. Bespricht u. a. Somzee's versenkte Röhre. S. 329.
- Martin u. Leguay. *Projet de construction d'un tunnel sous-marin, système M. et L.* Paris, E. Lacroix. 1869.
- Nursey. Vortrag vor der Society of Engineers; betrifft u. a. die Vorschläge von Marsden, Bateman, Colburn. *Mechanic's Magazine*. 1869. Neue Serie. Bd. 22. S. 294, 312. — *Engineering*. 1869. Bd. 8. S. 272, 288, 304, 320, 346. — *Engineer*. 1869. Bd. 28. S. 237, 312, 333. — Derselbe. Vortrag vor der Society of Engineers; betrifft u. a. die Vorschläge von Page, P. W. u. W. H. Barlow, Bishop u. Nursey. *Engineer*. 1876. Bd. 41. S. 173, 197.
- Page. Vorschlag. *Mechanic's Magazine*. 1870. Neue Serie. Bd. 23. S. 280.
- Raynor. Vorschlag. *Iron*. 1876. Bd. 7. S. 357. — *Scient. American*. 1876. Suppl. Juni. S. 377. — *Annales du génie civil*. 1876. S. 641.
- Robertson u. l'Anson. Vorschlag einer pneumatischen Versenkung von Gußeisenringen behufs Durchtunnelung des Flusses Clyde. *Engineering*. 1869. Bd. 7. S. 223.
- Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876. Bd. I. Bespricht S. 446 Foster's Entwurf einer Verbindung von Boston mit New-Boston durch eine auf dem Hafengrund liegende Röhre.
- Schäffer. Deutsches Reichspatent No. 21108 Das Patent ist wieder gelöscht.
- Thomé de Gamond. *Mémoire sur les plans du projet nouveau d'un tunnel sous-marin entre l'Angleterre et la France produits à l'exposition universelle de 1867 etc.* 2. Aufl. Paris, Dunod, 1869. S. 5: Tunnel immergé (1834).
- Westendarp. Elbetunnel bei Hamburg. *Wochenbl. f. Arch. u. Ing.* 1882. S. 523.
- Winkler. Vorschlag einer pneumatischen Versenkung genieteter Tunnelringe f. d. Wiener Tunnelbahn. *Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Vereins*. 1873. S. 167. — *Wiener Tunnelbahn*. Wien 1873. S. 18.

Schriften über Tunnel unter Wasser im allgemeinen.

- Dolezalek. Subaquare Tunnel. 4. Jahressupplement (1883) zu Meyer's Konversations-Lexikon. S. 961.
- Drinker. Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. 1. Aufl. New-York 1878. S. 796. — 2. Aufl. S. 890.
- Forchheimer. Ueber Tunnelbauten unter Wasser. *Deutsche Bauzeitg.* 1881. S. 366. — Derselbe. Englische Tunnelbauten bei Untergrundbahnen, sowie unter Flüssen und Meeresarmen. Aachen 1884.
- Lang. Ueber den gegenwärtigen Stand des Tunnelbaues. *Allg. Bauztg.* 1881. Bespricht S. 60 die unterseeischen Tunnel.
- Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1874. 2. Aufl. Bd. II. S. 329, 369, 370. — Derselbe. Eisenbahn-Unter- und Oberbau etc. I. Bd. S. 446.
- Schön. *Der Tunnelbau*. 2. Aufl. Wien 1874. S. 268, 273.

Sachregister.

- Abbohren v. Schächten 311.
—, Geschichtliche Uebersicht 312.
—, Kosten 322.
Abdichten d. Verrohrung 112.
Abdruckbüchse 99.
Abessinische Brunnen 134.
Abfallstück 81.
Abfangegabel 94. 133. 317.
Abreißen d. Kernes 122. 129.
Abschluß v. Senkschächten 344.
Absperrröhren 101.
Allison's Diamantbohrmasch. 282.
Amerikanisches Seilbohren 111.
Angriffsformen im Gestein 147.
Anstreichergerüst, schwebendes 15.
Arbeitsaufwand beim Drehbohren 247.
—effekt mit Gesteinsbohrmasch., Vorausberechnung desselben 299.
—leistungen beim Stoßbohren 154.
—methoden im Gestein 147.
— — mit Gesteinsbohrm. 287.
—schuppen 3.
—verbrauch d. Brandt'schen Bohrmasch. 261.
— — d. Jarolimek'schen Bohrmasch. 265.
Artesische Brunnen 132.
Aufhohlen d. Gestänge (Zeitaufwand) 138.
Aufreißer 339.
Aufstellung v. Denkmälern 54.
Aufzüge 19.
Ausbruchverfahren (Gesteinsbohrmasch.) 287.
Ausleger z. Bau d. Courthouse in Chicago 33.
—gerüst, Bremer 13.
Ausziehen d. Wassers (Schachtbau) 329.
Bagger 340.
Baird's Schrämmasch. mit Schneidekette 368.
v. Balzberg's Handdrehbohrmaschine 272.
— Schramfräsmasch. 369.
Barlow's Tunnelbauverfahren 397.
Baugerüst d. Nationalgalerie in Berlin 14.
—gerüste, bewegliche 17.
—hütten 1. 3.
—platz Bahrmühle 3.
—winde v. Paesler 21.
Beach's Tunneltreibmasch. 398.
Beaumont's Tunnelbohrmaschine 377.
— u. Englisch, Tunnelbohrmasch. 391.
Belastungsvorrichtungen (Schachtbohren) 342.
Betonirung (Schachtuevelage) 328.
Betonmischungen 329.
Betriebluft-Verbrauch für Gesteinsbohrmasch. 216.
Bewegliche Baugerüste 17.
Bewegliche Reparaturgerüste 15.
Bock- und Hängegerüste 13. 17.
Bohrapparat v. Kónyves-Tóth 288.
—arbeit d. Schneide 150.
— —, Güteverhältnisse ders. 151.
—bündel 94.
—docke 89. —duckel 94.
Bohrende Pumpe 116.
Bohrer f. Gesteinsbohrmasch. 219. 222.
—gerüst f. Senkschächte 335.
—gestänge 119. 340.
— — mit Gelenkverbindung 95.
—gezähe, Material u. Gewicht desselben 156. 161.
—keule 74.
—köpfe, Formen ders. (Handbohren) 164.
—krone 118. 125. 255. 275.
—krückel 317.
—löffel 74.
—maschinengestelle 226.
—mehl, Entfernung desselben 168. 235.
—meißel 71.
—methoden 68.
—proben 136.
—pumpe v. Donnadien 135.
—röhren 131.
—schwengel 89. 316.

- Bohrschwengel für Schachtbohren 332.
 —täucher 94.
 —turn 93. 125.
 —verfahren mit Wasserspülung 115.
 —, dänisches 124.
 — von Fauck 126.
 — von Fauvelle 116.
 — von van Eicken 116.
 — von Noth 129.
 — von Przibilla 127.
 — von Zobel und Köbrich 127.
 —wasser 168.
 Bosseyeuse v. Dubois u. François 293. 297. 359.
 Bouillant's Gerüstverbindung 11.
 Bourg's Methode d. Schachtauskleidung 326.
 Brandt's Bohrmaschinengestell 254.
 — Drehbohrmasch. 246. 251. 254. 261.
 Bremer Auslegergerüst 13.
 Bremswirbel, Kolb'scher 108.
 Broßmann'sche Gesteinsbohrmasch. 206. 211.
 Brückenlaufkräne 25.
 Brunel's Tunnelmasch. mit Bohrschraube 396.
 Brunnen, artesische 132.
 Brunton's Tunnelbohrmasch. 387.
 Brustzeug, Wiener 21.
 Brydon, Davidson u. Warrington, Gesteinsbohrmaschine (Power-Jumper) v. — 189. 192. 196.
 Buchführung (Tiefbohrbetrieb) 136.
 Burleigh's Gesteinsbohrmaschine 190. 231.
 Chaudron's Einsenken d. Cuvelage 325.
 Chavatte's Methode der Schachtauskleidung 328.
 Chemische Mittel zur Erweiterung d. Bohrlöcher 169.
 Chenot's atmosph. Schrämmasch. mit elektr. Betrieb 361.
 Chinesische Bohrmethode 106.
 Clapp's Schrambohrmasch. 371.
 Crampton's Tunnelbohrmaschine 395.
 Cranston's Gesteinsbohrmaschine 189. 193. 196.
 Cuvelage 323.
 —, Einlassen ders. 332.
 —, Fuß ders. 330.
 —, Wandstärke ders. 324.
 Dachbinder, Aufbringen fertig genietet 40.
 Dächer, Hebung eiserner 42.
 Dampfhaspel 317.
 —verbrauch f. Gesteinsbohrmaschine. 216.
 Dänisches Bohrverfahren 124.
 Darlington-Blanzey, Gesteinsbohrmasch. 203. 206. 211.
 Darlington's Gesteinsbohrmasch. 178. 180. 191. 202. 206. 211.
 Debry's Handschlitzmasch. 361.
 Diamantbohranlage Rheinfelden 118.
 —bohren 116.
 —bohrkronen 118. 125. 275.
 —, Dimensionen ders. 276.
 —bohrkrone, Druck auf dies. 285.
 —bohrkronen, Preise ders. 278.
 —bohrmaschinen 244. 275.
 —, Kraftbedarf 285.
 —, Preise 285.
 Diamanten 118. 276.
 —, Einsetzen ders. 277.
 Dowd's Tunnelbohr- u. Treibmasch. 401.
 Drehbohren 244.
 —bündel 69.
 Drehen d. Bohrer 341.
 Drehendes Bohren 68.
 Drehkräne 27. 29. 31.
 Doppelaufzug 21.
 Dubois u. François, Bosseyeuse v. 293. 297. 359.
 —, Gesteinsbohrmasch. 181. 200. 204. 211. 229. 230. 232. 293. 299.
 Dunn's Tunneltreibmasch. 403.
 Eclipse (Gesteinsbohrmasch.) 200. 206. 210.
 Einbruchsystem, amerik. 295.
 Einspritzwasser 235.
 Eisenfänger v. Zobel 75. 98.
 Eiserne Rüstungen 18.
 Elektrisch betriebene Stoßbohrmasch. 237.
 Elementarkraft f. d. Betrieb v. Hebemasch. 34.
 Elevator, Wiener 20.
 Entfernung d. Bohrmehls 235.
 Ergänzungsstangen 77.
 Erweiterungsbohrer 102. 169. 340.
 — f. Schächte 320.
 —büchse 103.
 Fabian'sches Abfallstück, modificirtes 86.
 Fahrbares Versetzgerüst 33.
 Fallfangschere 98. 112.
 Fangbirne 104.
 Fangfeder 97.
 —gestänge 96.
 —instrumente 97.
 —werkzeuge 112. 122.
 Fäustel 163.
 Federfalle 97.
 Ferroux's Gesteinsbohrmasch. 182. 197. 206. 207. 228. 230.
 Feste Baugerüste 14.
 —Reparaturgerüste 12.
 Firth, Donisthorpe u. Ridley, Kohlenhaumasch. 355.
 Flachmeißel 133.
 Flankirrohr 236.
 Freifallapparat f. Schachtbohrung 316.
 — von Degoussée u. Laurent 331.
 — von Fabian 85.
 — von Fauck 111.
 — von Greiffenhagen 84.
 — von Hochstrate 108.
 — von Kind 81.
 — von Kleritj 109.
 — von Sparre 110.
 Freifallbohrer v. Sonntag 107.
 — von Zobel 86.
 — v. Schubarth u. Humboldt 83.
 Frölich'sche Gesteinsbohrmaschine. 199. 204. 210. 234.
 Fuchs 169.
 Futterrohr 125.

Gabel 94.
 Gabelschloß 77.
 Garrett, Marshall & Co., Schramhobelmasch. 357.
 Geach's Bohrmaschinenge-
 stell 234.
 —, Gesteinsbohrmasch. v.
 189. 191. 196. 234.
 Gebirgsarten 66. 145.
 Geißfuß 97. 112.
 Gelenkverbindung. f. Hohl-
 bohrgestänge 122.
 Gerüste f. Türme 57.
 Gerüstelemente 10.
 —halter v. Biringe & Peschke
 12.
 —verbindungen 11.
 Gestänge, eiserne 76.
 —, hölzerne 77.
 — f. Schachtbohrung 316.
 Gestängewirbel 341.
 Gesteinsbohrmaschinen, Ge-
 schichtl. Entwicklung 141.
 —, Anwendbarkeit ders. 287.
 —, Arbeitsmethoden 289.
 —, Litteratur 300.
 Gestelle f. Handbohrmasch.
 242.
 Gledhill's Schrämmasch. 368.
 Gleichgewichtsröhre v. Chau-
 dron 324.
 Gleisbahnen 5.
 Glocke 112.
 Glockenbohrer 73.
 —fänger 321.
 Glückshaken 97.
 Greifbügel 23.
 —schere 24.
 —zeuge f. Quadersteine 23.
 Gowan's Stoßbohrvorrich-
 tung 243.
 Guénez, Gesteinsbohrmasch.
 v. 201. 206. 211.
 Guibal'sches Schachtbohr-
 verfahren 349.
 Güteverhältnis d. maschi-
 nellen Bohrarbeit (Stoß-
 bohrmasch.) 211.
 Hammermaschinen 175.
 Hanarte's Gesteinsbohrmasch.
 178.
 Handbohren, stoßendes 149.
 Handbohrmaschinen, keilend
 wirkende 267.
 —, Leistungen mit 242.

Handbohrmaschinen mit Fe-
 derspannung 241.
 — stoßend wirkende 238.
 Handdrehbohrmaschinen 287.
 Handkrüchel 95.
 Hand-Tiefbohrapparat 132.
 Hand- u. Maschinenbohr-
 arbeit, kombiniirt 290.
 Hängegerüste 13.
 Heben v. Statuen 33.
 Hebe- u. Verschiebungsvor-
 richtungen 47.
 Hebevorrichtungen f. Hölzer
 22.
 Hebung von Dächern 50.
 Henley's Streckenbohrmasch.
 380.
 Herausziehen einer Verroh-
 rung 104.
 Hilfsgezähe 94.
 Hohlbohrer 133.
 Hohlbohrgestänge, Gelenk-
 verbindung f. 122.
 Hohlfreifallinstrument 127.
 Holz, Lagern v. 3.
 Holzbahnen 5.
 Hölzer, Hebevorrichtungen f.
 22.
 Hoppe'sche Hacke 356.
 Hydraulische Bohrspreize v.
 Frölich 234.
 — Spannsäule 254.
 —er Aufzug 22.
 —es Schnellbohrverfahren
 124.
 Ingersoll's Bohrmaschinenge-
 stell 234. 295.
 — Isolirungsröhren 103.
 Jäger'sche Gesteinsbohr-
 masch. 199. 206. 209.
 Jarolimek's Bohrmaschinen-
 gestell 264.
 — Drehbohrmasch. 246. 262.
 264. 265. 269. 287. 288.
 — Handdrehbohrmasch. 269.
 Jones' Schrämmasch. 356.
 Jordan's pneumat. Handbohr-
 masch. 239.
 Kalkprozeß 298.
 Katze 23.
 Keilklau 24.
 Keilschloß 72. 77.
 Kernbohren 75. 276.

Kernbohrer 247. 275.
 —rohr 125. 278.
 Kind-Chaudron's Schacht-
 bohrmethode 314.
 Kind'scher Freifallapparat 81.
 — Nachbohrer 103.
 Klappenbüchse 97.
 —bohrer 69.
 Klauenfänger 318.
 Kluppe 97.
 Kolbenbohrer 74.
 Kolb'scher Bremswirbel 108.
 Kopfstücke 69. 88.
 Kosten von Tiefbohrungen
 137.
 Krätzer 97.
 Kreuzbohrer 102.
 —meißel 73.
 Kronenbohrer 133.
 Krücke 133.
 Krüchel 69. 88. 124. 133.
 Krüchel's Gerüsthaken 11.
 Lafettenkran 29.
 Lagerplätze, überdeckte 4.
 Lager- u. Arbeitsplätze 1. 2.
 Laschenbohrer 73.
 — mit Nachschneiden 73.
 — — Nebenschneiden 73.
 Laufkräne 25. 26.
 Lauf- u. Treträder 91.
 Lehre 80.
 Leierbohrer 251.
 Leitergerüst von Dubbin 16.
 —, Wiener 12.
 Leroy's Schramhobelmasch.
 358.
 Levet'scher Keil 298.
 Lilienthal's Schrämmasch.
 367.
 Lippmann's Bohrer 331.
 — Schachtbohrmethode 314.
 331.
 Lisbet's Handdrehbohrmasch.
 268.
 Löffelcylinder 321.
 Löffel f. Schächte 318. 332.
 Löffelhaken 98.
 Löffeln 321.
 Mac-Kean u. Séguin, Ge-
 steinsbohrmasch. 190. 192.
 195.
 Maler- u. Abputzgerüste 12.
 Mehrmänn. Bohren 157.
 Meißel mit Ohrenschneiden 73.

- Meißelbohrer 222.
 — f. Schächte 315.
 Meißelschaft 72.
 —schneide 71.
 Meyer'sche Gesteinsbohrmaschine 189. 191. 194.
 Montierung eiserner Hochbaukonstruktionen 36.
 Moosbüchsenbrille 325.
 Mörtelaufzug 21.

 Neill's Gesteinsbohrmasch. 202. 211.
 Neuerburg'sches Bohrmaschinengestell 232.
 — mehrfache Schrambohrmasch. 371.
 Newton's Stoßbohrvorrichtung 243.
 — Tunnelbohrmasch. 385.
 Nietamboß 101.
 Nietkolben 101.
 Norton'sche Pumpe 134.
 Nutzleistung b. Handbohren (Maßeinheit) 171.

 Obergestänge 76.

 Paesler's Bauwinde 21.
 Pennsylvanische Diamantbohrmasch. 283.
 Penrice's Ausbruchverfahren 297.
 — Tunnelbohrmasch. 378.
 Preßaufsatz 124.
 Preßklotz 343.
 Preßvorrichtungen (Schachtbohren) 342.
 Pumpe, Bohr— 116.
 — Norton'sche 134.

 Rappumpen 134.
 Rand's Bohrmaschinengestell 231.
 Rechen z. Aufhängen d. Stangen 93.
 Reparaturleiter f. freitragende Dächer 15.
 —gerüst, Kopenhagener, verschiebbares 16.
 Reynold, Gesteinsbohrmasch. 203. 204. 211.
 Richtebaum 22. 27.
 Röhrenbrunnen 134.
 —bündel 102.
 —heber 104.

 Röhrenbrunnensägen 105.
 Rollgerüst 16. 17.
 Rüstungen 9.
 —, eiserne 18.
 Rückgang der Gesteinsbohrmasch. 193.
 Rutschschere v. Kind. 81.
 — — v. Oeynhausens 80.
 Rziha u. Reska's Stollenbohrmasch. 394.

 Sachs, Gesteinsbohrmasch. v. 188. 192. 195.
 Sackbohrer 338.
 Sandpumpe 69.
 Schachtauskleidung 323.
 Schachtbohren 318.
 —, Kosten 333.
 Schachtbohrer von Lippmann 331.
 —bohrapparat 315.
 —cuvelagen, Dimensionen 327.
 Schächte, Anwendung v. Gesteinsbohrmasch. 299.
 — mit Cuvelage, Kosten 330.
 Schappe 68. 127. 133.
 Schappenbohrer 250.
 Schlammöffel 74. 112. 133.
 Schlangenbohrer 69. 250.
 Schlitzmaschinen 353.
 Schmandlöffel 74.
 Schneckenbohrer 133.
 Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung v. Bertina 131.
 Schoper's Gerüsthalter 12.
 Schornsteinbauten 58.
 Schram's Bohrmaschinengestell 233.
 — Gesteinsbohrmasch. 198. 204. 211. 213. 233. 290.
 Schrambohrmaschinen 371.
 —fräsmasch. 368.
 —haumasch. 355.
 —hobelmasch. 357.
 —meißelmasch. 359.
 Schrämmaschinen 353.
 —masch. m. Schneidscheibe 364.
 Schraubenschloß 77.
 —tute 98.
 —winden 48.
 Schuhe für Senkschächte 336.
 Schwengelbock 124.
 Schwengelbockdocke 89.

 Schwengelständer 89.
 Schwenkkran 21. 28.
 Seilbahnen 7.
 —bohrapparat v. Gaiski 107.
 Seilbohren 106.
 —, amerikanisches 111.
 — v. Mather & Platt 113.
 Seilfänger 112.
 Seilscheiben 92.
 Seil- und Hängegerüste 15.
 Senkschacht 334.
 —schächte aus Gußeisen 337.
 — — aus Eisenblech 338.
 — —, gemauerte 335.
 —zeug für Schachtauskleidung 325.
 Sicherheitsvorrichtungen an Gesteinsbohrmasch. 218.
 Solheber 75.
 Sommeiller's Gesteinsbohrm. 177. 209.
 Sperrhaken 112.
 Spinne 98.
 Spinnenbüchse 98.
 Spiralbohrer 69. 133.
 Spitzbohrer 133.
 —hammer 133.
 Spritzbohrverfahren 124.
 Spülwasser 235.
 — —einführung 120.
 Stahlbohrkronen 255.
 Stanek & Reska's Handdrehbohrmasch. 273.
 — — Schrämmasch. 365.
 Stangenrechen 317.
 —schlösser 77.
 Steinzange 24.
 Steuerung d. Stoßbohrmasch. 188. 197.
 Stockstange 133.
 Stollenbohrmasch. v. Rziha & Reska. 394.
 Stoßbohrmaschinen, Entwicklungsstufen 176.
 Stoßbohrapparat v. Könyves-Tóth 243.
 Stoßendes Bohren mit Seil 106.
 — Gestängebohren 70.
 Stoßend wirkende Schrämmasch. 357.
 Stoßend wirkende Tunnelbohrmasch. 377.
 Streckenbohrmasch. von Henley 380.
 Stützgerüste 13.

- Taskin's** Tunnelbohr- und Baggermasch. 402.
Taverdon's Diamantbohrmasch. 279.
 — Drehbohrmasch. 245. 267. 271. 277. 279. 287.
 — Methode d. Einsetzens v. Diamanten 277.
Tansportschienen 6.
 — wagen 7.
 — wege 1. 5.
Trautz, Drehbohrmasch. 246. 266.
Treibkeil, hydraulischer v. Levet 298.
Treibseil 92.
Triger'sches Verfahren des Schachtabteufens 311.
Trompete 98.
Tunnelbauverfahren 396.
 — bohrmasch. 375.
 — v. Beaumont u. English 391.
 — v. Newton 385.
 — schlitzmaschinen v. Maus 363.
 — treibmasch. v. Beach 398.
Turretini's Gesteinsbohrmasch 178.
- Umsetzung** b. d. Stoßbohrmasch. 190. 203.
Unterfahung d. Marienkirche 13.
Untergestänge 80.
- Ventilbohrer** 69.
 — büchse 133.
 — kopf 258.
- Verkleiden** der Bohrlochwände 100.
Vernieten der Röhren 101.
Verrohren v. Schächten 320.
Verrohrung 99. 118. 128.
Versetzbares Hängegerüst 18.
Versetzen ganzer Gebäude 49. 52.
Versetzgerüst, fahrbares 33.
Versetzkran 32.
Versetz- u. verschiebbare Gerüste 16.
Vertikaltransport 19.
Villepigue perforator 273.
Vollbohrer 275.
Vorräumer 340.
Vorschacht 314 (§ 5). 334.
Vorschub b. d. Stoßbohrmasch. 193. 207.
Vor- u. Nachbohrer, vereinigte 103.
- Wardwell's** Schlitzmaschine 362.
Warsop's Gesteinsbohrmasch. 176.
Wasserspül-Tiefbohrapparat 130.
Weber's Schramfräsmasch. 368.
Wechselschere 80.
Wiener Leitergerüst 12.
 — Schere 21.
Wincqz's Schlitzmaschine 362.
Winde mit Steinkasten 20.
 — v. Stauffer u. Mégy 29.
Winstanley u. Parker's Schrämmasch. 364.
Wölfe 24.
Wolfsrachen 98.
Wood's Bohrmaschinen-gestell 231.
Wurfbohren 160.
- Zerschneiden** v. Röhren 105.
Ziegeltransport 19.
Zobel'scher Eisenfänger 98.
 — Freifallapparat 86.
Zwischenstücke 80.
 — f. Schachtbohren 316.

Atlas

zum

Handbuch der Baumaschinen.

Zweite Abteilung.

Inhalt.

VI. Kapitel.

Hilfsanlagen für den Materialtransport und die Errichtung von Hochbauten.

Tafel I. Materialtransport für Hochbauten.

- Fig. 1—2. Transport-Gleisstück.
- Fig. 3—4. Gleisstück mit Weiche.
- Fig. 5—6. Drehscheibe.
- Fig. 7—8. Kalktransportwagen.
- Fig. 9—10. Steintransportwagen.
- Fig. 11. Schwenkkran.
- Fig. 12^a, 12^b. Doppelwolf mit Balancier.
- Fig. 13. Knicebel-Steinzange.
- Fig. 14. Daumenzange.
- Fig. 15. Greifschere.
- Fig. 16. Kipphebel mit Greifhaken.
- Fig. 17—21. Verschiedene Wölfe.
- Fig. 22. Wiener Brustzeug.
- Fig. 23. Wiener Mörtelaufzug.
- Fig. 24—25. Wiener Schere.
- Fig. 26—28. Kran für den Indre-Viadukt.
- Fig. 29—30. Drehkran mit Winde von Stauffer & Mégy.
- Fig. 31. Bauplatz zum Viadukt Bahrmühle.
- Fig. 32—33. Paternosterwerk für Backsteine.
- Fig. 34—35. Doppelaufzug mit Handbetrieb.
- Fig. 36—37. Hydraulischer Aufzug in Paris.
- Fig. 38—41. Laufkran mit Fachwerkträgern.
- Fig. 42—46. Laufwinde.
- Fig. 47—48. Laufkran mit Einrichtung zum seitlichen Transport.
- Fig. 49—50. Laufkran mit Flaschenzugwinde.
- Fig. 51. Bauwinde von Paesler.

Tafel II. Reparatur- und Bangerüste.

- Fig. 1—2. Reparaturgerüst in Dresden.
- Fig. 3. Reparaturgerüst für das Louvre in Paris.
- Fig. 4—5. Schwebendes Anstreichgerüst mit seitlicher Verschiebbarkeit.
- Fig. 6—7. Schwebendes Anstreichgerüst.
- Fig. 8—12. Gerüstverbindungen.
- Fig. 13—17. Reparaturleiter für freitragende Dächer.
- Fig. 18—19. Rüstung beim Bau der Königl. Nationalgalerie in Berlin.
- Fig. 20—21. Reparaturgerüst.
- Fig. 22—23. Reparaturgerüst auf Rollen, verwendet in der St. Peterskirche zu Rom.
- Fig. 24—25. Leitergerüst.
- Fig. 26—27. Pariser Rollgerüst zu Reparaturarbeiten.
- Fig. 28—29. Bangerüst in Bremen.
- Fig. 30. Bremer Reparaturgerüst.
- Fig. 31—32. Bangerüst.
- Fig. 33—34. Hängegerüst für die Börse in Paris.
- Fig. 35. Stützung und Unterbauung einer Säule.
- Fig. 36. Unterfangen der Pfeiler in der St. Marienkirche zu Greifenhagen.

- Fig. 37—38. Reparaturgerüst für das Louvre in Paris.
 Fig. 39—40. Mauerrüstung mit Laufkran in Bremen.
 Fig. 41—42. Leitergerüst von Dubbin.
 Fig. 43—44. Wiener Leitergerüst.
 Fig. 45—46. Mauerrüstung in Dresden.

Tafel III. Rüstungen und Versetzkrane.

- Fig. 1—2. Frankfurter Baugerüst mit Lafettenkran.
 Fig. 3—4. Rollgerüst mit Steigleitern für das Pantheon in Paris.
 Fig. 5—6. Aeltere Drehkrane, drehbar und fahrbar.
 Fig. 7. Rollgerüst von Frattini in zusammengeschobenem Zustande.
 Fig. 8—9. Rollgerüst von Carlo Frattini.
 Fig. 10—12. Frankfurter Lafettenkran.
 Fig. 13—14. Reparaturgerüst in Kopenhagen.
 Fig. 15—23. Baugerüste und Versetzkrane zum Bau der Dreikönigskirche in Sachsenhausen bei Frankfurt a. M.
 Fig. 24—26. Fahrbarer Kran zur Aufstellung von Statuen an der Börse in Frankfurt a. M.

Tafel IV. Versetzkrane und Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen.

- Fig. 1—6. Dreh- und Fahrkran von Florio & Co. in Palermo.
 Fig. 7. Ausleger zum Bau des Courthouse in Chicago.
 Fig. 8—10. Fahrbarer Dampfkrane zum Bau des Orleansbahnhofs in Paris.
 Fig. 11—12. Fahrbarer Versetzkran beim Bau des Collège Chaptal in Paris.
 Fig. 13—15. Eiserner Laufkran zum Bau des Bahnhofs Königsbrücke in Berlin.
 Fig. 16—18. Aufstellung des amerikan. Versetzkrans zum Bau der Villa Zimmer in Sachsenhausen bei Frankfurt a. M.
 Fig. 19—22. Amerikanischer Drehkran.
 Fig. 23—31. Montirung des Hallendaches vom Berlin-Anhalter Bahnhof in Berlin.
 Fig. 32—33. Kesselhaus der Dresdener Gasanstalt zu Reick.

Tafel V. Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen. Hallen und Hallendächer.

- Fig. 1—2. Maschinenhalle der internationalen Ausstellung in Wien 1873.
 Fig. 3—7. Fahrgerüst zur Montirung des Hallendaches vom Orleansbahnhof in Paris.
 Fig. 8—10. Aufstellung der Hallendächer des Bahnhofs in Altona.
 Fig. 11—12. Halle des Bahnhofs-Alexanderplatz der Berliner Stadtbahn.
 Fig. 13—15. Montirung des Hallendaches vom Niederschlesisch-Märkischen Bahnhof in Berlin.
 Fig. 16—20. Werkstätte der Maschinen- und Schiffsbauanstalt Vulkan in Stettin.
 Fig. 21—22. Retortenhaus der Dresdener Gasanstalt in Reick.
 Fig. 23—26. Industriegebäude der internationalen Ausstellung in Paris 1867.
 Fig. 27—28. Halle des Industriegebäudes der internationalen Ausstellung in Wien 1873.

Tafel VI. Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen. Ausstellungshallen und Gasometerdächer.

- Fig. 1—3. Mauerrüstung und Hebeegerüst des Kuppeldaches der Gasanstalt Grasbrook in Hamburg; hierzu Fig. 6.
 Fig. 4—5. Projekt der Montirung eines Gasometerdaches ohne Zugring.
 Fig. 6. Hebeegerüst; zu Fig. 1—3.
 Fig. 7—8. Hebevorrichtung; zu Fig. 23—24.
 Fig. 9—11. Montirung der Dachbinder der Dreifaltigkeitskirche in Paris.
 Fig. 12—22. Rotunde der internationalen Ausstellung in Wien 1873.
 Fig. 23—24. Mauergestüst, Montirungs- und Hebeegerüst für den Teleskopgasometer der III. Dresdener Gasanstalt; hierzu Fig. 7—8.
 Fig. 25—26. Montirung des Gasometerdaches in Berlin Hellweg 8.
 Fig. 27—32. Aufstellung des Hauptgebäudes der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1883.

Tafel VII. Bauausführungen besonderer Art.

- Fig. 1. Festes Gerüst zur Erbauung eines Schornsteins.
 Fig. 2—3. Errichtung eines Schornsteins in Barmen.
 Fig. 4—5. Erbauung eines Schornsteins nach der Methode Vassivière.
 Fig. 6. Gerüst für die Thurmspitze der Kathedrale von Chalon.
 Fig. 7—11. Schmiedeiserner Schornstein in Creusot.
 Fig. 12—13. Maschine zum Besteigen von Säulen und Kaminen.

- Fig. 14—16. Heben und Drehen des Denkmals auf dem Kreuzberge in Berlin.
 Fig. 17—23. Turmgerüst für die katholische Hofkirche in Dresden.
 Fig. 24—25. Gerüst zum Hermannsdenkmal in Teutoburger Walde.
 Fig. 26—29. Schornsteinaufführung von Custodis & Co.
 Fig. 30. Errichtung der Säule von Devenport.
 Fig. 31—32. Verschiebung eines Hauses.
 Fig. 33—34. Vorrichtung zum Heben eines Daches.
 Fig. 35—36. Hebung des Daches des Stationsgebäudes der Main-Neckar-Bahn zu Darmstadt.

VII. Kapitel.

Apparate und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern.

Tafel VIII. Apparate zu Tiefbohrungen.

- Fig. 1. Schappe.
 Fig. 2. Ventilbohrer.
 Fig. 3—4. Verschiedene Spiralbohrer.
 Fig. 5—7. Meißelbohrer mit Ohrenschniden.
 Fig. 8—9. Laschenbohrer mit Nachschniden.
 Fig. 10—10^a. Kind'sche Bohrbüchse.
 Fig. 11. Glockenbohrer.
 Fig. 12. Einfaches Bohrgerüst.
 Fig. 13. Bohrkeule.
 Fig. 14—15. Solheber.
 Fig. 16. Keilschloß.
 Fig. 17. Schraubentute.
 Fig. 18—18^a. Klappenbüchse.
 Fig. 19. Solheber.
 Fig. 20. Sollöffel von Degoussée.
 Fig. 21. Bohrklotz.
 Fig. 22—23. Freifallapparat von Kind.
 Fig. 24—25. Nietamboß von Kind.
 Fig. 26. Eicken'sche Arretirung.
 Fig. 27. Freifallinstrument von „Humboldt“ u. Schubert.
 Fig. 28—32. Zobel'scher Freifallapparat.
 Fig. 33—34. Kernfänger.
 Fig. 35. Federfalle.
 Fig. 36. Kluppe.
 Fig. 37. Freifallapparat von Greiffenhagen.
 Fig. 38—39. Freifallapparat von Fabian.
 Fig. 40. Fallfangschere.
 Fig. 41—42. Eisenfänger.
 Fig. 43—44. Röhrenbündel.

Tafel IX. Apparate und Einrichtungen zum Erweitern und Verrohren der Tiefbohrlöcher, sowie zum Seilbohren.

- Fig. 1—2. Wechselschere von Kind.
 Fig. 3. Nachbohrer von Kind, ältere Konstruktion.
 Fig. 4—5. Nachbohrer von Kind, neuerer Konstruktion.
 Fig. 6—8. v. Sparre's Freifallapparate zum Seilbohren.
 Fig. 9. Bohrer von Mather u. Platt.
 Fig. 10. Seilbohrapparat von Gaiski.
 Fig. 11—13. Seilbohrapparat von Hochstrate.
 Fig. 14. Röhrensäge.
 Fig. 15—16. Röhrensäge von Degoussée.
 Fig. 17—18. Röhrensäge von Greiffenhagen.
 Fig. 19. Erweiterungsbohrer.
 Fig. 20. Isolirungsröhre.
 Fig. 21—24. Verschiedene Erweiterungsbohrer.
 Fig. 25. Sandpumpe.
 Fig. 26. Kolb'scher Wirbel.

- Fig. 27, 27^a, 27^b u. 28. Einrichtung beim amerikanischen Seilbohren; hierzu Fig. 14—17, Taf. XI.
- Fig. 29—30. Friedrich'sche (Harzer) Bohrmaschine.
- Fig. 31. Seilbohrapparat von Mather u. Platt.
- Fig. 32—33. Handkrückel.
- Fig. 34. Maschinelles Seilbohren von C. Köbrich.
- Tafel X. Diamantbohrmaschine für die Tiefbohrung bei Rheinfelden (Schweiz).**
- Fig. 1. Bohrloch.
- Fig. 2—17. Diamantbohrmaschine und Details.
- Fig. 18. Bohrhütte.
- Tafel XI. Apparate und Einrichtungen zum Tiefbohren mit Wasserspülung.**
- Fig. 1. Bohrpumpe von Donnadieu.
- Fig. 2—4. Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktien-Gesellschaft „Humboldt“ in Kalk am Rhein.
- Fig. 5—10. Köbrich's Bohrvorrichtungen: Fig. 5—6. Köbrich'scher Hohlfreifallapparat und Bohrklotz. — Fig. 7. Antrieb der Bohrspindel und Klemmfutter. — Fig. 8. Köbrich's Bohrvorrichtung für mildes Gebirge. — Fig. 9. Köbrich's Bohrvorrichtung für hartes Gebirge. — Fig. 10. Kombinierte Tiefbohranlage, System Köbrich, für stoßendes oder drehendes Bohren.
- Fig. 11—13. Meißelbefestigung von Schumacher in Köln.
- Fig. 14—17. Bohrbüchsen beim amerikanischen Seilbohren; zu Fig. 27—28, Taf. IX.
- Fig. 18. Spinnenbüchse.
- Fig. 19—20. Einfacher und doppelter Krätzer.
- Fig. 21—22. Meißel zum Bohrapparat „Humboldt“.
- Fig. 23—25. Klappenbohrer von Bierlein.
- Tafel XII. Einrichtungen und Apparate zum Bohren mit Wasserspülung. Rammbohrer.**
- Fig. 1—7. Bertina's Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung.
- Fig. 8—11. Olaf Terp's kombiniertes hydraulisches Schnellbohrverfahren: Fig. 8—9 Handbetrieb. — Fig. 10—11 Dampfbetrieb.
- Fig. 12. Artesischer Brunnen.
- Fig. 13—14. Köbrich'scher Kreuzmeißel.
- Fig. 15—16. Meißel zum Kernbohren.
- Fig. 17—19. Röhrenbrunnen: Fig. 17. Rammbohrer. — Fig. 18—19. Pumpen.
- Fig. 20. Diamantbohrmaschine mit hydraulischem Vorschub.
- Fig. 21—22. Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge.
- Fig. 23. Röhrengestänge.
- Fig. 24—28. Bohrgestänge zum Aufwinden, Patent Sachse.
- Fig. 29. Diamantbohrmaschine mit Schraubenvorschub.
- Fig. 30—33. Diamantbohrkrone.

VIII. Kapitel.

Gesteinsbohrmaschinen.

- Tafel XIII. Gesteinsbohrmaschinen.**
- Fig. 1—4. Bohrmaschine von Dubois u. François.
- Fig. 5—8. Bohrmaschine von Mac Kean u. Séguin.
- Fig. 9—10. Bohrmaschine System Darlington u. Blanzly.
- Fig. 11—13. Bohrmaschine von Darlington.
- Fig. 14. Bohrmaschine von Reynold.
- Fig. 15—18. Bohrmaschine von Ferroux, drittes Modell.
- Fig. 19—20. Wagengestell für Bohrmaschinen, System Ferroux.
- Fig. 21. Wagengestell für die Bohrmaschine von Dubois u. François.
- Tafel XIV. Stofsbohrmaschinen.**
- Fig. 1—4. Bohrmaschine von Broßmann.
- Fig. 5—8. Bohrmaschine von Schram u. Mahler.
- Fig. 9—11. Bohrmaschine „Eklipse“.
- Fig. 12—14. Bohrmaschine „Power Jumper“.
- Fig. 15—18. Bohrmaschine von Jäger.

- Fig. 19—20. Verbesserte Dinnendahl'sche Maschine (System Meyer).
 Fig. 21—22. Bohrmaschine von Guénez.
 Fig. 23. Bohrsäule mit hydraulischer Presse.
 Fig. 24—25. Fahrbares Säulengestell für 2 Sachs'sche Bohrmaschinen.
 Fig. 26—27. Bombe für 3 Bohrmaschinen.
 Fig. 28. Flankirrohr.
 Fig. 29. Selbstthätige Einspritzvorrichtung.
 Fig. 30—31. Wagengestell für Schram'sche Bohrmaschinen.
 Fig. 32—34. Bohrmaschine von Frölich.

Tafel XV. Gesteinsbohrmaschinen.

- Fig. 1—3. Bohrmaschine von Sachs (Maschinenfabrik Humboldt).
 Fig. 4—5. Bohrmaschine von J. Geach.
 Fig. 6—7. Bohrgestell für 2 Bohrmaschinen System Geach.
 Fig. 8. Bohrmaschine von Cranston.
 Fig. 9—11. Gesteins-Drehbohrmaschine von Jarolimek.
 Fig. 12—13. Hydraulische Gesteins-Drehbohrmaschine von Brandt.
 Fig. 14. Hydraulische Spannsäule.
 Fig. 15. Gestell mit 2 Brandt'schen Bohrmaschinen vor Ort.

Tafel XVI. Diamantbohrmaschinen. Handbohrmaschinen. Bohrmaschinengestelle.

- Fig. 1—2. Bosseyeuse von Dubois u. François.
 Fig. 3—7. Diamantbohrmaschine von Taverdon.
 Fig. 8. Handdrehbohrmaschine von v. Balzberg.
 Fig. 9—12. Anordnung der Bohrlöcher bei der kombinierten Hand- und Maschinenbohrarbeit mit einer Jarolimek'schen Drehbohrmaschine.
 Fig. 13—14. Ansetzen der Bohrlöcher in Ronchamps.
 Fig. 15. Dreifußgestell für die Bohrmaschine von Frölich.
 Fig. 16. Gestell für die Taverdon'sche Diamantbohrmaschine.
 Fig. 17—19. Ansetzen der Bohrlöcher mit 4 Maschinen Dubois u. François.
 Fig. 20. Gestell zur Jordan'schen Handbohrmaschine.
 Fig. 21—23. Ansetzen der Bohrlöcher mit 4 Maschinen Dubois u. François.
 Fig. 24—25. Handdrehbohrmaschine von Lisbet.
 Fig. 26—27. Ansetzen der Bohrlöcher. — Fig. 26. St. Leonhard. — Fig. 27. St. Gotthard (Airolo).
 Fig. 28—30. Ausbruchverfahren von Penrice.
 Fig. 31. Bohrmaschinengestell zur Herstellung von Strossenlöchern.
 Fig. 32—33. Ortsbetrieb im Pfaffensprung-Tunnel.
 Fig. 34—36. Handdrehbohrmaschine von Staněk u. Reska.
 Fig. 37—39. Allison's Diamantbohrmaschine mit hydraulischem Vorschubmechanismus.

IX. Kapitel.

Das Abbohren von Schächten.

Tafel XVII. Apparate zum Abbohren von Schächten. Couvelage.

- Fig. 1—3. Erweiterungsbohrer.
 Fig. 4—5. Bohrer von Lippmann.
 Fig. 6—7. Freifallapparat und Montirung desselben am Bohrer.
 Fig. 8—9. Kleiner Bohrer.
 Fig. 10—11. Kind'scher Freifallapparat für das Abbohren von Schächten.
 Fig. 12—13. Gestänge.
 Fig. 14—15. Klauenfänger.
 Fig. 16—18. Schlammöffel.
 Fig. 19—20. Löffel für das Abbohren nach Lippmann's Verfahren.
 Fig. 21. Wagen zum Aufhängen des Gestänges.
 Fig. 22—23. Abfanggabel.
 Fig. 24, 25 u. 25^a. Fuß der Couvelage, System Bourg, ohne Gleichgewichtsrohr.
 Fig. 26—28. Erweiterungsbohrer mit eingehängtem Löffel und Glockenfänger.
 Fig. 29. Fuß der Couvelage.
 Fig. 30. Couvelage mit Moosbüchse.
 Fig. 31—32. Betonirrlöffel.

- Fig. 33—36. Füße von Cuvelagen.
 Fig. 37—38. Senkzeug.
 Fig. 39—40. Anlage für das Abbohren von Schichten.

Tafel XVIII. **Sackbohrer. Senkschächte.**

- Fig. 1—6. Gemauerter Senkschacht mit gußeisernem Senkschuh.
 Fig. 7—11. Großer Sackbohrer mit aufklappbaren Schneiden.
 Fig. 12. Kleiner Sackbohrer.
 Fig. 13—14. Aufreißer und Zuführer für einen Mauer-Senkschacht.
 Fig. 15—16. Bohrvorrichtung für Sackbohrer mit Maschinenbetrieb.
 Fig. 17—18. Bohrvorrichtung für Sackbohrer mit Maschinenbetrieb.
 Fig. 19. Senkschacht mit eingehängtem Sackbohrer mit Handbetrieb.
 Fig. 20. Anlage zum Niederbringen eines schmiedeisernen Senkschachts mittels Handbetrieb.
 Fig. 21. Göpel zum Drehen des Sackbohrers.
 Fig. 22. Gußeiserner Senkschacht.

X. Kapitel.

Schräm- und Schlitzmaschinen. Tunnelbohrmaschinen.

Tafel XIX. **Schrämmaschinen.**

- Fig. 1—2. Tunnelschlitzmaschine von Maus.
 Fig. 3. Kohlenhaumaschine von Jones.
 Fig. 4. Schrämmaschine mit Schneidscheibe von Winstanley u. Barker.
 Fig. 5. Bosseyeuse von Dubois u. François.
 Fig. 6—9. Schrämmaschine von Garrett, Marshall & Co.
 Fig. 10. Handschrämmaschine von Lilienthal.
 Fig. 11. Weber's Schrämmaschine für Handbetrieb.
 Fig. 12—15. Schrämmaschine von Schram.
 Fig. 16—17. Schrämmaschine mit Schneidkette von Baird.

Tafel XX. **Schrämmaschinen.**

- Fig. 1—2. Schrämmaschine mit rotirender Messerscheibe von Staněk u. Reska.
 Fig. 3—6. Von Balzberg's Schramfraismaschine.
 Fig. 7. Staněk und Reska's Universal-Schrämmaschine.
 Fig. 8—9. Levet's hydraulischer Treibkeil.
 Fig. 10—11. Schrambohrmaschine von Dr. Clapp.
 Fig. 12—15. Mehrfache Schrambohrmaschine von Neuerburg in Köln.
 Fig. 16—21. Chenot's atmosphärische Schrämmaschine mit elektrischem Betrieb.

Tafel XXI. **Tunnelbohrmaschinen von Beaumont, Brunton und Penrice.**

- Fig. 1—4. Tunnelbohrmaschine, System Beaumont (Cylinderschrämmaschine).
 Fig. 5—8. Brunton's Tunnelbohrmaschine mit wälzenden Meißelscheiben.
 Fig. 9—15. Stoßend wirkende Tunnelbohrmaschine mit Meißelscheibe von Penrice.

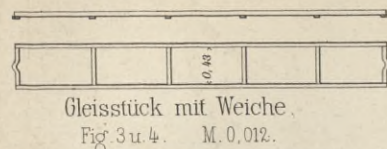
Tafel XXII. **Tunnelbohrmaschinen verschiedener Systeme.**

- Fig. 1—5. Stollenbohrmaschine von Rziha u. Reska; hierzu Fig. 13.
 Fig. 6. Tunnelbohrmaschine von Beaumont u. Englisch.
 Fig. 7. Tunnelbohrmaschine von Beaumont.
 Fig. 8—9. Streckenbohrmaschine von Henley.
 Fig. 10—12. Tunnelbohrmaschine von Newton.
 Fig. 13. Angriffsweise der Bohrmeißel von Rziha u. Reska, zu Fig. 1—5.

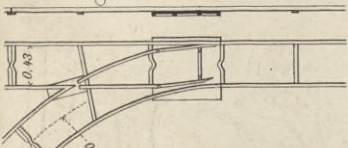
Tafel XXIII. **Tunnelbohrmaschinen für milde und aufgelöste Gebirgsarten.**

- Fig. 1—4. Crampton's Tunnelbohrmaschine mit Kraft- und Schwemmwasserbetrieb.
 Fig. 5. Taskin's Tunnelbohr- und Baggermaschine.
 Fig. 6. Dunn's hydraulische Tunneltreibmaschine mit Pflug.
 Fig. 7. Brunel's Tunnelmaschine mit Bohrschraube.
 Fig. 8—13. Tunnelbauverfahren von Barlow.
 Fig. 14—15. Tunneltreibmaschine von Beach, mit hydraulischem Vorschub.
 Fig. 16—17. Tunnelbohr- und Treibmaschine von Dowd.

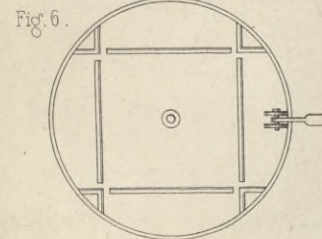
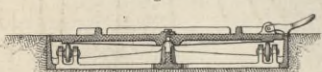
Transport - Gleisstück.
Fig. 1 u. 2. M. 0.012.



Gleisstück mit Weiche.
Fig. 3 u. 4. M. 0.012.



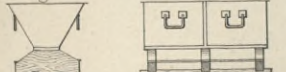
Drehscheibe.
Fig. 5.



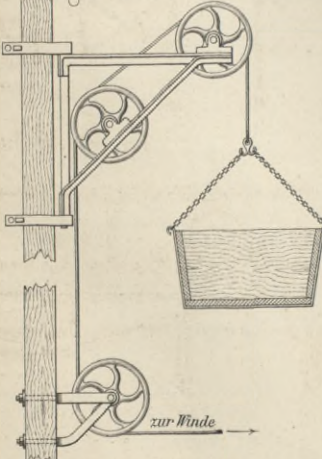
Kalktransportwagen.
Fig. 7. M. 0.012. Fig. 8.



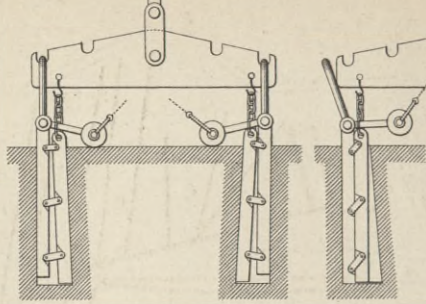
Steintransportwagen.
Fig. 9. M. 0.012. Fig. 10.



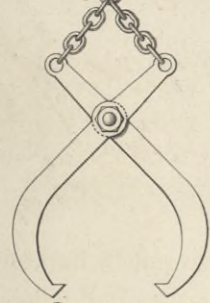
Schwenkkran.
Fig. 11. M. 1:50.



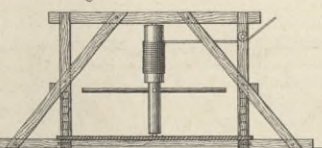
Doppelwolf mit Balancier.
Fig. 12^a. Fig. 12^b.



Greifschere.
Fig. 15.



Wiener Brustzeug.
Fig. 22. M. 0.012.



Wiener Mörtelaufzug.
Fig. 23. M. 0.012.

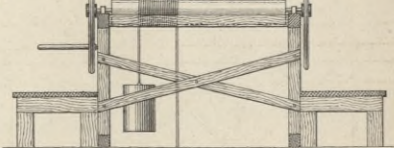
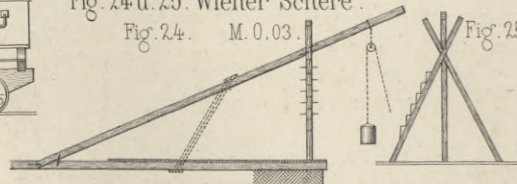
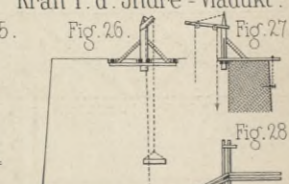


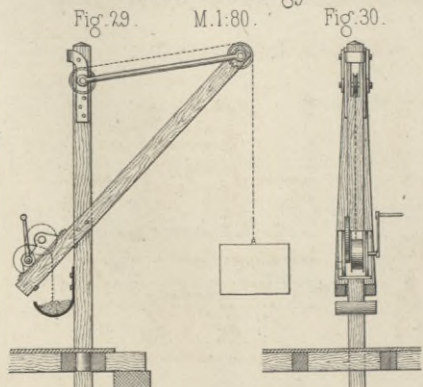
Fig. 24 u. 25. Wiener Schere.
Fig. 24. M. 0.03.



Kran f. d. Jndre - Viadukt.
Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.



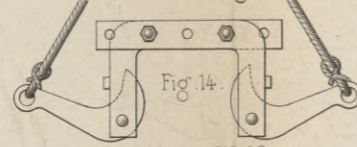
Drehkran mit Winde von Stauffer u. Mégy.
Fig. 29. M. 1:80. Fig. 30.



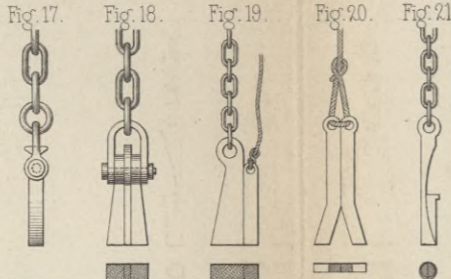
Kniehebel - Steinzange.
Fig. 13.



Daumenzange.
Fig. 14.



Verschiedene Wölfe.
Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.



Materialtransport für Hochbauten.

Bauplatz zum Viadukt Bahrmühle.
Fig. 31. M. 1:2000.

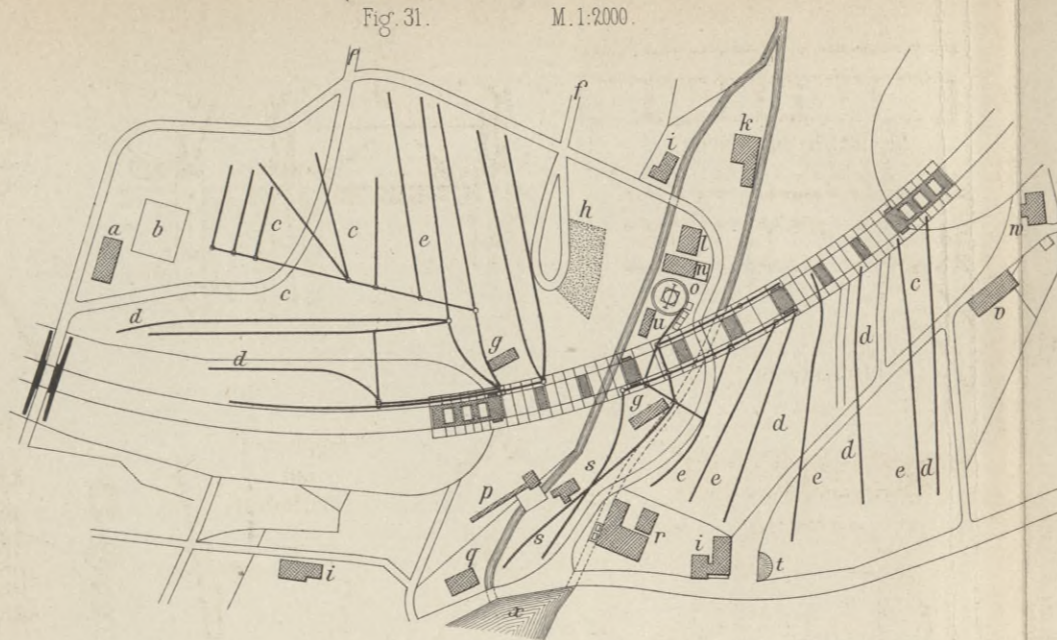


Fig. 38 bis 41. Laufkran mit Fachwerkträgern.
Fig. 38. M. 0.012.

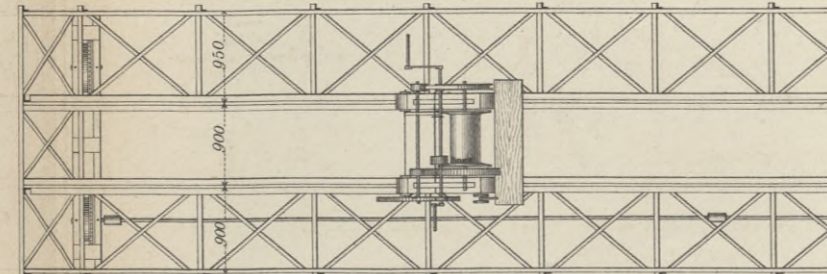
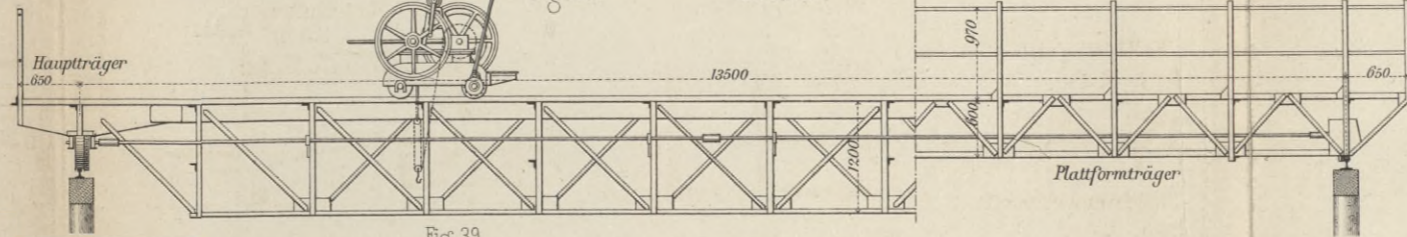


Fig. 47 u. 48. Laufkran mit Einrichtung zu seitlichem Transport.
Fig. 47. M. 0.012. Fig. 48.

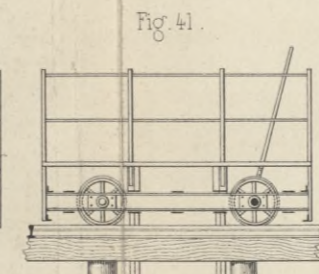
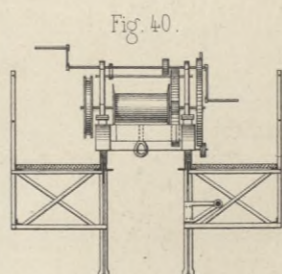
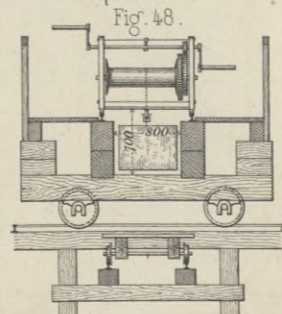
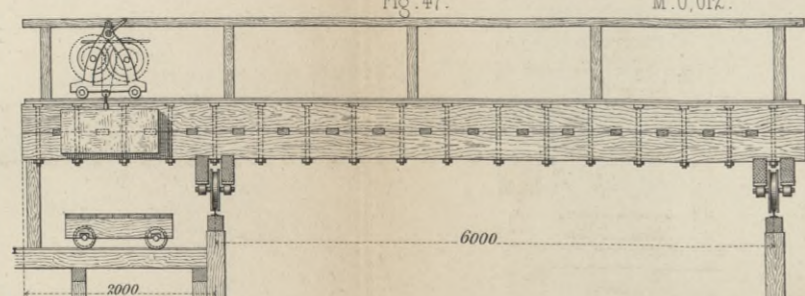
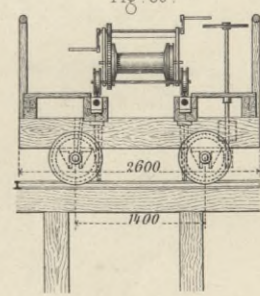
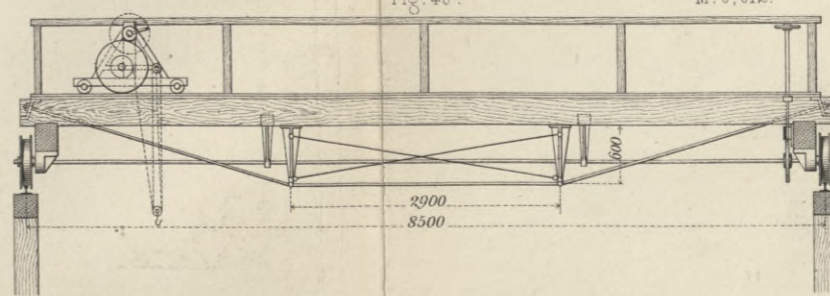
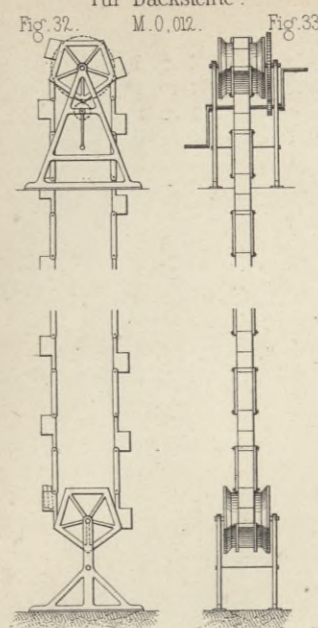


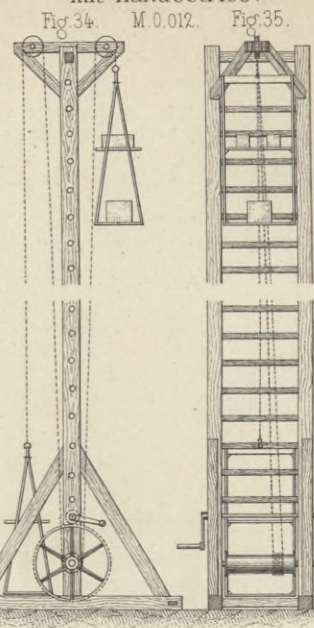
Fig. 49 u. 50. Laufkran mit Flaschenzugwinde.
Fig. 49. M. 0.012. Fig. 50.



Paternosterwerk für Backsteine.
Fig. 32. M. 0.012. Fig. 33.



Doppelaufzug mit Handbetrieb.
Fig. 34. M. 0.012. Fig. 35.



Zweite Abteilung. Taf. I.
Hydraulischer Aufzug in Paris.
Fig. 36. M. 0.012.

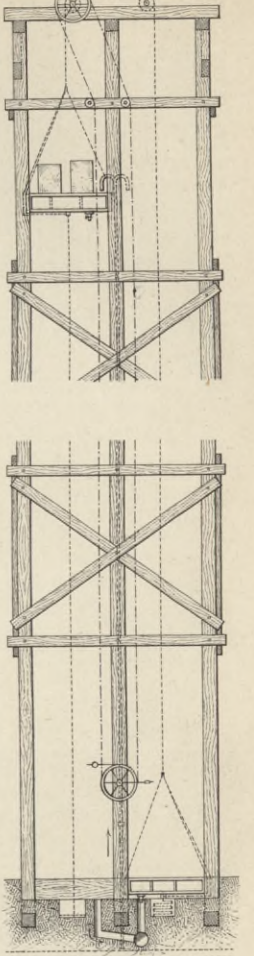
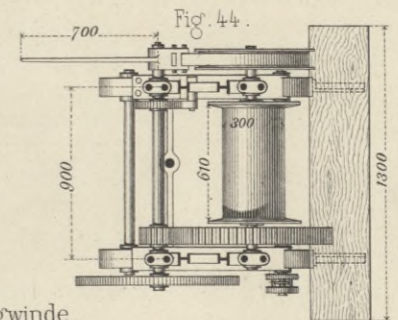
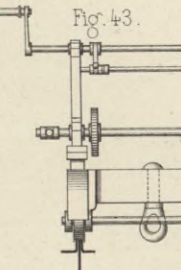
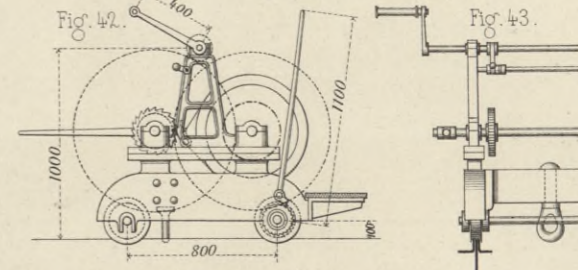


Fig. 42 bis 46. Laufwinde.
M. 0.03.



Schaltvorrichtung.
Fig. 45. Fig. 46.

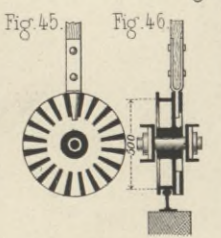
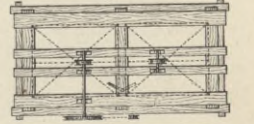
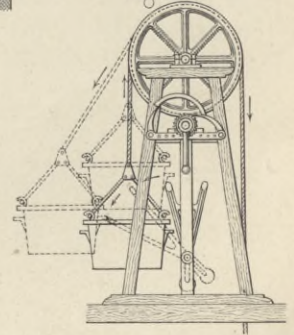
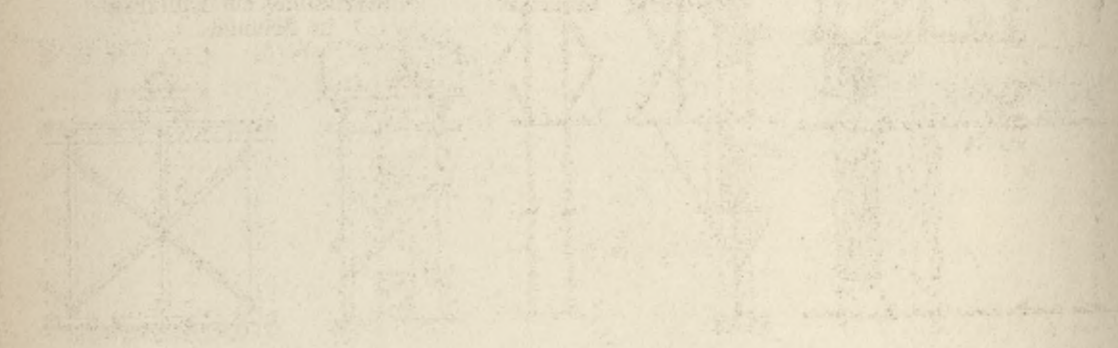


Fig. 37.



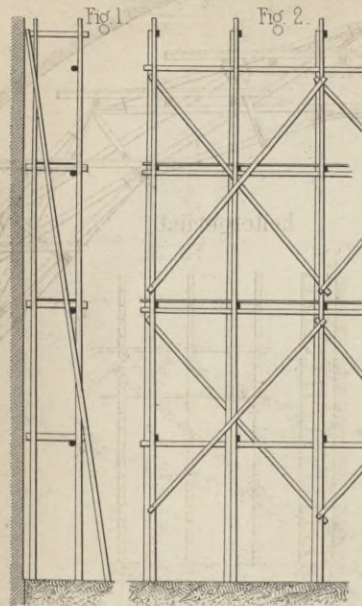
Bauwinde von Paesler.
Fig. 51.



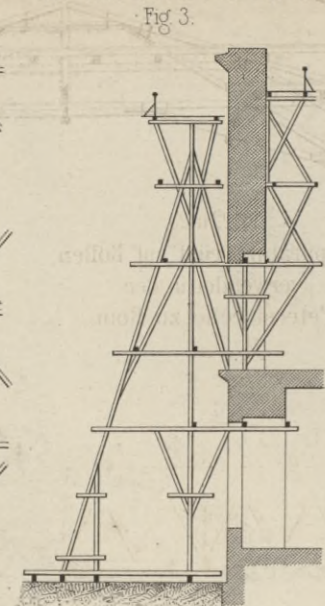


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

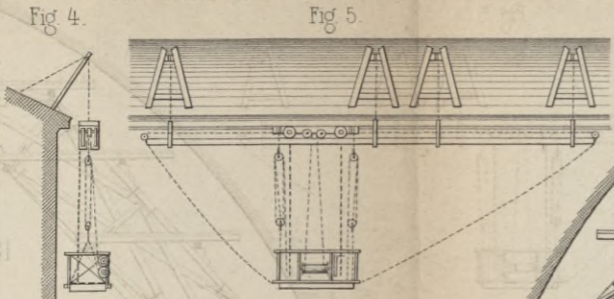
Reparaturgerüst
in Dresden.



Reparaturgerüst
für das Louvre in Paris.



Schwebendes Anstreich-Gerüst
mit seitlicher Verschiebbarkeit.



Schwebendes Anstreich-Gerüst.

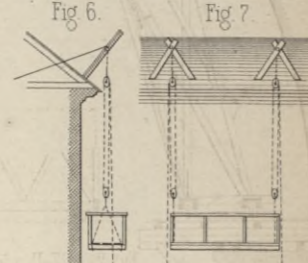
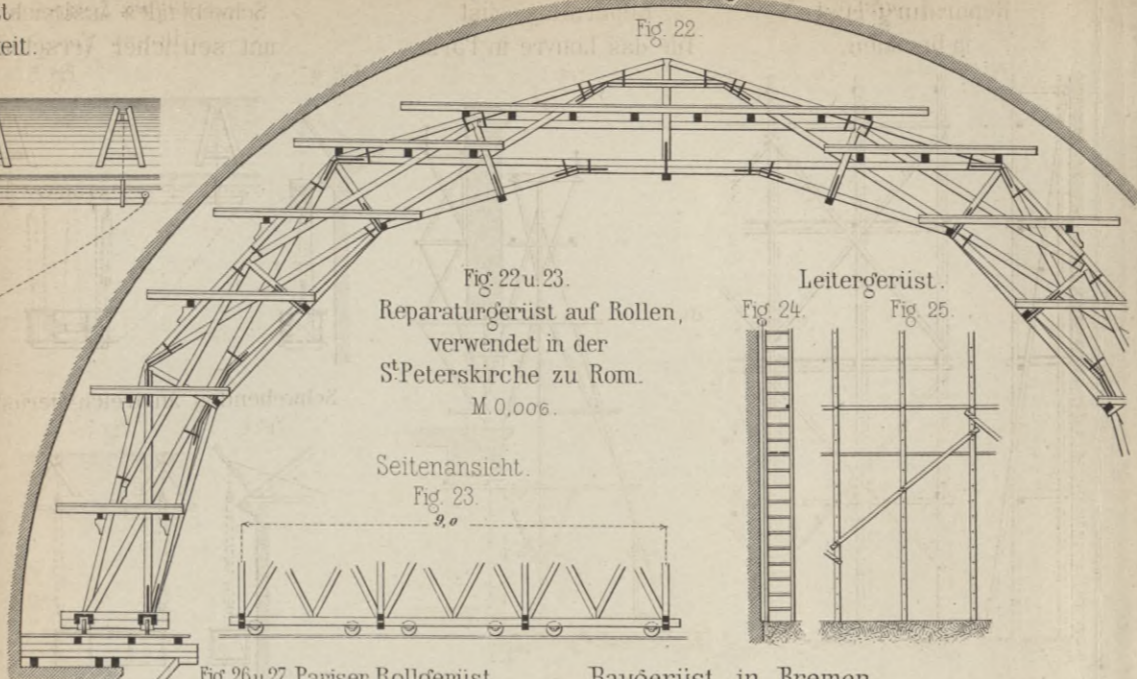
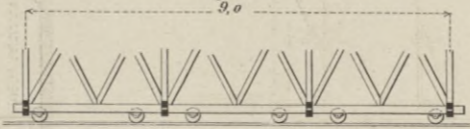


Fig. 22 u. 23.
Reparaturgerüst auf Rollen,
verwendet in der
S^tPeterskirche zu Rom.
M. 0,006.



Seitenansicht.
Fig. 23



Leitergerüst.

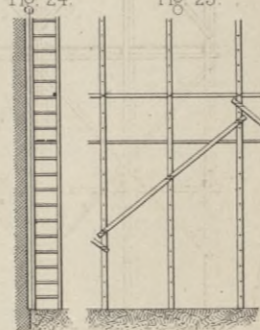
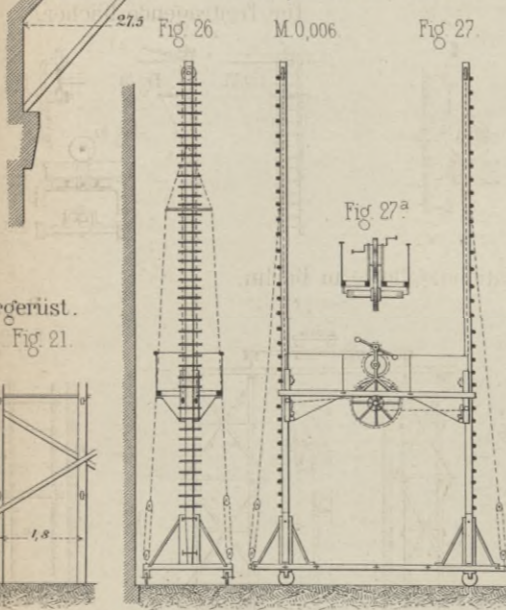
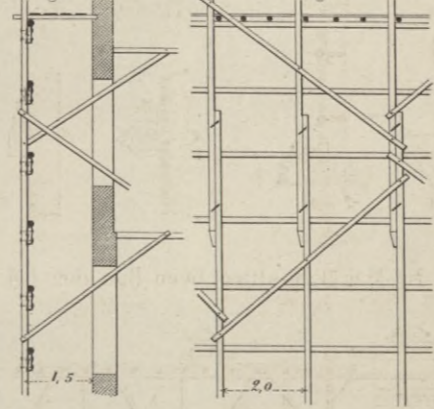


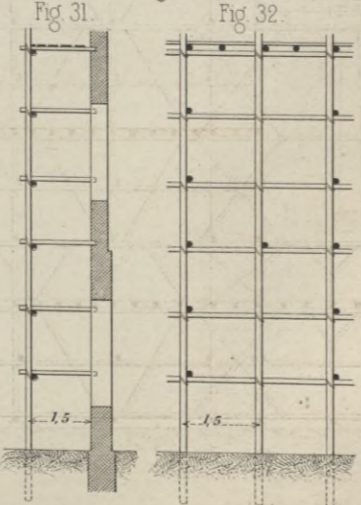
Fig. 26 u. 27. Pariser Rollgerüst
für Reparaturarbeiten.
M. 0,006



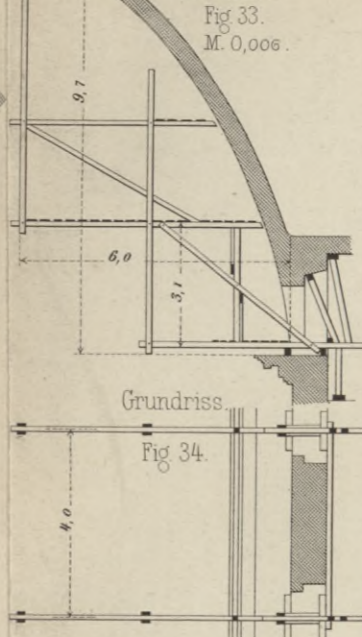
Baugerüst in Bremen.
M. 0,006.



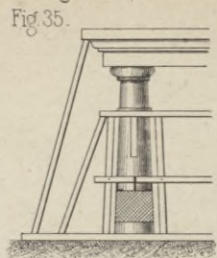
Baugerüst.



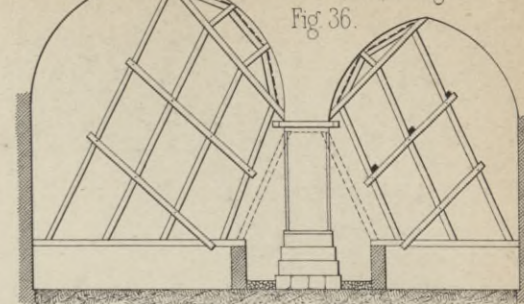
Hängegerüst
für die Börse
in Paris.



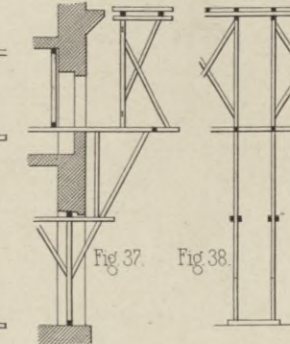
Stützung und Unter-
bauung einer Säule.



Unterfangen der Pfeiler in der S^tMarienkirche
zu Greifenhagen.



Reparaturgerüst
für das Louvre in Paris.



Mauerrüstung mit Laufkran
in Bremen.

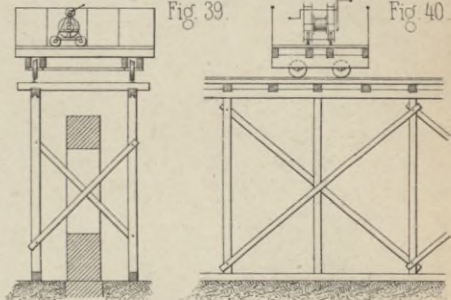
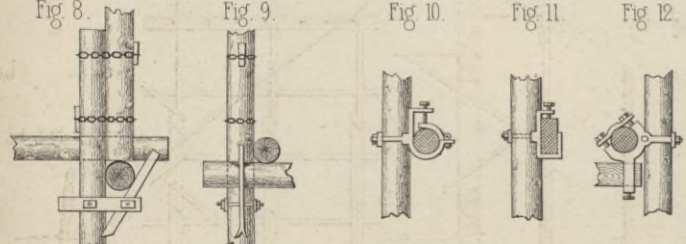


Fig. 8 bis 12. Gerüstverbindungen.



Reparaturleiter
für freitragende Dächer.

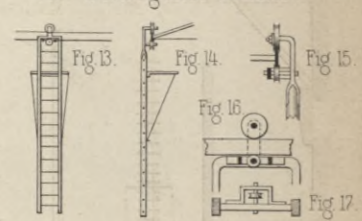
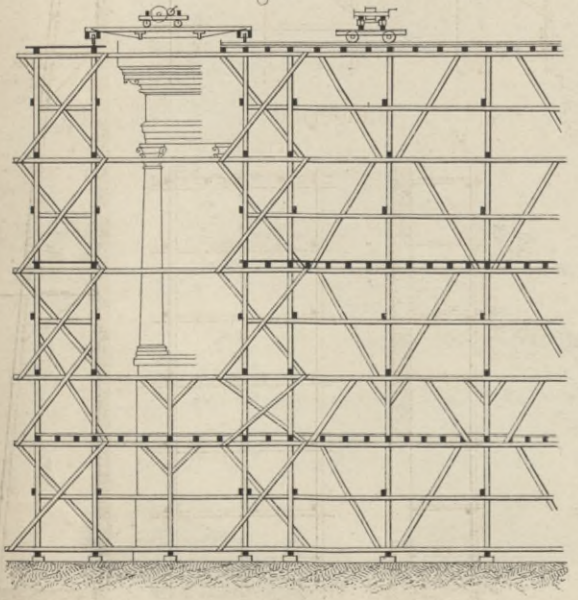
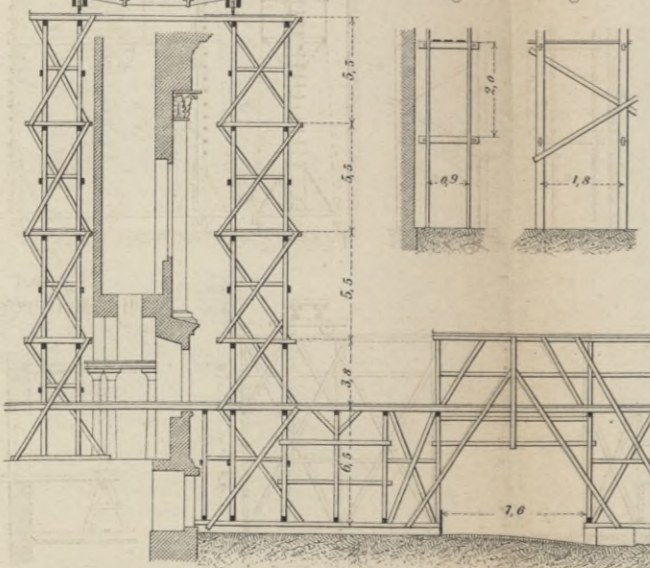


Fig. 18 u. 19. Rüstung beim Bau der Kgl. Nationalgalerie in Berlin.
M. 0,0025.



Reparaturgerüst.
Fig. 20. Fig. 21.



Bremer
Reparaturgerüst.
Fig. 30.

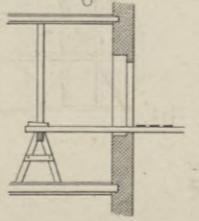
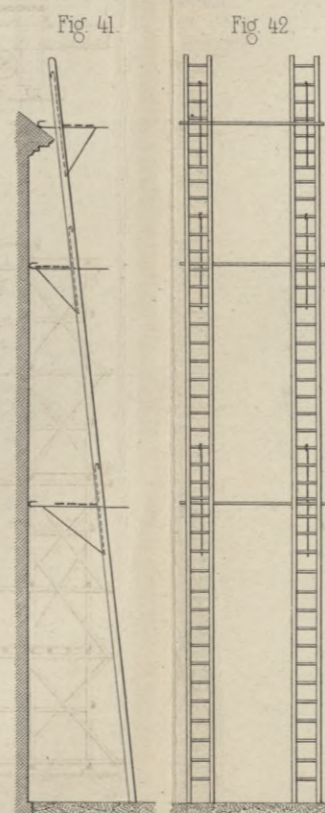
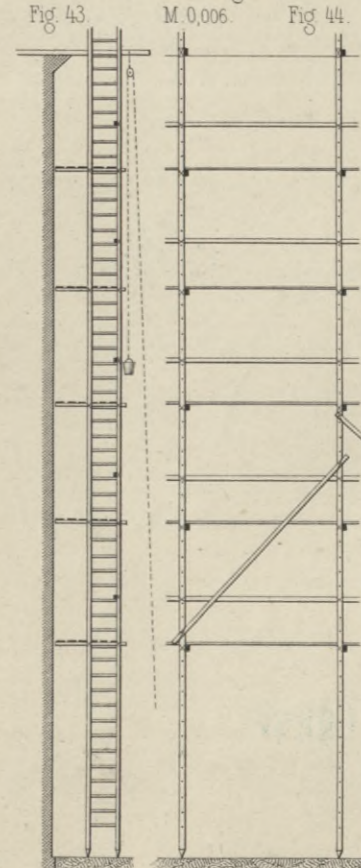


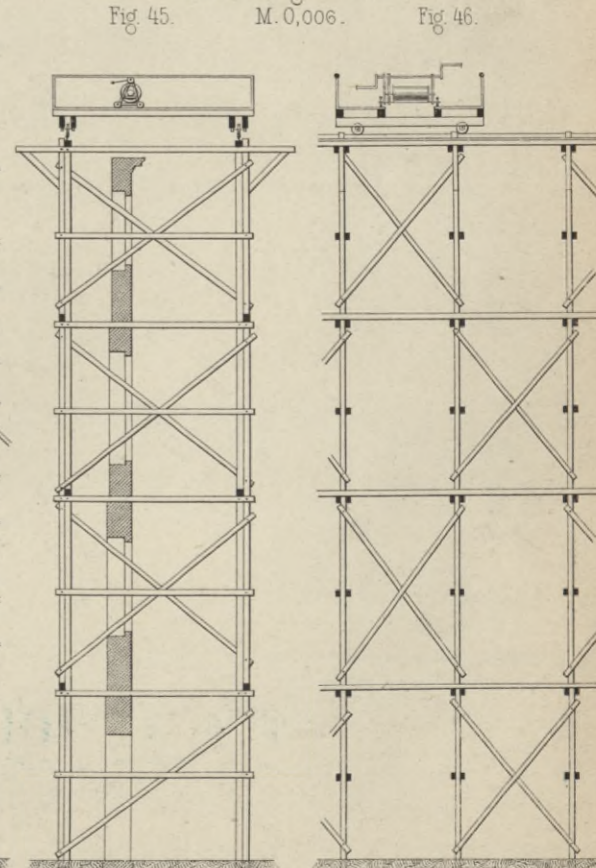
Fig. 41 u. 42
Leitergerüst
von Dubbin.



Wiener Leitergerüst.



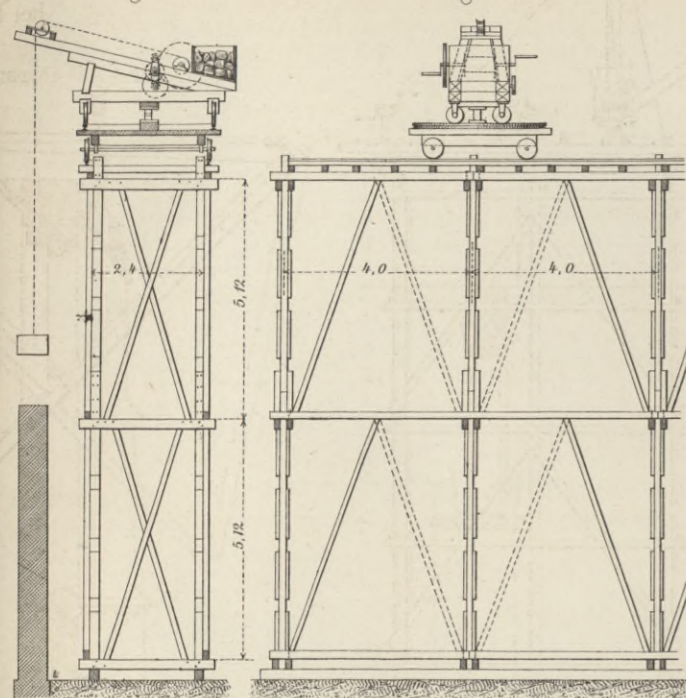
Mauerrüstung in Dresden.
M. 0,006.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Frankfurter Baugerüst mit Lafettenkran.

Fig. 1. M. 0.006. Fig. 2.



Ältere Drehkrane, drehbar, fahrbar. Rollgerüst von Frattini in zusammengeschobenem Zustande.

Fig. 5. M. 0.0025. Fig. 6. Fig. 7.



Fig. 10 bis 12. Frankfurter Lafettenkran. Fig. 10. Grundriss.

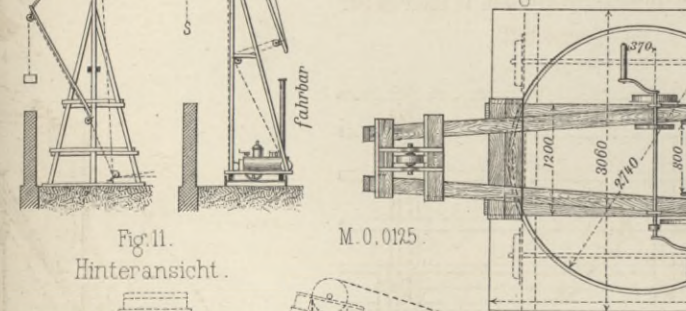
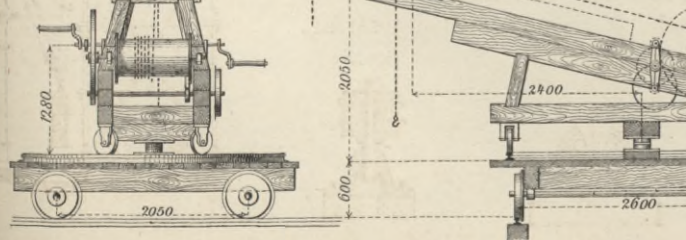
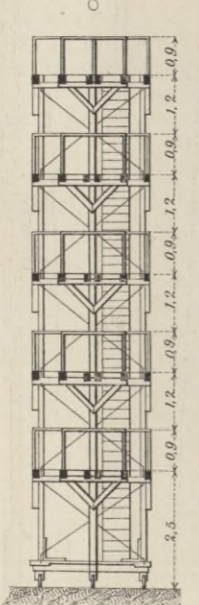


Fig. 11. Hinteransicht. Fig. 12. Seitenansicht.

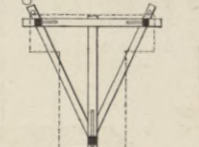


Rollgerüst mit Steigleitern für das Pantheon in Paris.

Fig. 3.



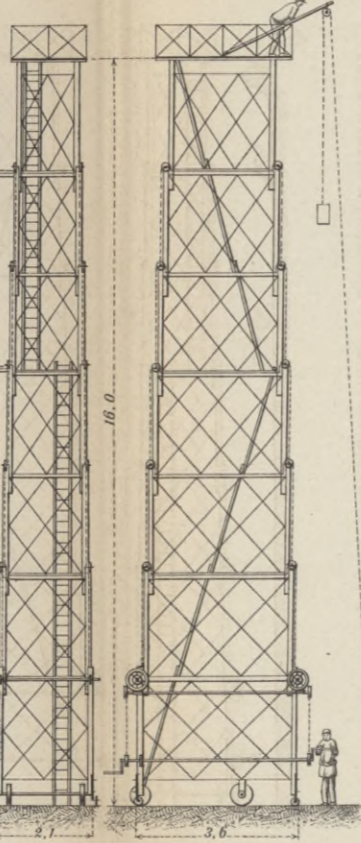
M. 0.006. Fig. 4. Grundriss.



Rollgerüst von Carlo Frattini.

M. 0.006.

Fig. 8. Fig. 9.



Rüstungen und Versetzkrane.

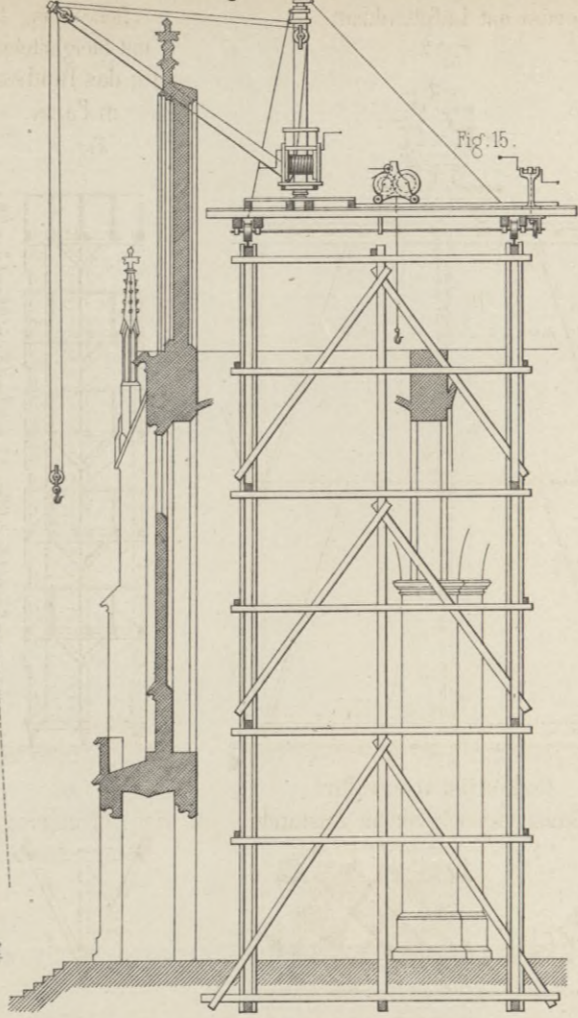


Fig. 15.

Fig. 15 bis 23. Baugerüste und Versetzkrane zum Bau der Dreikönigskirche in Sachsenhausen bei Frankfurt a/M.

M. 1: 200.

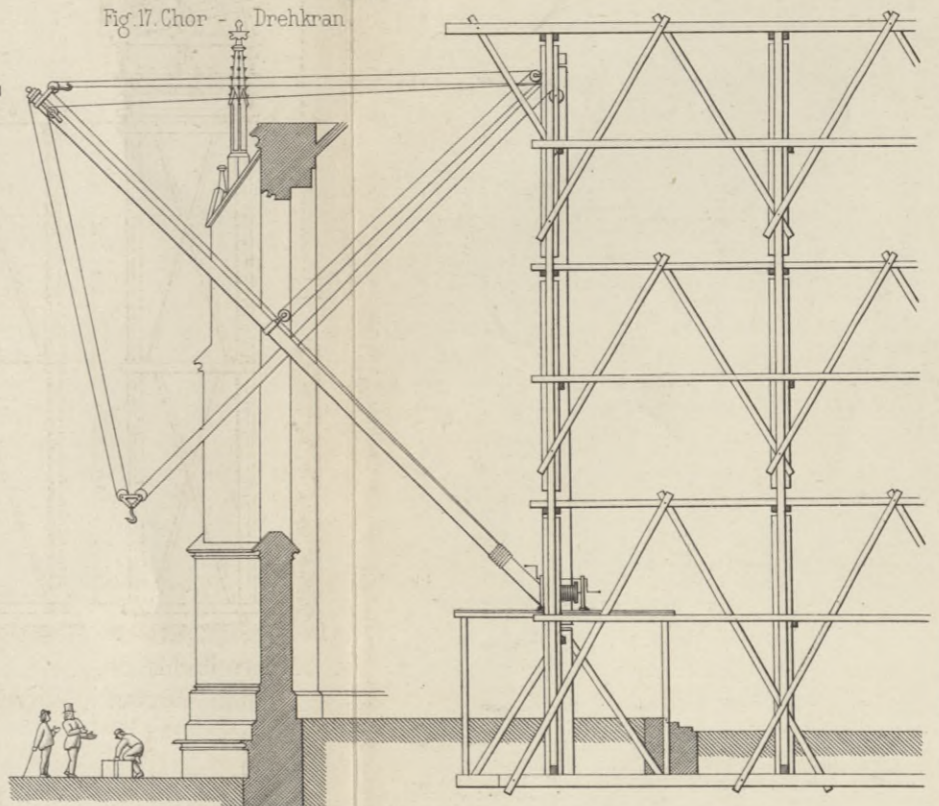


Fig. 17. Chor - Drehkran.

Fig. 24 bis 26. Fahrbarer Kran zur Aufstellung von Statuen an der Börse in Frankfurt a/M.

M. 0.0025.

Fig. 15 u. 16. Laufschlitten mit Fahrkran für das Langschiff und aufgesetztem Drehkran für das Querschiff.

Fig. 16.

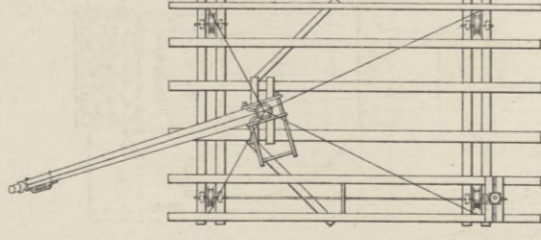


Fig. 21 bis 23. Details vom Turmkran. Laufrad. Spurzapfen.

Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

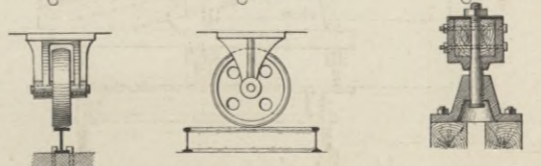


Fig. 18. Turmkran.

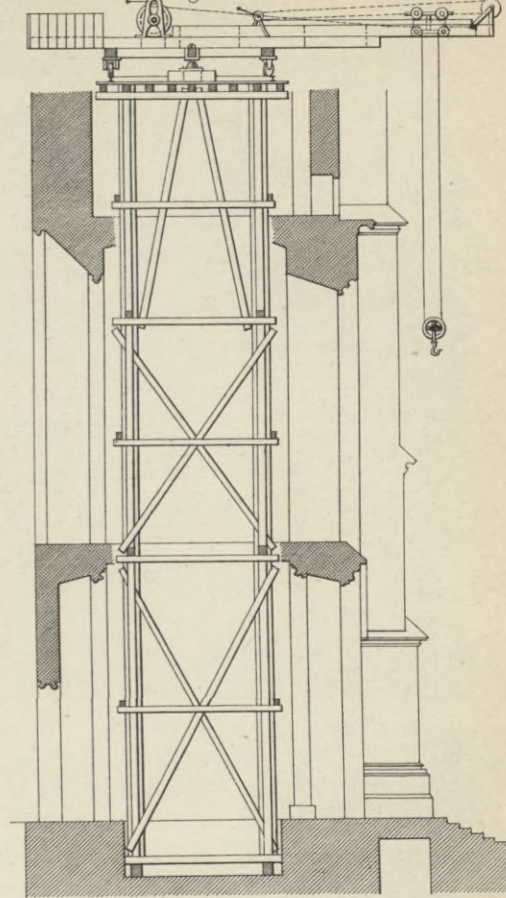


Fig. 19. Grundriss.

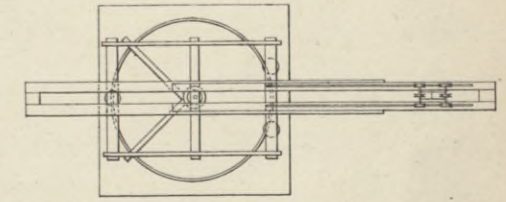
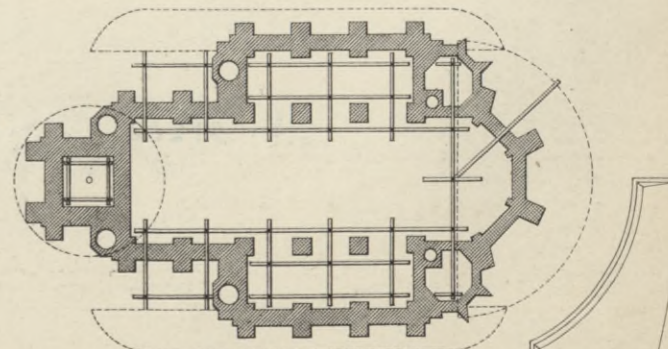
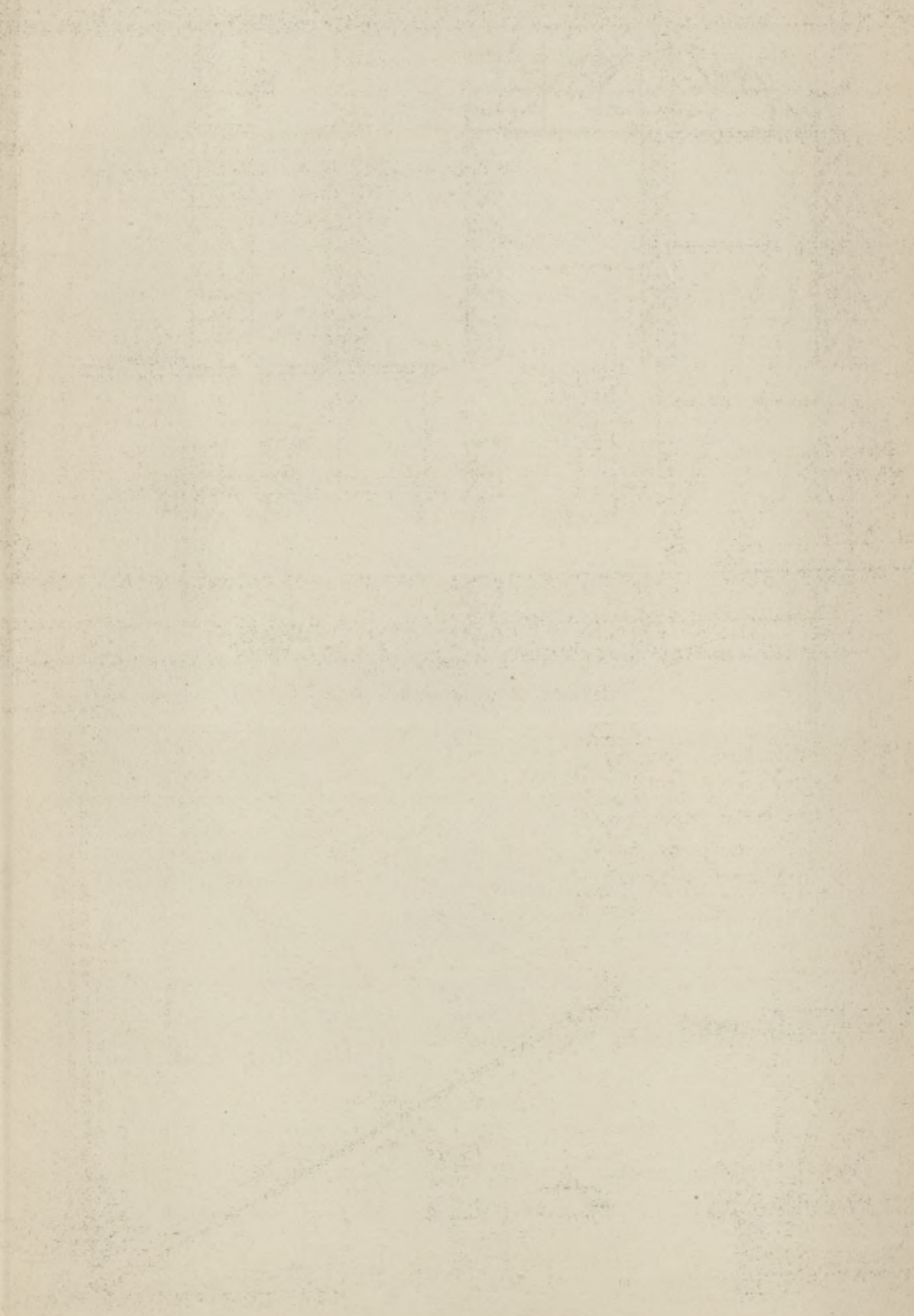
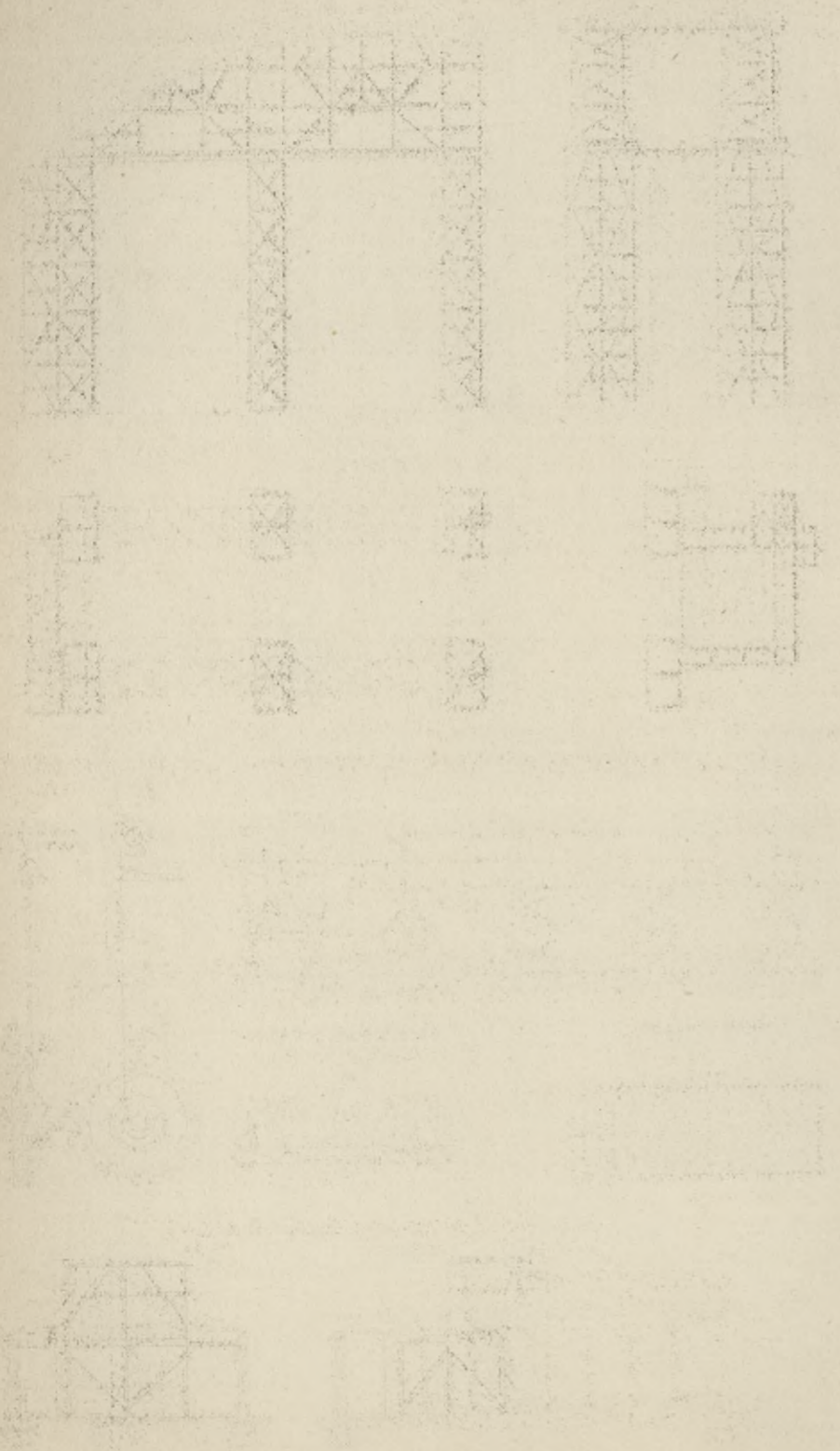


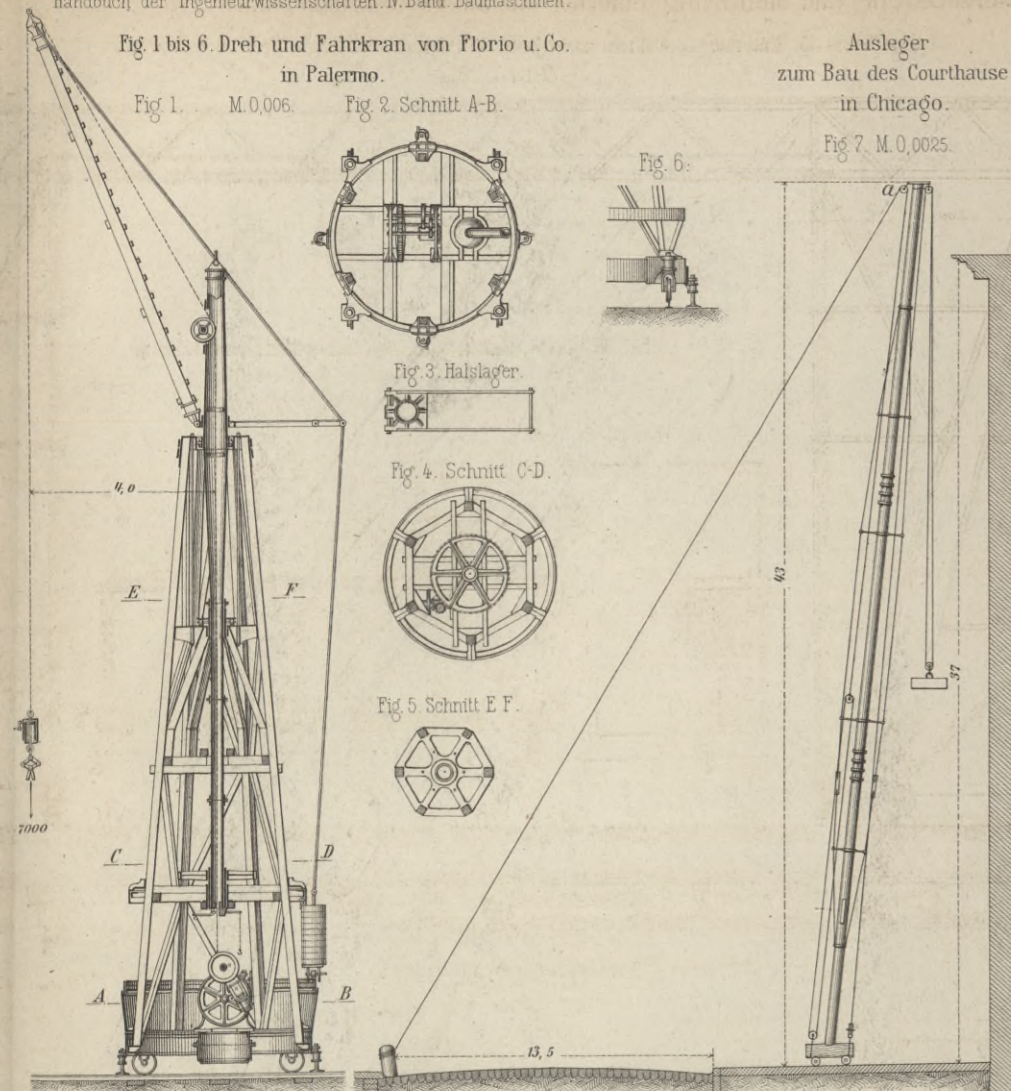
Fig. 20. Gesamtdisposition.





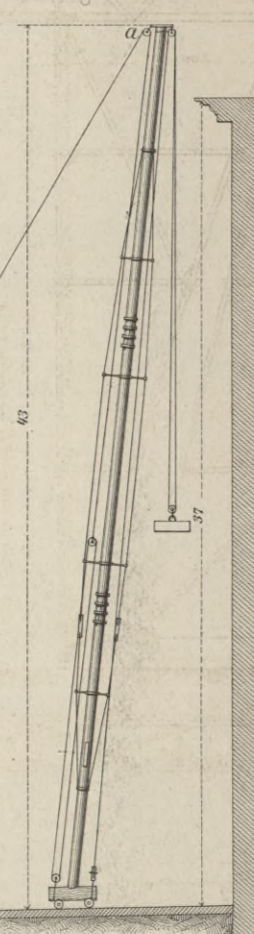
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Fig 1 bis 6. Dreh und Fahrkran von Florio u. Co. in Palermo.



Ausleger zum Bau des Courthouse in Chicago.

Fig 7. M. 0,0025.



Versetzkranen und Montirung eiserner Hochbaukonstruktionen.

Fig 13 bis 15. Eiserner Laufkran zum Bau des Bahnhof Königsbrücke in Berlin.

M. 1:100

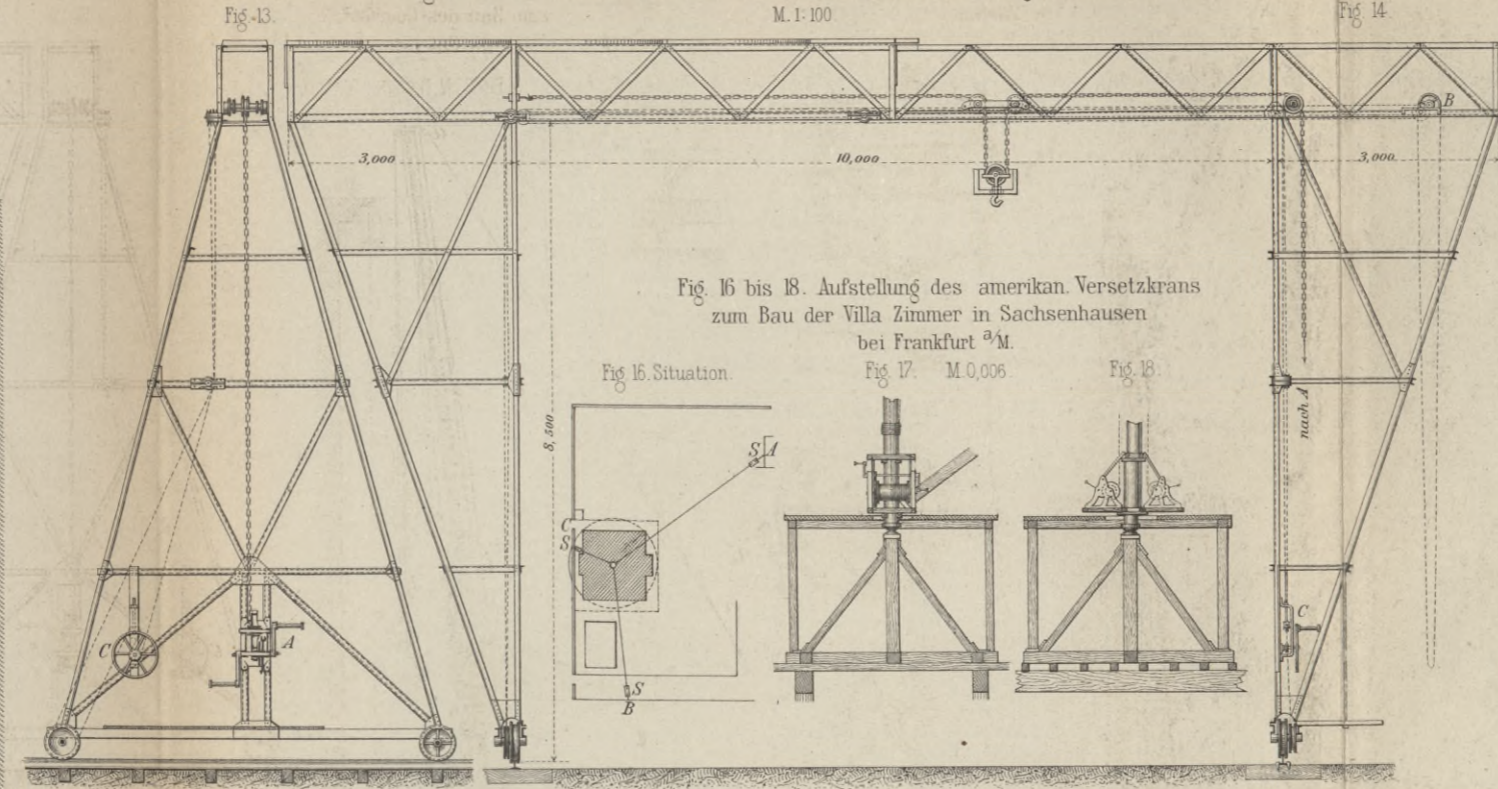


Fig 16 bis 18. Aufstellung des amerikan. Versetzkran zum Bau der Villa Zimmer in Sachsenhausen bei Frankfurt a.M.

Fig 17. M. 0,006.

Fig 18.

Fig 16. Situation.

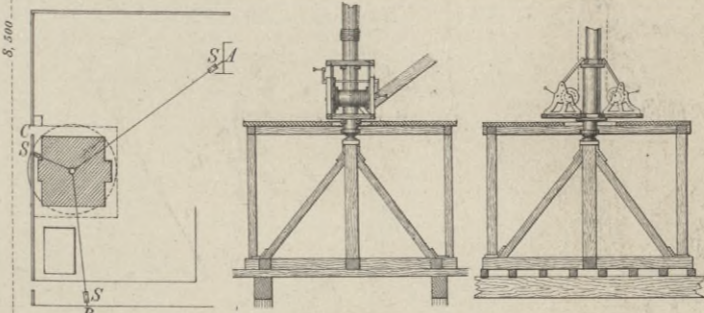


Fig 15. Grundriss.

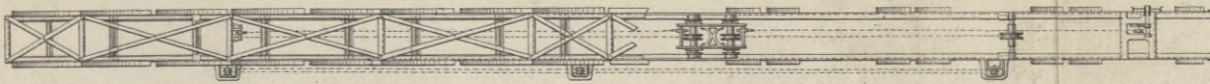
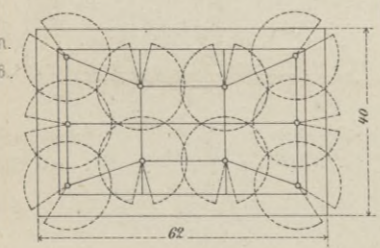


Fig 19 bis 22. Amerikanischer Drehkran.

M. 0,006.

Fig 19. Situation. M. 0,0006.



Fahrbarer Dampfkrum zum Bau des Orleansbahnhofs in Paris.

Fahrbarer Versetzkran beim Bau des Collège Chaptal in Paris.

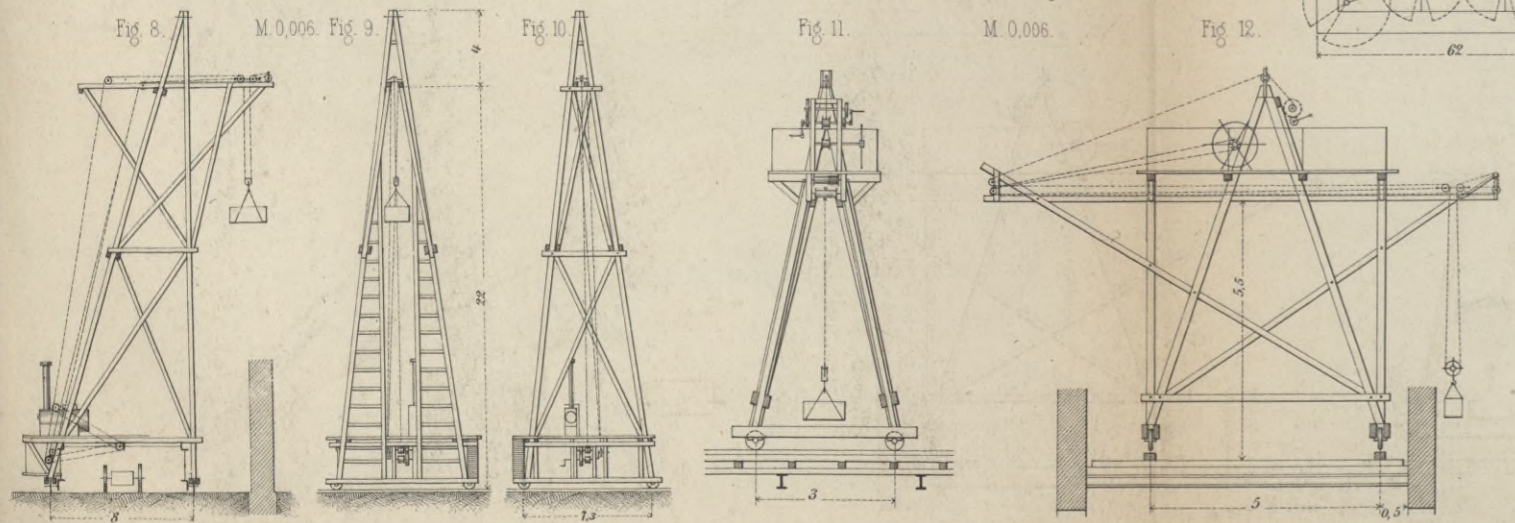


Fig 23 bis 31. Montirung des Hallendaches vom Berlin-Anhalter Bahnhof in Berlin.

Fig 24. M. 0,0015.

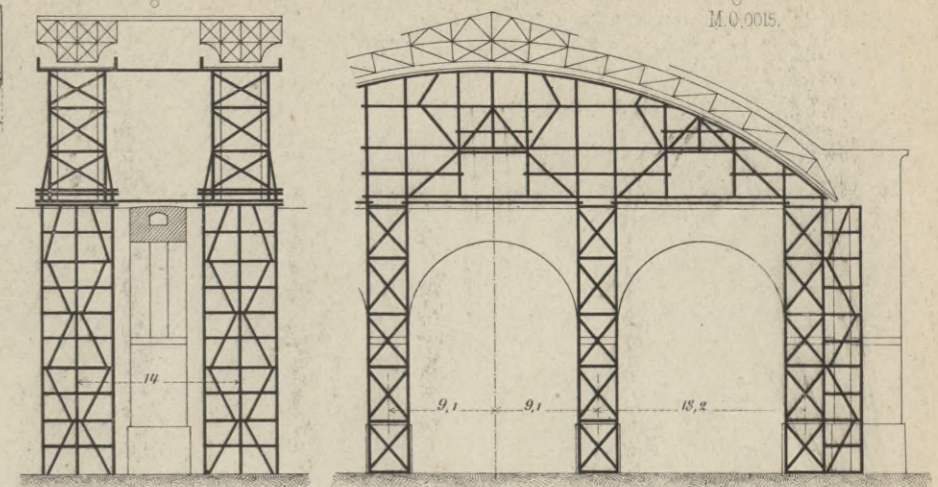
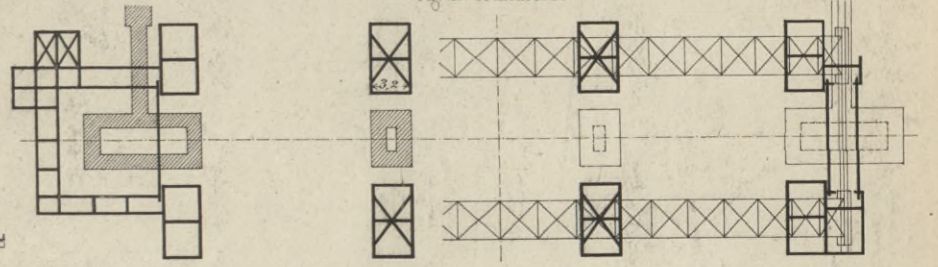


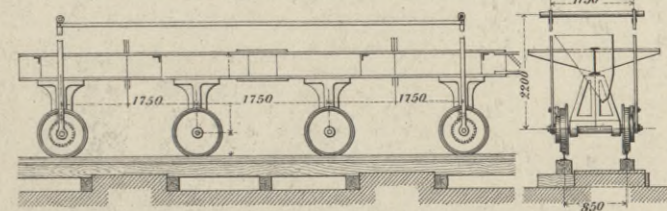
Fig 25. Grundriss.



Wagen z. Ueberschieben der Binder auf den Seitenmauern.

Fig 26.

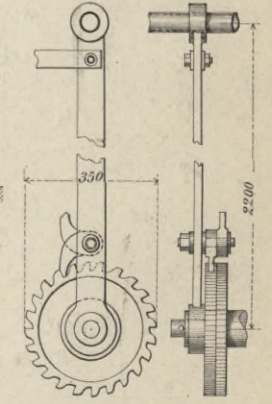
M. 1:100.



Details der Ratsche.

Fig 28.

Fig 29.



Hallengrundriss.

Fig 30.

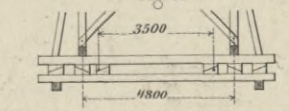
M. 1:5000.



Unterkeilung der Obergerüste.

Fig 31.

M. 1:250.

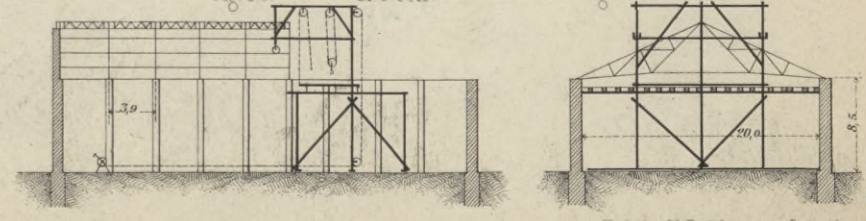


Kesselhaus der Dresdener Gasanstalt zu Reick.

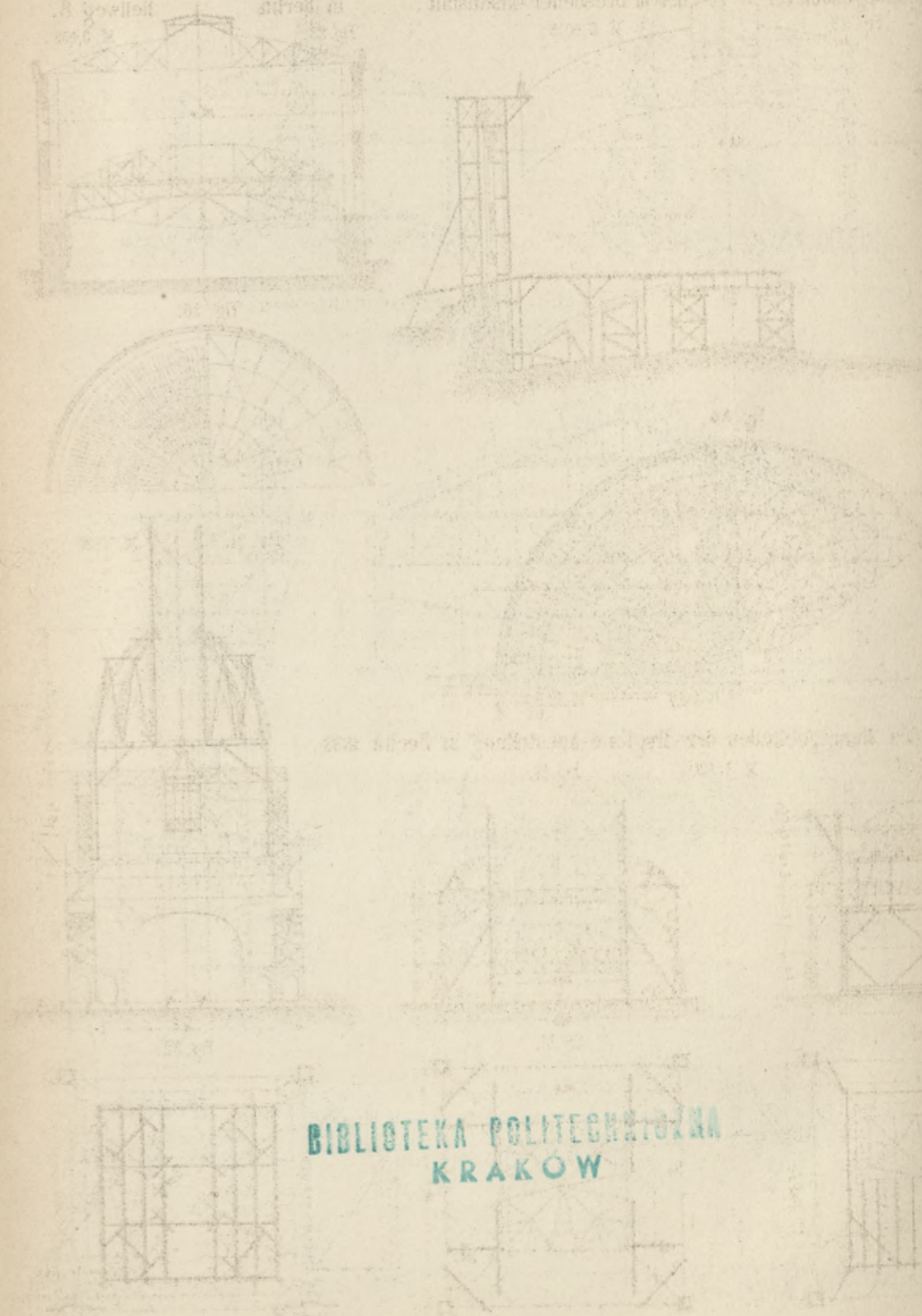
Fig 32.

M. 0,0015.

Fig 33.



Montage des Giebelbalkens
in der Höhe
des Giebelbalkens
auf dem Giebelbalken



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Maschinenhalle der internationalen Ausstellung in Wien. 1873. M. 0,002.

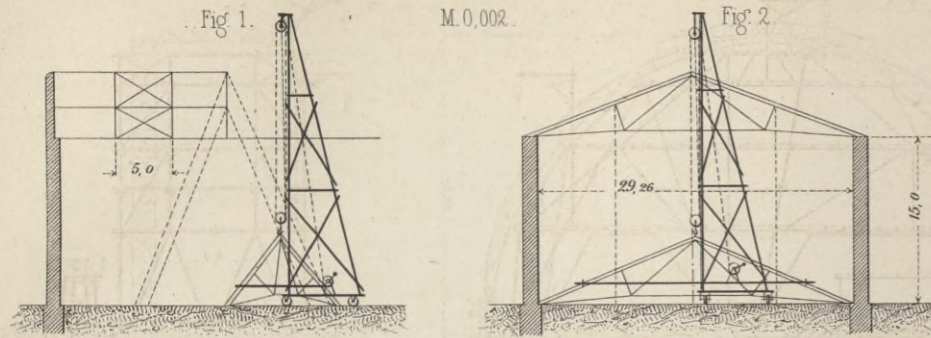


Fig. 3 bis 7. Fahrgerüst zur Montirung des Hallendaches vom Orleansbahnhof Paris. M. 0,0015.

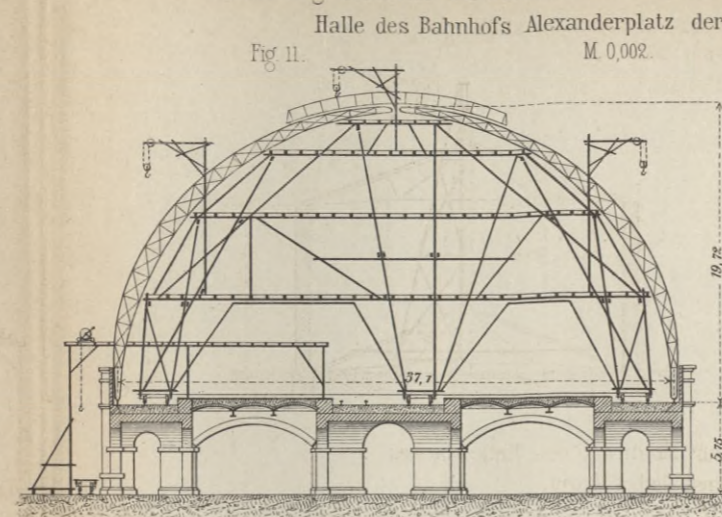
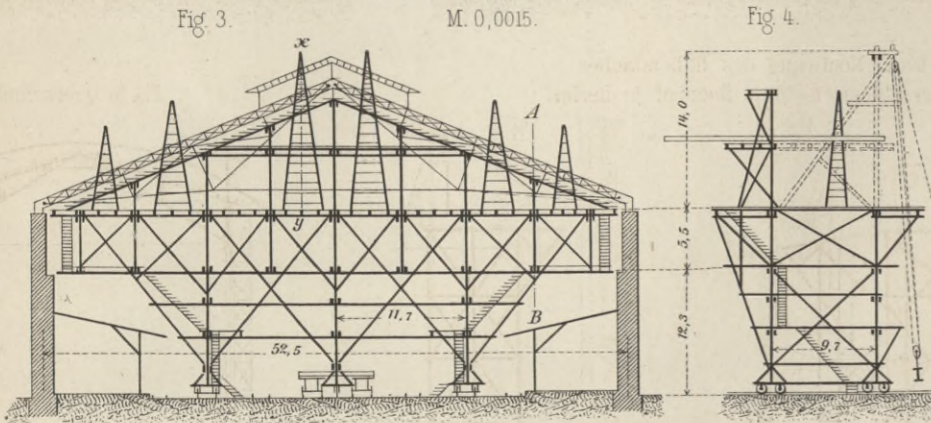


Fig. 13 bis 15. Montirung des Hallendaches vom Niederschlesisch-Märk. Bahnhof in Berlin. M. 0,0015.

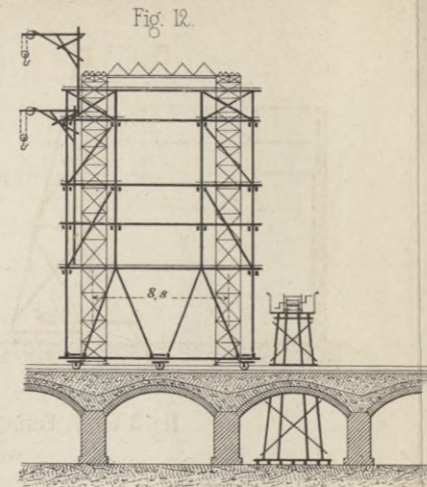
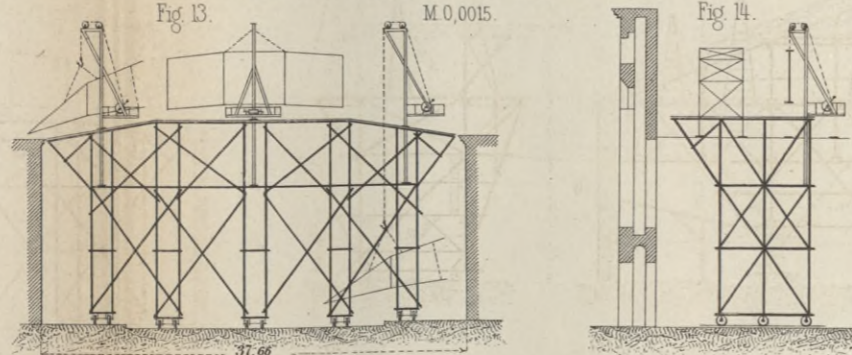


Fig. 16. Querschnitt.

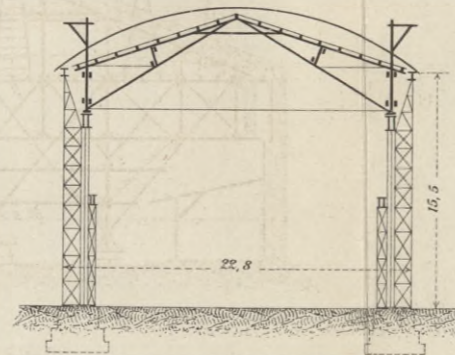


Fig. 17. Grundriss.

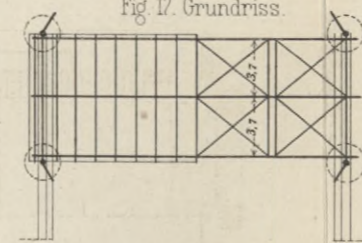
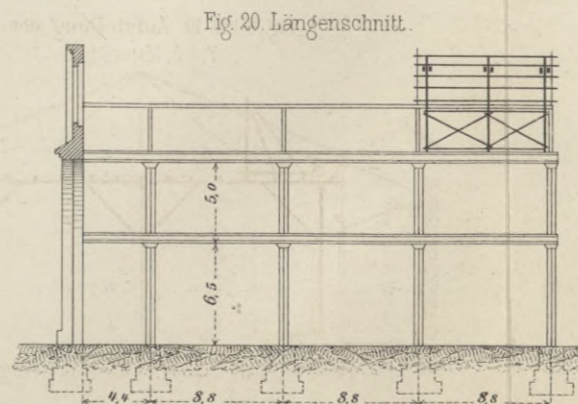


Fig. 16 bis 20. Werkstätte der Maschinen und Schiffbauanstalt Vulkan in Stettin. M. 1:500.



Retortenhaus der Dresdener Gasanstalt in Reick. M. 0,0015.

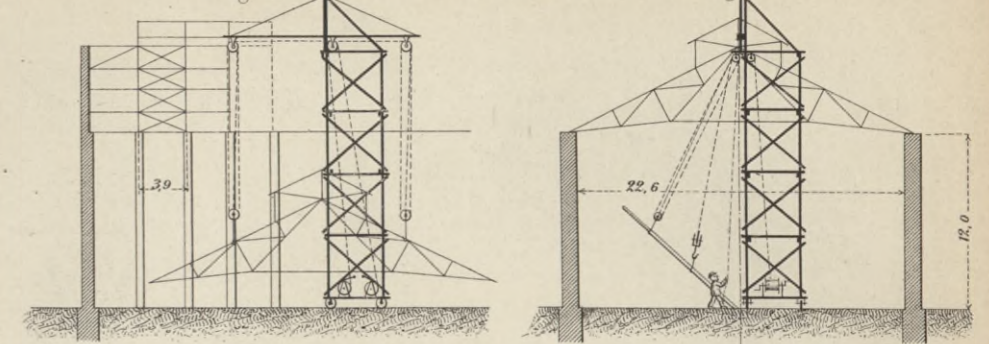
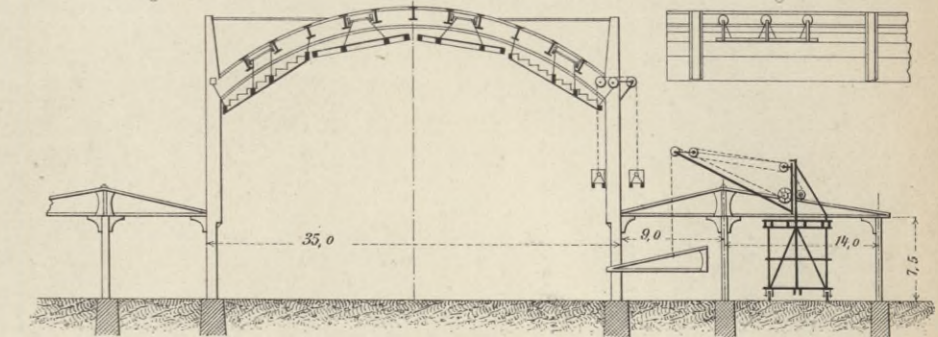


Fig. 23 bis 26. Industriegebäude der internationalen Ausstellung in Paris. 1867.



Aufstellung der Säulen und Dachbinder.

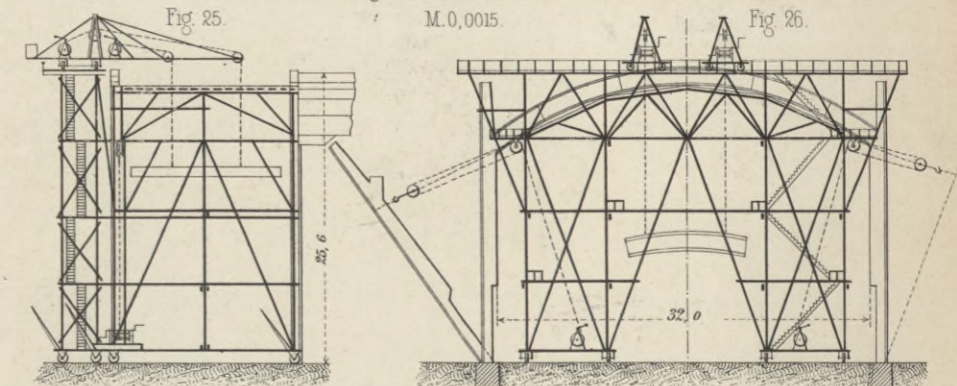
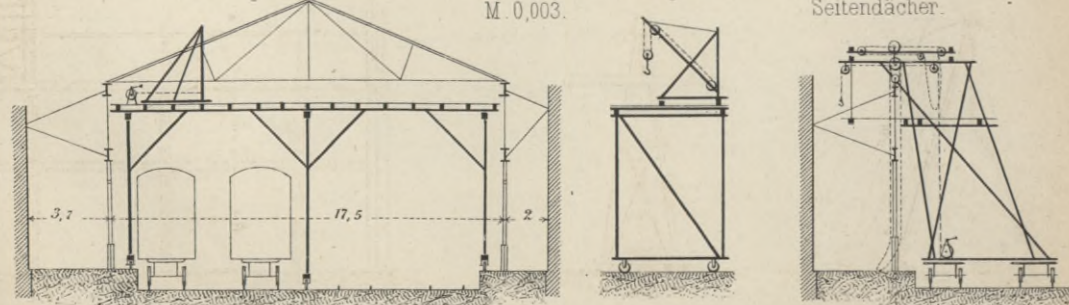


Fig. 8 bis 10. Aufstellung der Hallendächer des Bahnhofs in Altona. M. 0,003.



Aufstellung der Säulen und Kranträger. M. 0,0015.

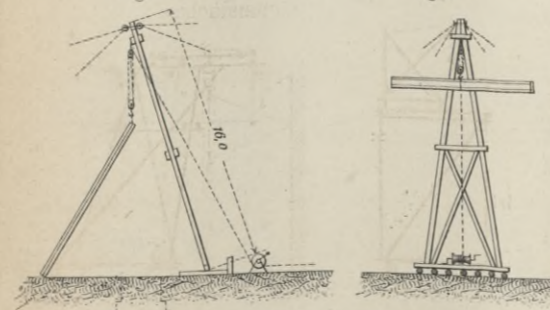
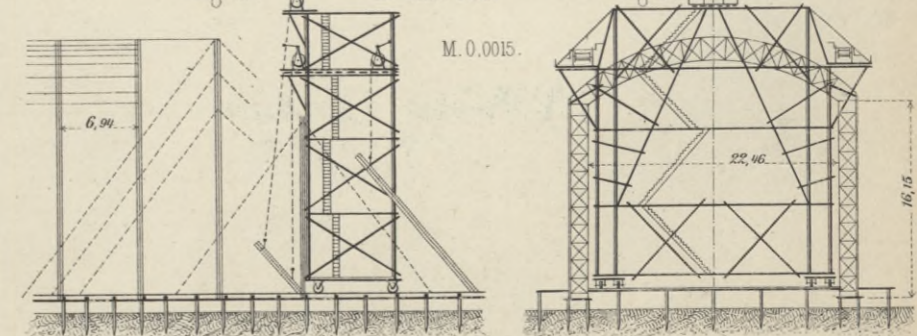
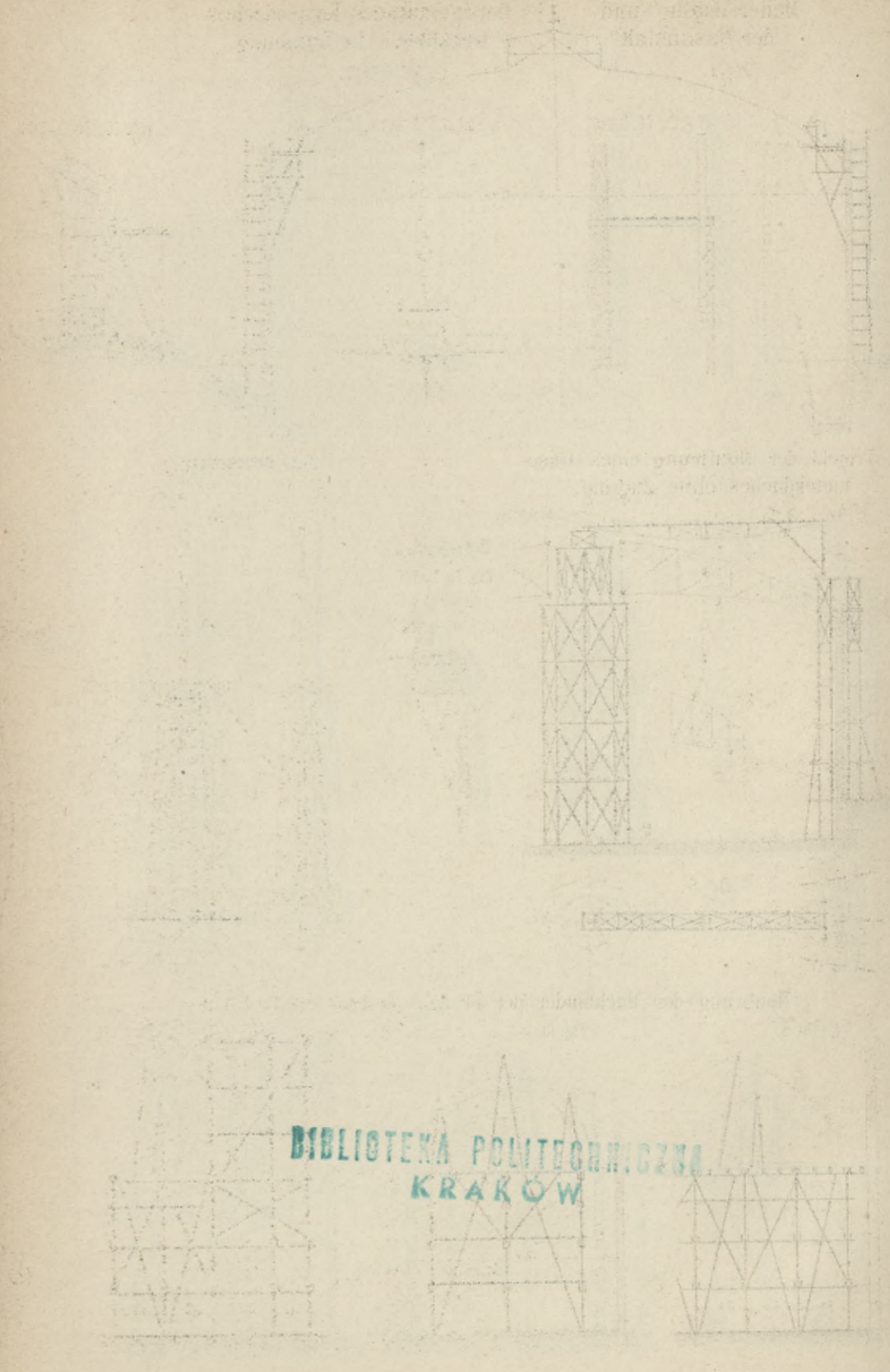
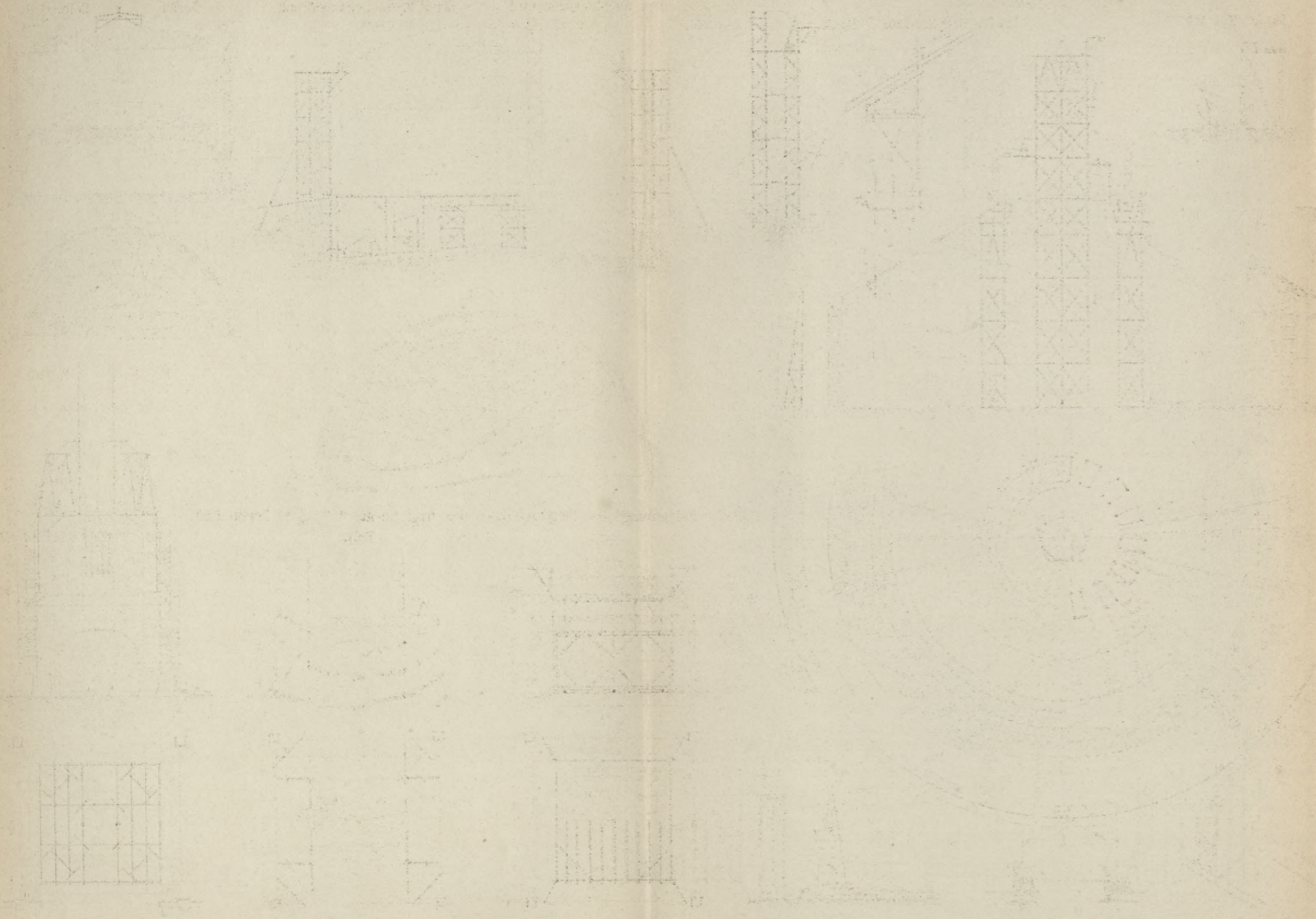


Fig. 20. Längenschnitt.

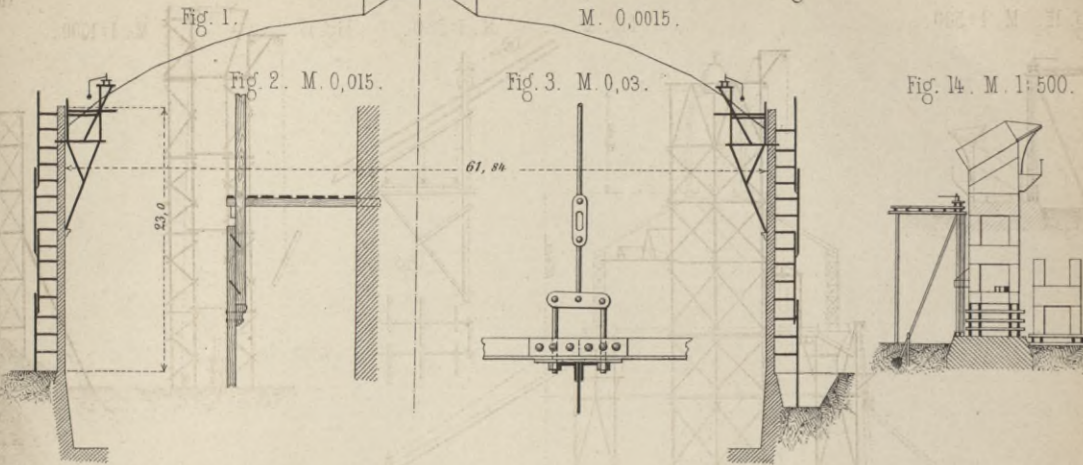
Halle des Industriegebäudes der internationalen Ausstellung in Wien 1873. M. 0,0015.



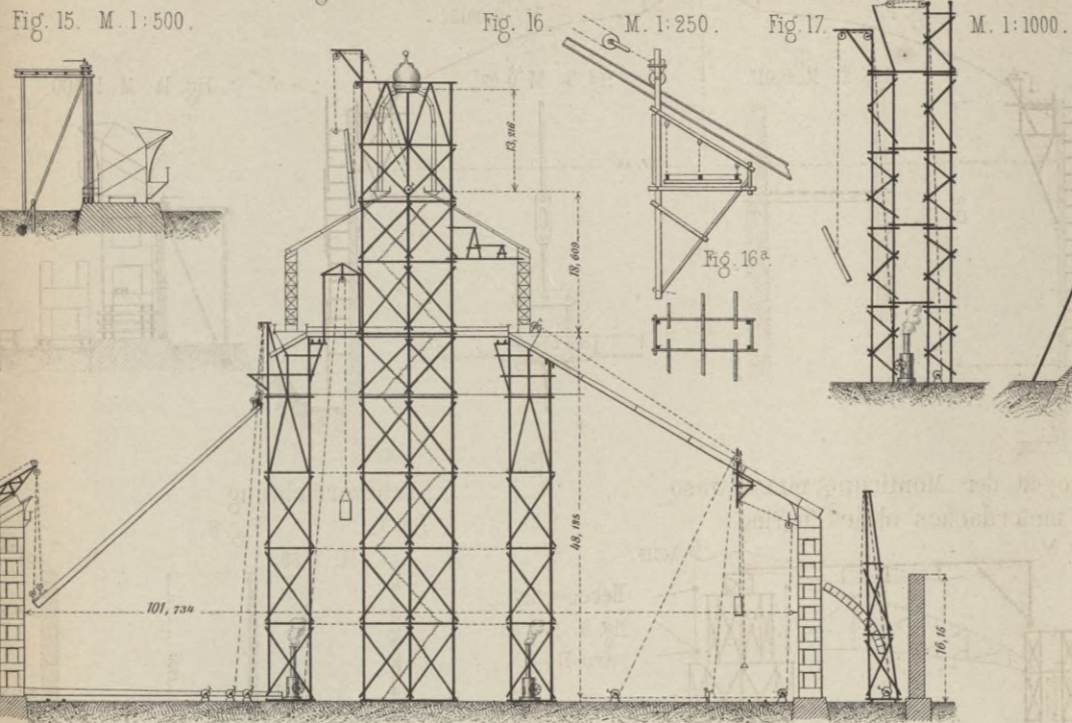


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

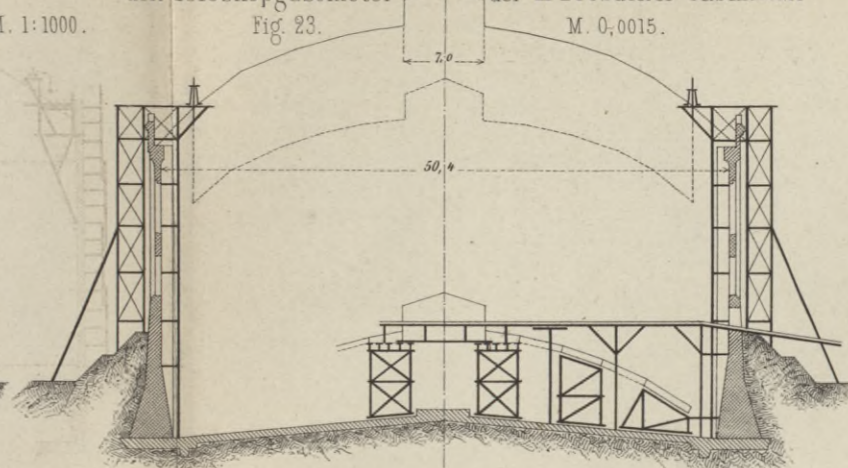
Mauerrüstung und Hebegeüst des Kuppeldaches der Gasanstalt Grasbrook in Hamburg.



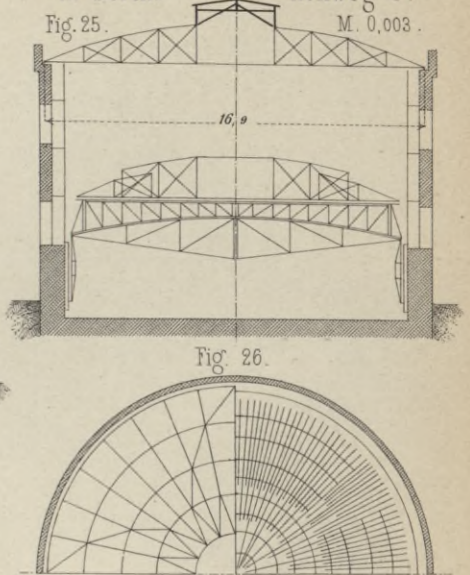
Rotunde der internationalen Ausstellung Wien 1873. (Fig. 12-22.)



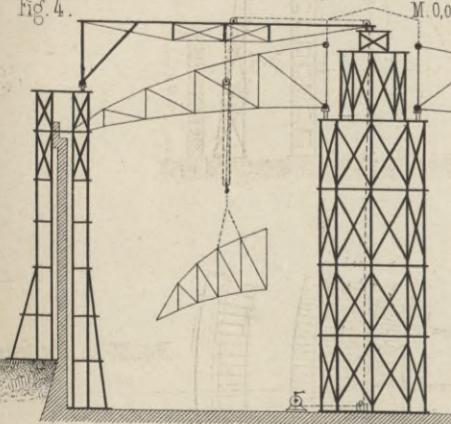
Mauergerüst, Montirungs- und Hebegeüst für den Teleskopgasometer der III Dresdener Gasanstalt.



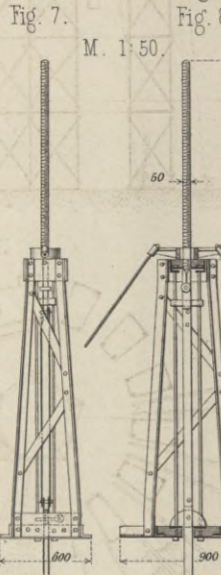
Montirung des Gasometerdaches in Berlin Hellweg 8.



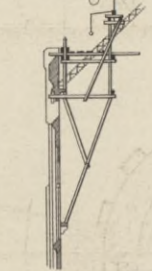
Projekt der Montirung eines Gasometerdaches ohne Zugring.



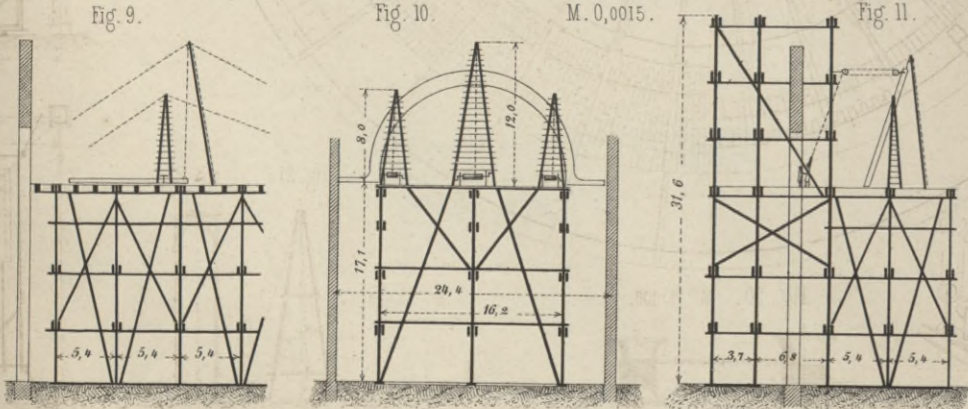
Hebevorrichtung.



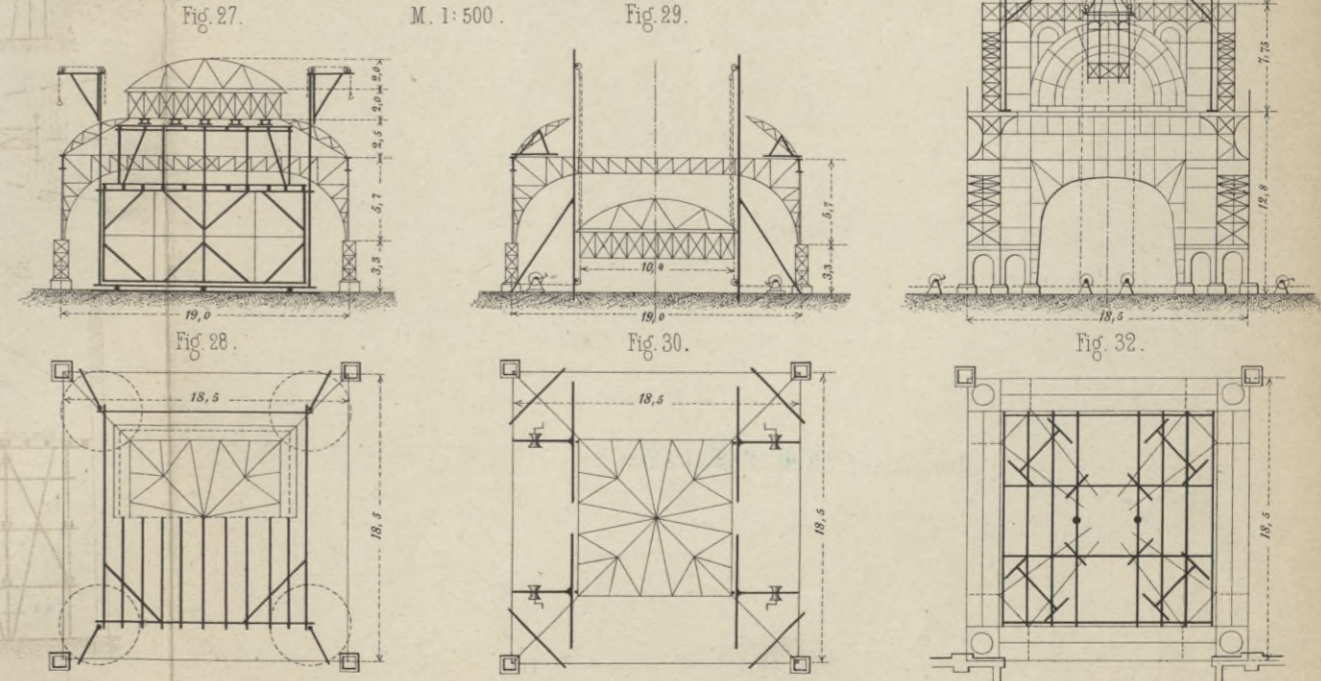
Hebegeüst.

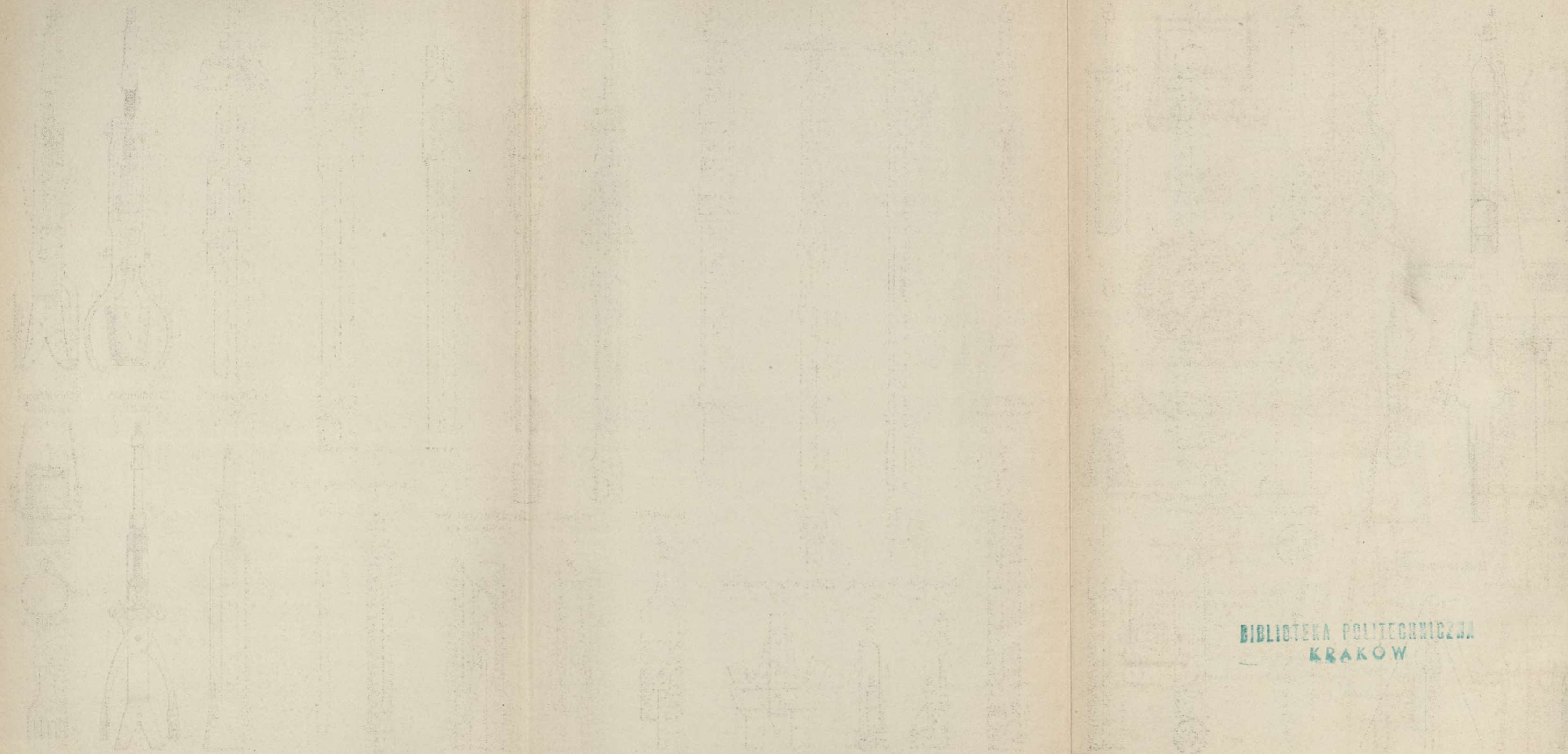


Montirung der Dachbinder der Dreifaltigkeitskirche in Paris.



Aufstellung des Hauptgebäudes der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1883.

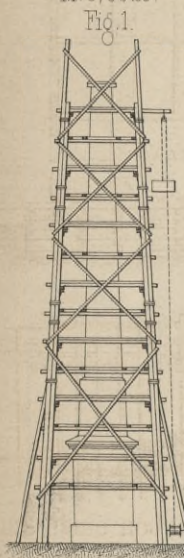




BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
 KRAKÓW

Festes Gerüst zur Erbauung eines Schornsteins.

M. 0,0025.



Errichtung eines Schornsteins in Barmen.

M. 0,0025.

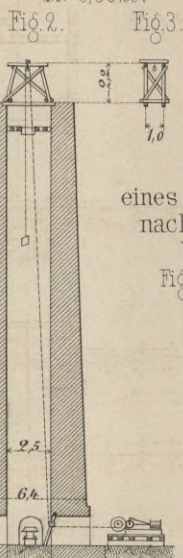
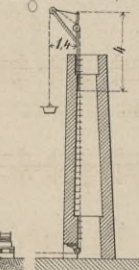


Fig. 4 u. 5. Erbauung eines Schornsteins nach der Methode Vassiere.

M. 0,0025.



Gerüst für die Turmspitze der Cathedrale zu Chalon.

M. 0,0025.

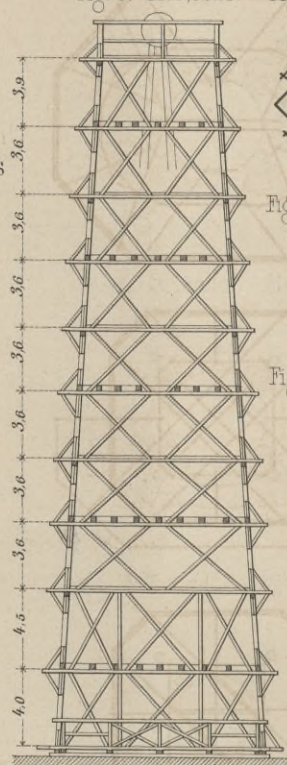


Fig. 17-23. Turm Katholische Hof-

Fig. 21. Schnitt G-H.



Fig. 22. Schnitt F-K.

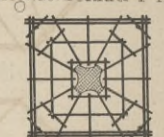


Fig. 23. Schnitt L-M.



Fig. 17.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

aa

bb

cc

dd

ee

ff

gg

hh

ii

jj

Gerüst für die kirche in Dresden.

Fig. 18. Schnitt A-B.

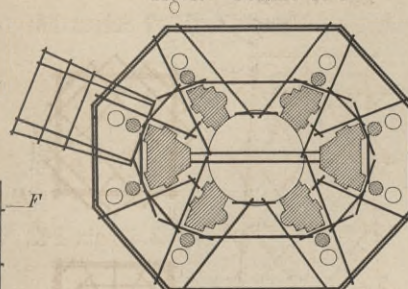


Fig. 19. Schnitt C-D.

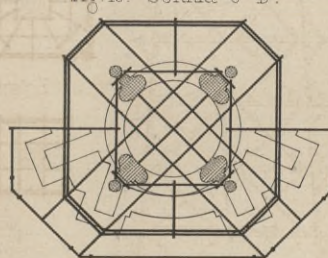
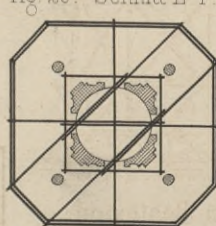


Fig. 20. Schnitt E-F.



Schornsteinaufführung von Custodis u.Co.

M. 0,0025. Fig. 26.

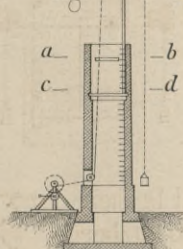
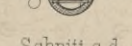


Fig. 27.



Schnitt a-b.

Fig. 28.



Schnitt c-d.

Fig. 29.

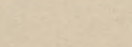


Fig. 31 u. 32. Verschiebung eines Hauses.

M. 0,004.

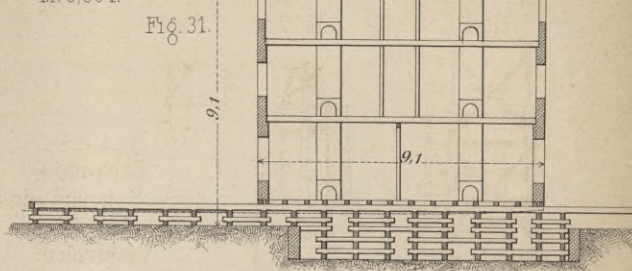


Fig. 32.

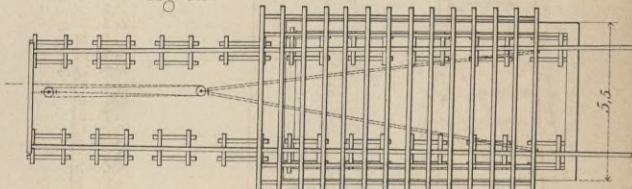


Fig. 33 u. 34. Vorrichtung zum Heben eines Daches.

Fig. 33.

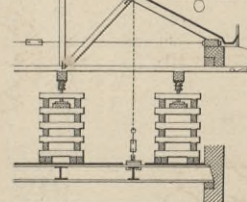
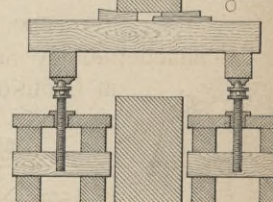


Fig. 34.



Errichtung der Säule von Devenport M. 1: 250. Fig. 30.

Hebung des Daches des Stationsgebäudes der M.N.B. zu Darmstadt M. 0,006. Fig. 35.

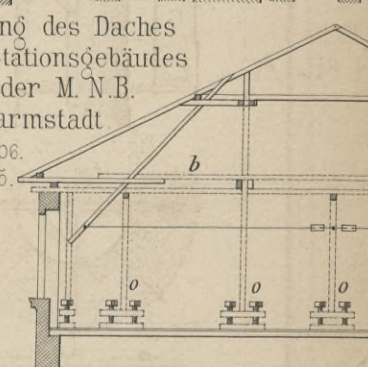


Fig. 36.

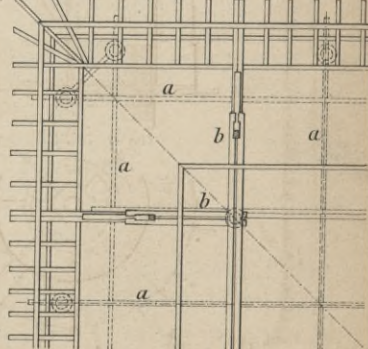


Fig. 7 bis 11. Schmiedeiserner Schornstein in Creusot.

M. 0,006.

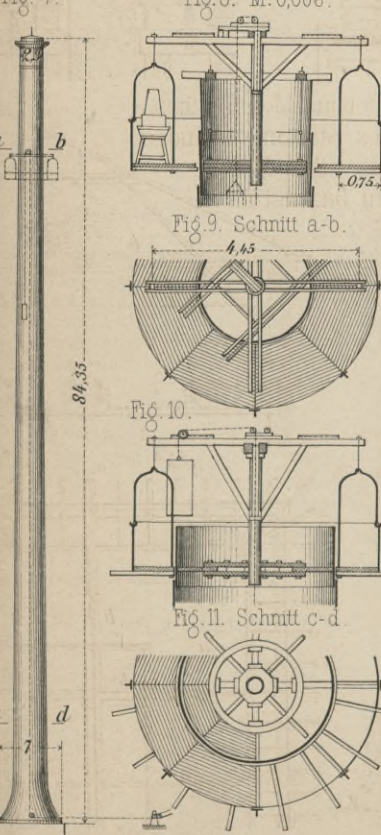
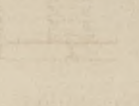


Fig. 5. M. 0,006.

M. 0,006.



Maschine zum Besteigen von Säulen und Kaminen.

Fig. 12. M. 0,0125. Fig. 13.

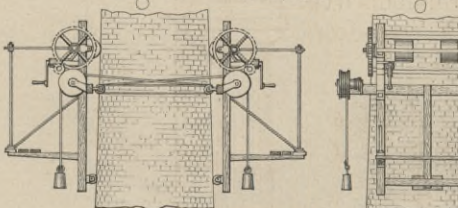


Fig. 14 bis 16. Heben und Drehen des Denkmals auf dem Kreuzberge in Berlin.

Hydr. Presse. Disposition.

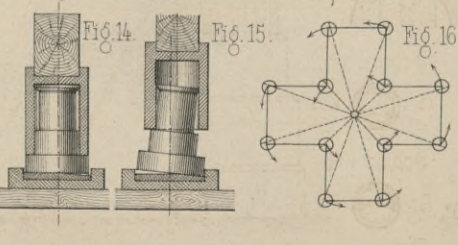
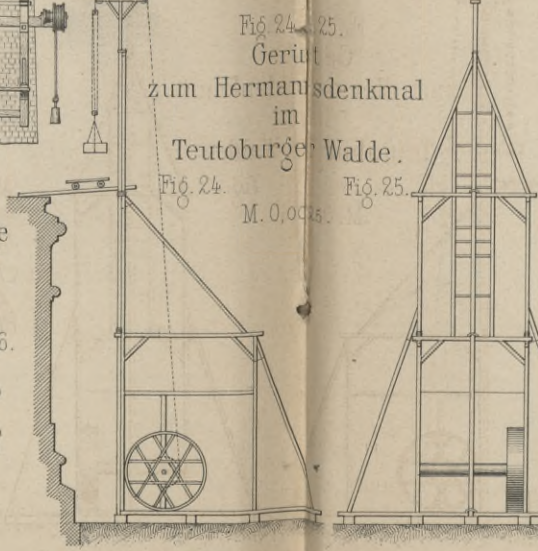
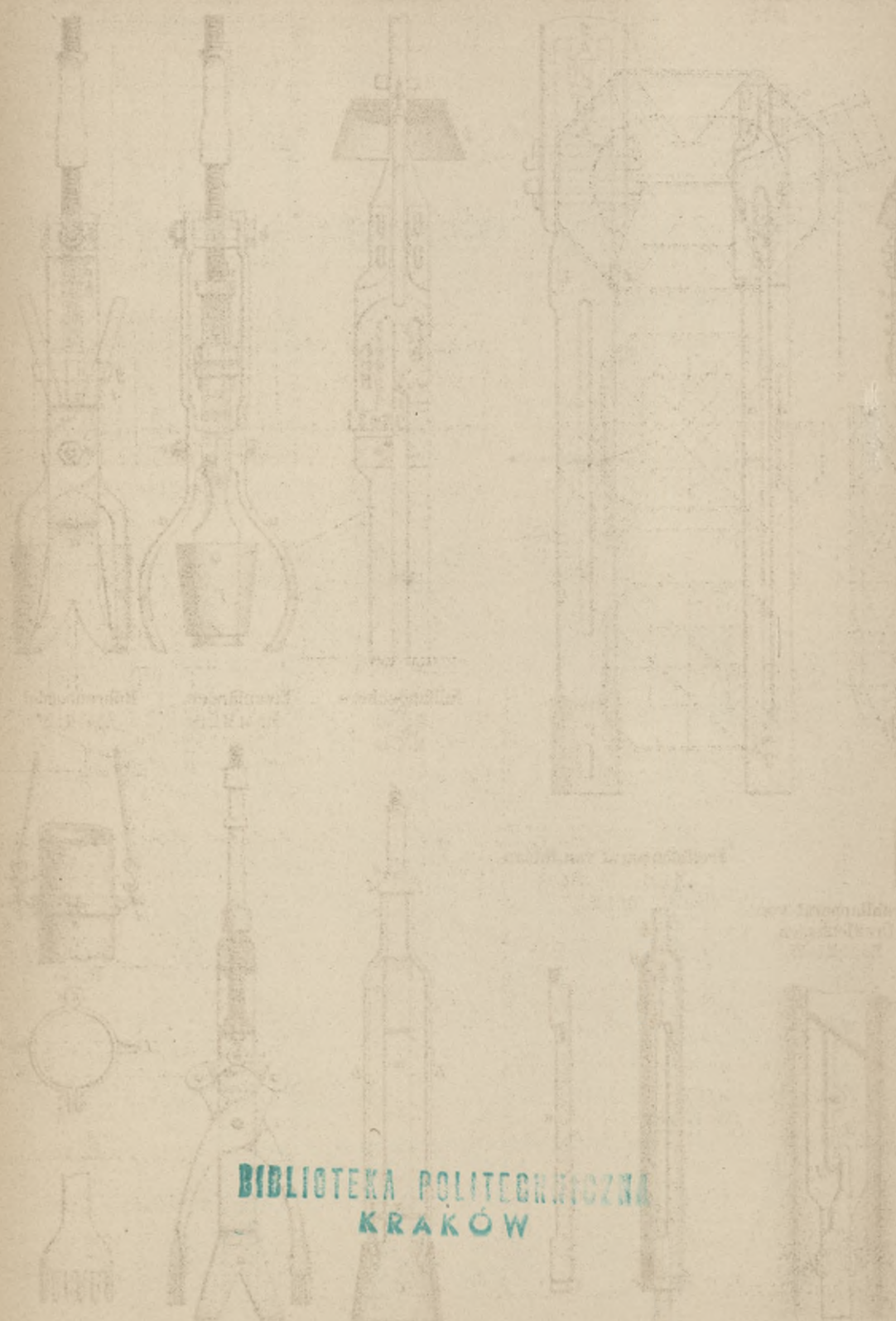


Fig. 24 u. 25. Gerüst zum Hermannsdenkmal in Teutoburger Walde.

M. 0,0025. Fig. 24. Fig. 25.



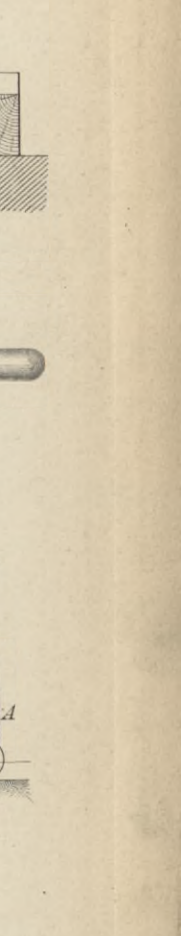
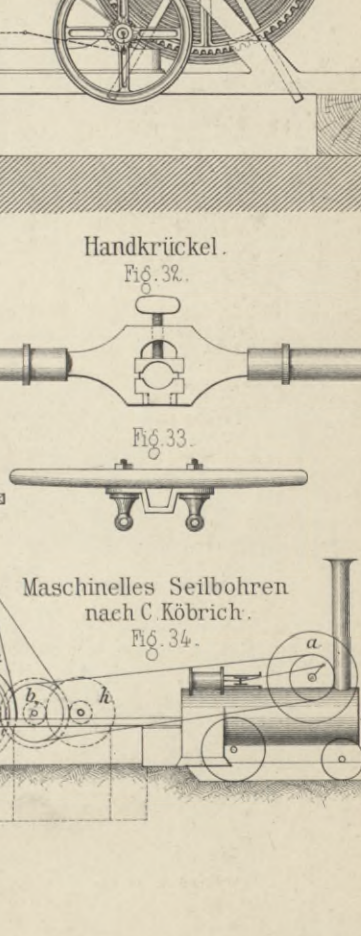
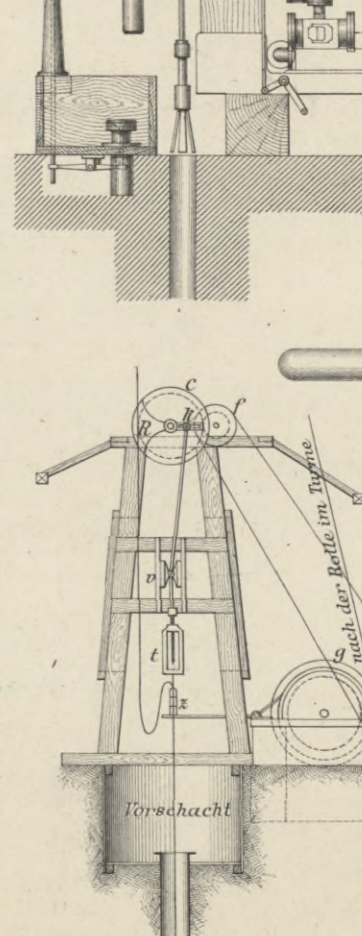
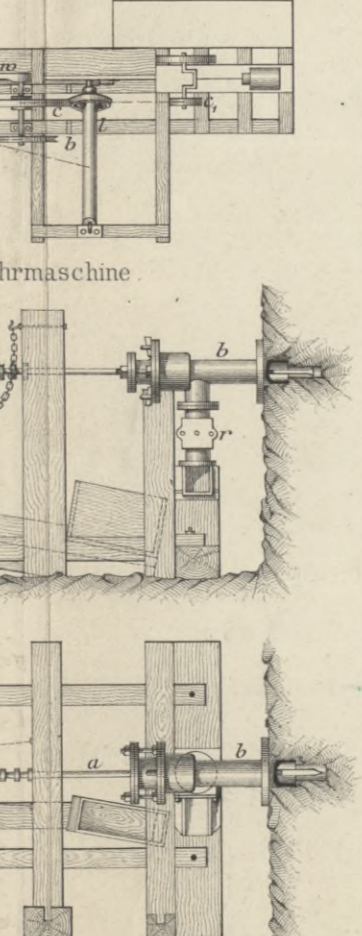
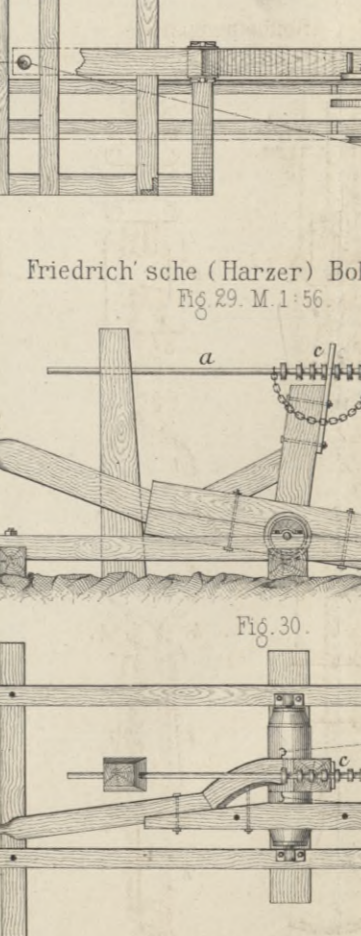
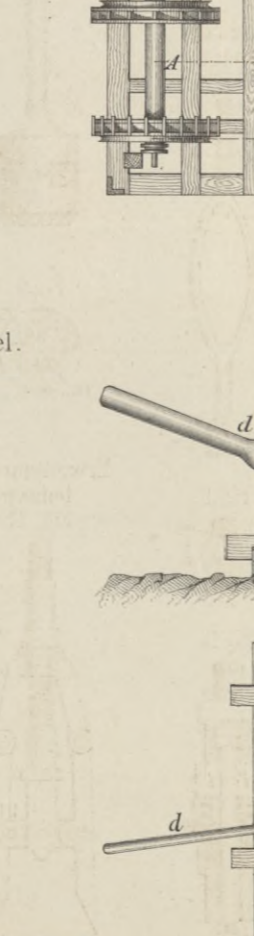
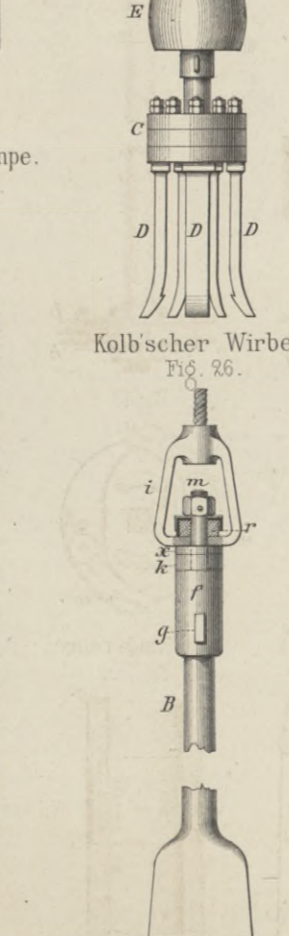
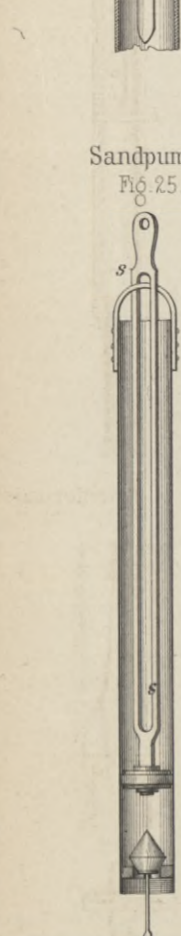
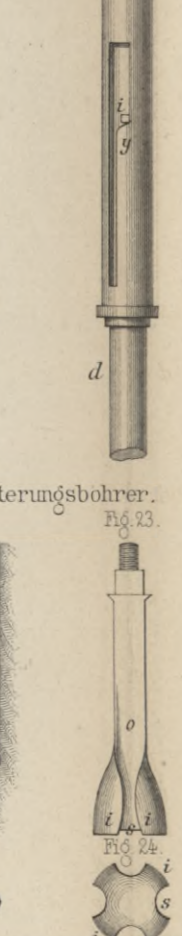
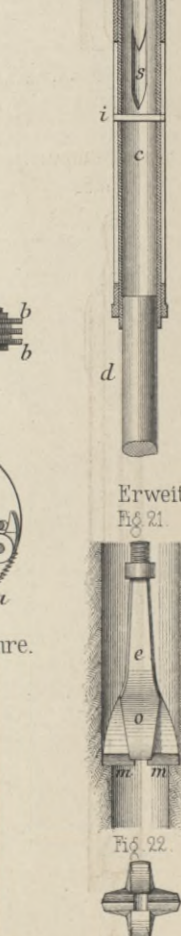
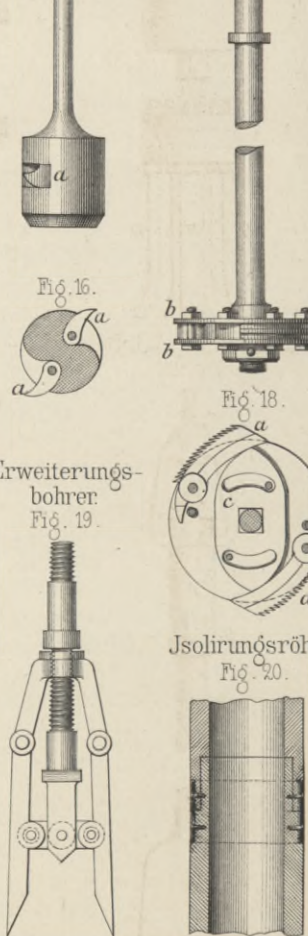
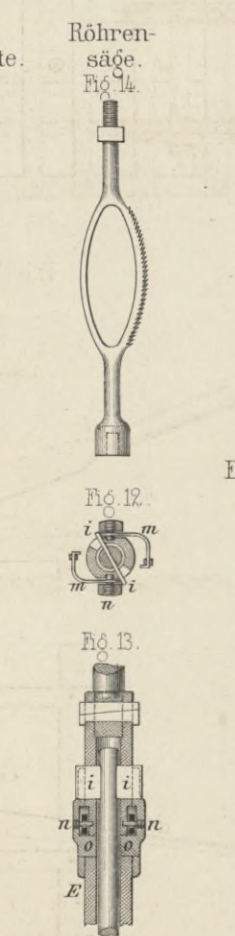
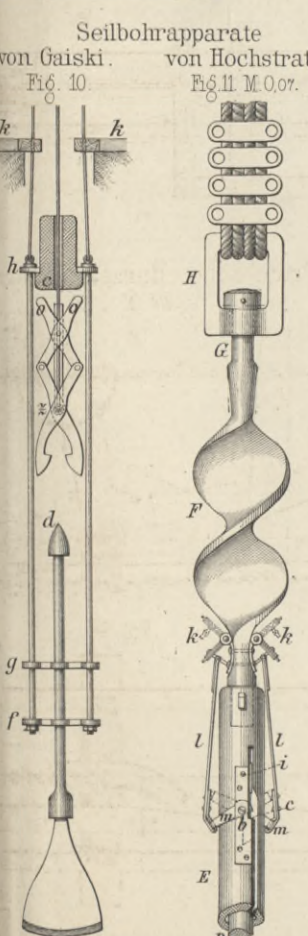
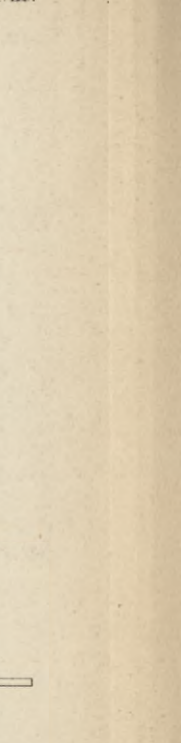
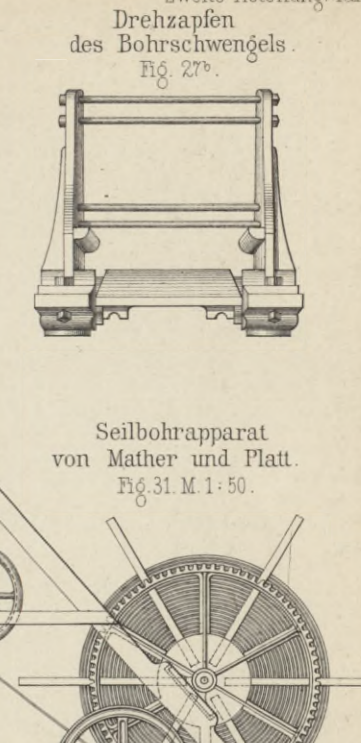
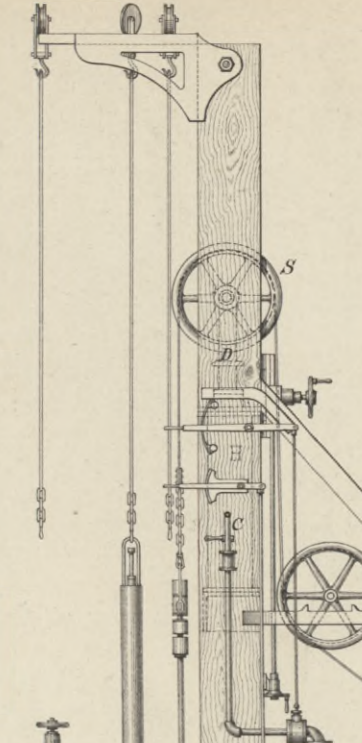
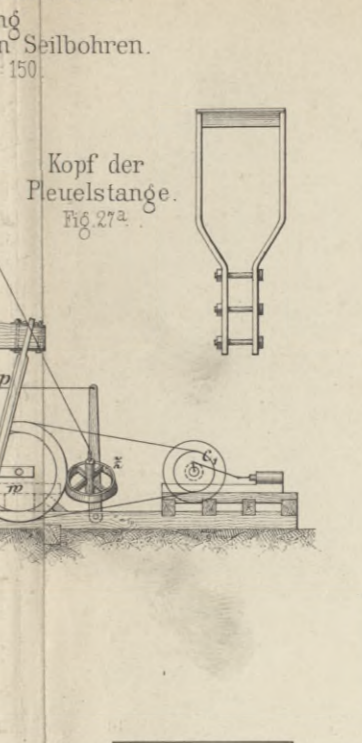
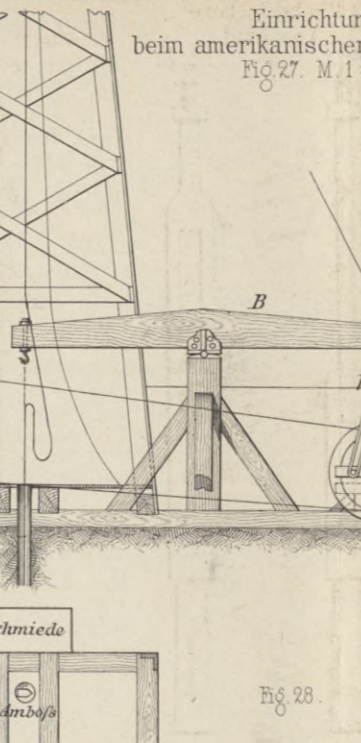
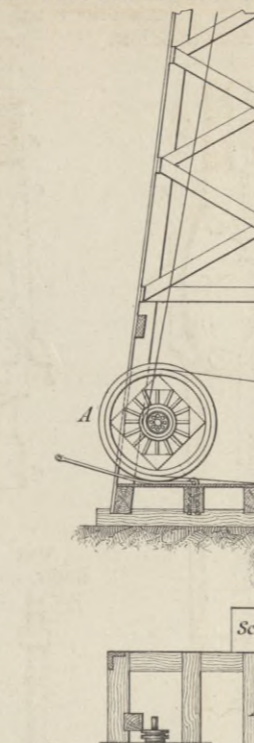
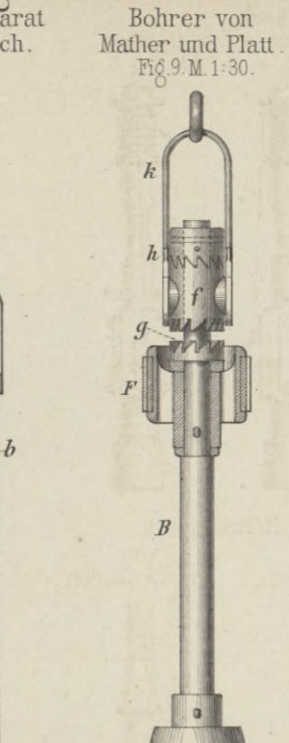
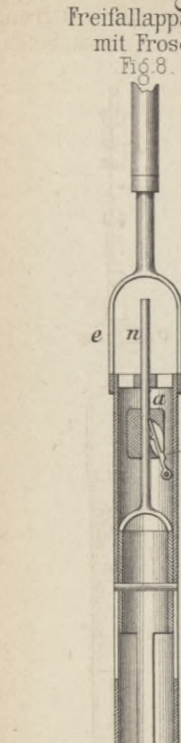
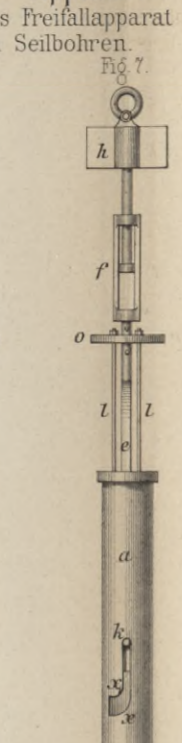
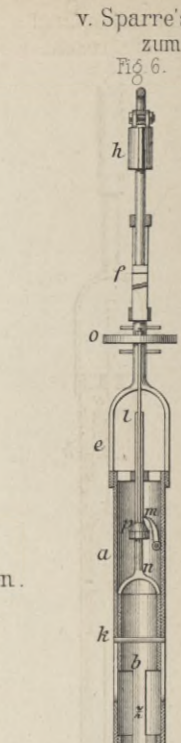
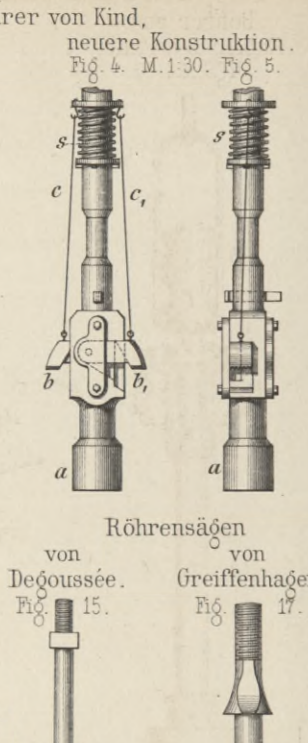
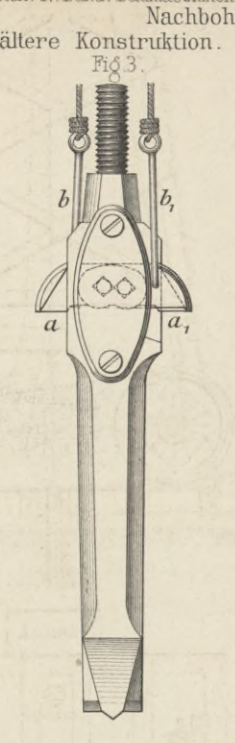
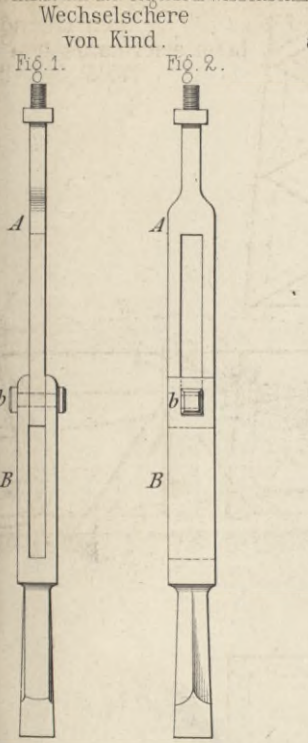
Faint, illegible text at the top of the page, possibly bleed-through from the reverse side.



**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Apparate und Einrichtungen zum Erweitern und Verrohren der Tiefbohrlöcher, sowie zum Seilbohren.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Diamantbohrmaschine für die Tiefbohrung bei Rheinfelden (Schweiz).

Tourenzahl des Bohrers pro Min. 150 - 250.
Erreichte Tiefe : 432^m.

Bohrloch.
Fig. 1. M.1:10.

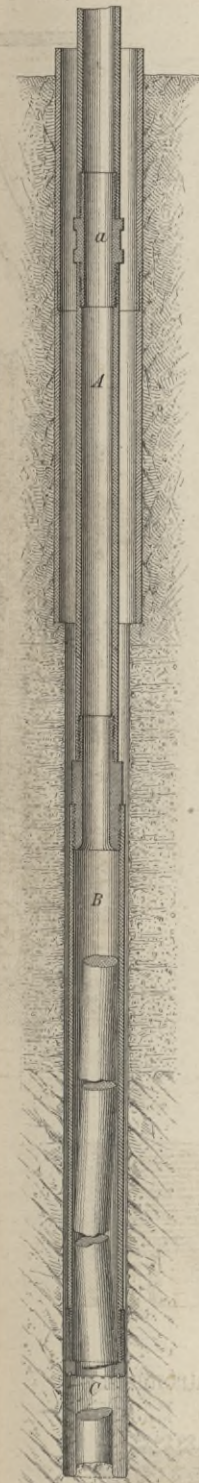


Fig. 2. M.1:30.

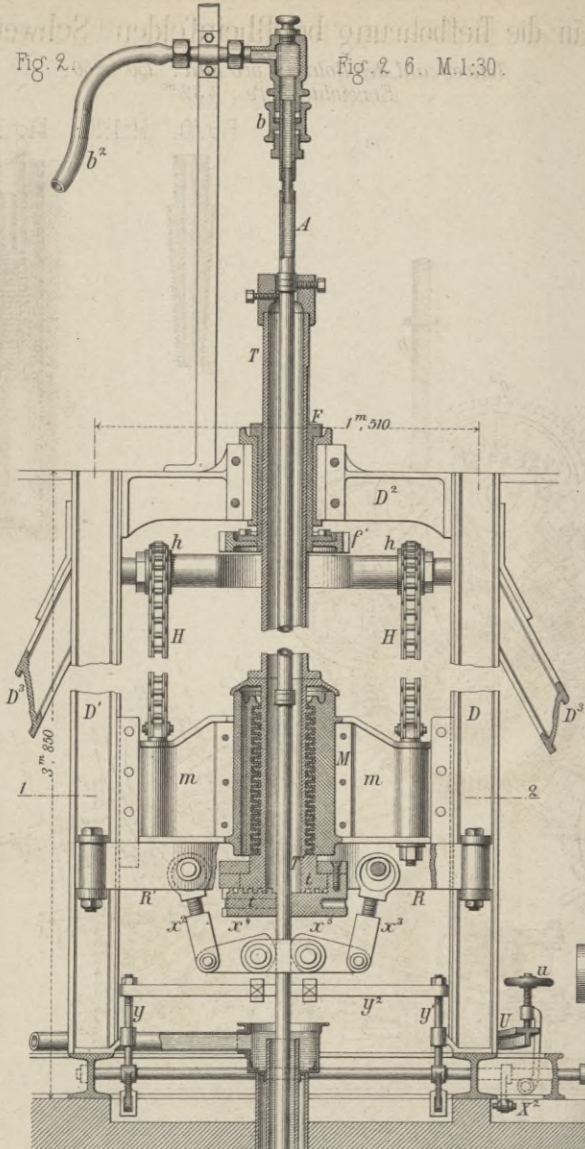


Fig. 4.

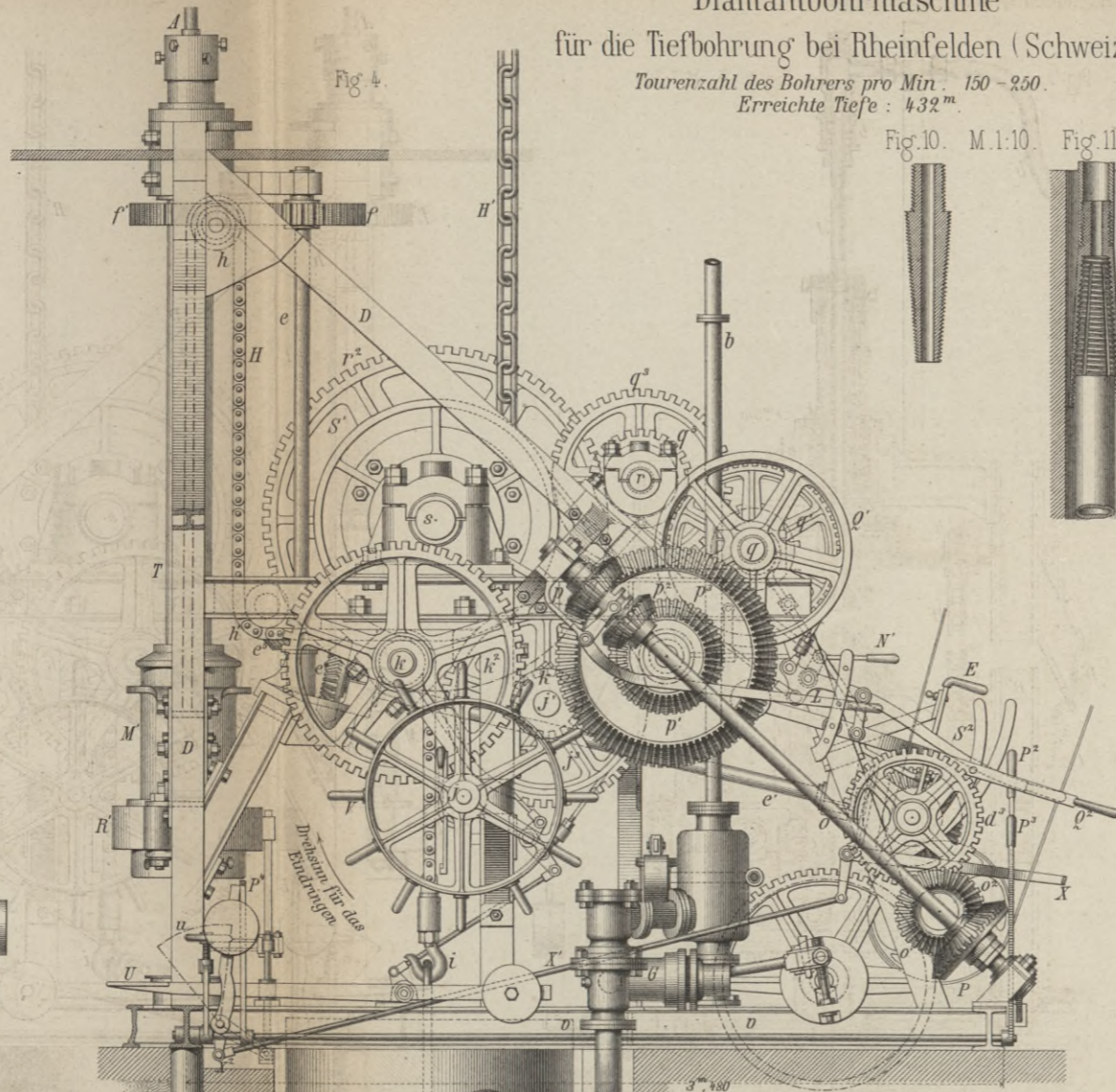


Fig. 10. M.1:10. Fig. 11.

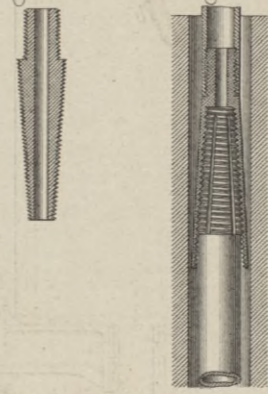


Fig. 6.

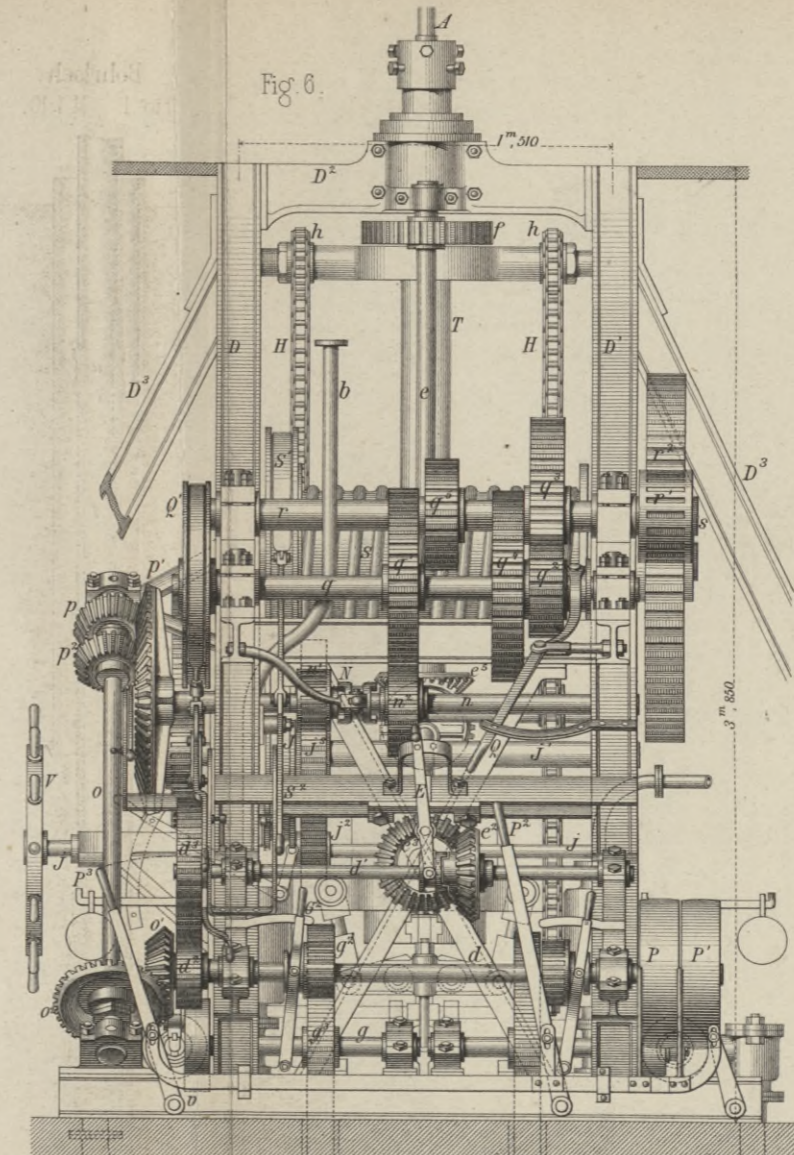


Fig. 16. M.1:3.

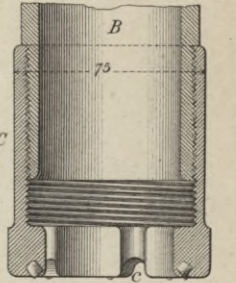


Fig. 17.



Bohrhütte.
Fig. 18. M.1:100.

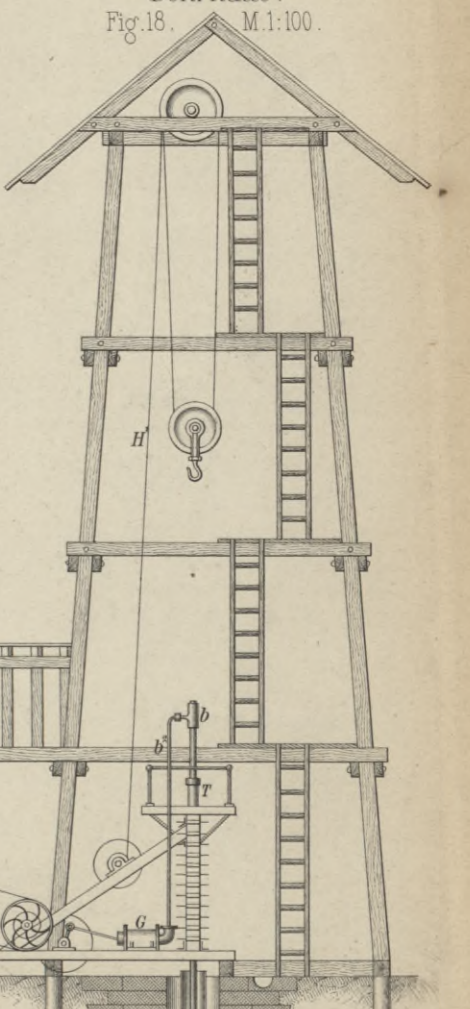


Fig. 7. M.1:30.



Fig. 8. M.1:30.

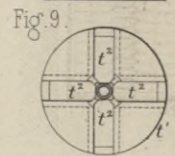
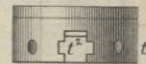


Fig. 3.
Schnitt nach 1-2.

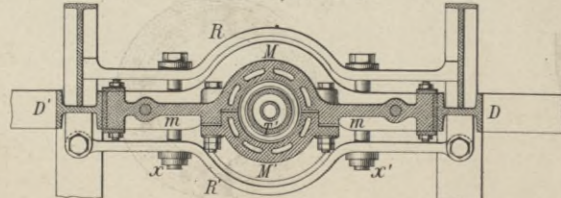


Fig. 19. M.1:3.

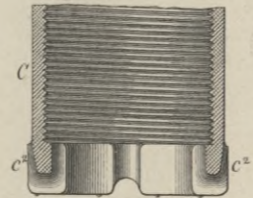
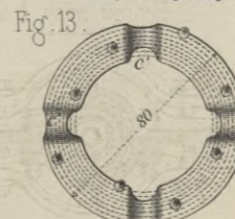
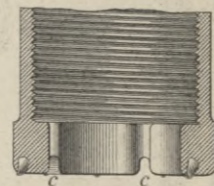
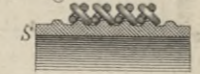


Fig. 14. M.1:3.

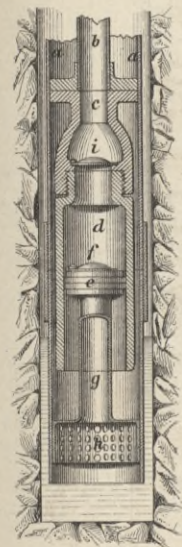


Kettentrommel.
Fig. 15. M.1:30.

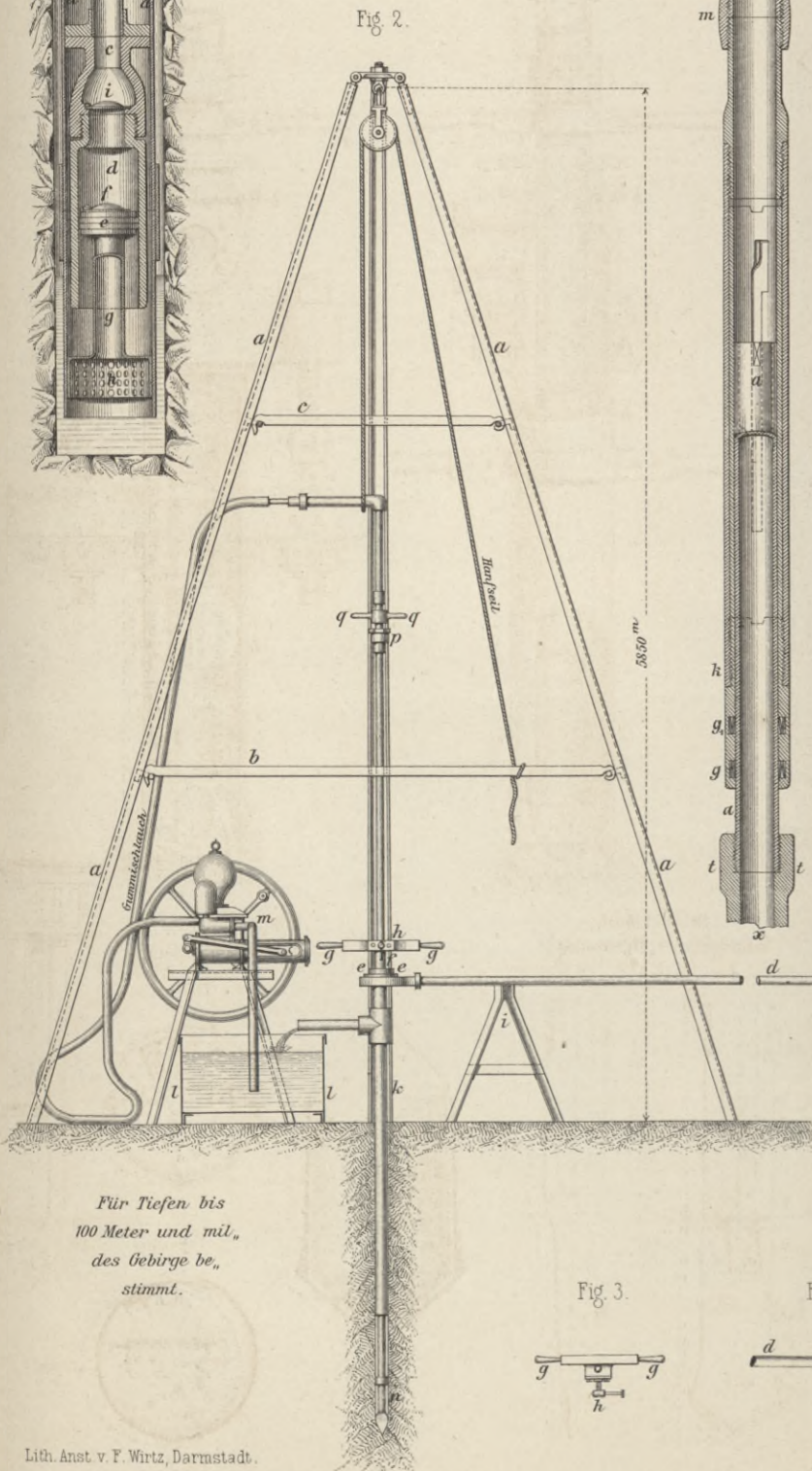


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Bohrpumpe von Donnadieu. M. 1:10. Fig. 1.



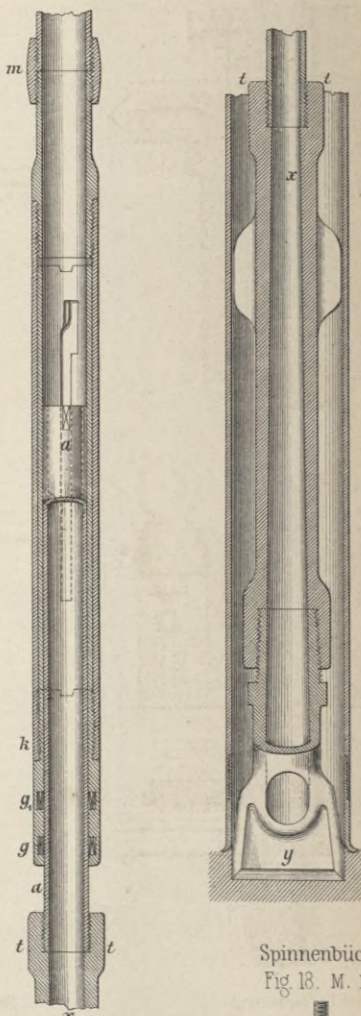
Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktien-Gesellschaft Humboldt in Kalk a. Rh. Fig. 2-4. M. 1:42.



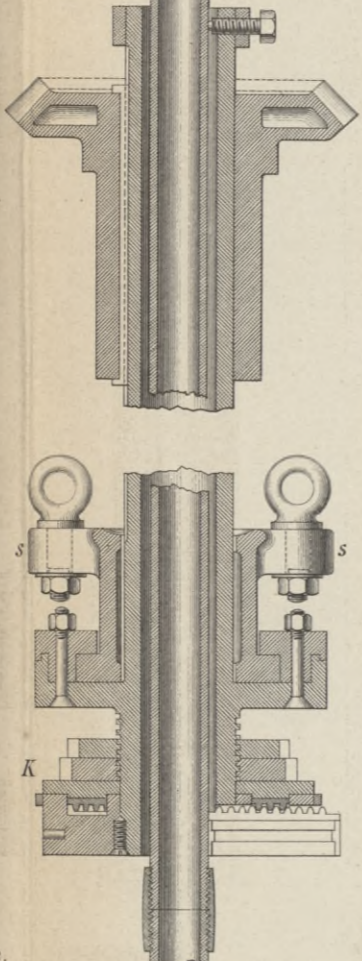
Für Tiefen bis 100 Meter und mit „des Gebirge be„ stimmt.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

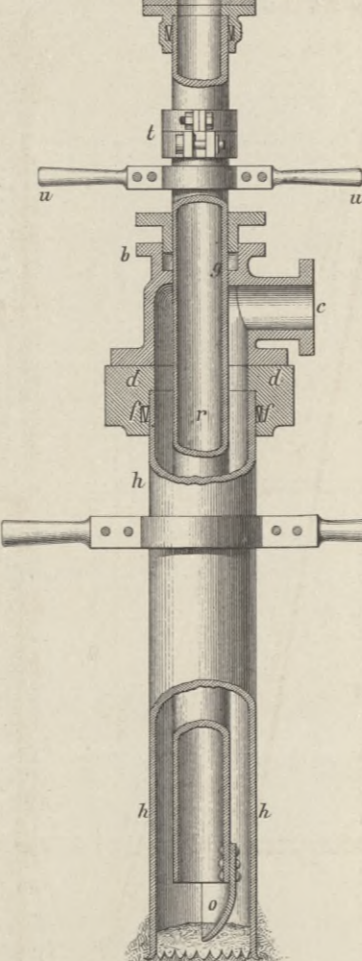
Köbrich'scher Hohlreißfallapparat und Bohrklötz. M. 1:10. Fig. 5.



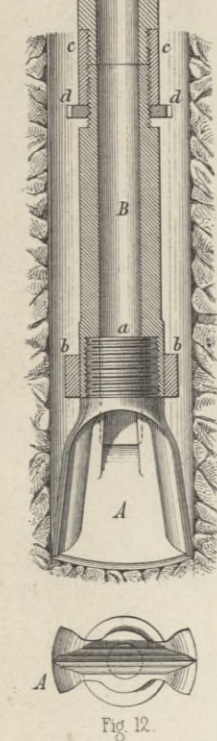
Antrieb der Bohrspindel und Klemmfutter. M. 1:10. Fig. 7.



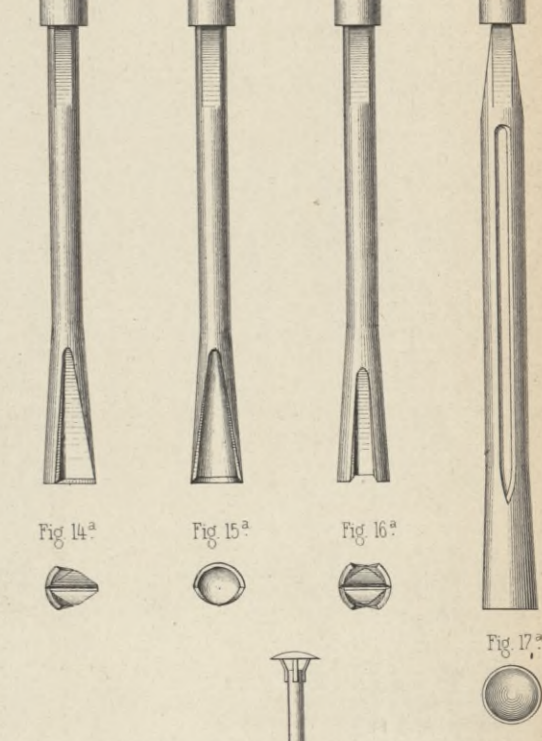
Köbrich's Bohrvorrichtungen, Fig. 8 für mildes Gebirge. M. 1:20. Fig. 9 für hartes Gebirge. M. 1:20. Fig. 9.



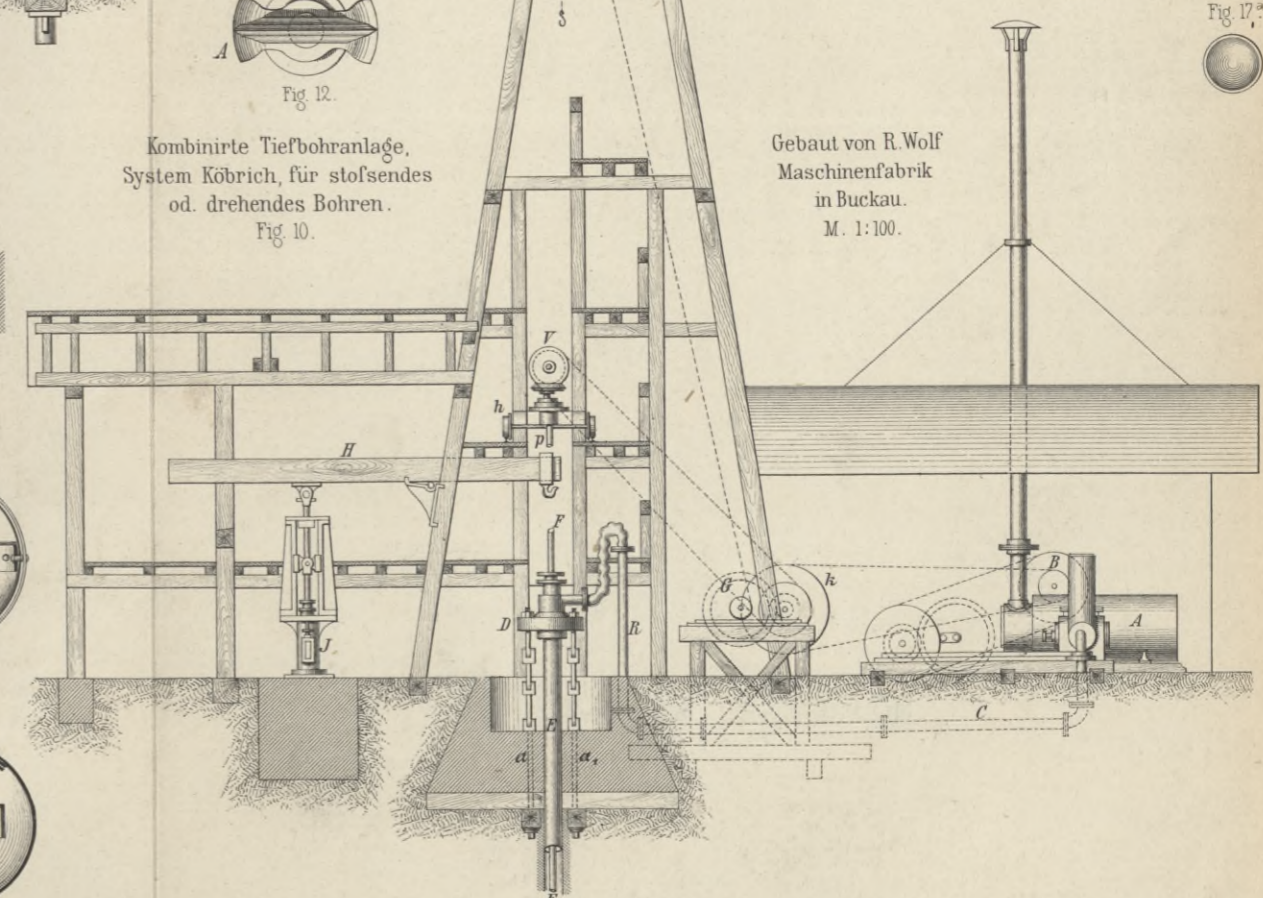
Meißelbefestigung von Schumacher in Köln. M. 1:16. Fig. 11.



Bohrbüchsen beim amerikanischen Seilbohren. M. 1:100. Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17.

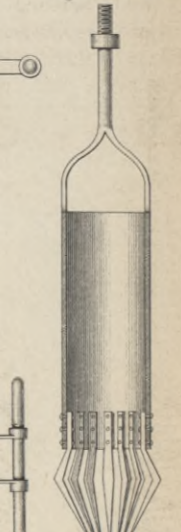


Kombinierte Tiefbohranlage, System Köbrich, für stoßendes od. drehendes Bohren. M. 1:100. Fig. 10.

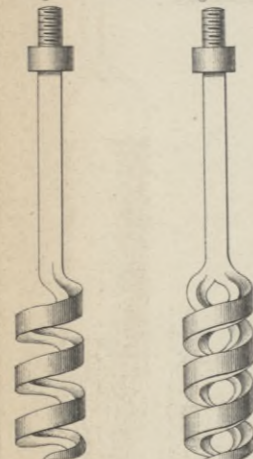


Gebaut von R. Wolf Maschinenfabrik in Buckau. M. 1:100.

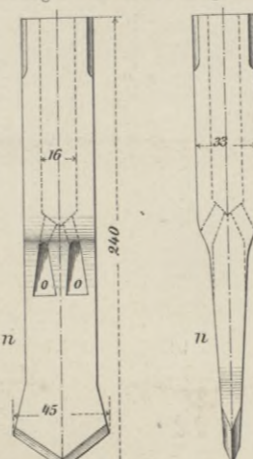
Spinnenbüchse. M. 1:12. Fig. 18.



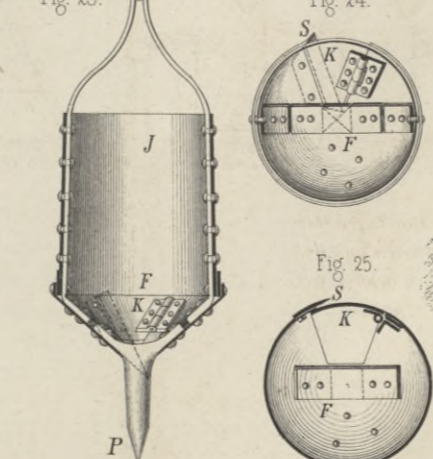
Einfacher und doppelter Krätzer. M. 1:12. Fig. 19, Fig. 20.

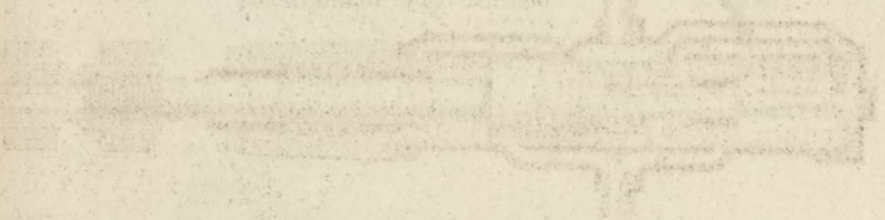
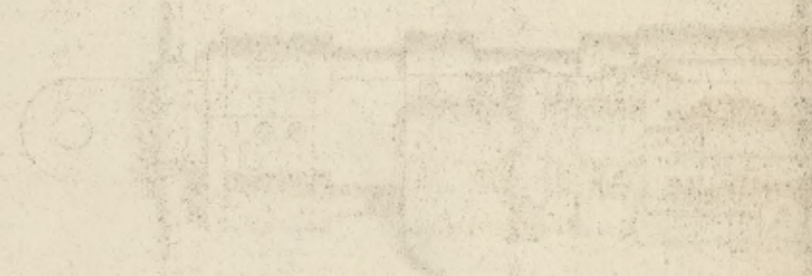
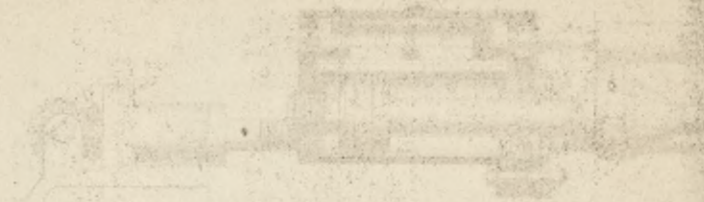


Meißel zum Bohrapparat „Humboldt“. M. 1:4. Fig. 21, Fig. 22.



Klappenbohrer von Bierlein. M. 1:10. Fig. 23, Fig. 24, Fig. 25.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Bertina's Schnellbohr-
gestänge mit Wasser-
spülung.
Fig. 1-7.

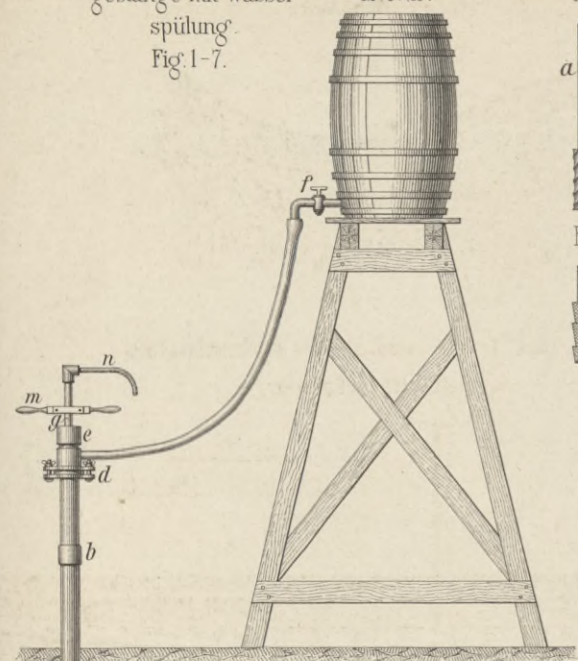
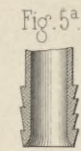
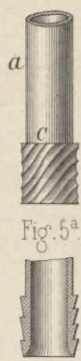


Fig. 1.
M. 1:20.

Fig. 5.
M. 1:7.

Fig. 6.
M. 1:8.

Fig. 7.
M. 1:8.



Einrichtungen und Apparate zum Bohren mit Wasserspülung. Rammbohrer.

Artesischer Brunnen.

Fig. 12.

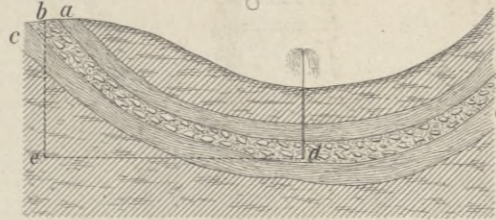


Fig. 8-11. Olaf Terp's combinirtes hydraulisches
Schnellbohrverfahren.

Fig. 8 u. 9. Handbetrieb.
Fig. 8. M. 1:100.

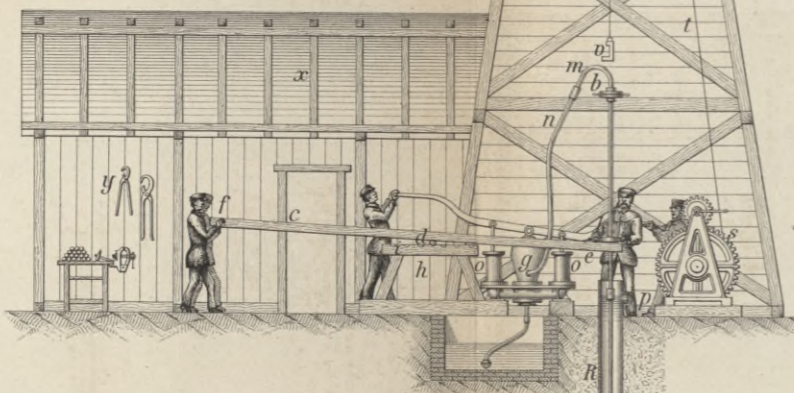
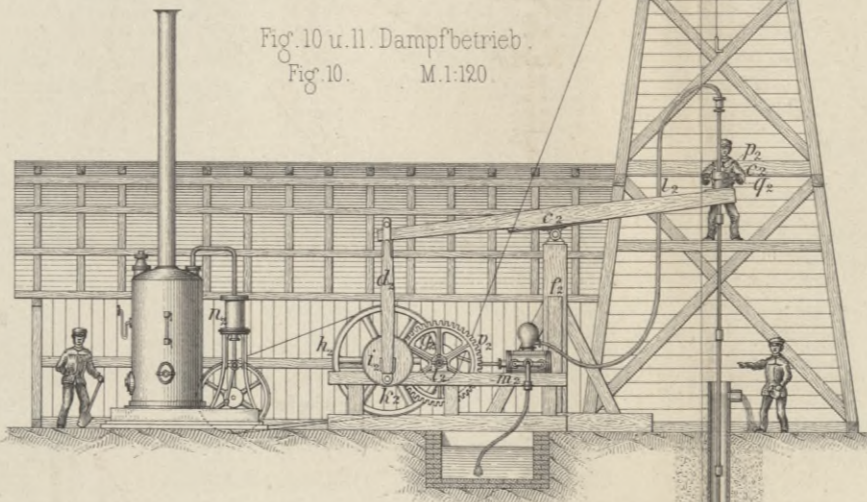


Fig. 10 u. 11. Dampfbetrieb.
Fig. 10. M. 1:120.



Köbrich'scher
Kreuzmeisel.
Fig. 13.
M. 1:24.

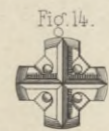
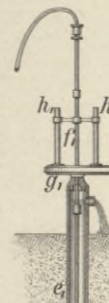


Fig. 11.



Meisel zum
Kernbohren.
Fig. 15.
M. 1:24.

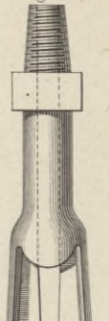
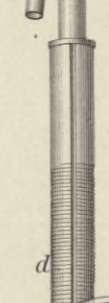
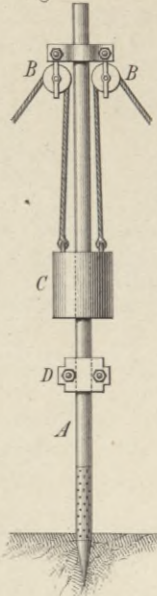


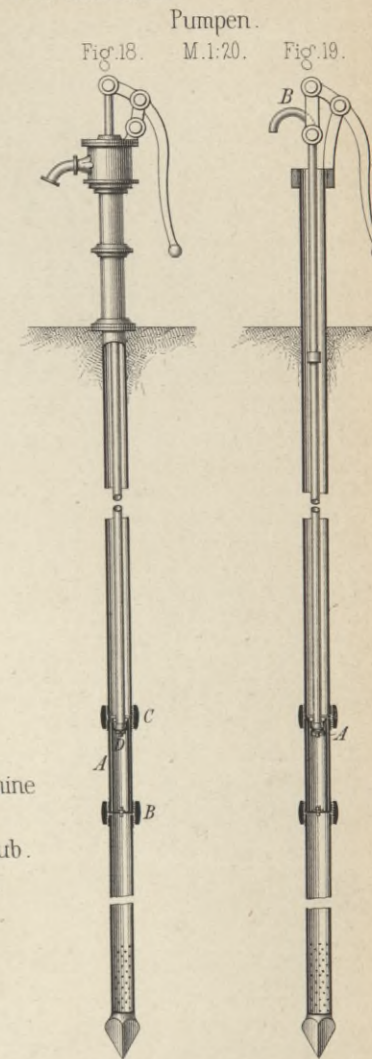
Fig. 16.



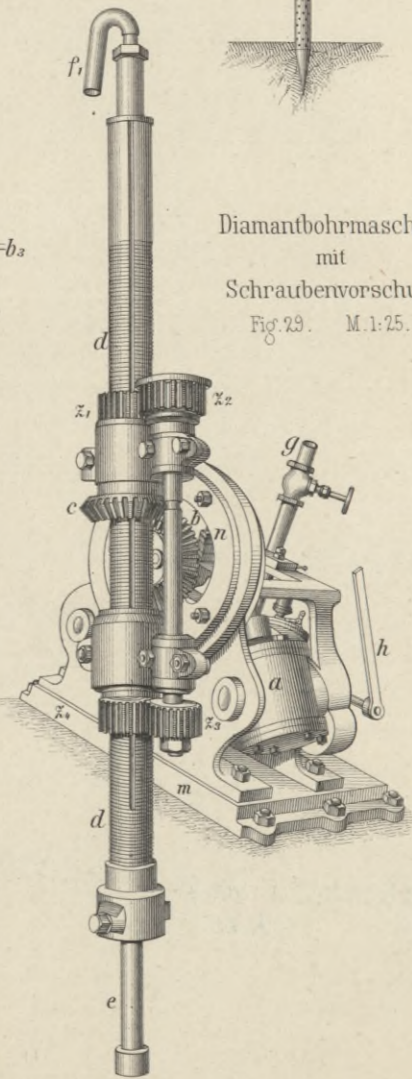
Rammbohrer.
Fig. 17. M. 1:30.



Zweite Abteilung. Taf. XII.
Röhrenbrunnen.
Pumpen.
Fig. 18. M. 1:20. Fig. 19.

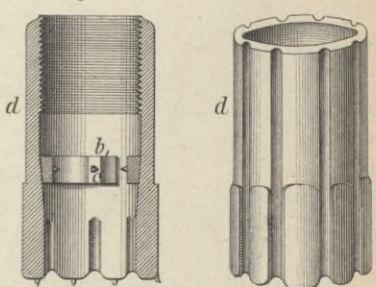


Diamantbohrmaschine
mit
Schraubenvorschub.
Fig. 29. M. 1:25.



Diamantbohrkrone.

Fig. 30. M. 1:5. Fig. 32.



Untere Ansicht
des Kernringes
Fig. 31.

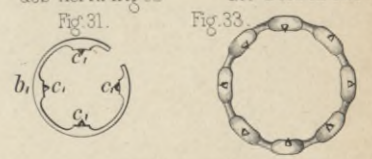
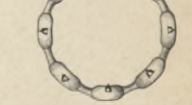


Fig. 33.



Diamantbohrmaschine
mit hydraulischem Vorschub.
Fig. 20. M. 1:50.

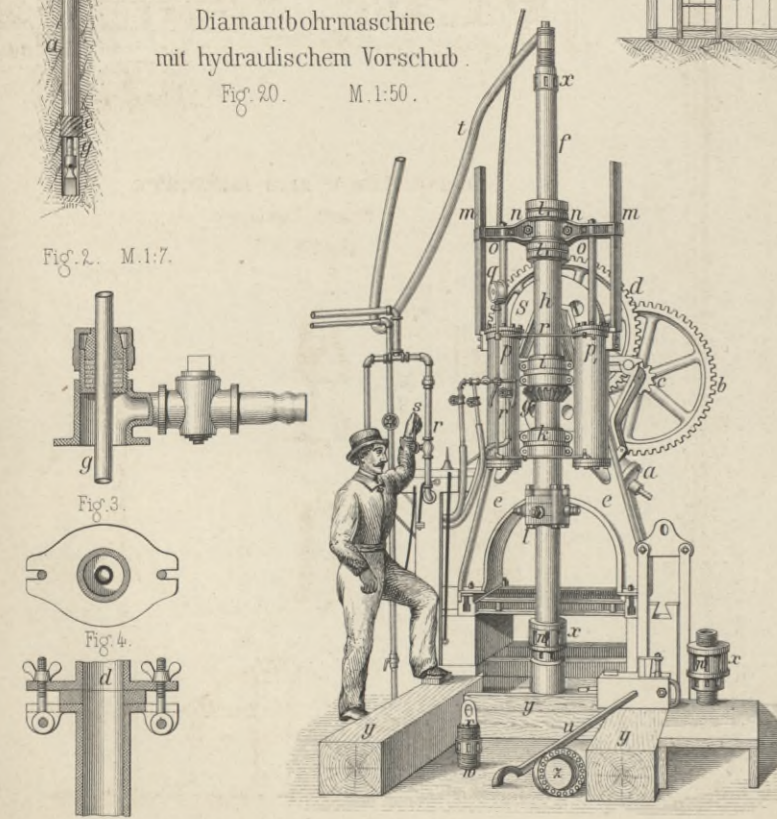


Fig. 2. M. 1:7.

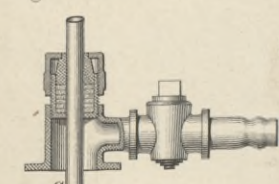
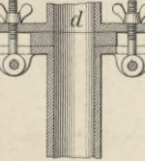


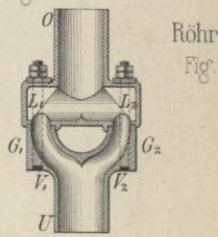
Fig. 3.



Fig. 4.



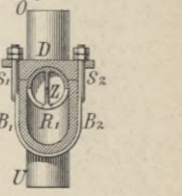
Gelenkverbindung
für Hohlbohrgestänge.
Fig. 21. M. 1:5.



Röhren-Gestänge
Fig. 23. M. 1:10.



Fig. 22.



Bohrgestänge zum Aufwinden.
Patent Sachse.

Fig. 24-28.

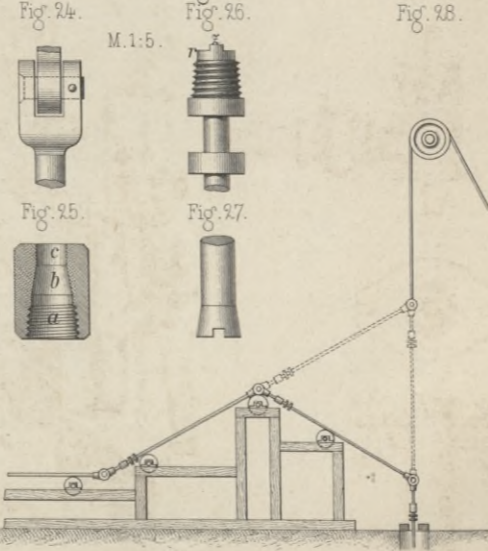


Fig. 24.



Fig. 25.

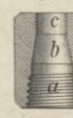


Fig. 26.

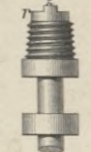
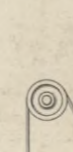
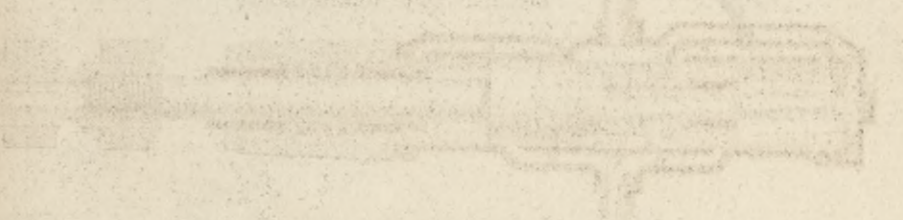
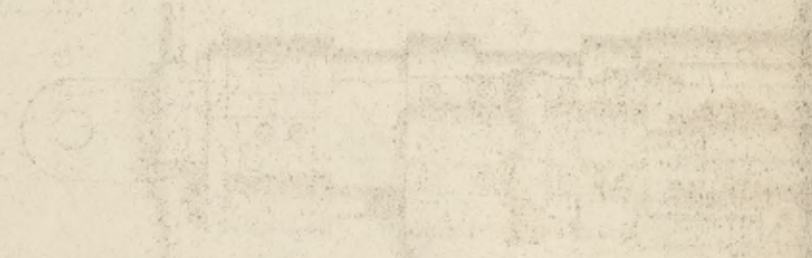
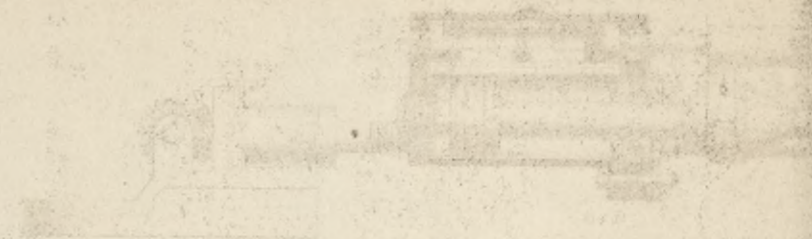


Fig. 27.

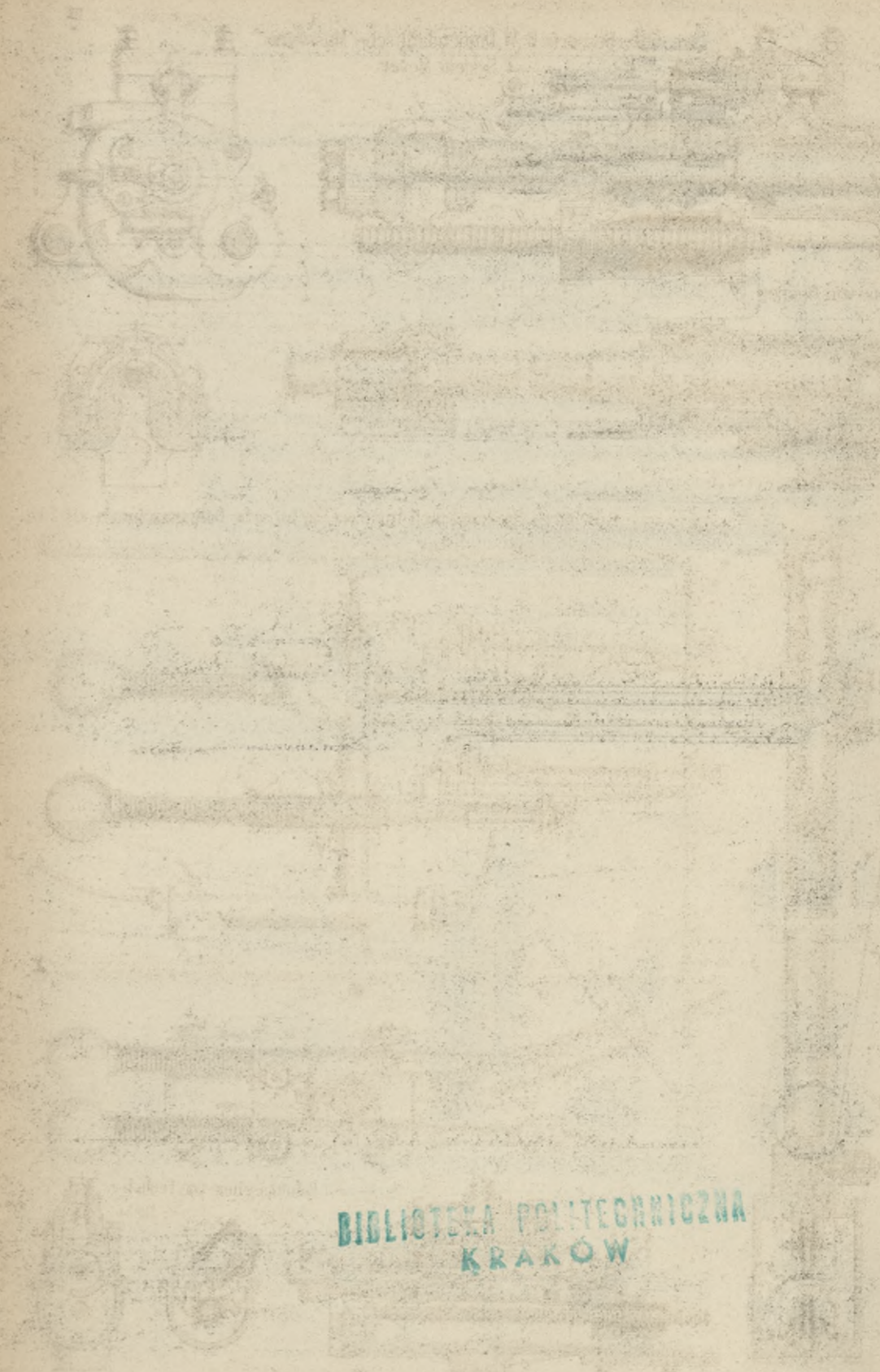
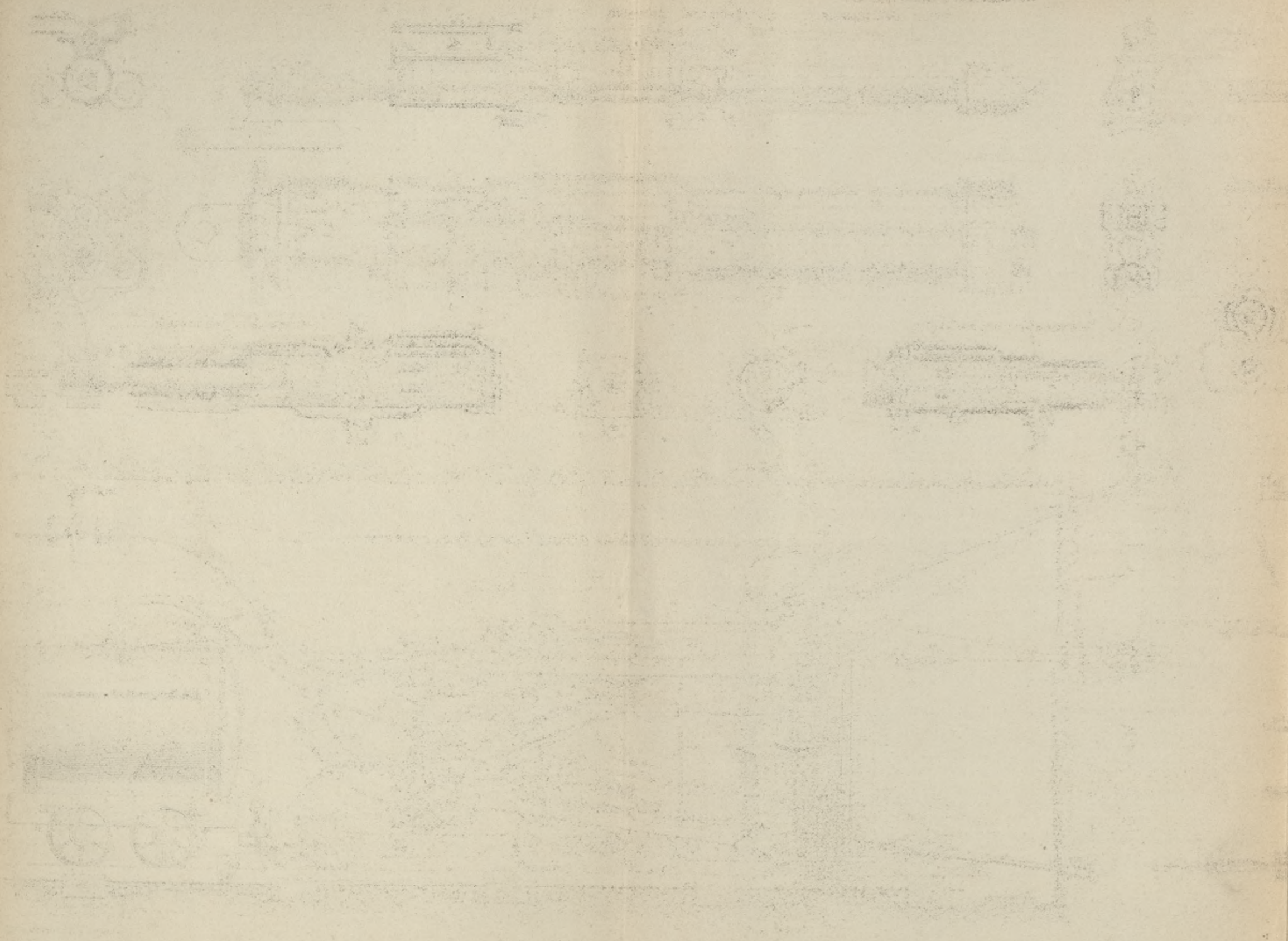


Fig. 28.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKOW



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Stoßbohrmaschinen

Fig. 1-4. Bohrmaschine von Broszmann

M. 1:7

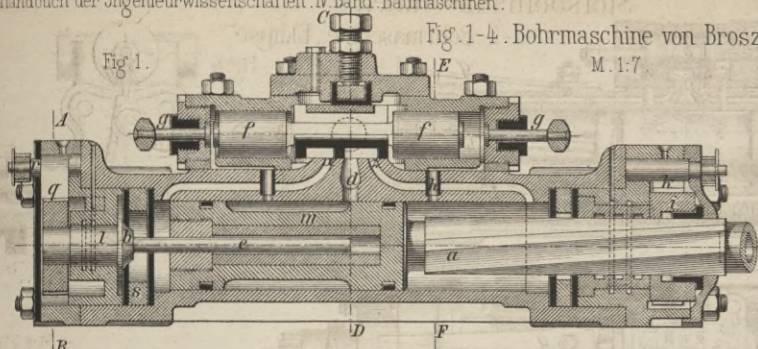


Fig. 3.

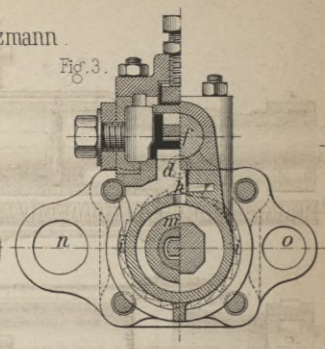


Fig. 2.

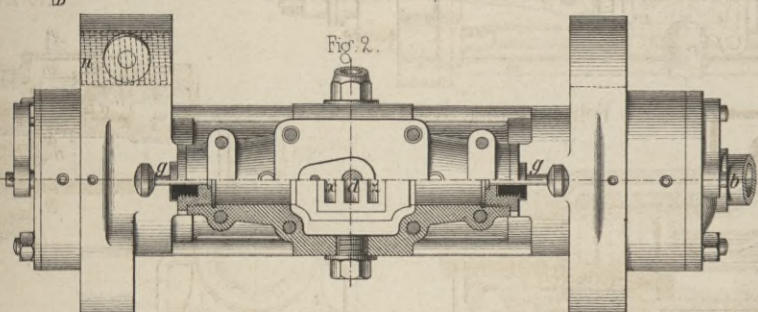


Fig. 4.

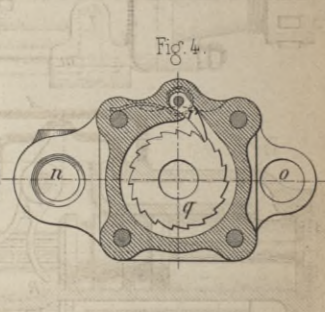


Fig. 5-8. Bohrmaschine von Schram und Mahler

M. 1:5

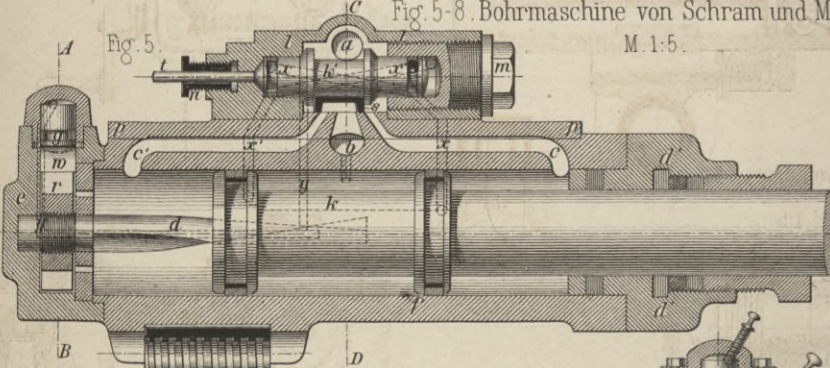


Fig. 7.

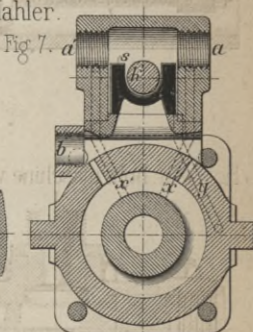


Fig. 6.

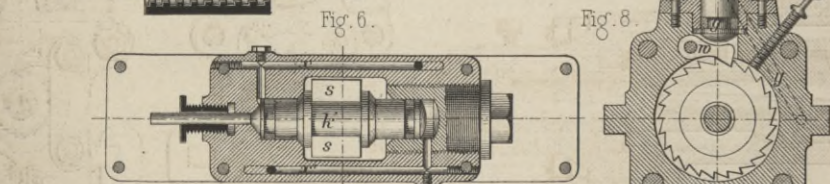


Fig. 8.

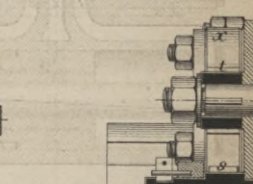


Fig. 26-27. Bombe für drei Bohrmaschinen

Fig. 26.

M. 1:8

Fig. 27.

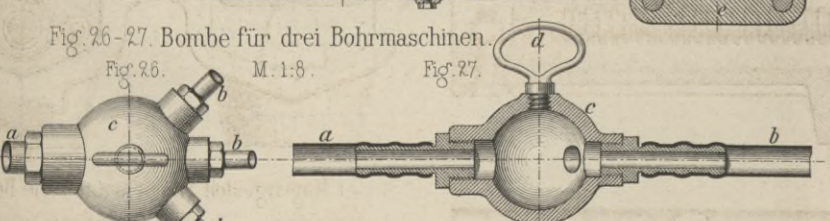


Fig. 28. Flankrohr M. 1:4

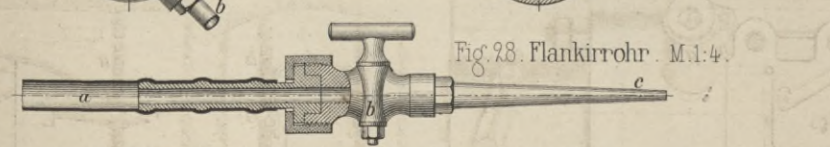


Fig. 29. Selbstthätige Einspritzvorrichtung M. 1:10

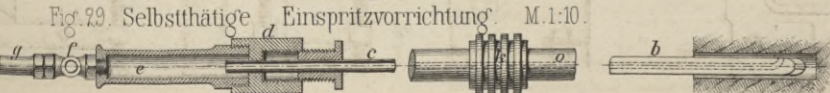


Fig. 9-11. Bohrmaschine „Eklipse“

M. 1:7

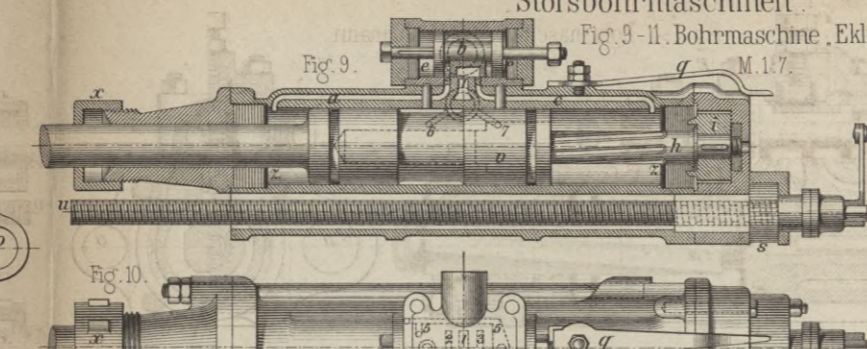


Fig. 10.

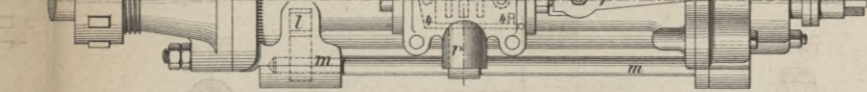


Fig. 11.

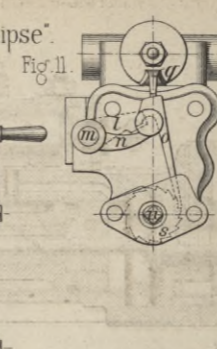


Fig. 12-14. Bohrmaschine „PowerJumper“

M. 1:8

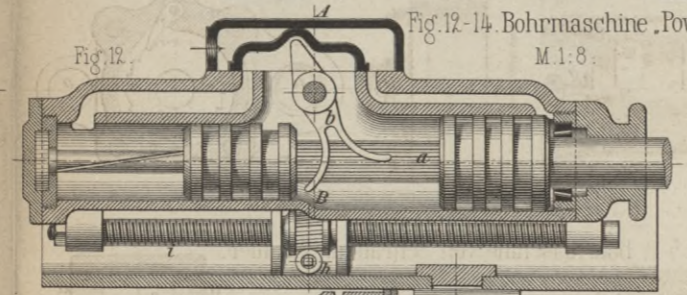


Fig. 12.

Fig. 13.

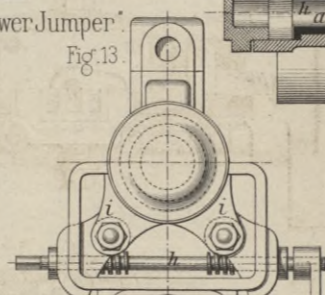


Fig. 14.

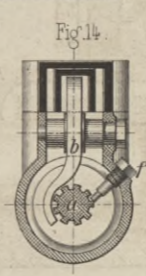


Fig. 15-18. Bohrmaschine von Jäger

M. 1:5

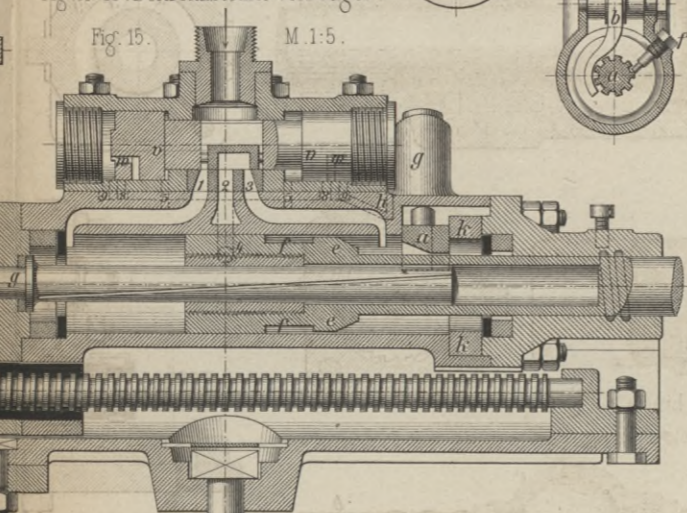


Fig. 15.

Fig. 17.

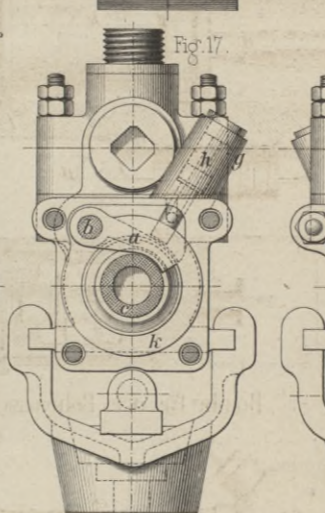
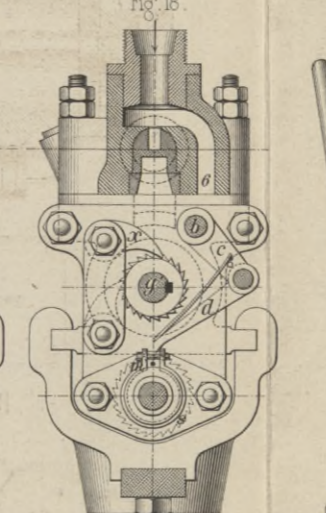


Fig. 18.



Bohrsäule mit hydraulischer Presse

Fig. 23. M. 1:10

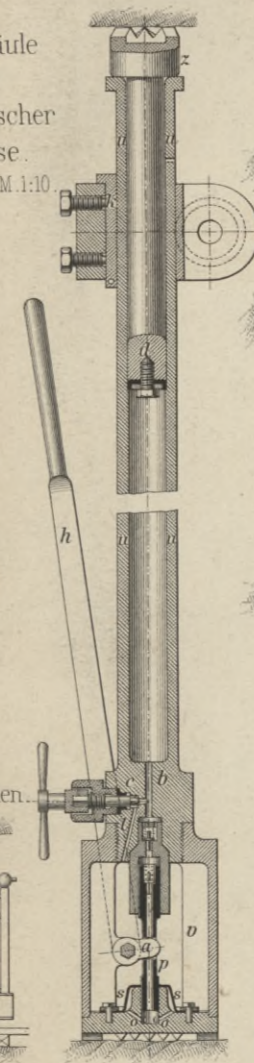


Fig. 19.

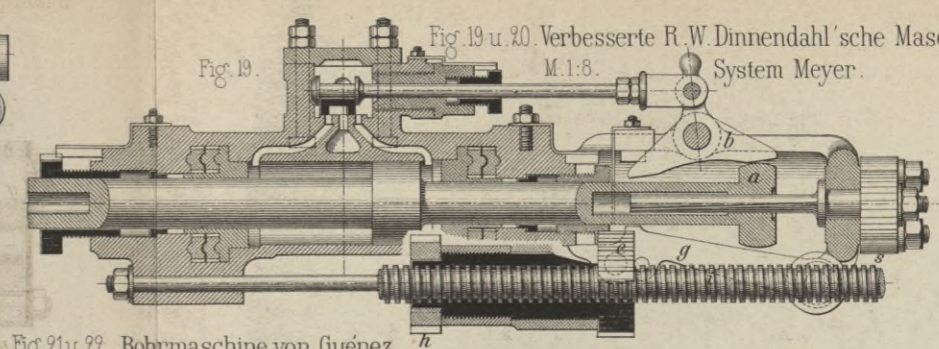


Fig. 19 u. 20. Verbesserte R. W. Dinnendahl'sche Maschine. System Meyer

M. 1:8

Fig. 20.

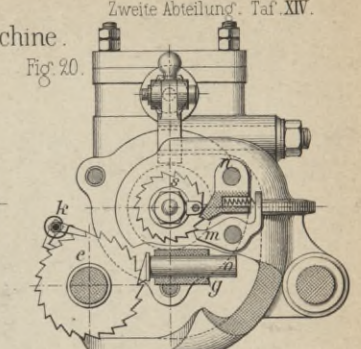


Fig. 21.

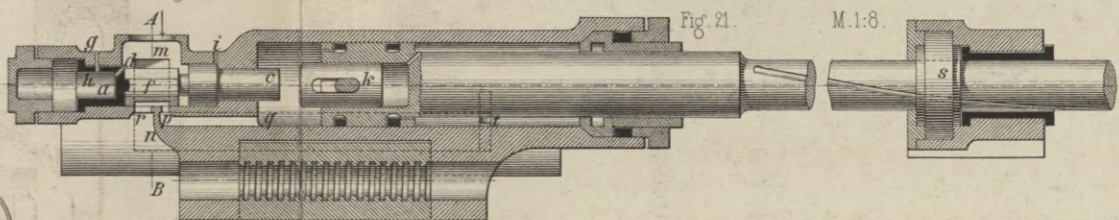


Fig. 21 u. 22. Bohrmaschine von Guénez

M. 1:8

Fig. 22.

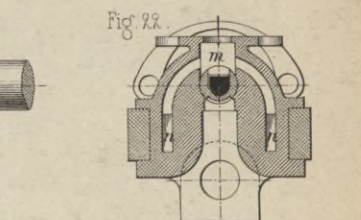


Fig. 24 u. 25. Fahrbares Säulengestell für zwei Sachs'sche Bohrmaschinen. M. 1:30

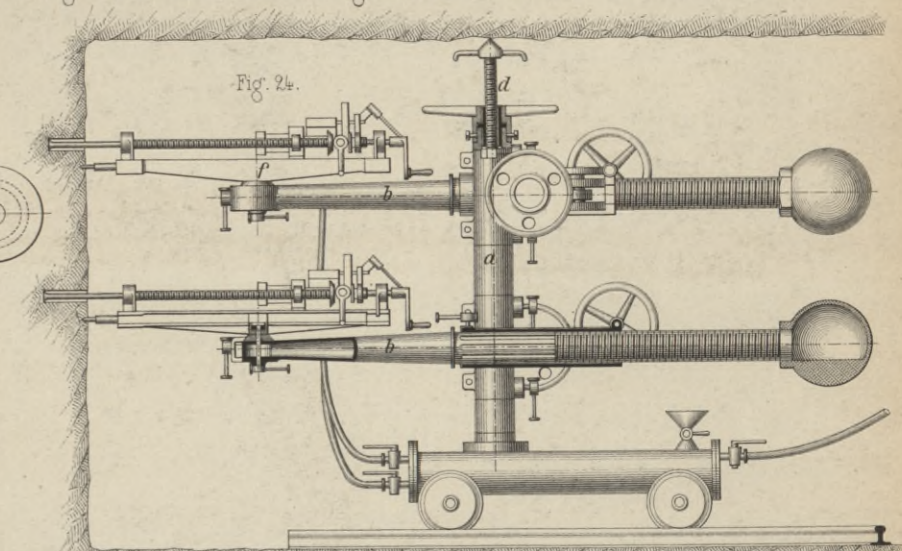


Fig. 24.

Fig. 25.

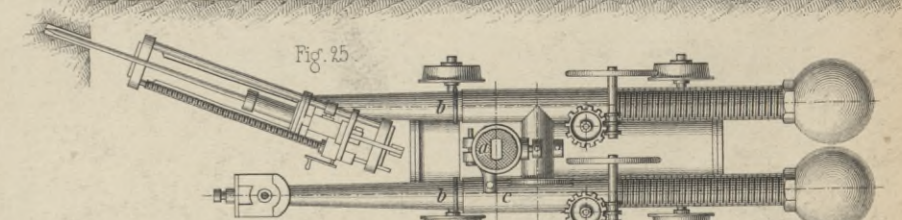


Fig. 30 u. 31. Wagengestell für Schram'sche Bohrmaschinen

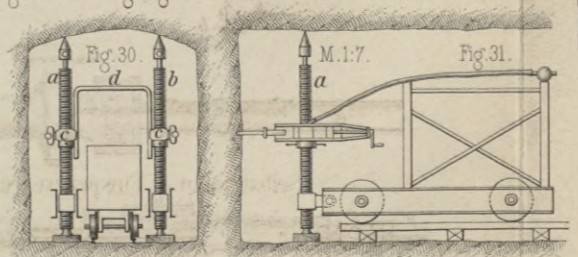


Fig. 30.

M. 1:7

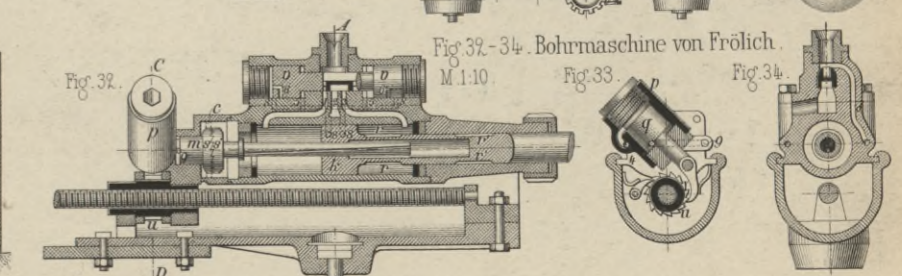
Fig. 31.

Fig. 32-34. Bohrmaschine von Frölich

M. 1:10

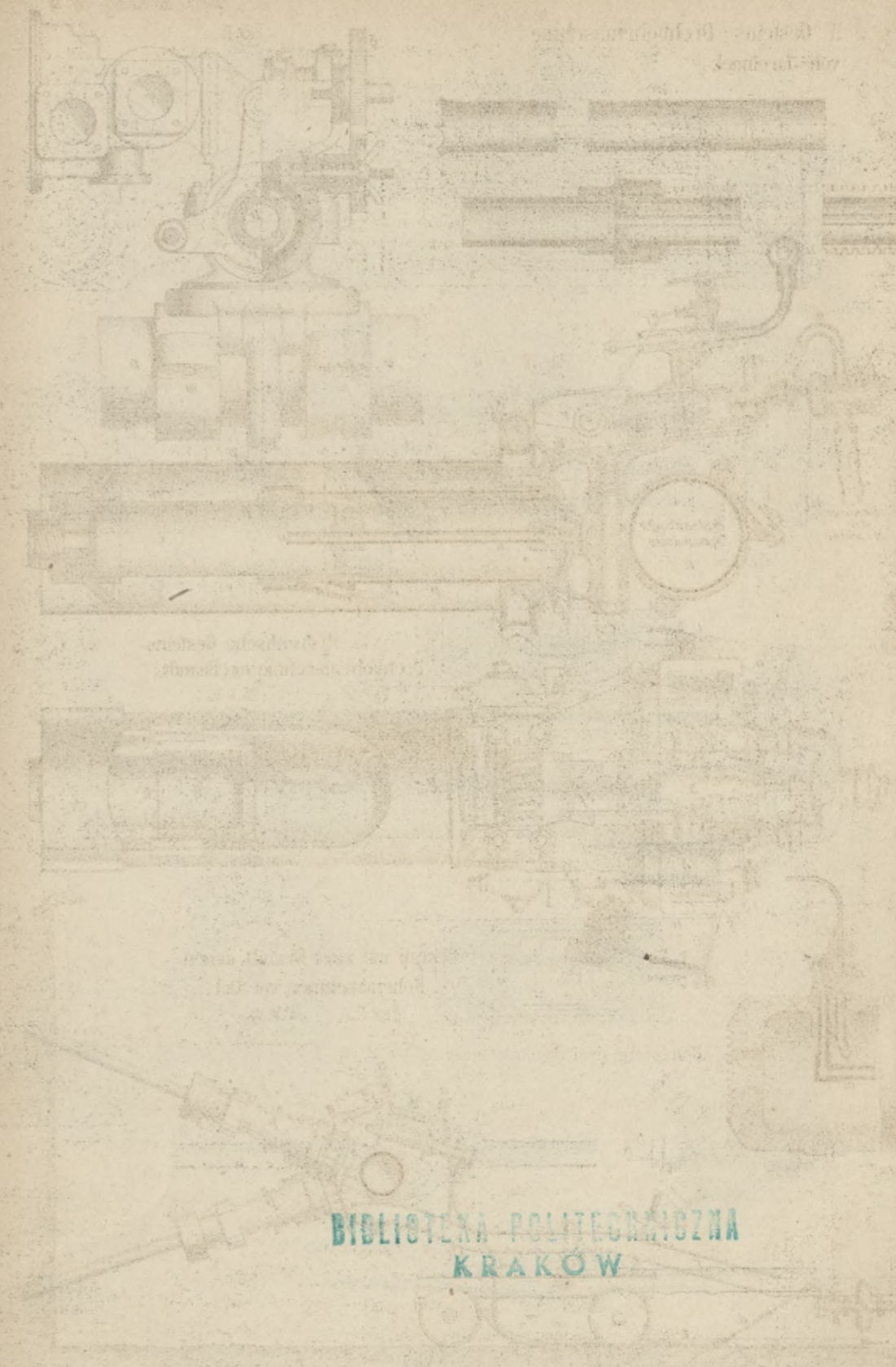
Fig. 33.

Fig. 34.



Wzrosty i kształty

Wzrosty i kształty



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Fig. 1-3. Bohrmaschine von Sachs. (Maschinenfabrik. Humboldt'). M. 1:8.

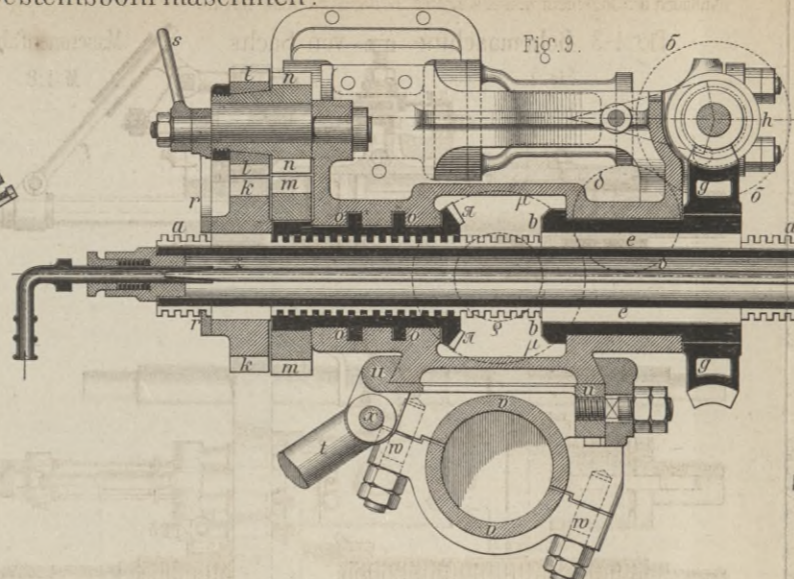
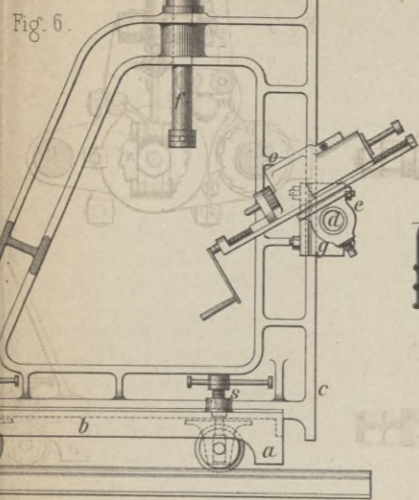
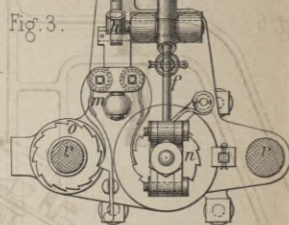
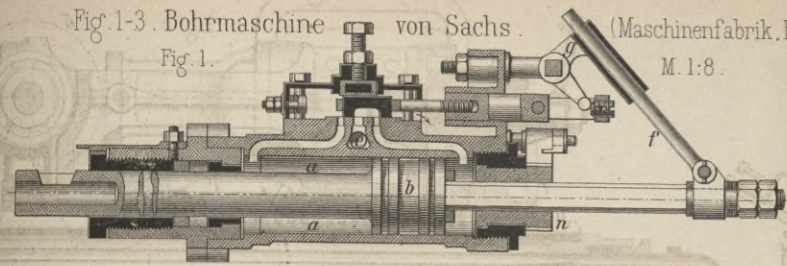


Fig. 9-11. Gesteins-Drehbohrmaschine von Jarolimek. M. 1:8.

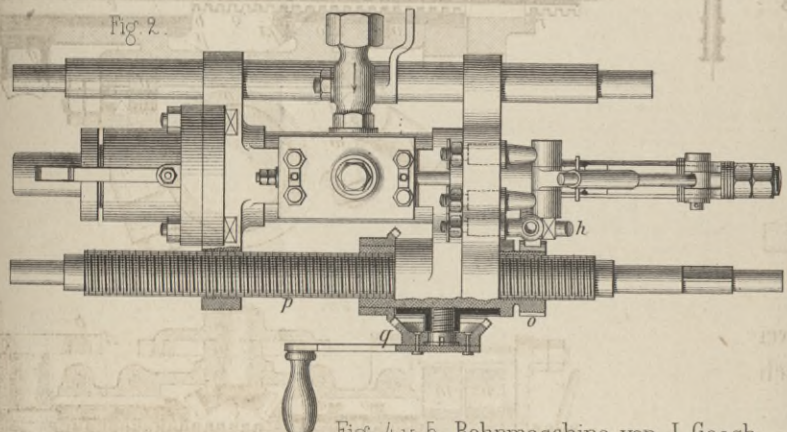
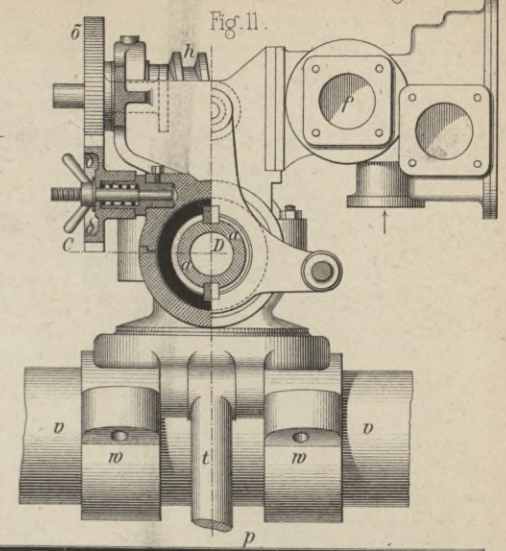
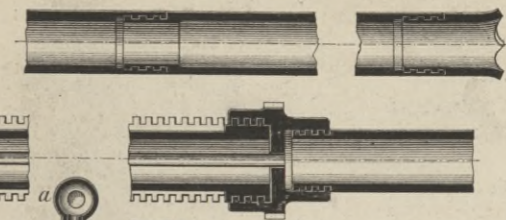


Fig. 4 u. 5. Bohrmaschine von J. Geach. M. 1:8.

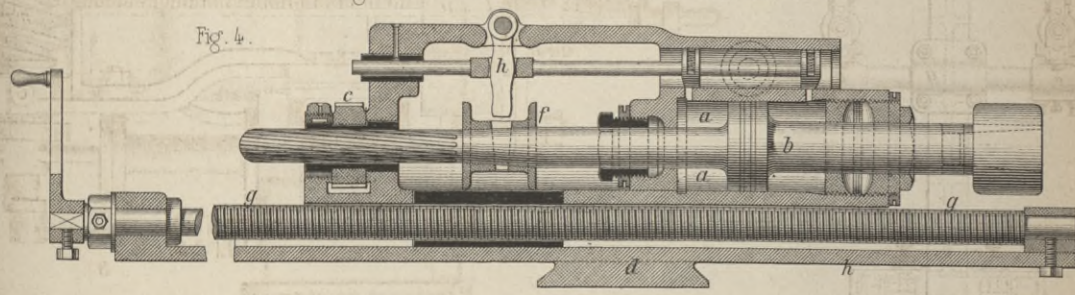
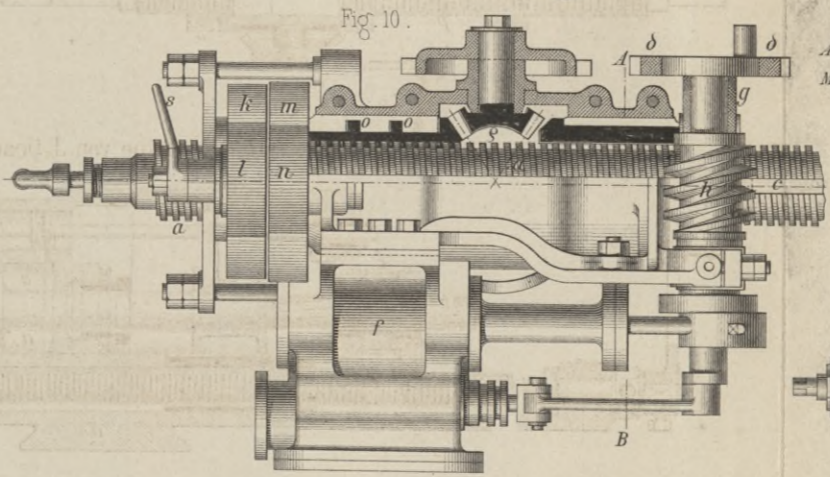
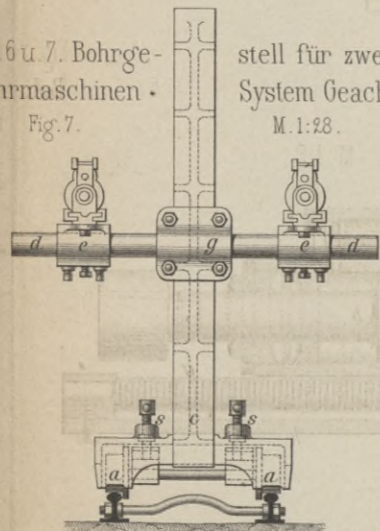


Fig. 6 u. 7. Bohrge- stell für zwei System Geach. M. 1:28.



Hydraulische Spannsäule. Fig. 14. M. 1:8.

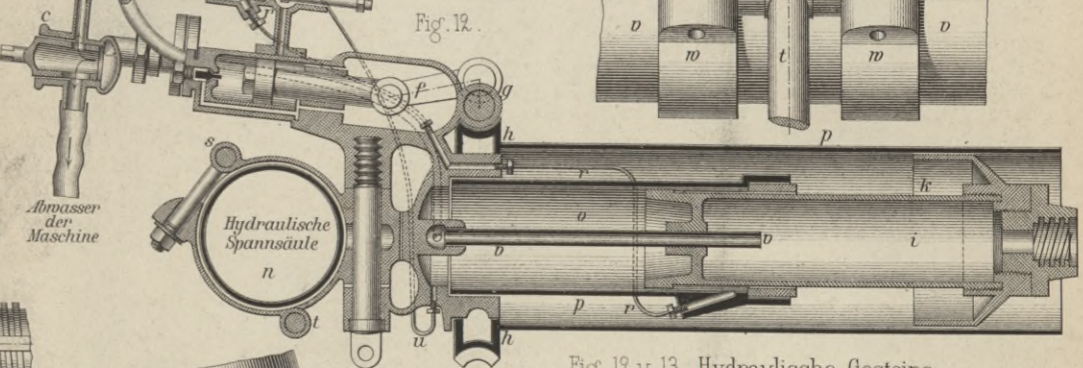
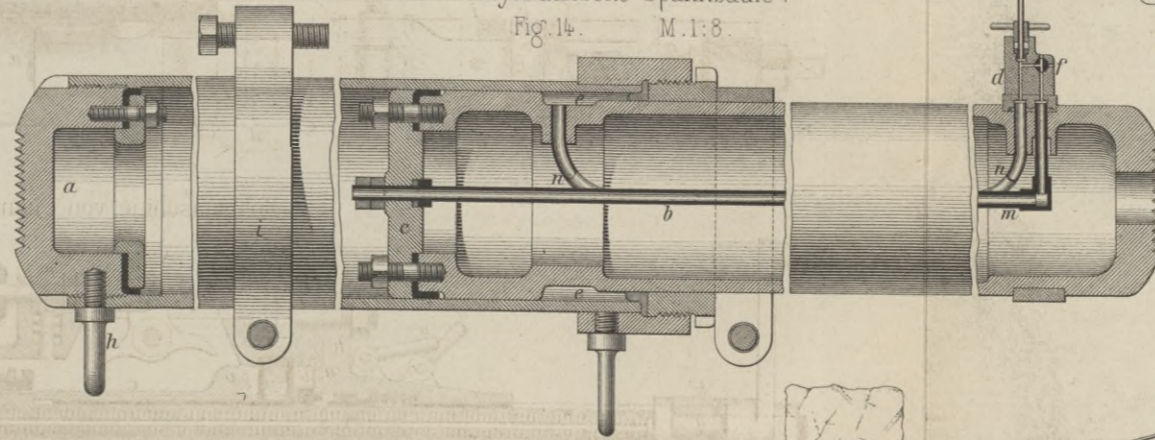
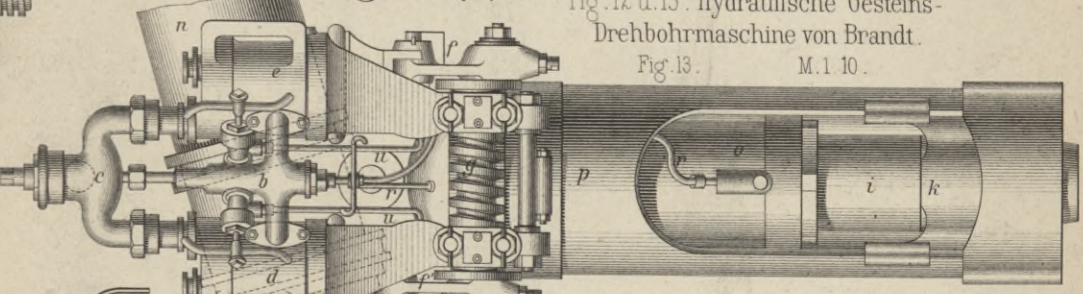
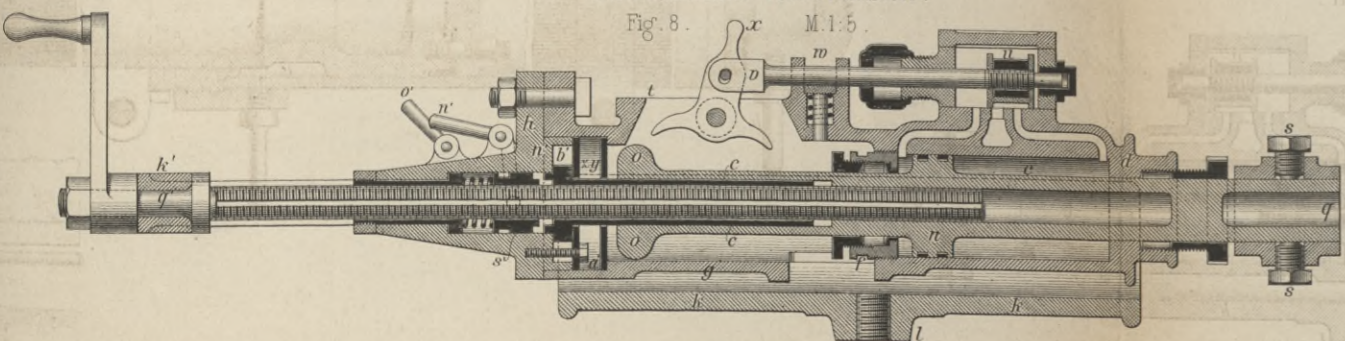


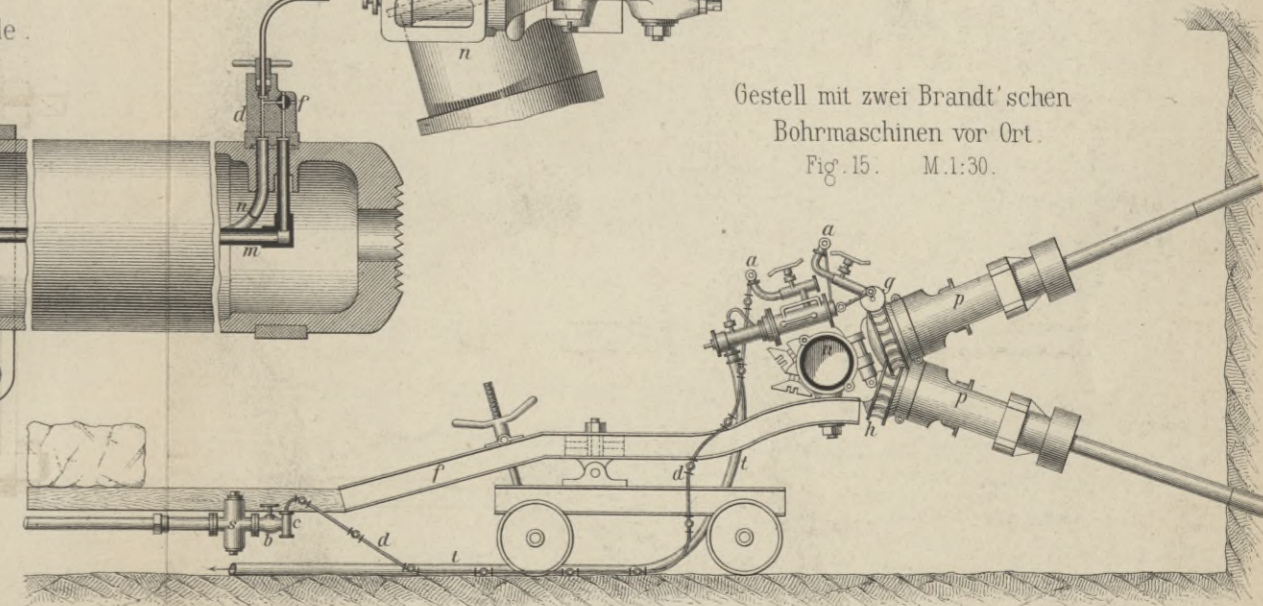
Fig. 12 u. 13. Hydraulische Gesteins-Drehbohrmaschine von Brandt. Fig. 13. M. 1:10.

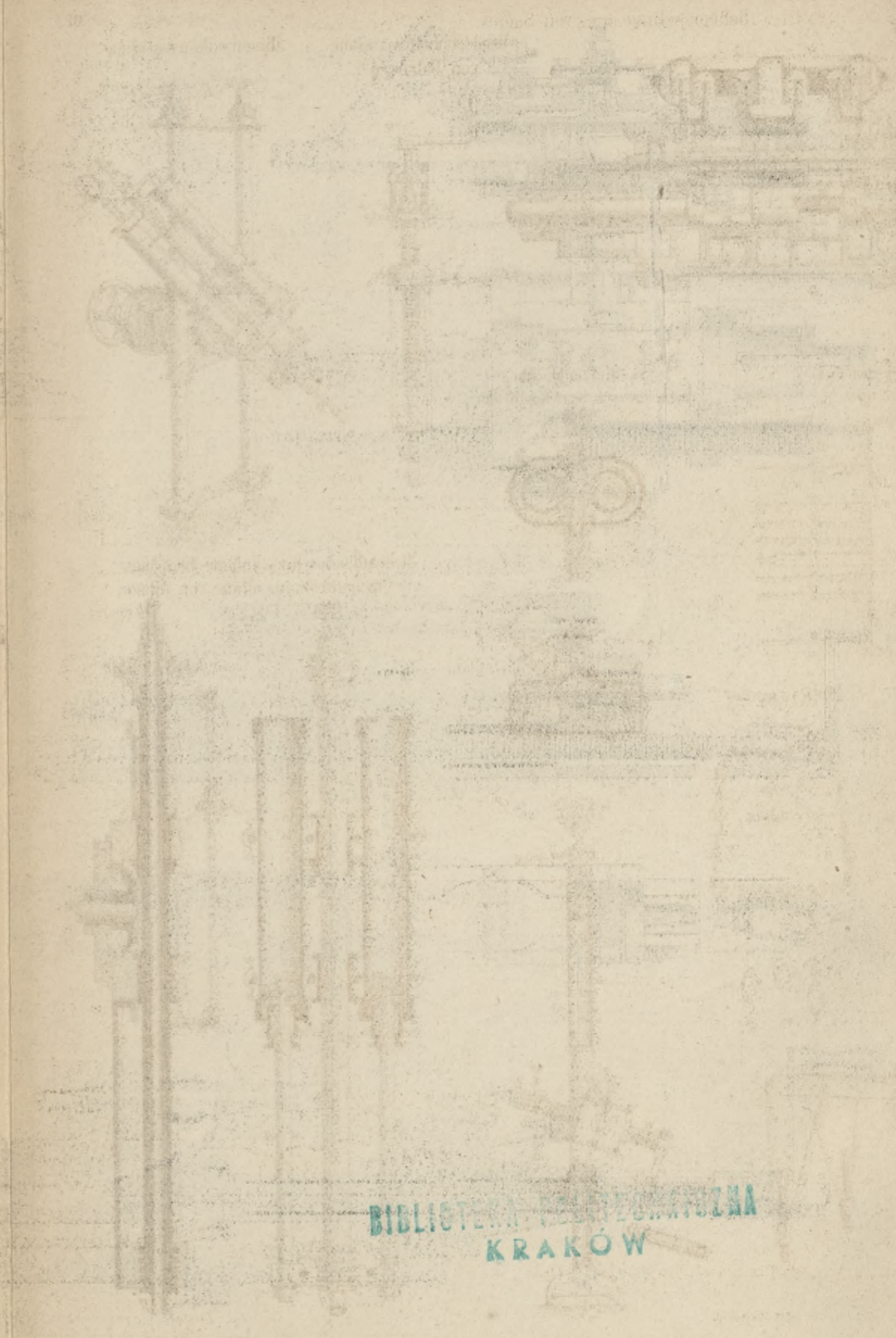
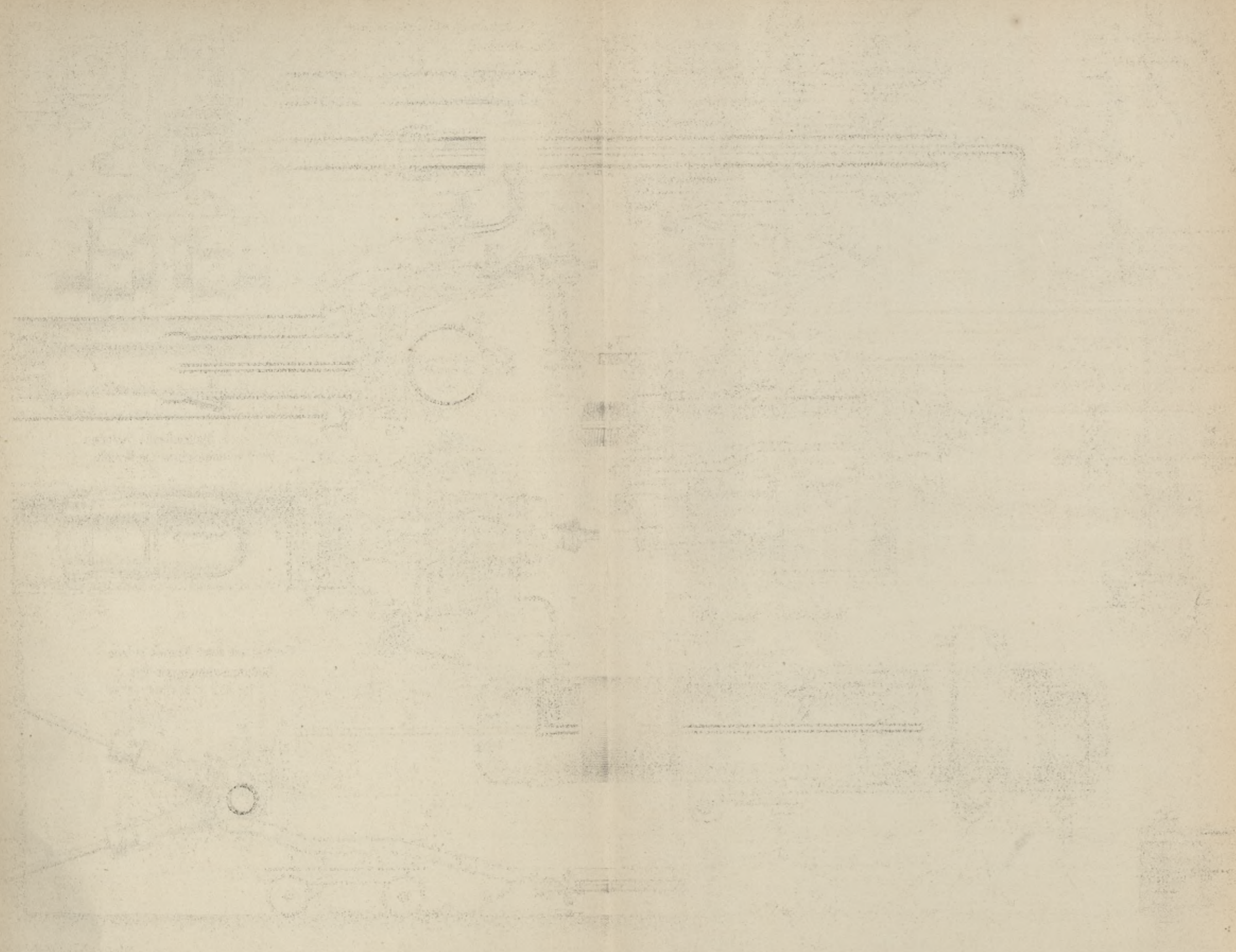


Bohrmaschine von Cranston. Fig. 8. M. 1:5.



Gestell mit zwei Brandt'schen Bohrmaschinen vor Ort. Fig. 15. M. 1:30.





BIBLIOTEKA POLSKA
KRAKÓW

Fig. 1. M. 1:30.

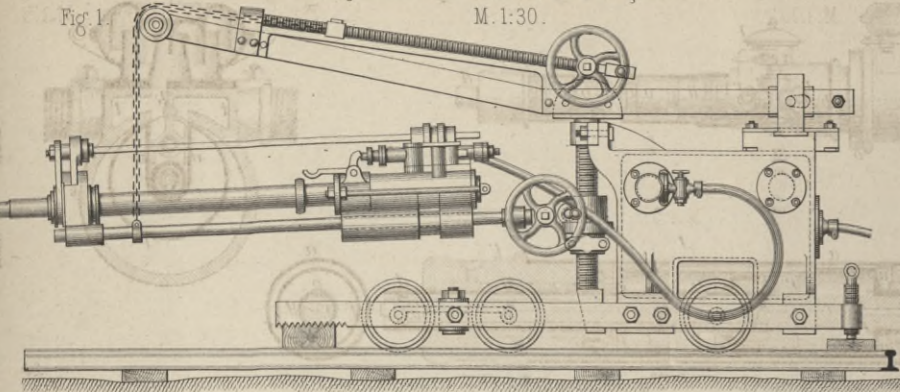
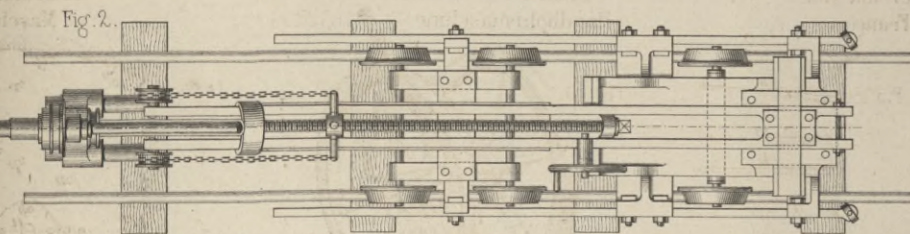


Fig. 2.



Anordnung der Bohrlöcher bei der kombinierten Hand- und Maschinenbohrarbeit mit einer Jarolimék'schen Drehbohrmaschine.

Ansetzen der Bohrlöcher in Ronchamps.

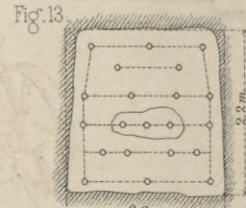
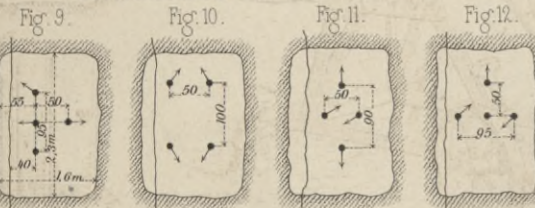
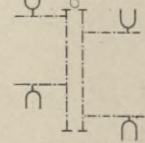


Fig. 14.



Dreifüßgestell für die Bohrmaschine von Frölich.

Gestell für die Taverdon'sche Diamantbohrmaschine.

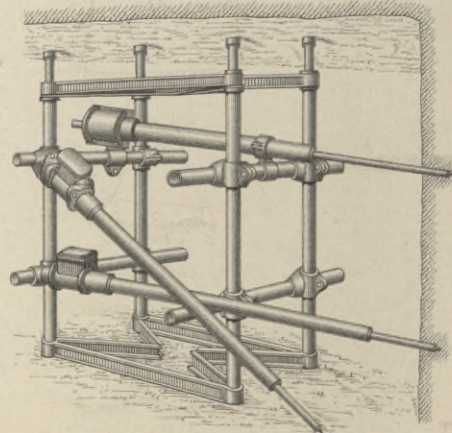
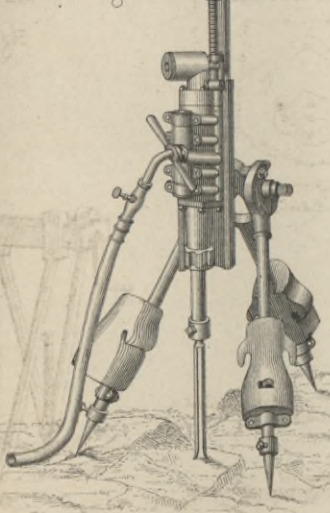


Fig. 3-7 u. Fig. 16. Diamantbohrmaschine von Taverdon.

Fig. 3. M. 1:10. Fig. 6. M. 1:5.

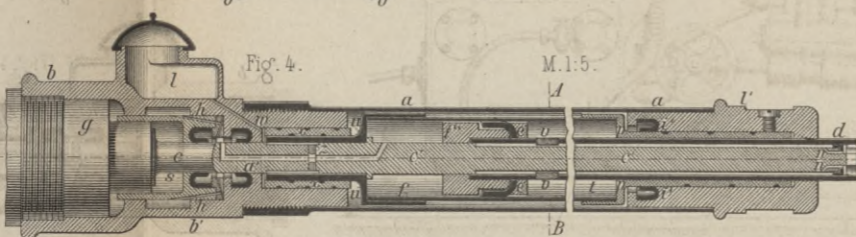
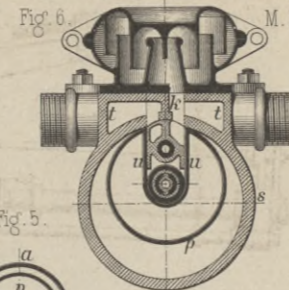
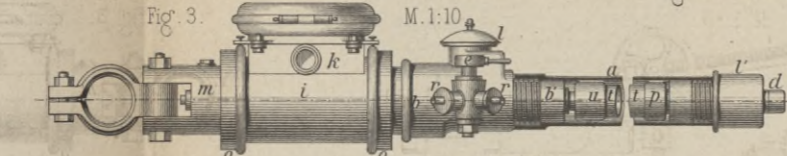
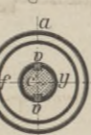


Fig. 5.

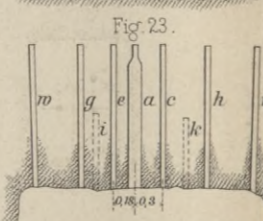
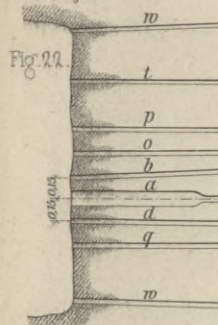
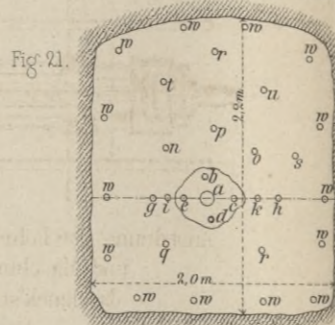
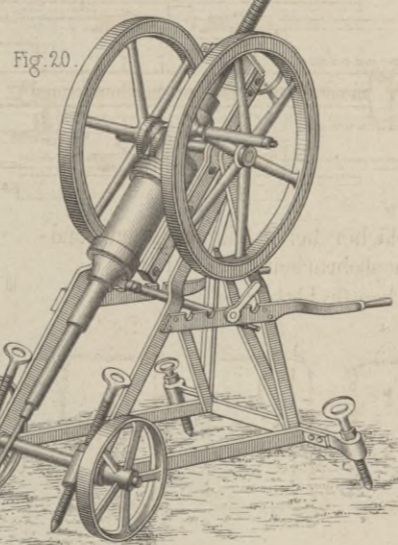
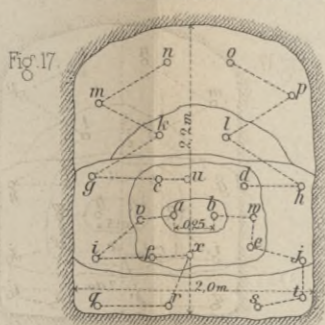


Ansetzen der Bohrlöcher mit vier Maschinen Dubois u. François.

Gestell zur Jordan'schen Handbohrmaschine.

Ansetzen der Bohrlöcher mit vier Maschinen Dubois u. François.

Fig. 34-36. Handdrehbohrmaschine von Stanek u. Reska.



Pfaffensprung.

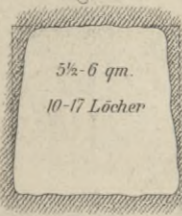


Fig. 32.

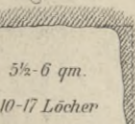
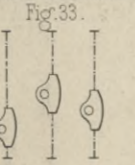


Fig. 33.



Dreifüßgestell für die Bohrmaschine von Frölich.

Gestell für die Taverdon'sche Diamantbohrmaschine.

Handdrehbohrmaschine von Lisbet.

St. Léonhard.

St. Gotthard (Airolo).

Bohrmaschinengestell zur Herstellung von Strossenlöchern.

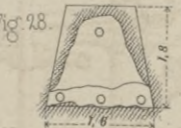
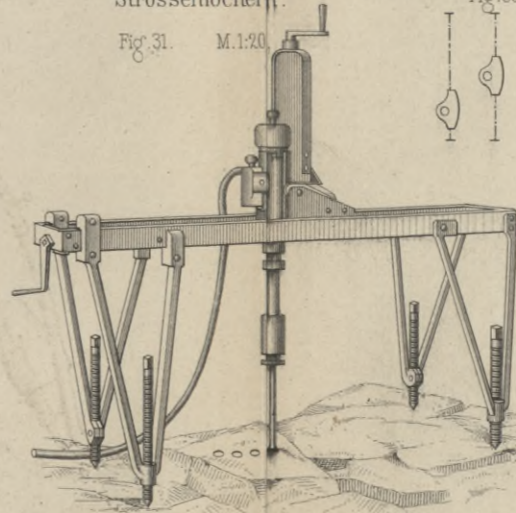
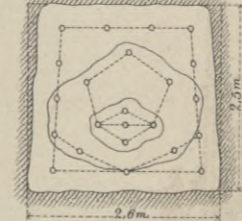
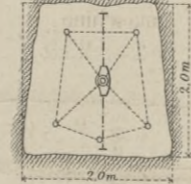
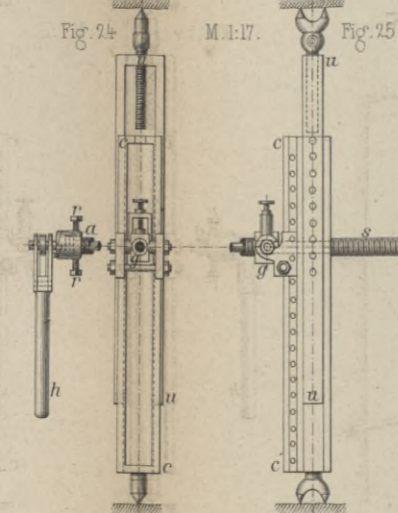
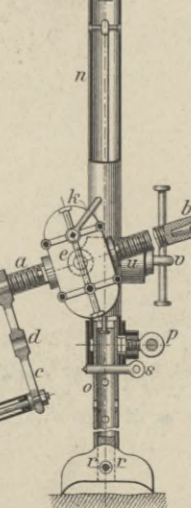
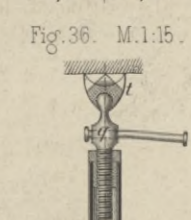
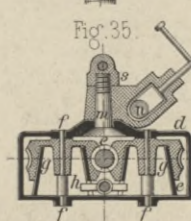
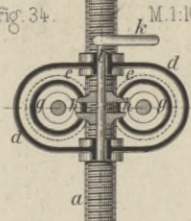
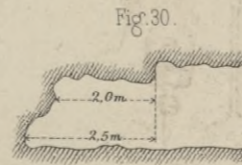
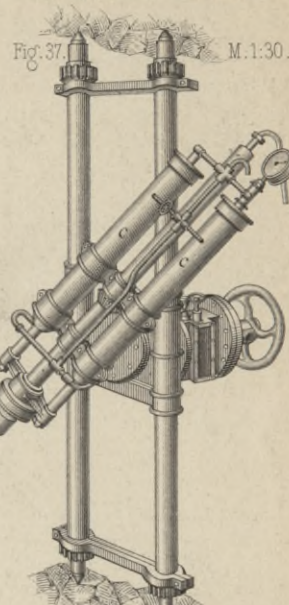
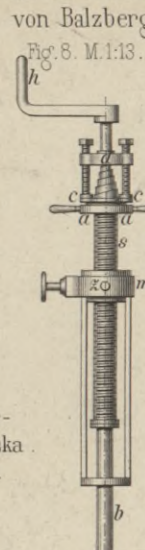


Fig. 29.

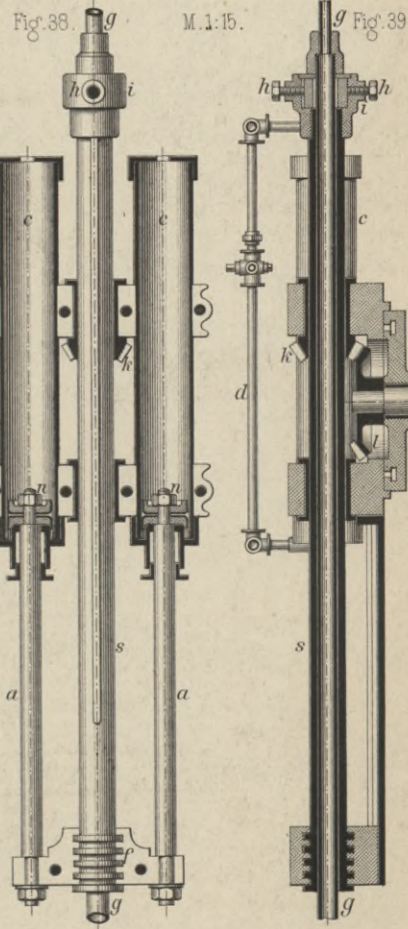


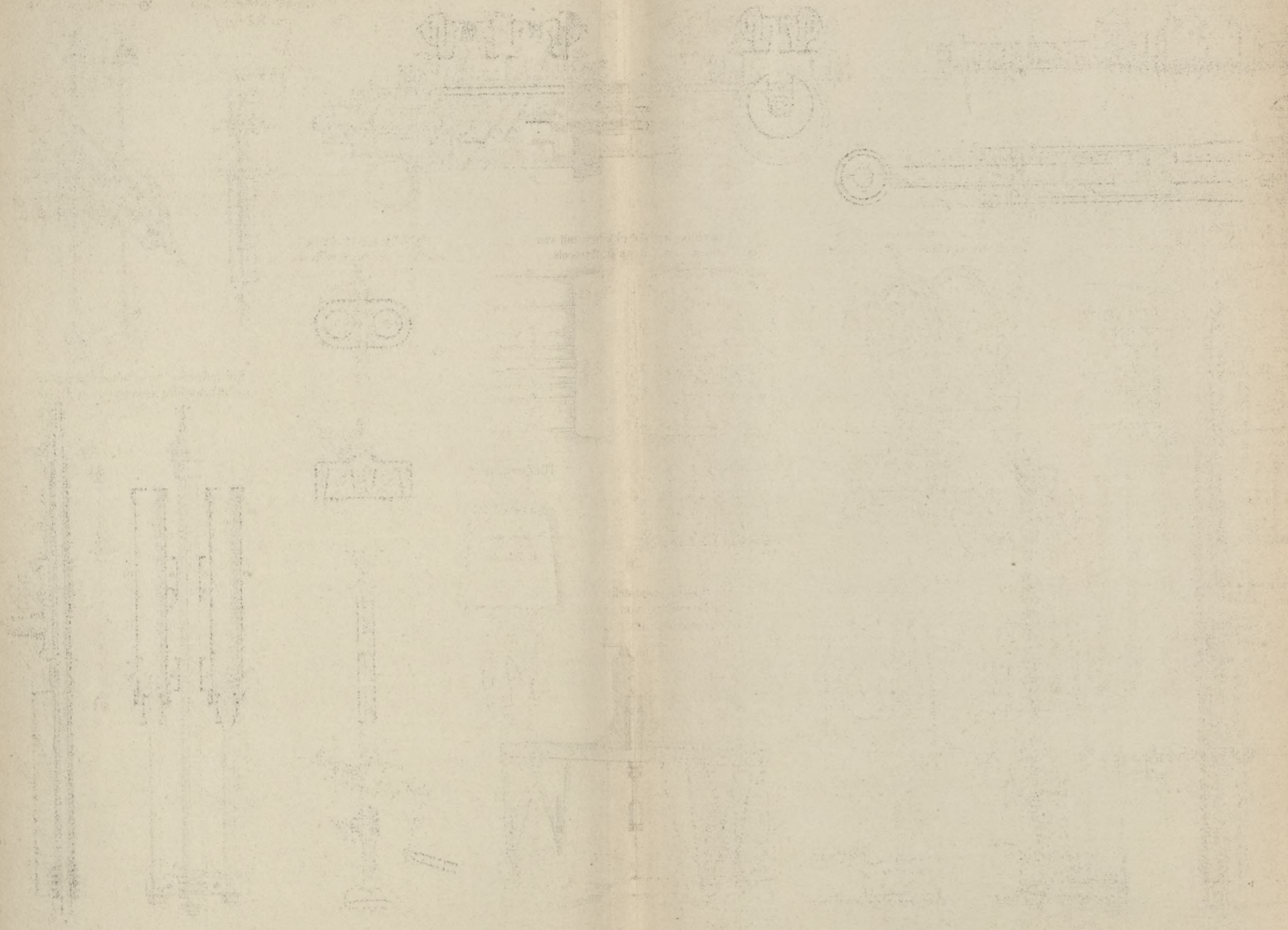
Handdrehbohrmaschine von Balzberg.

Allison's Bohrmaschine.



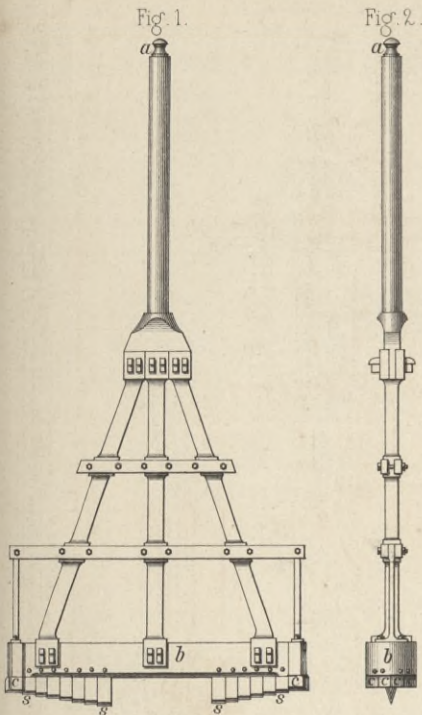
Hydraulischer Vorschubmechanismus zur Diamantbohrmaschine von Allison.



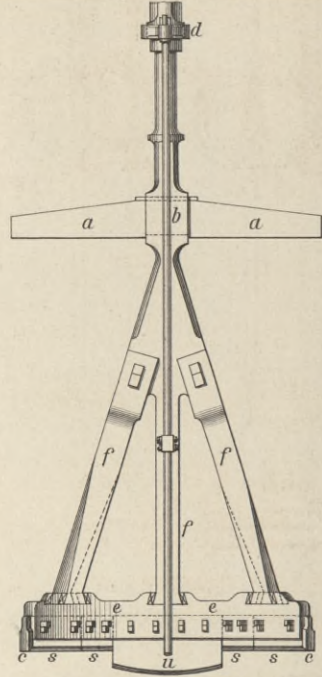


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

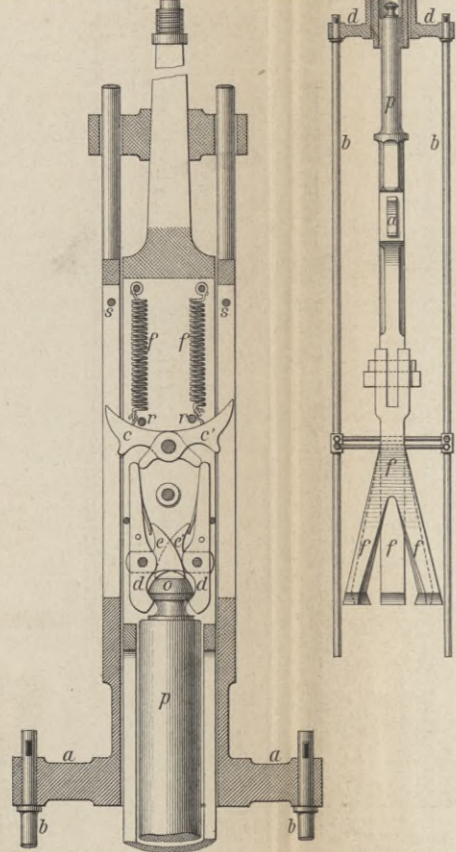
Erweiterungsbohrer.
M. 1:112.



Bohrer
von Lippmann.
Fig. 4. M. 1:96.

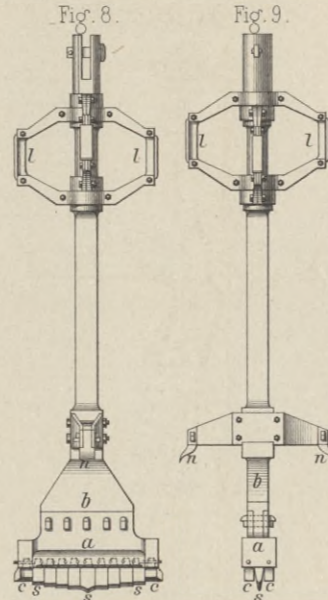


Freifallapparat und
Montirung desselben am Bohrer.
Fig. 6. M. 1:96. Fig. 7. M. 1:250.

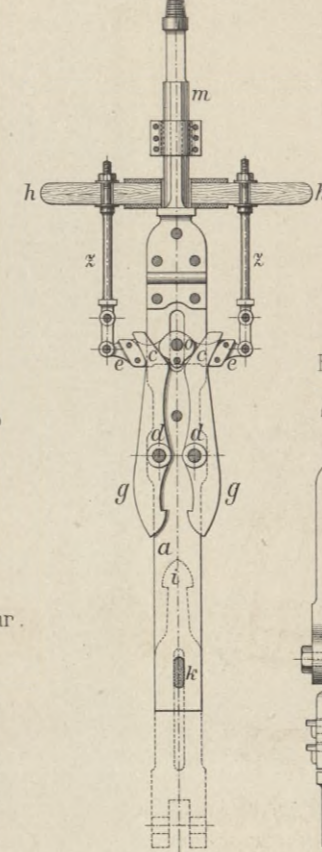


Apparate zum Abbohren von Schächten. Cuvelage.

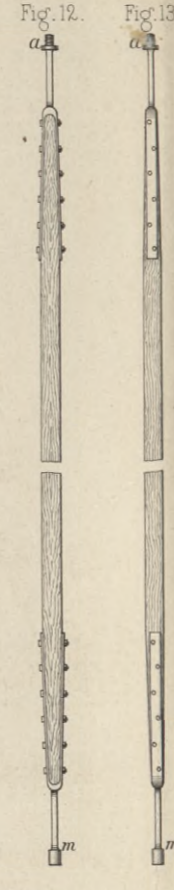
Kleiner Bohrer.
M. 1:100.



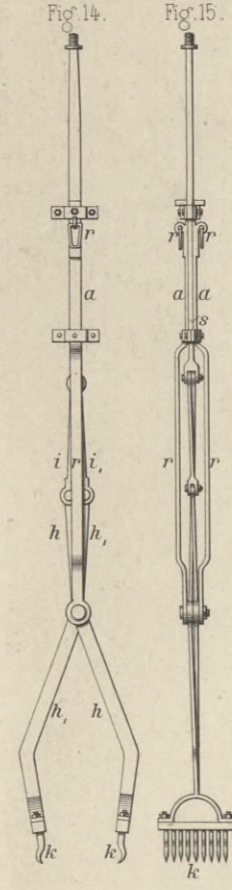
Kind'scher Freifallapparat
für das Abbohren von Schächten.
Fig. 10. M. 1:25.



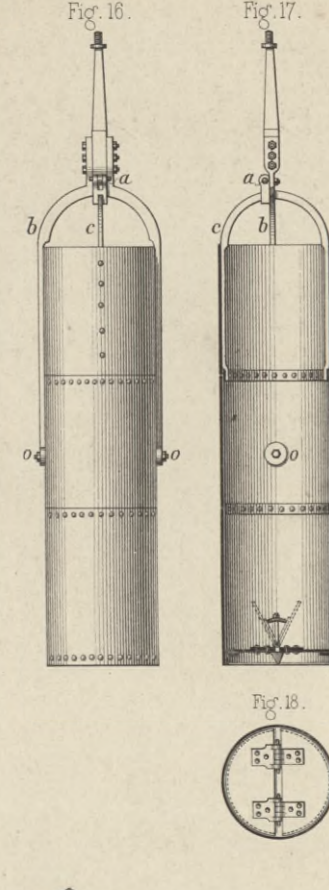
Gestänge.
M. 1:100.



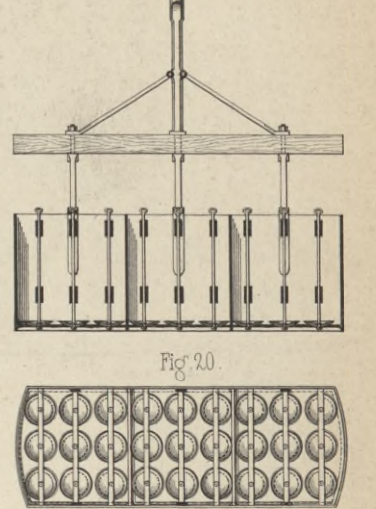
Klauenfänger.
M. 1:100.



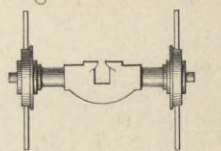
Schlammlöffel.
M. 1:120.



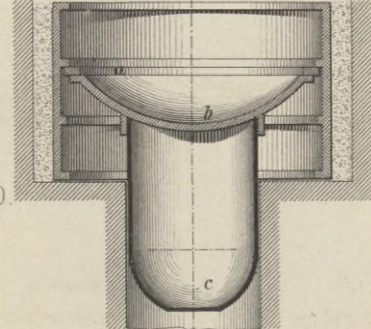
Löffel für das Abbohren
nach Lippmann's Verfahren.
Fig. 19. M. 1:100.



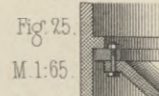
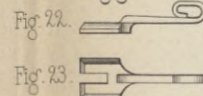
Wagen zum
Aufhängen des Gestänges.
Fig. 21. M. 1:30.



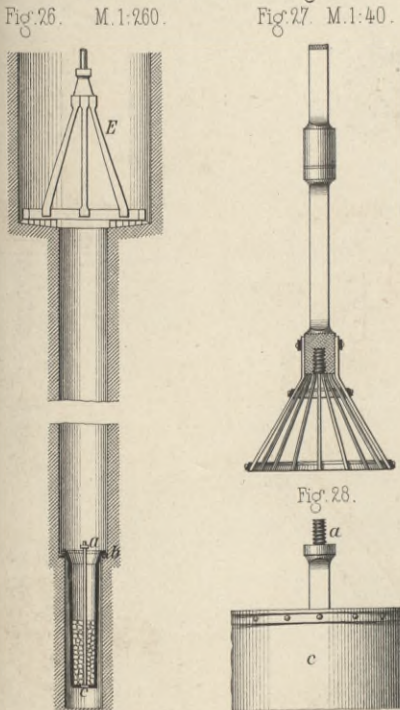
Fuß der Cuvelage
System Bourg' ohne Gleichgewichtsrohr.
Fig. 24. M. 1:92.



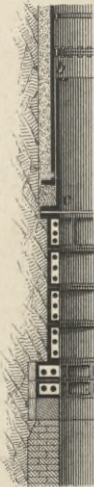
Abfanggabel. M. 1:30.



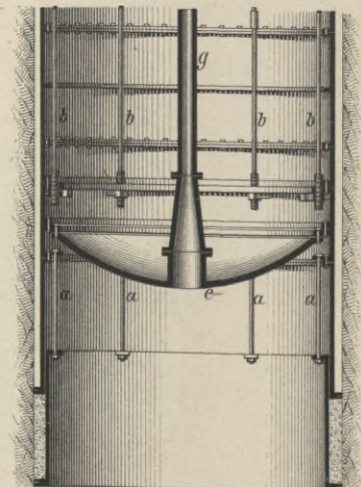
Erweiterungsbohrer mit eingehängtem
Löffel und Glockenfänger.
Fig. 26. M. 1:260. Fig. 27. M. 1:40.



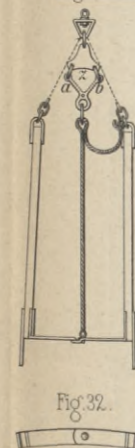
Fuß
der Cuvelage.
Fig. 29. M. 1:100.



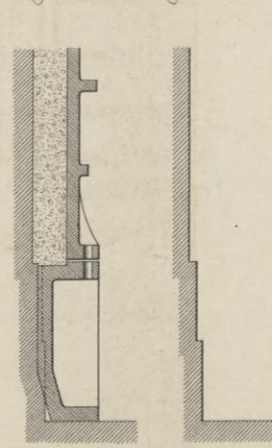
Cuvelage
mit Moosbüchse
Fig. 30. M. 1:100.



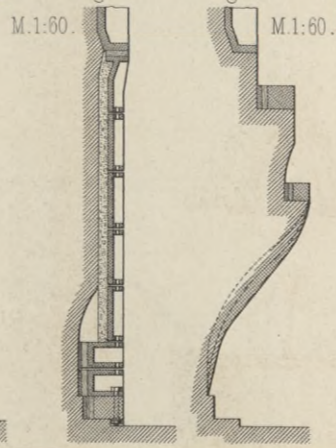
Betonirrlöffel.
M. 1:64.
Fig. 31.



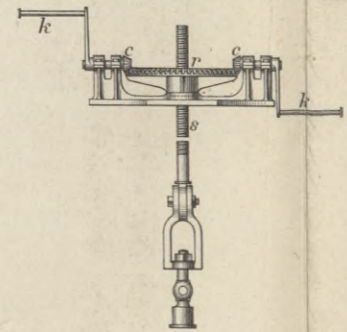
Füße von Cuvelagen.
System Chavatte. M. 1:44.
Fig. 33.



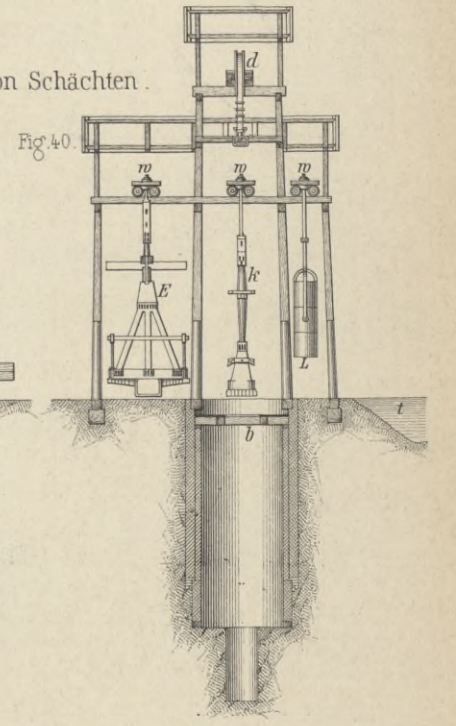
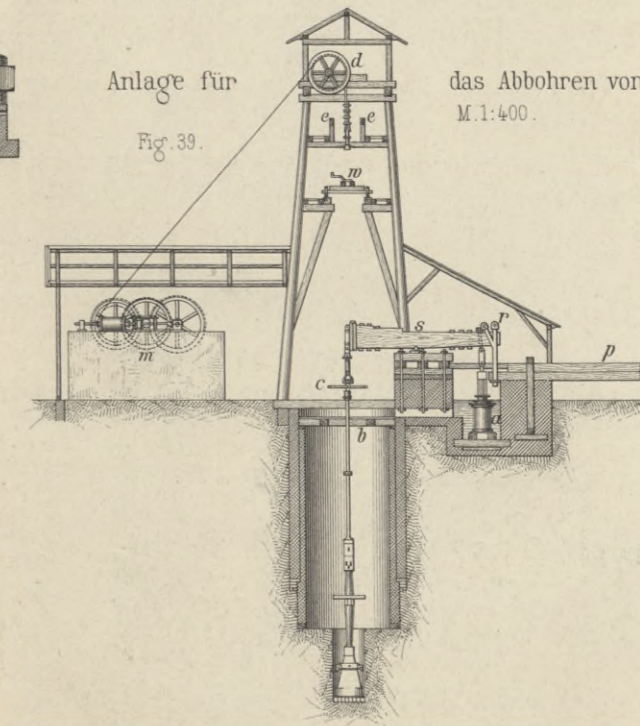
Fuß d. Cuvelage.
Abteufung.
Fig. 34. M. 1:60. Fig. 35. M. 1:60. Fig. 36. M. 1:60.



Senkzeug.
M. 1:50.
Fig. 37.



Anlage für
das Abbohren von Schächten.
Fig. 39. M. 1:400.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Gemauerter Senkschacht mit gußeisernem Senkschuh Fig 1-6.

Fig. 1. M. 1:72.

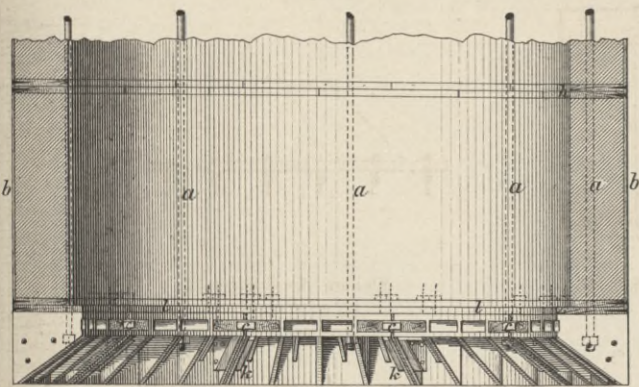


Fig 2.

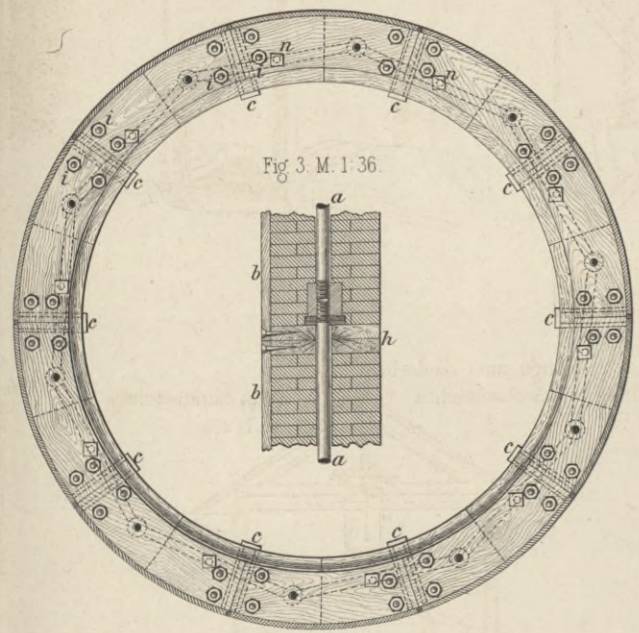
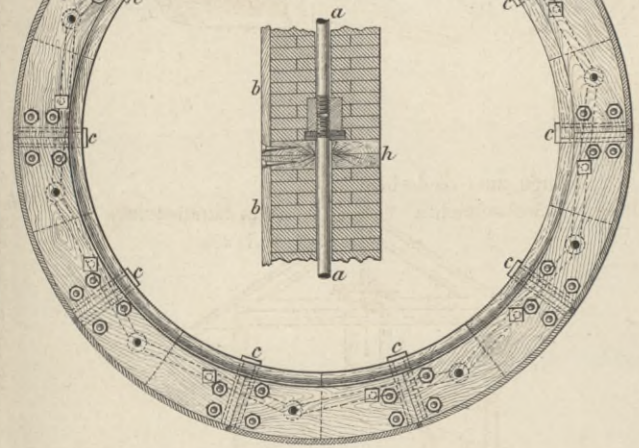


Fig 3. M. 1:36.



Großer Sackbohrer mit aufklappbaren Schneiden. Fig 7-11.

Fig 7. M. 1:72.

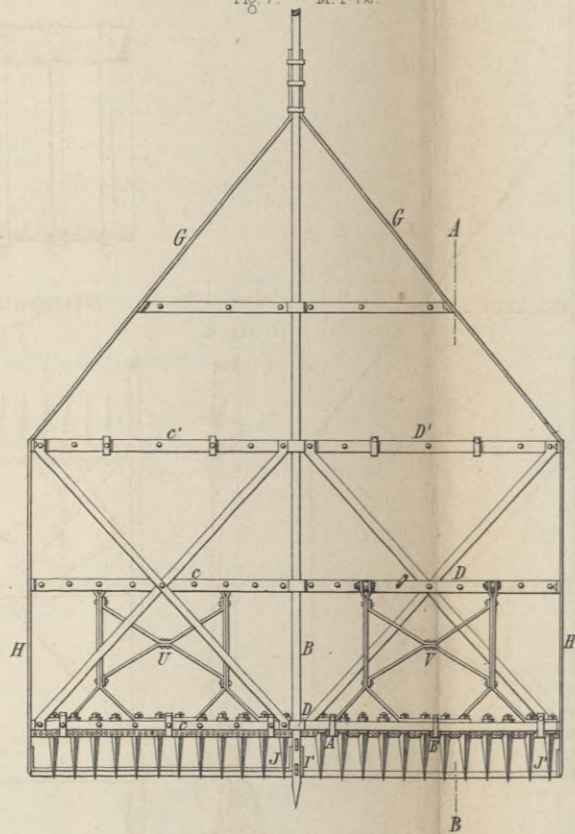
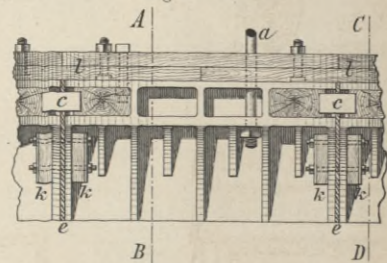
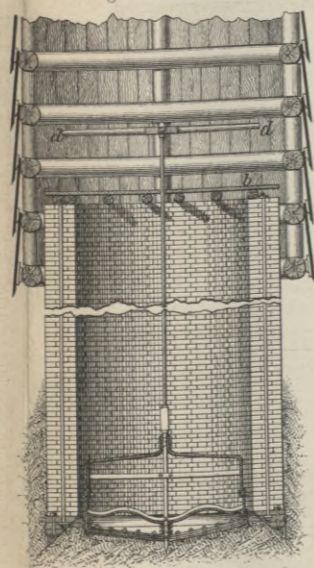


Fig 4. M. 1:36.



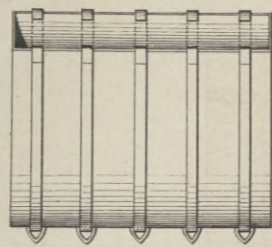
Senkschacht mit eingehängtem Sackbohrer für Handbetrieb. Fig 19. M. 1:96.



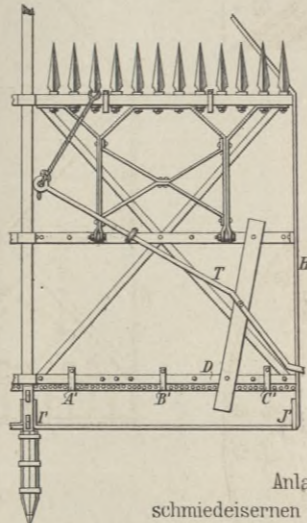
Sackbohrer. Senkschächte.

Sack.

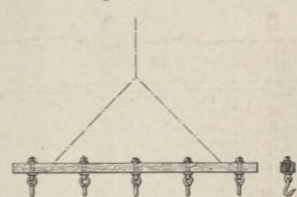
Fig 10. M. 1:72.



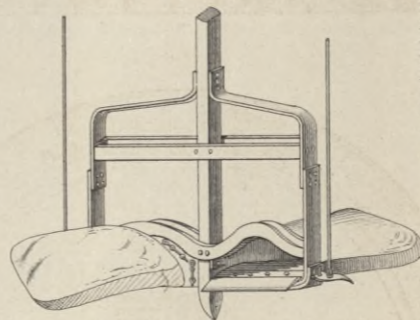
Schnitten aufgeklappt. Fig 9.



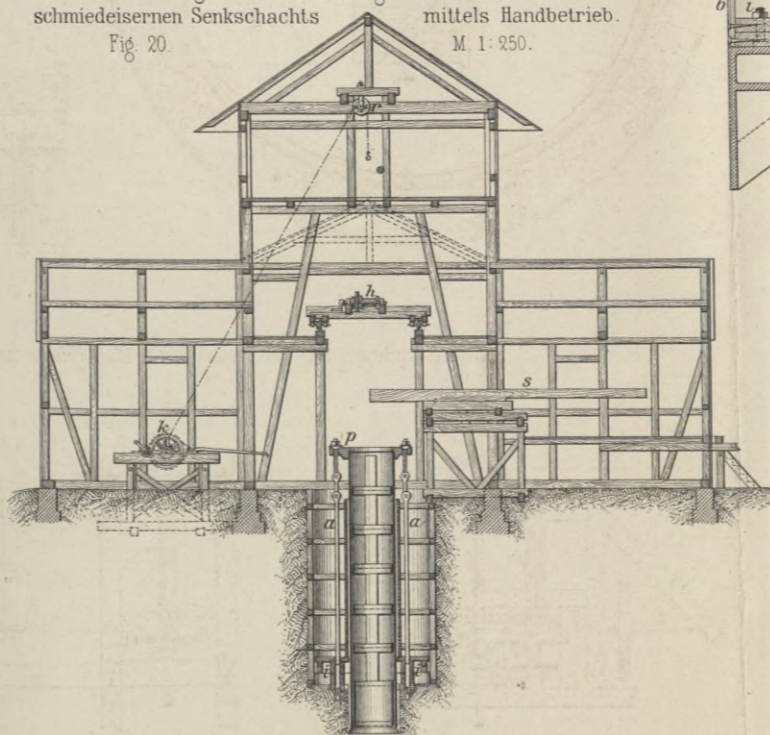
Vorrichtung zum Entleeren der Säcke. Fig 11. M. 1:72.



Kleiner Sackbohrer. Fig 12. M. 1:50.



Anlage zum Niederbringen eines schmiedeeisernen Senkschachts mittels Handbetrieb. Fig 20. M. 1:250.



Aufreißer und Zuführer für einen Mauer-Senkschacht. Fig 13. M. 1:80.

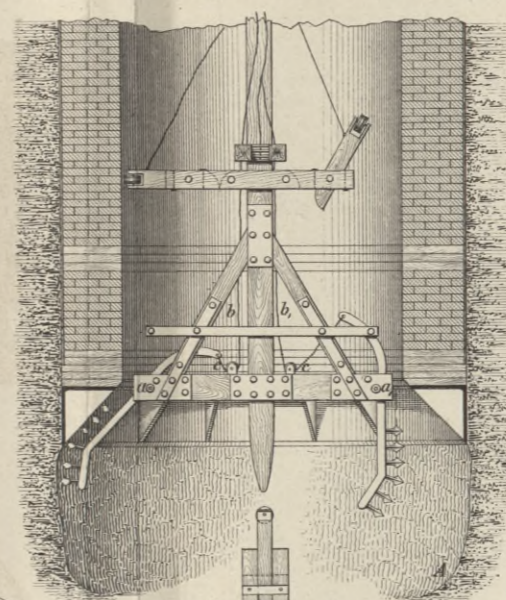


Fig 14.

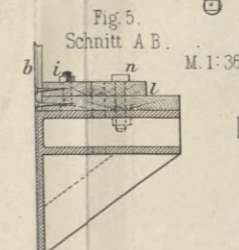


Fig 5. Schnitt A B. M. 1:36.

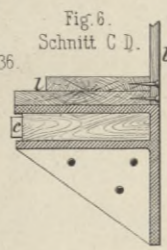
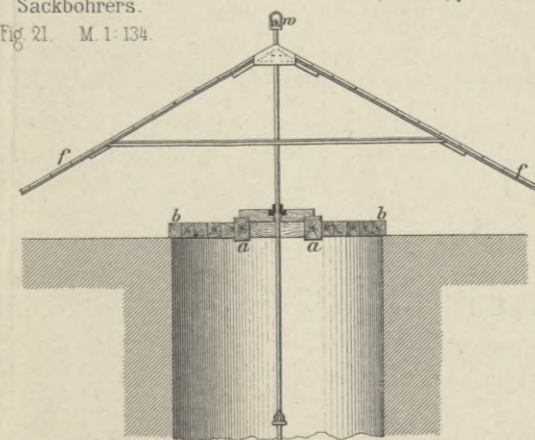


Fig 6. Schnitt C D.

Göpel zum Drehen des Sackbohrers. Fig 21. M. 1:134.



Bohrvorrichtung für Sackbohrer mit Maschinenbetrieb. Fig 15. M. 1:160.

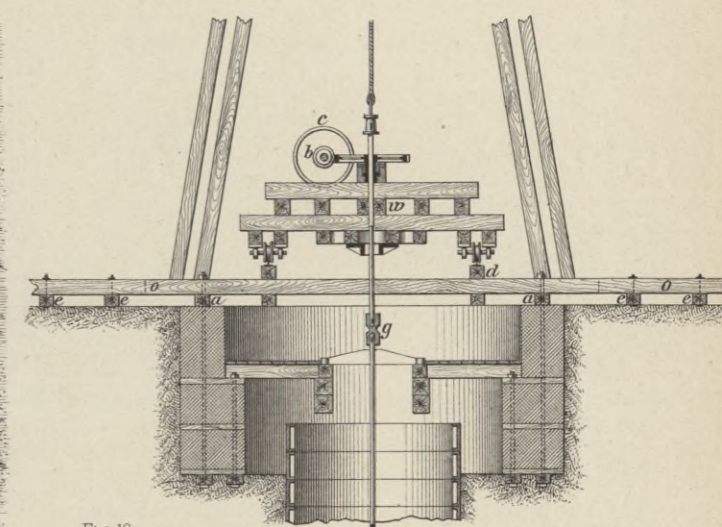
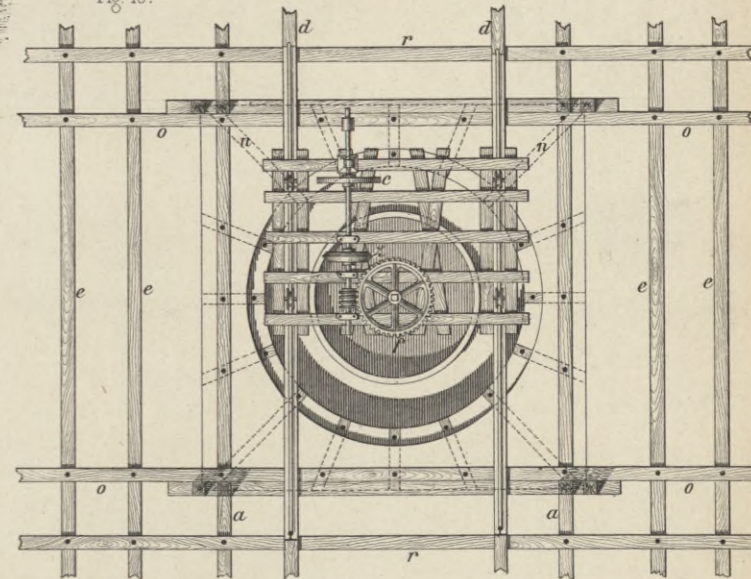


Fig 16.



Bohrvorrichtung für Sackbohrer mit Maschinenbetrieb. Fig 17. M. 1:70.

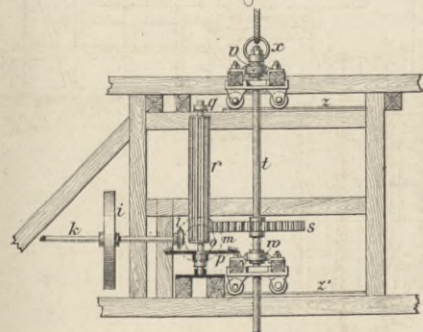
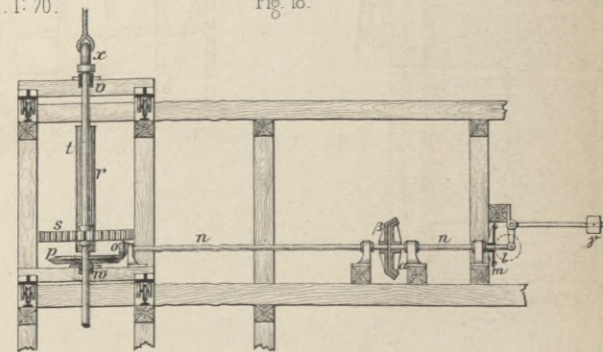
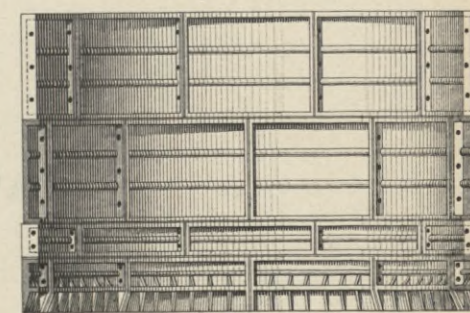


Fig 18.



Gußeiserner Senkschacht. Fig 22. M. 1:70.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Tunnelschlitzmaschine von Maus.

Fig. 1. M. 1:50.

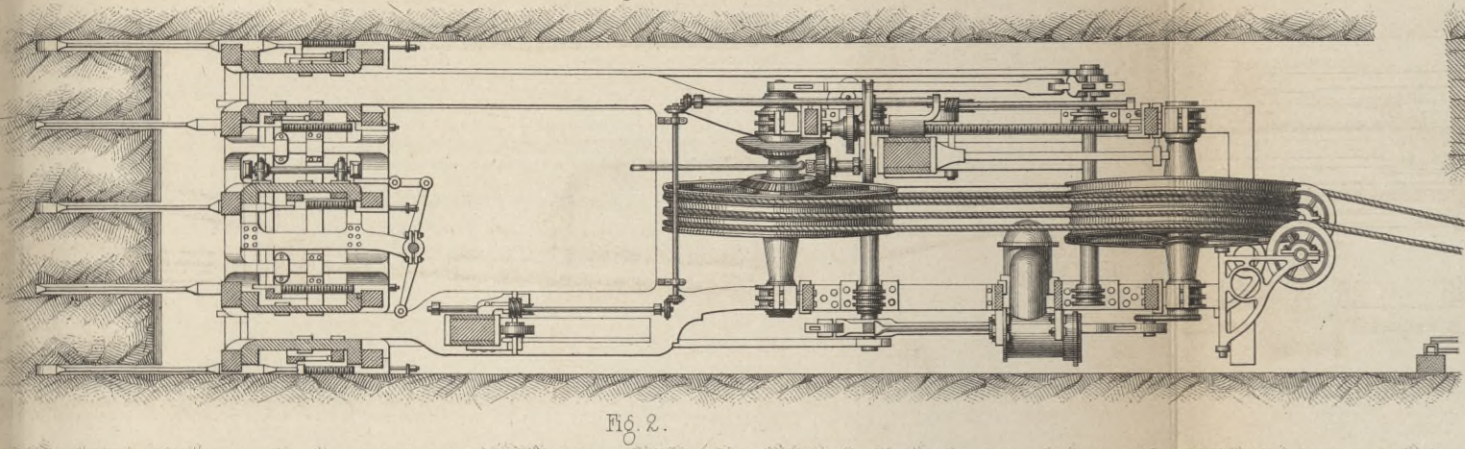
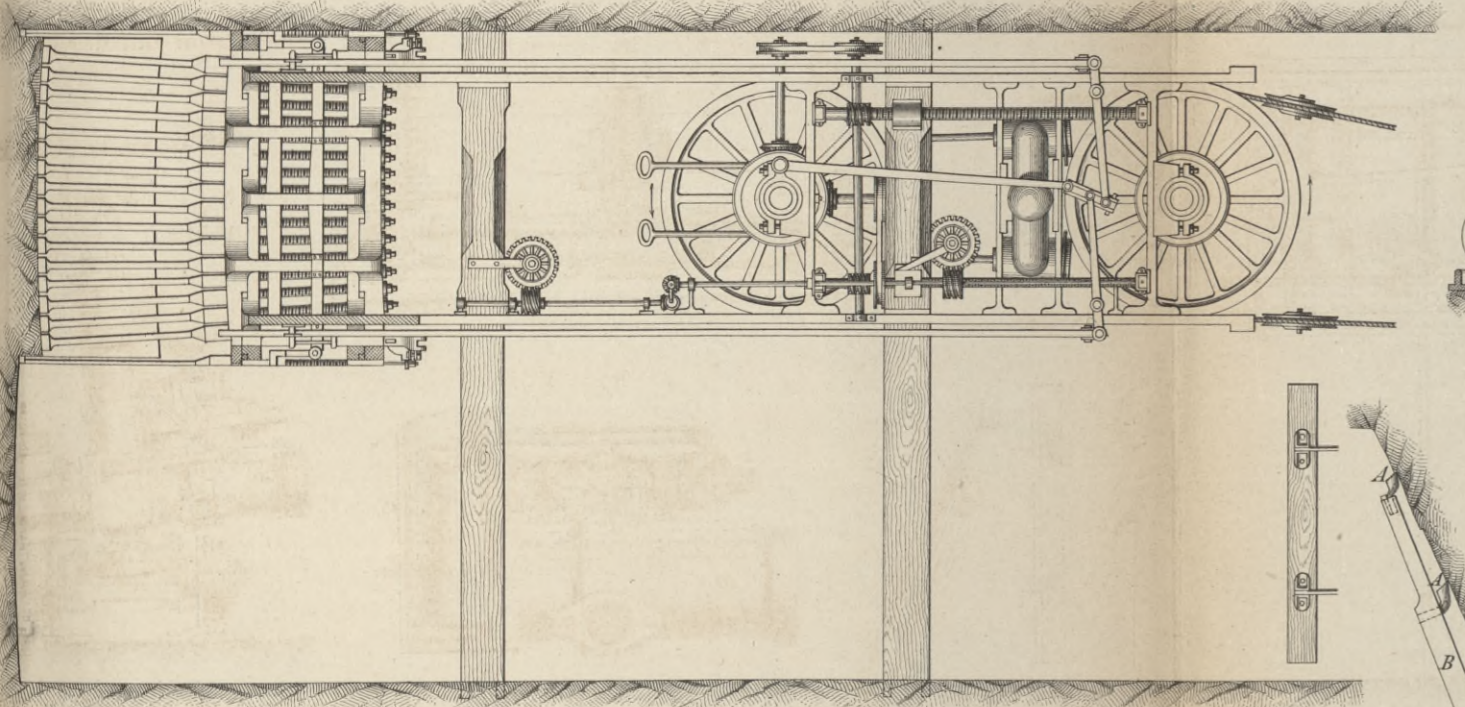
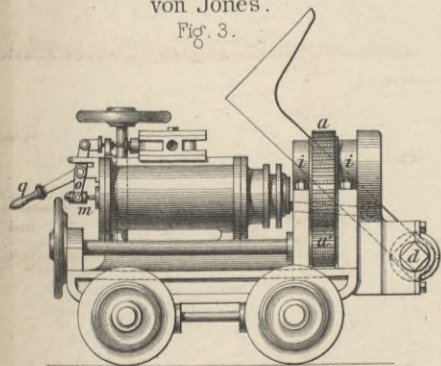


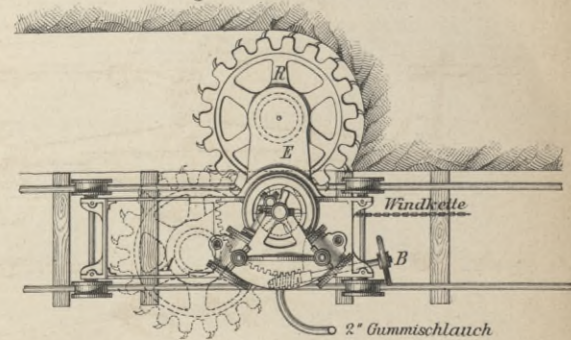
Fig. 2.



Kohlenhaumaschine von Jones. Fig. 3.



Schrämmaschine mit Schneidscheibe von Winstanley und Barker. Fig. 4. M. 1:50.



Bossoyeuse von Dubois und François. Fig. 5. M. 0,03.

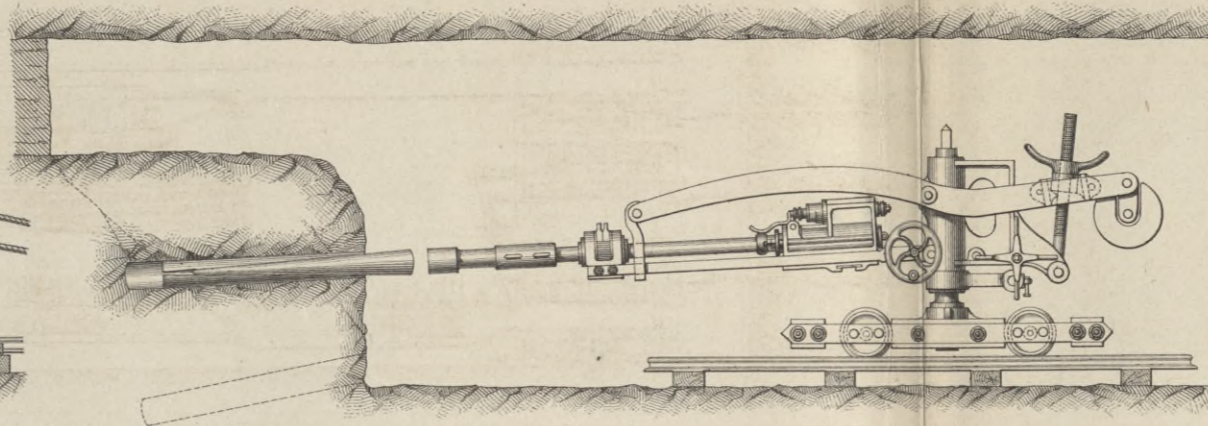


Fig. 6. M. 1:25.

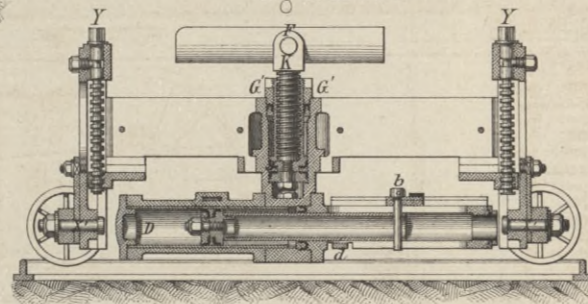
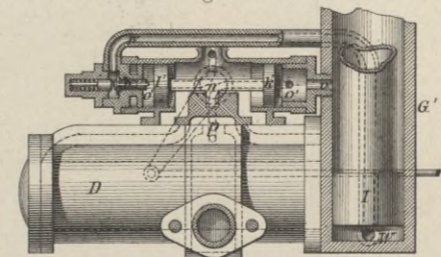
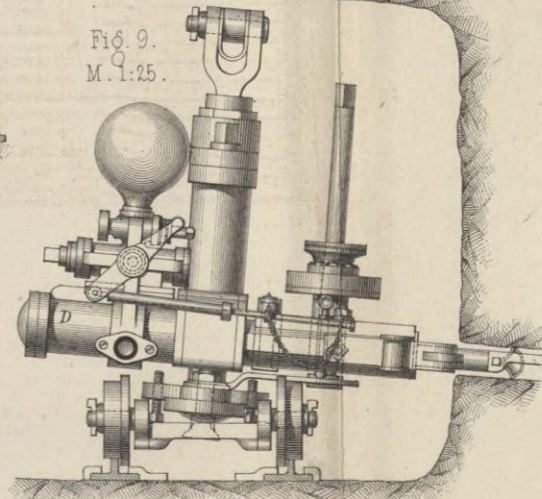


Fig. 8. M. 1:15.



Schrämmaschine von Garrett, Marshall u. Co. Fig. 6-9.

Fig. 9. M. 1:25.



Handschrämmaschine von Lilienthal. Fig. 10.

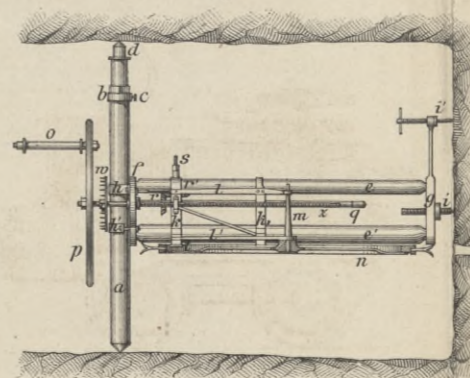
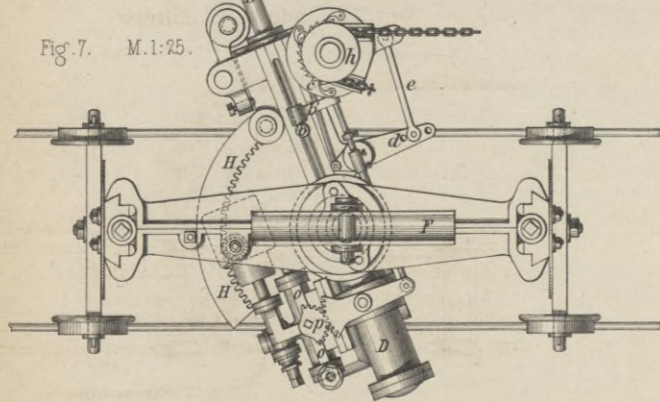


Fig. 7. M. 1:25.



Schrämmaschine von Schram. Fig. 12-15.

Fig. 12.

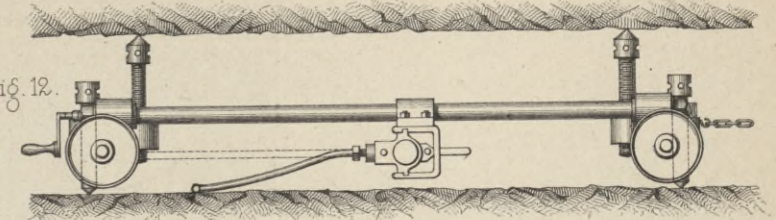


Fig. 13.

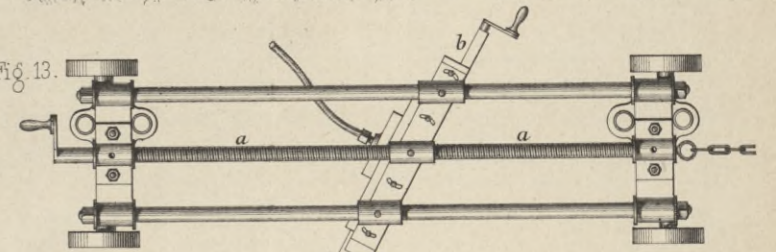


Fig. 14.

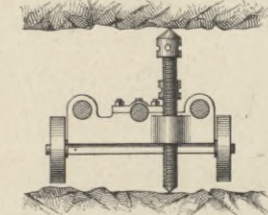


Fig. 15.

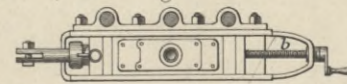
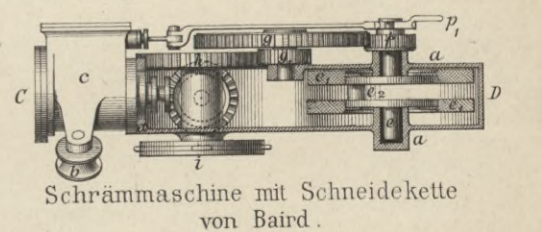
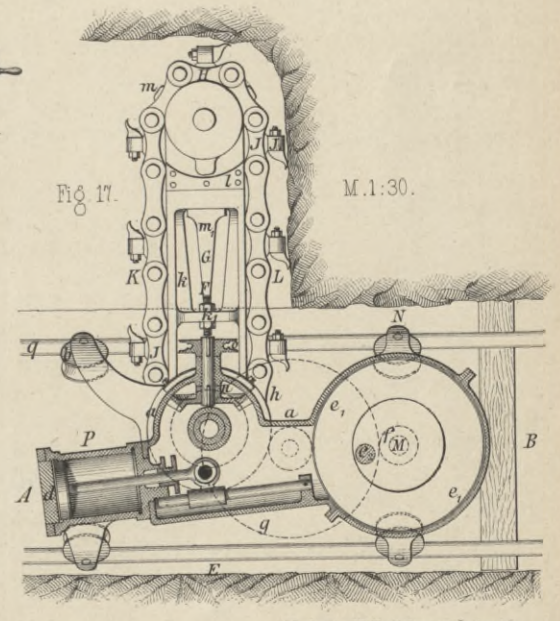


Fig. 16.



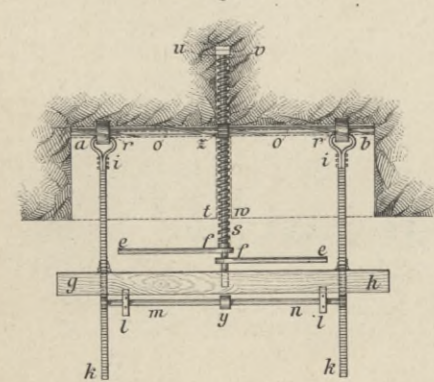
Schrämmaschine mit Schneidkette von Baird.

Fig. 17.



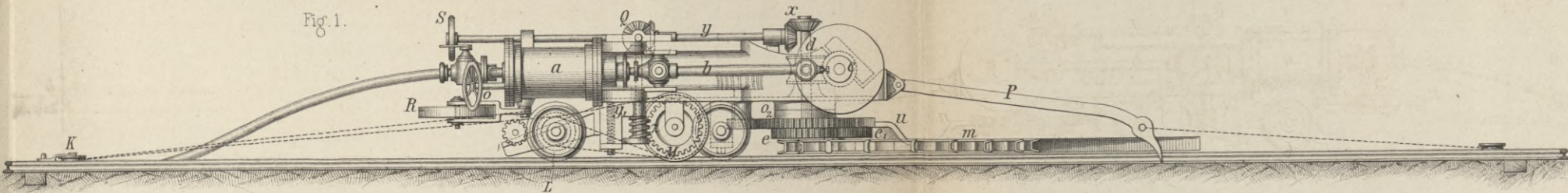
M. 1:30.

Weber's Schrämmaschine für Handbetrieb. Fig. 11.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Schrämmaschine mit rotirender Messerscheibe von Staněk u. Reska. M. 1:25.



Vierfache Schrambohrmaschine von Neuerburg in Köln.

Fig. 12. M. 1:25.

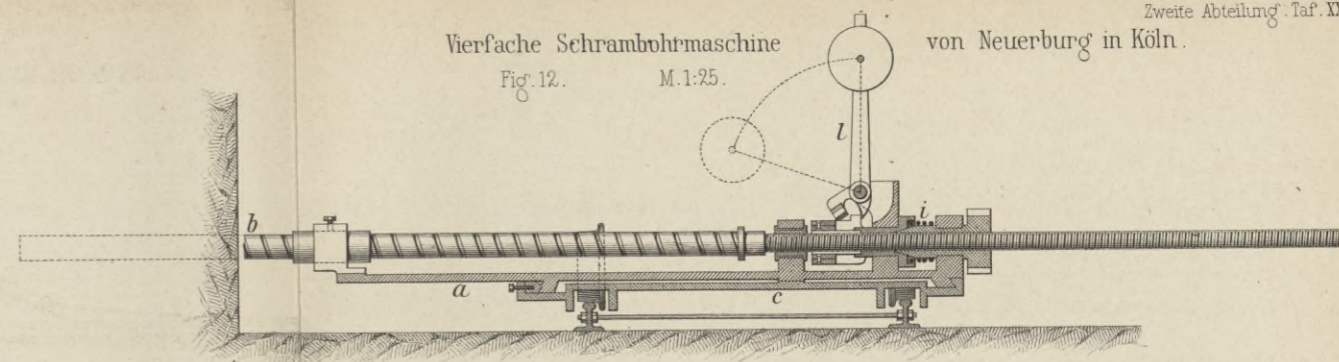
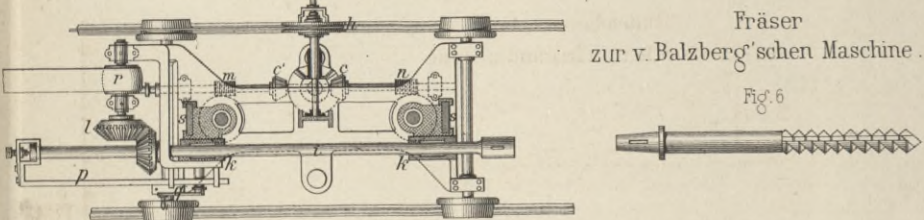


Fig. 3.

Fräser zur v. Balzberg'schen Maschine.

Fig. 6



Hubschema zur Chenot'schen Schrämmaschine.

Fig. 22.

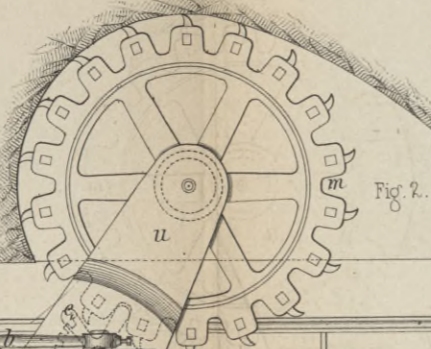
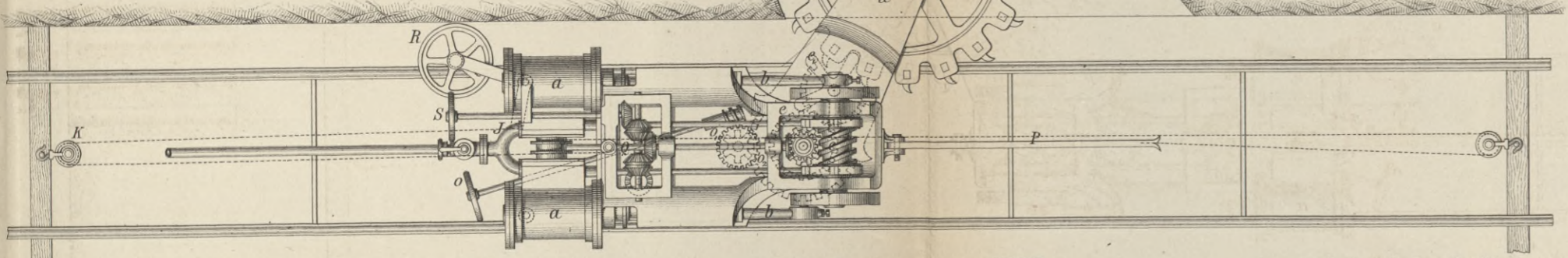
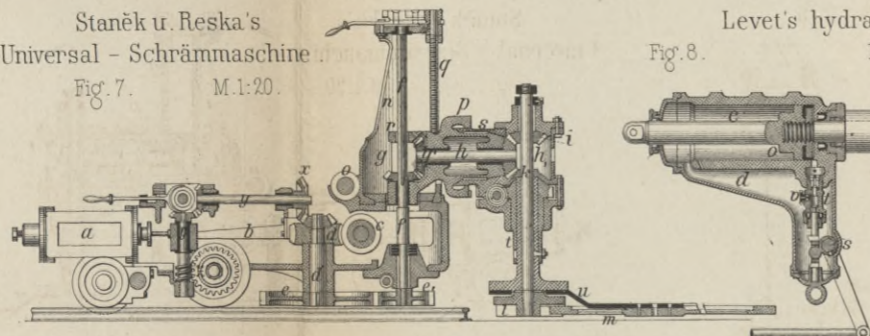


Fig. 2.



Von Balzberg's Schrämfräsmaschine. Fig. 3-6.

Staněk u. Reska's Universal-Schrämmaschine. Fig. 7. M. 1:20.



Levet's hydraulischer Treibkeil. Fig. 8. M. 1:20.

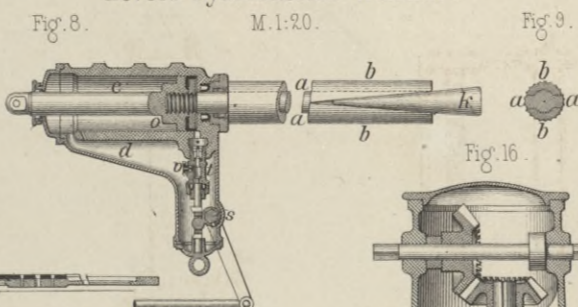


Fig. 9.

Fig. 16.

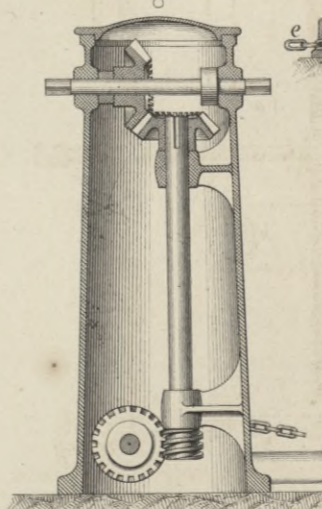
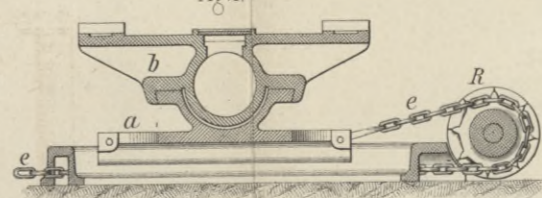


Fig. 17.



Chenot's atmosphärische Schrämmaschine mit elektrischem Betrieb. Fig. 16-22.

Fig. 16-19. M. 1:15. Fig. 18.

Fig. 20 u. 21. M. 1:10. Fig. 19.

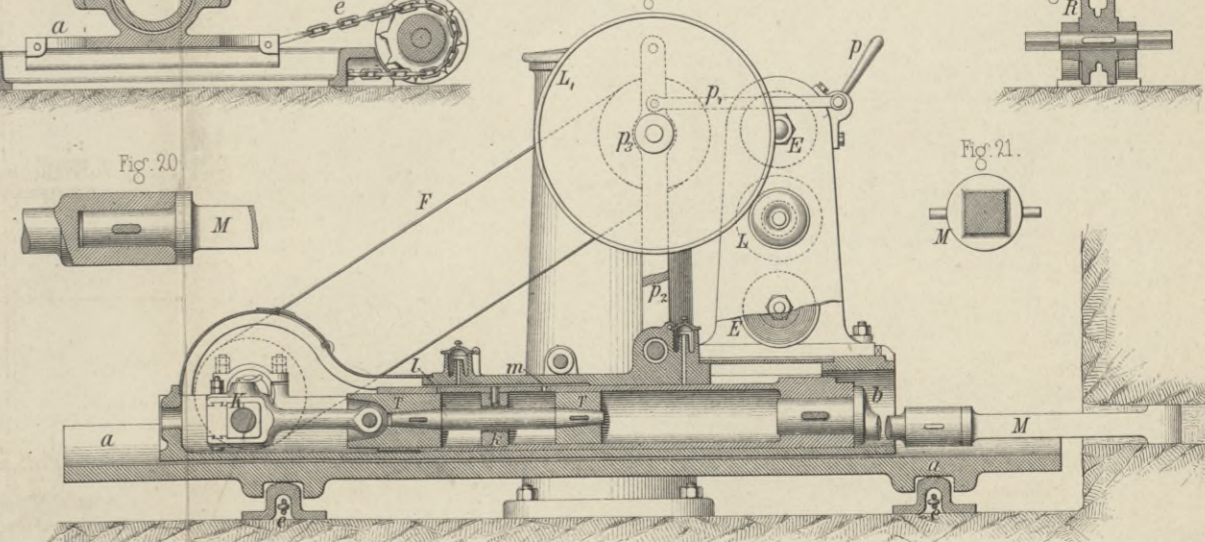
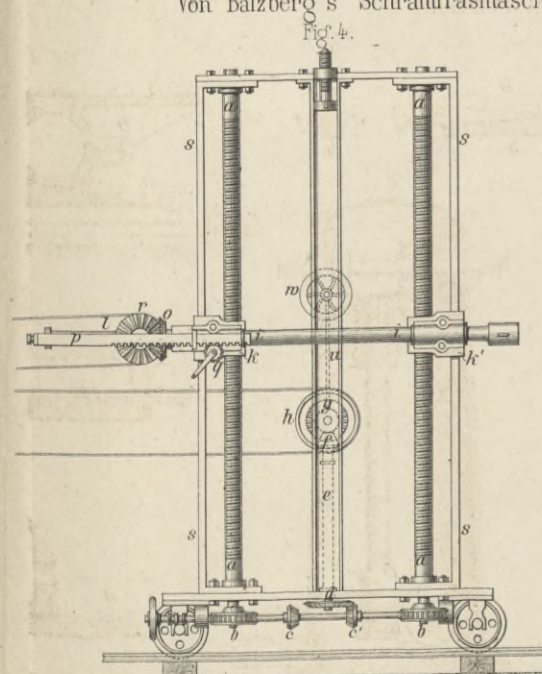
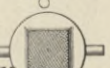


Fig. 20.



Fig. 21.



BIBLIOTERA POLITECHNICZNA
— KRAKÓW

Tunnelbohrmaschine System Beaumont (Cylinderschrämmaschine).

Fig. 1-4.

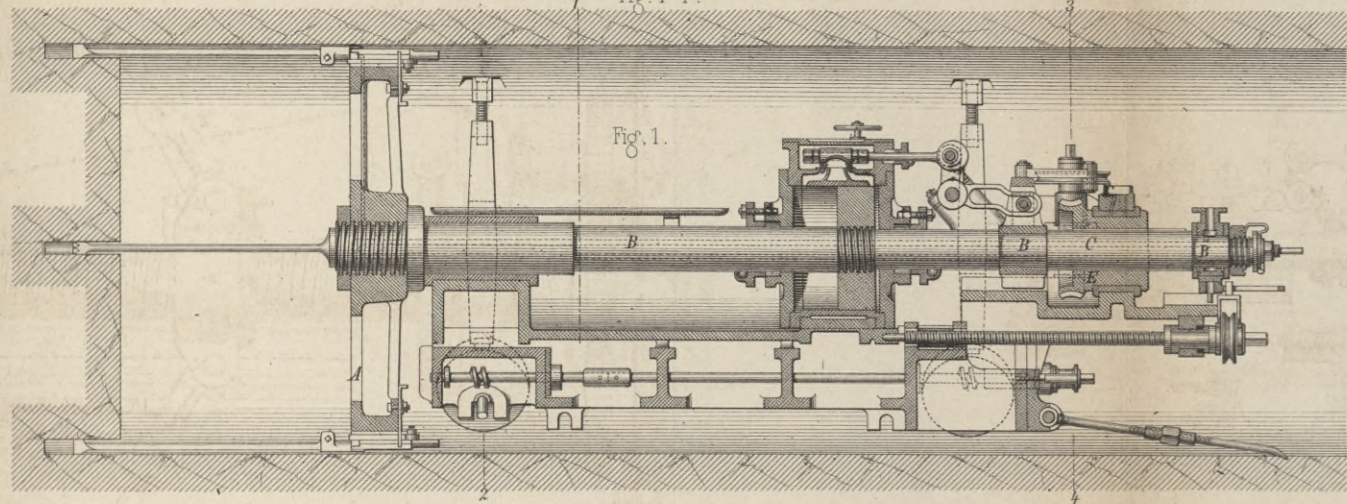
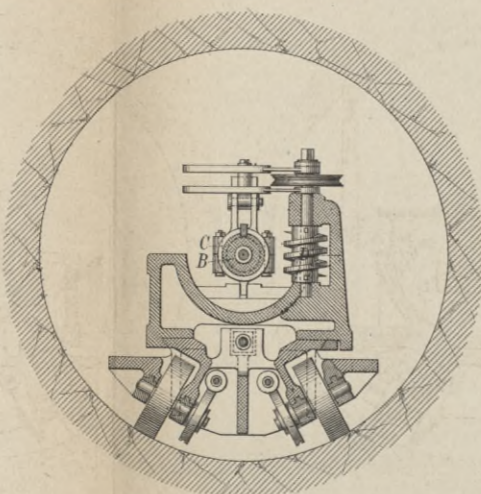
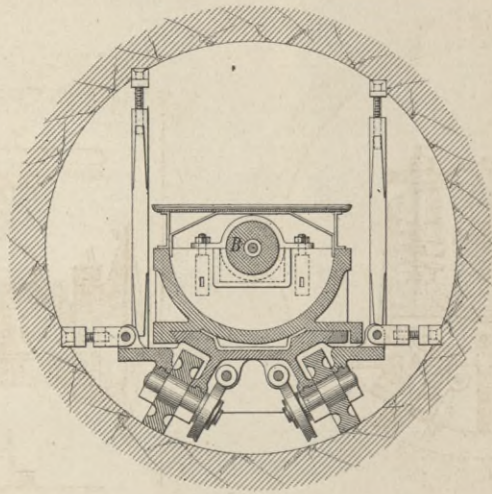
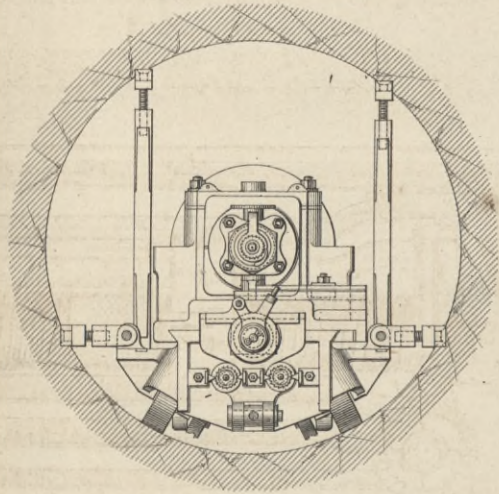


Fig. 2. Hinteransicht.

Fig. 3. Schnitt 1-2.

Fig. 4. Schnitt 3-4.



Brunton's Tunnelbohrmaschine mit wälzenden Meißelscheiben. Fig. 5-8.

Fig. 5.

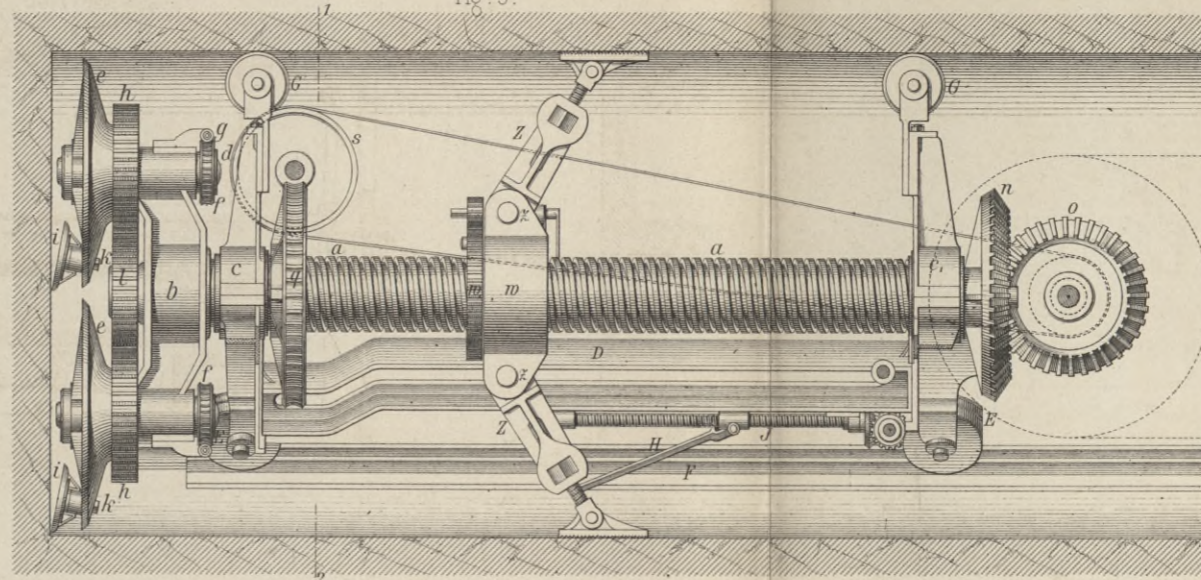


Fig. 6.

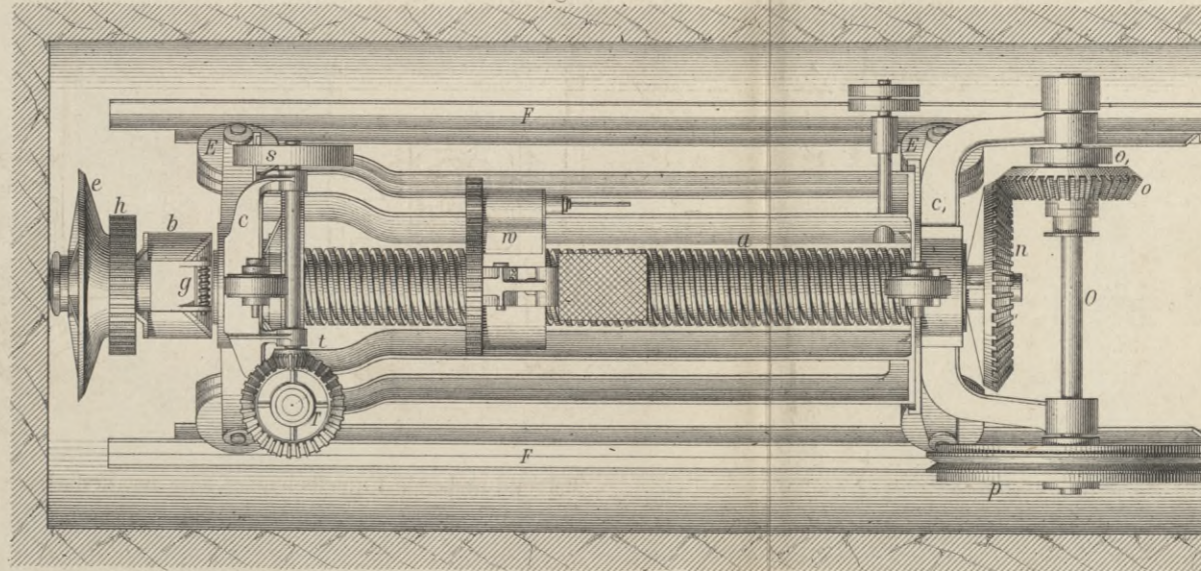


Fig. 7. Schnitt 1-2.

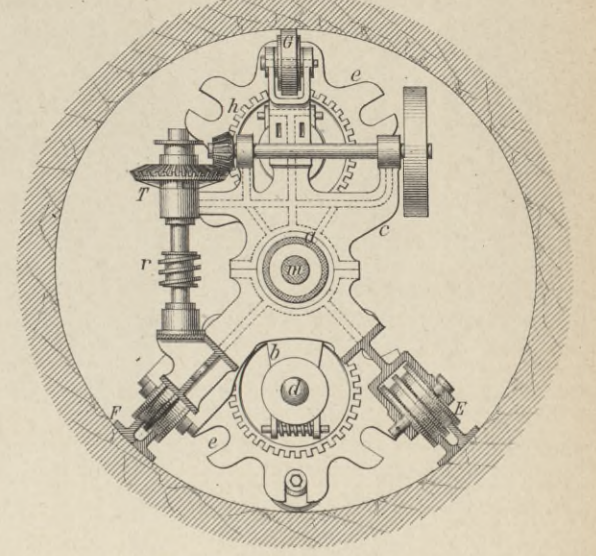
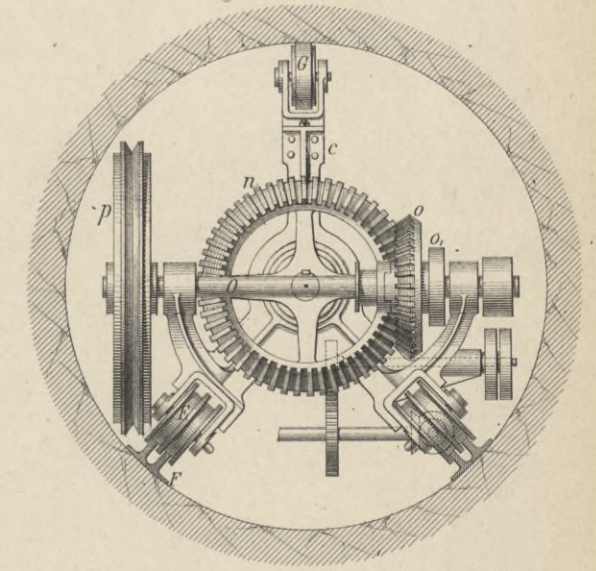


Fig. 8. Hinteransicht.



Stoßend wirkende Tunnelbohrmaschine mit Meißelscheibe von Penrice. Fig. 9-15. M. 1:40.

Fig. 9.

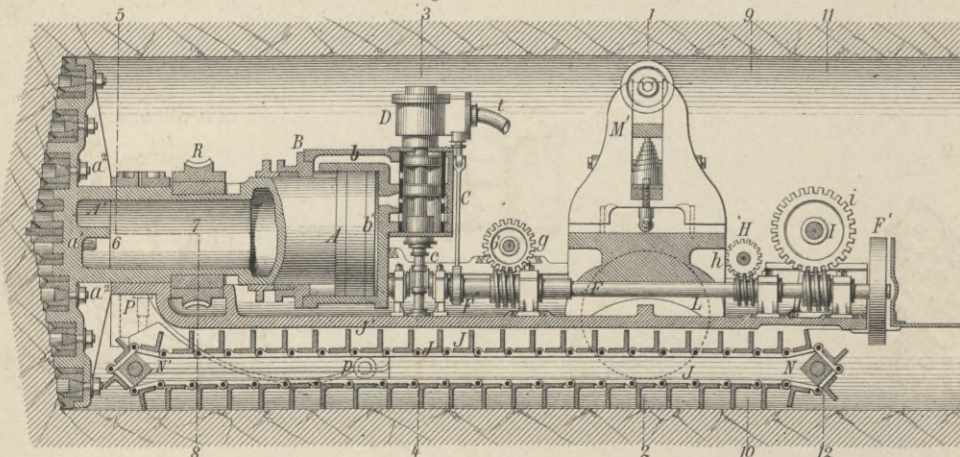


Fig. 10. Schnitt 1-2.

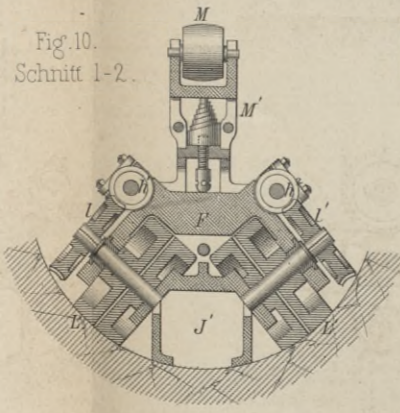


Fig. 11. Schnitt 3-4.

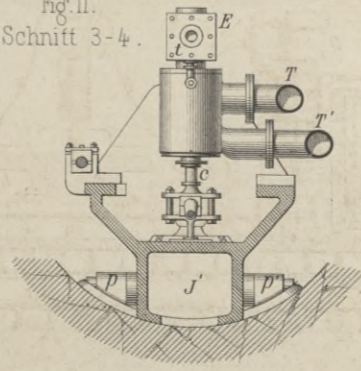


Fig. 12. Schnitt 5-6, 7-8.

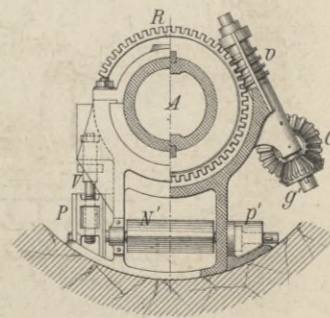


Fig. 13. Schnitt 9-10.

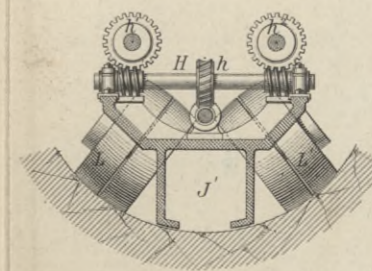


Fig. 14. Schnitt 11-12.

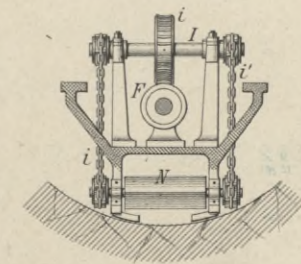
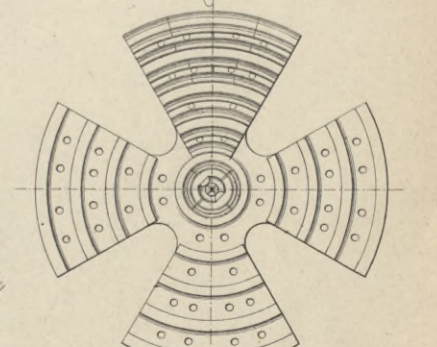


Fig. 15.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Stollenbohrmaschine von Rziha und Reska. Fig. 1-5 u. 13.
Fig. 1. M. 1:30.

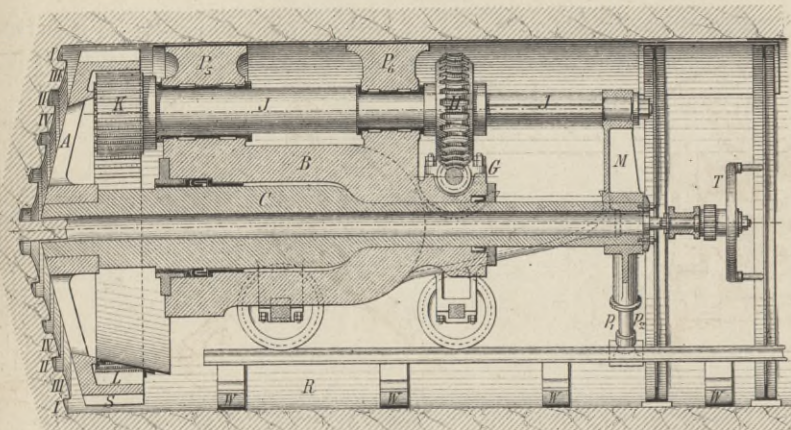


Fig. 2.

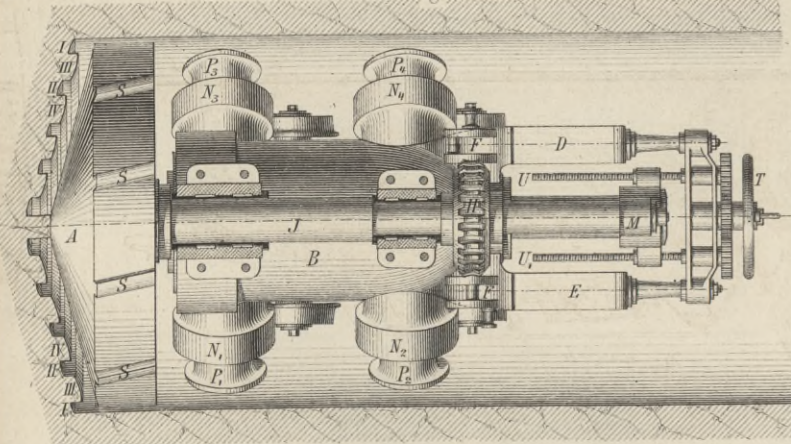


Fig. 3. Schnitt durch die Vorschubpresse

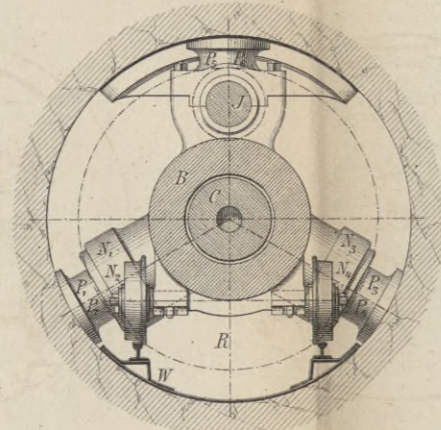


Fig. 4. Antrieb der Bohrscheibe

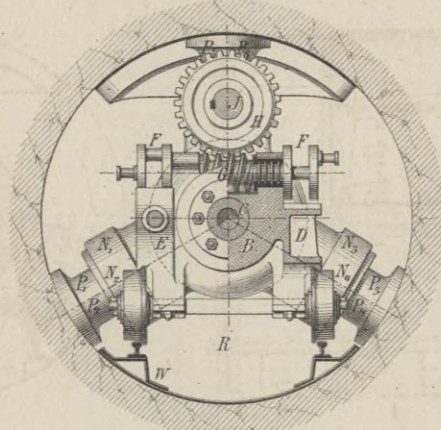
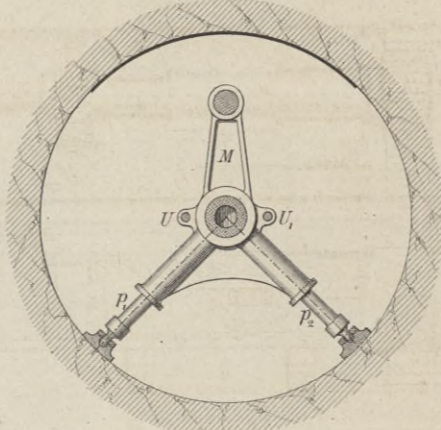


Fig. 5. Hinterer hydraulischer Stützbock



Streckenbohrmaschine von Henley.
Fig. 8. M. 0,03.

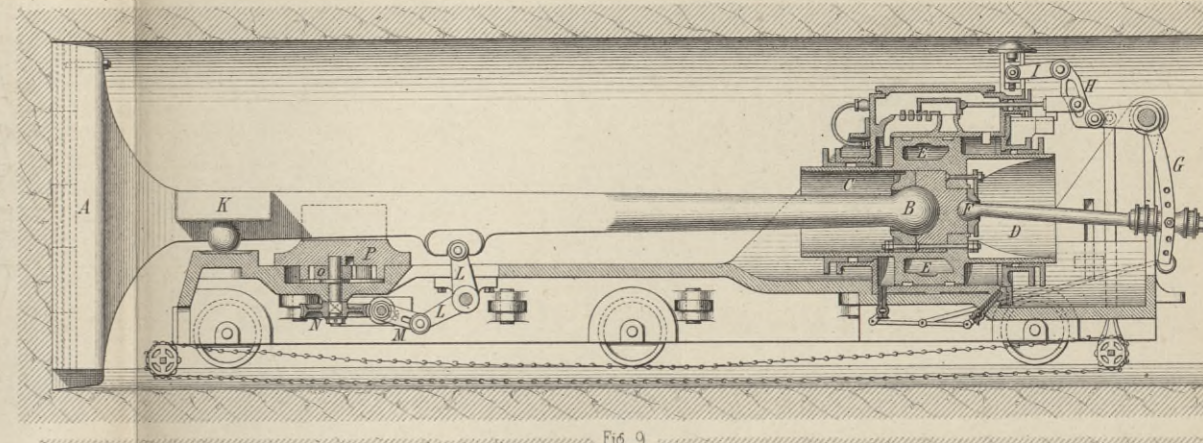


Fig. 9.

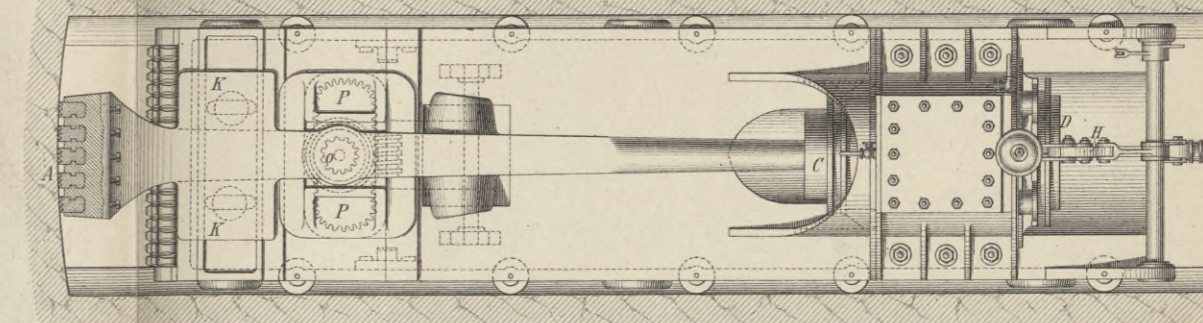


Fig. 6. Tunnelbohrmaschine von Beaumont und English. M. 1:50.
Für den Canaltunnel angewendet zwischen Dover und Folkestone.

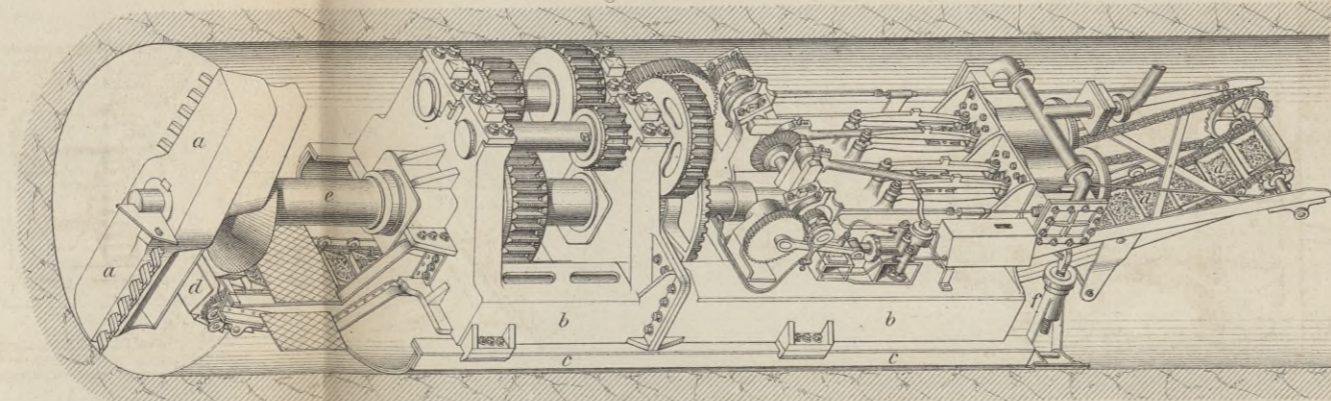
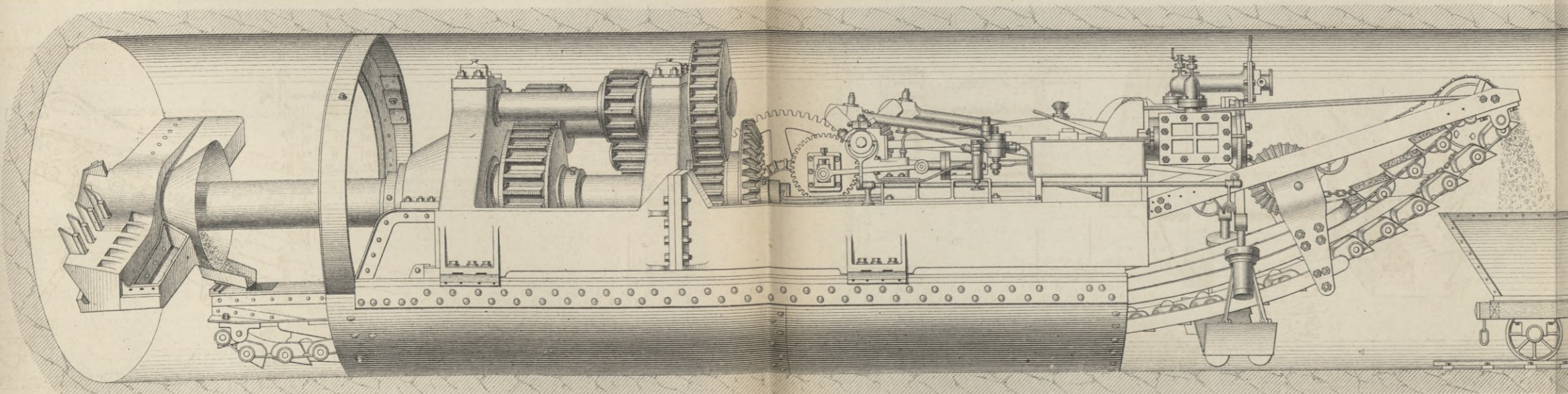
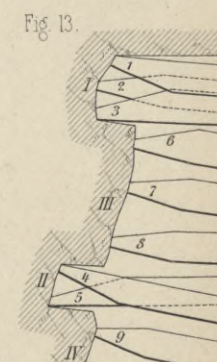
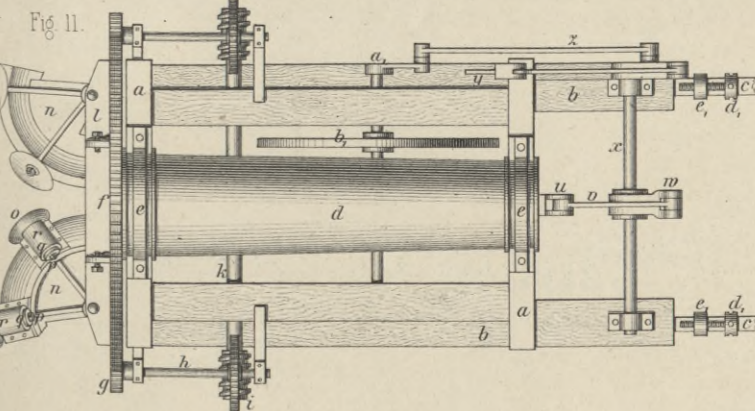
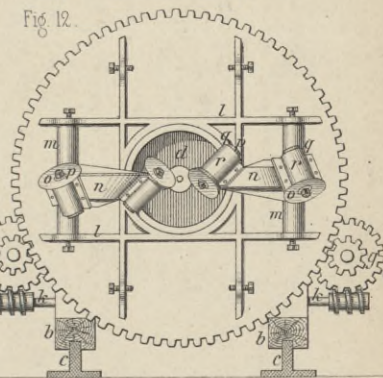
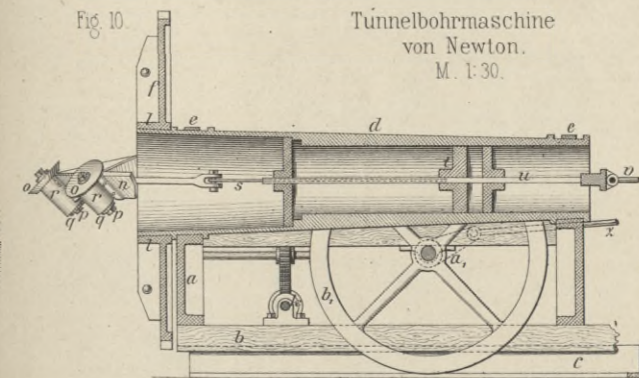


Fig. 7. Tunnelbohrmaschine von Beaumont. M. 1:32.
Gebaut von der Société de Construction des Baignolles für den Canaltunnel bei Sangatte.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Fig. 10. Tunnelbohrmaschine von Newton. M. 1:30.



Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Crampton's Tunnelbohrmaschine mit Kraft- und Schwemmwasserbetrieb. Fig. 1-4. M. 1:60.

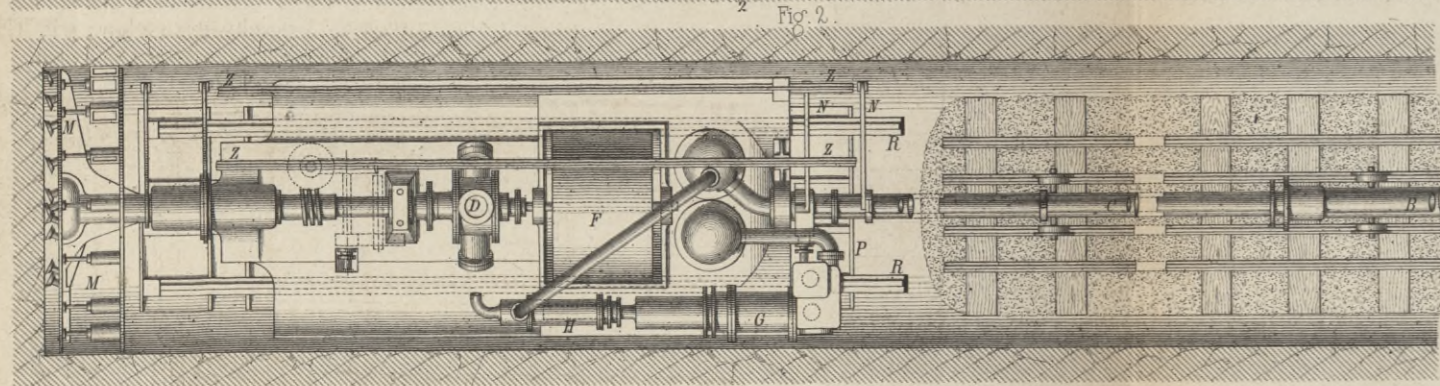
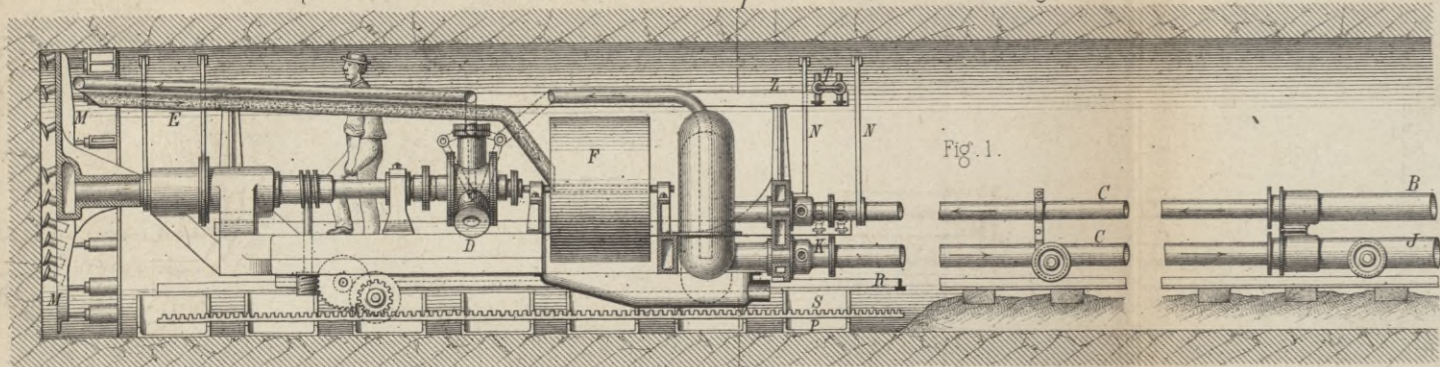


Fig. 3. Bohrscheibe.

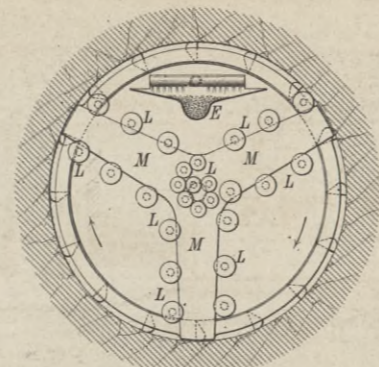
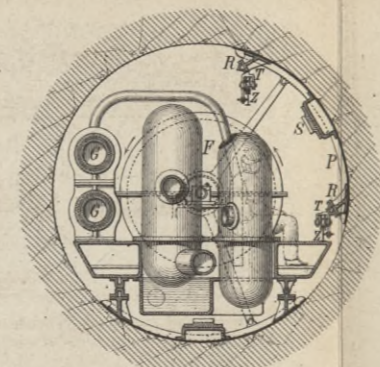
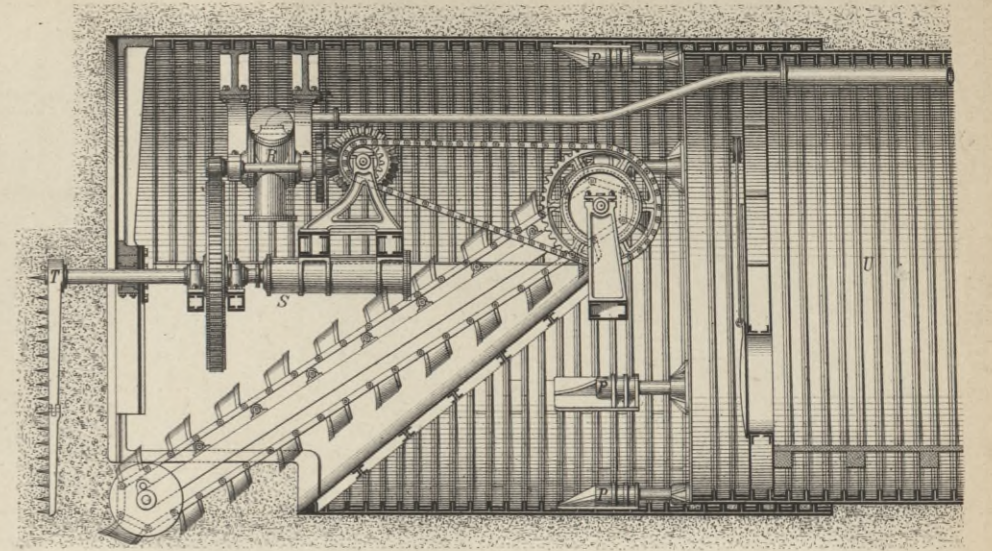


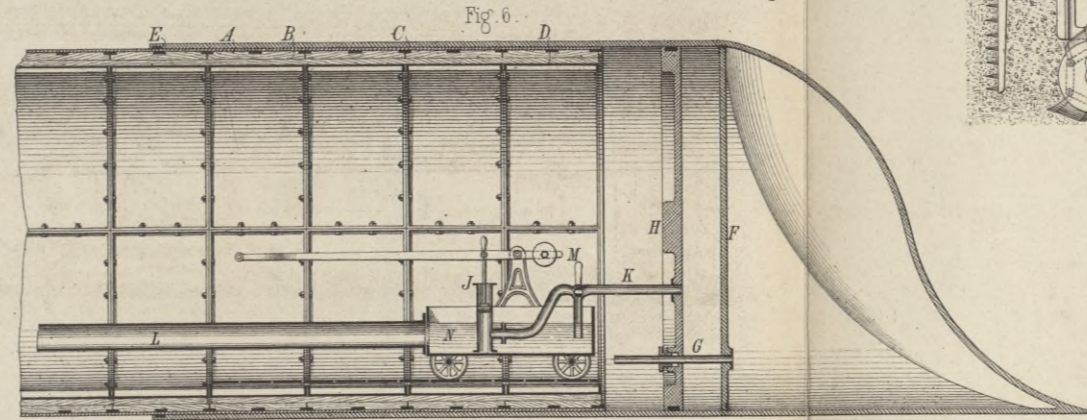
Fig. 4. Schnitt 1-2.



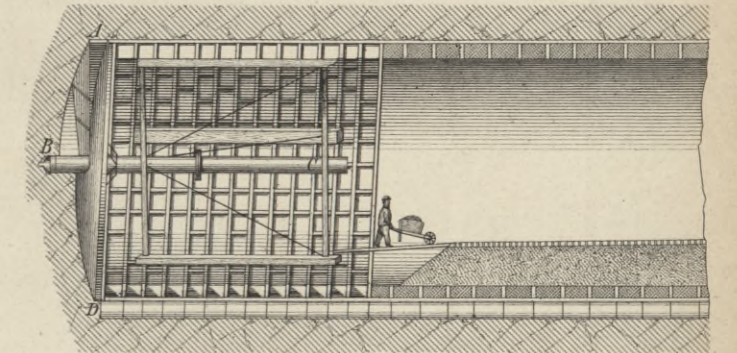
Taskin's Tunnelbohr- und Baggermaschine. Fig. 5.



Dunn's hydraulische Tunneltriebmaschine mit Pflug.

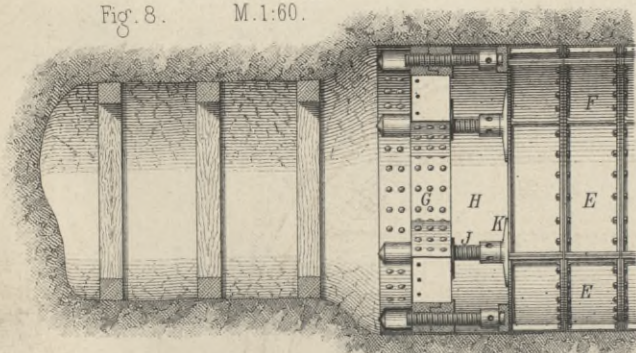


Brunel's Tunnelmaschine mit Bohrschraube.



Tunnelbauverfahren von Barlow. Fig. 8-13.

Fig. 8. M. 1:60.



Tunneltreibmaschine von Beach, mit hydraulischem Vorschub. Fig. 14 u. 15. M. 1:20.

Fig. 14.

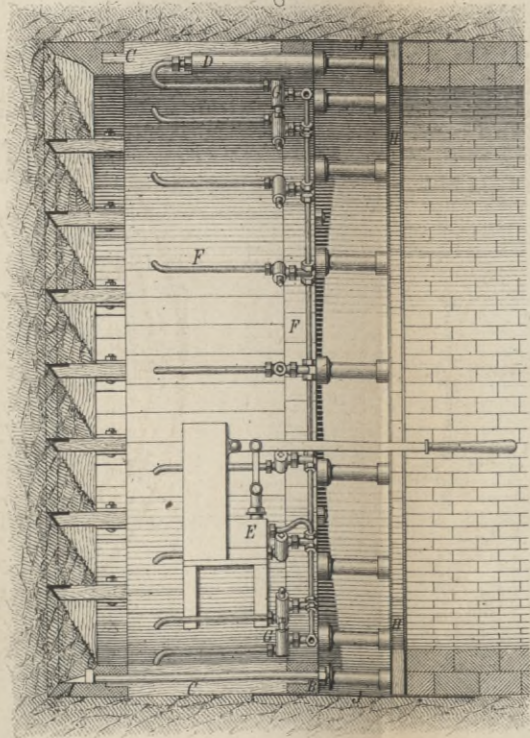
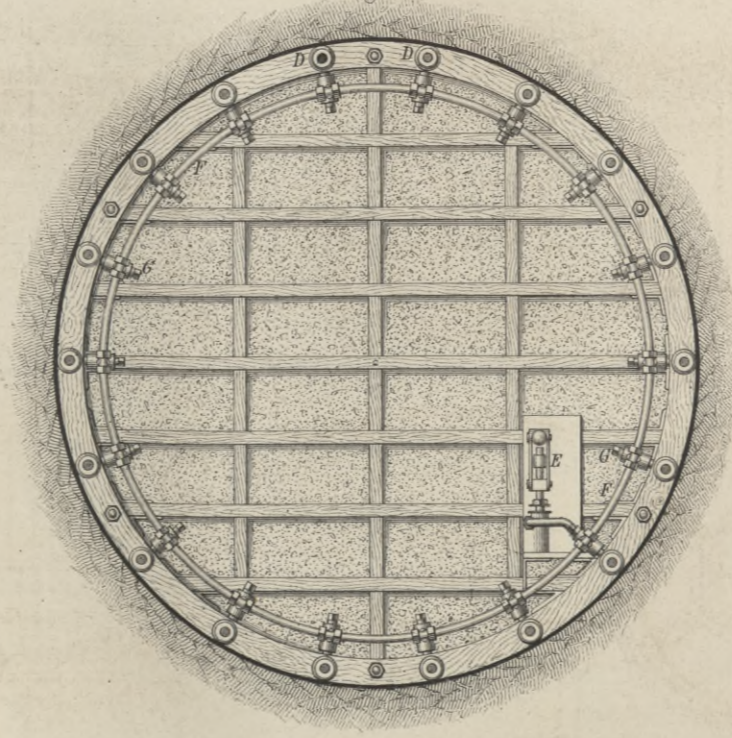


Fig. 15.



Tunnelbohr- und Treibmaschine von Dowd.

Fig. 16 u. 17. M. 1:40.

Fig. 16.

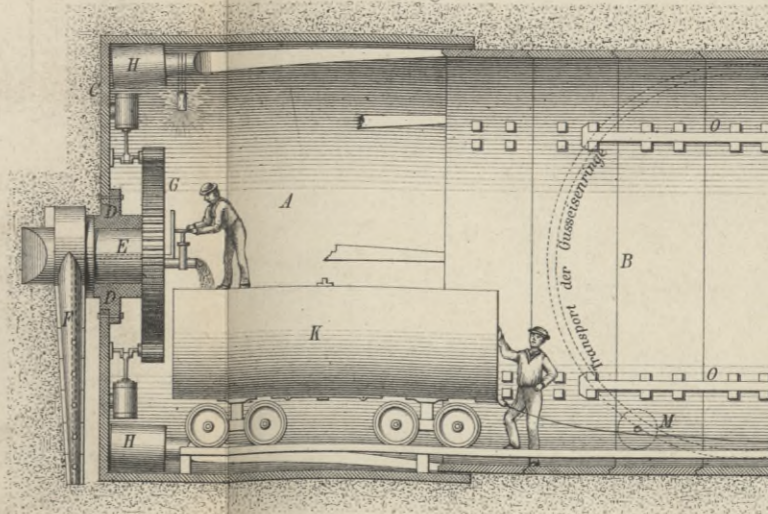


Fig. 17.

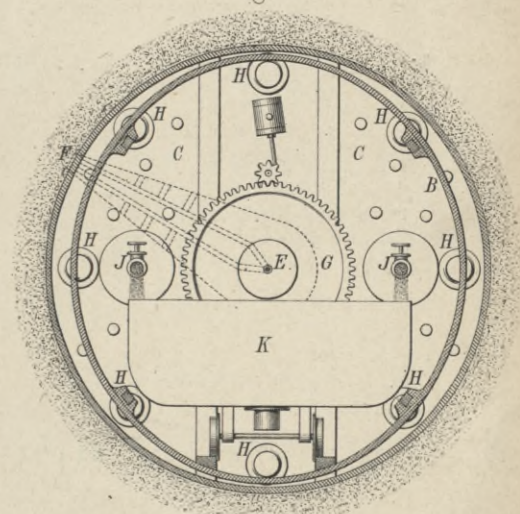


Fig. 9.

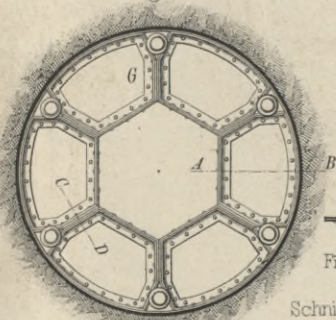


Fig. 10. M. 1:20.

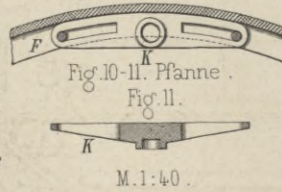


Fig. 11.

M. 1:40.

Fig. 12.

Schnitt A B.

Fig. 13.

Schnitt C D.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

5.01

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

5. 61

30 ✓

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306600

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298645