

W1/2

050557 - 9000



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298669

Die
BAUMASCHINEN.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. IV. Band. *2*

Unter Mitwirkung von

L. Franzius,

Oberbaudirektor in Bremen,

herausgegeben von

F. Lincke,

Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Dritte Abteilung. — 1. Lieferung.

XI. Kapitel.

Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen.

Tag. XII u. folg. auf. Baummaschinen.
Bearbeitet von

F. Polak,

Technolog in Prag.

1. Auflage

Mit 36 Holzschnitten und 4 lithographirten Tafeln.



Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1887.



III - 30 6601

Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~III 15499~~



SPK-13 381/2018

Akc. Nr.

~~765~~ 150

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, Civil-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, Civil-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, Docent an der Königl. Bergakademie in Klausthal.
- 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, Docent an der Technischen Hochschule zu Aachen.

Dritte Abteilung.

- XI. Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen.** Von F. POLAK, Technolog in Prag.
- XII. Maschinen und Apparate zum Arbeiten unter Wasser. (Pneumatische Fundirungen. Taucherei. Hebungsarbeiten.)** 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. Mörtelmaschinen.** Von ED. SONNE, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.
- XVI. Maschinen für den Bau und die Unterhaltung von Strassen.** Von ED. SONNE, Professor an der technischen Hochschule zu Darmstadt.
- XVII. Ventilation von Tunnelbauten.** Von DR. PH. FORCHHEIMER, Docent an der Technischen Hochschule zu Aachen, unter Mitwirkung von W. SCHULZ, Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

Anhang.

- XVIII. Elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung mit Berücksichtigung ihrer Anwendungen für Bauzwecke.** Von DR. O. FRÖLICH und Ingenieur E. RICHTER in Berlin.
- Anschließend: **Sonstige Beleuchtungsmittel für Baustellen.** Von C. KOHN, Gasdirektor in Frankfurt a. M.
- XIX. Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung.** Von M. RUDELOFF, Assistent der Königl. mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Berlin-Charlottenburg.

Inhalts-Verzeichnis

zu

Kapitel XI.

Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen.

Bearbeitet von **F. Polak**, Technolog in Prag.

Hierzu Tafel I—IV und 36 Holzschnitte.

	Seite
§ 1. Einleitung	1
A. Steingewinnung.	
1. Werkzeuge und Maschinen für die Steingewinnung.	
§ 2. Werkzeuge	2
a. Werkzeuge zur Gewinnung mit ausschließlicher Benutzung der natürlichen Sondernung des Gesteines. S. 2. (Die Brechstange. S. 3. — Der Keil und die Schläger. S. 3.)	
b. Werkzeuge zu den Gewinnungsarbeiten mit Hilfe künstlich erzeugter Trennungsfugen. S. 2. (Die Keilhaue. S. 2. — Die Zweispitze. S. 2. — Das Bergeisen und der Schlegel. S. 4.)	
§ 3. Schrämmaschinen	4
Wardwell's Schrämmaschine. S. 4. — System Wincoz. S. 5. — Kreissägen. S. 5.	
§ 4. Werkzeuge und Maschinen zur Herstellung von Bohrlöchern	5
§ 5. Steingewinnung durch Keilarbeit und verwandte Methoden	6
Das Pflöcksetzen. S. 6. — Keilsprengen mit Holzsat. S. 6. — Keilsprengen mit Blechsatz. S. 6. — Rundkeilen. S. 6. — Verwendung von Bohrmaschinen. S. 7. — Sprengen mittels Kalkpatronen. S. 7. — Hydraulische Keile. S. 8.	
§ 6. Das Feuersetzen	8
§ 7. Gewinnung durch Bohren und Schießen	8
Sprengmittel. S. 9. — Wurfkegel. S. 9.	
2. Steinbruchbetrieb.	
§ 8. Allgemeines über Steinbruchanlagen	10
Wahl der Bruchstelle. S. 10. — Kosten des Abraums. S. 10.	
§ 9. Tagebau	11
§ 10. Unterirdischer Bau	12
§ 11. Abbau durch Riesenminen	13
3. Transport.	
§ 12. Transportwege	16
§ 13. Wagen für den Steintransport	16
B. Das Zertrennen der Bausteine.	
§ 14. Verschiedene Trennungswerkzeuge	20
Kreuzschlägel. S. 20. — Steinschlägel. S. 20. — Spalteisen. S. 20. — Zerschroten. S. 20. — Zerbohren. S. 21.	
§ 15. Sägen der Steine	21
§ 16. Ungezahnte Sägen	22
a. Schwertsägen. S. 22. — b. Kreissägen. S. 23. — c. Seilsägen. S. 24.	
§ 17. Gezahnte Sägen	26
§ 18. Diamantsägen	29

C. Das Abrichten der Bausteine.

	Seite
§ 19. Abrichten im allgemeinen	33
§ 20. Werkzeuge zum Abrichten	33
Poussirhammer (Schlägel). S. 33 — Zweispitze. S. 34 — Fläche (Zweiflach). S. 34. — Krönel. S. 34. — Picke. S. 34. — Stockhammer. S. 34. — Verschiedene Eisen (Spitz- eisen, Schlageisen, Meißel, Stemmer, Scharrireisen, Halbeisen, Zahneisen). S. 34.	
§ 21. Allgemeines über Stein-Abrichtmaschinen	35
§ 22. Haumaschinen	36
Rigby's Maschine. S. 36. — Haumaschine von M. Clark. S. 37.	
§ 23. Meißelmaschinen	37
System Fogg. S. 37. — Sirwood's Abrichtmaschine. S. 37. — Maschine von Mitchell. S. 38.	
§ 24. Hobelmaschinen	39
Maschine von Western & Co. S. 39. — Maschine von J. Coulter & H. Harpin. S. 39.	
§ 25. Fräsmaschinen	39
Maschine von Munro u. Adamson. S. 39. — Western & Co. S. 40. — Chevolot- Decoster. S. 40. — Dutel-Valet S. 41.	
§ 26. Maschinen mit Keilscheiben	42
Brunton u. Trier. S. 42. — M. C. Donald. S. 44. — Keller u. Watzstein. S. 45. Frank Trier. S. 45.	
§ 27. Diamantmaschinen	46
A. V. Newton. S. 46. — R. Lake. S. 46. — J. H. Johnson. S. 46.	
§ 28. Abricht-Schleifmaschinen	47
Bastin. S. 47. — W. Brass u. P. Hackworth. S. 47. — J. Sutcliff Gabriel. S. 47. — W. Adams. S. 47. — Lloyd. S. 48.	
§ 29. Drehen	48
Spitzstahl. S. 48. — Abdrehen mit Messerscheiben. S. 48.	
§ 30. Bohren	49
§ 31. Schleifen und Poliren	50
Schleifmittel. S. 50. — Polirmittel. S. 51. — Polirscheibe. S. 51. — Polirtisch. S. 51. — Maschine von M. Wrigh & Son. S. 51. — Polirhobel. S. 51. — B. C. Tilghman's Dampf-Sandstrahlgebläse. S. 53.	

D. Das Zerkleinern.

§ 32. Handwerkzeuge	53
§ 33. Backenbrechwerke (Steinbrecher)	54
H. R. Marsden. S. 55. — Hope's Patent. S. 55. — Fraser & Chalmers. S. 56. — George Gimson. S. 56. — Archer. S. 56. — Dyckhoff. S. 57. — Chamber. S. 57. — Betriebsresultate. S. 57.	
§ 34. Steinbrechwalzwerke	58
Gebrüder Drake & Reid. S. 58. — System Camroux. S. 58.	
§ 35. Kollergänge	59
§ 36. Desintegratoren	60
Carr's Desintegrator. S. 60. — Vapart-Rittinger'sche Schleudermühle. S. 61.	
§ 37. Sortiren	62
§ 38. Maschinenanlagen für Steinbearbeitung	62
§ 39. Handarbeit und Maschinenarbeit	63

Litteratur.

Selbständige Werke	64
Specielle Zeitschriftenlitteratur	64
Steingewinnung. — Steinbruchbetrieb	64
Steinbearbeitung	65
Steinbrechmaschinen	67
Deutsche Reichspatente	68

XI. Kapitel.

Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen.

Bearbeitet von **F. Polak**, Technolog in Prag.

Hierzu Taf. I—IV und 36 Holzschnitte.

§ 1. Einleitung. Von allen im Bauwesen verwendeten Materialien nimmt der Menge nach den ersten Platz das Steinmaterial ein; aus ihm stellte der Mensch schon in den frühesten Kulturepochen seine Werkzeuge her. Die alten Aegypter, die Griechen und Römer schufen ihre großartigen Bauwerke und formvollendeten Kunstgebilde aus Stein mit einfachen Hilfsmitteln vermöge hoch entwickelter Handfertigkeit. Die Historiker dieser Völker wie auch die Bibel, am meisten jedoch die heute noch vorhandenen Reste jener Bauwerke geben hiervon Zeugnis; so die Pyramiden von Gizeh. Diodorus und Xenophon erzählen von den Mauern Ninivehs, dass dieselben 100 Fuß hoch, geebnet und polirt gewesen. Thebens alte Gemälde zeigen die verschiedenen Operationen des Steinbrechens, Behauens u. s. w. Als Richtscheit erscheint eine gespannte Sehne; Hämmer und Meißel waren ähnlich wie heutzutage.

Die Steinbrechkunst Altägyptens erzielte Monolithen von 22—30 m Länge. Der Obelisk von Karnak ist auf 297 t, die Statue Ramses II. im unbeschädigten Zustand sogar auf 887 t geschätzt. Der Tempel des Königs Salomo war aus gesägten Steinen errichtet, ein Beweis, dass schon die alten Phönicier Steinsägen benutzt haben müssen.

Plinius vermutet die Erfindung der Sägen in Carien, da solche bei dem Baue des Palastes für König Mausolus (350 v. Chr.) benutzt wurden, und erwähnt schon hier die schneidende Wirkung des Sandes. Von Crassus wird berichtet, dass er der erste Römer war (90 v. Chr.), der sein Haus mit gesägtem Marmor verkleidete. Cornelius Nepos datirt die gleichartige Benutzung etwas später durch Mamura. In Italien sieht man noch heute im Pantheon, den Bädern des Dioeletian und Caracalla etc. die Werke der Steinhaukunst der römischen Kaiserzeit. Das Steinmaterial war auch der erste Träger der Kunstform und tausende der Kunstgebilde vieler Epochen, von den ältesten historischen beginnend, sind uns erhalten.

Zwar wird das Steinmaterial, dessen Technik die allerälteste ist, uns von der Natur in unermesslicher Fülle geboten, doch setzen dessen Eigenschaften seiner Bearbeitung große Schwierigkeiten entgegen. Außer den, der maschinellen Bearbeitung ungünstigen Eigenschaften des Materials sind auch schwankende Verhältnissverhältnisse, der kostspielige Transport, die Häufigkeit des lokalen Vorkommens Ursachen der geringen Entwicklung der Maschinenarbeit. Selbst dann, wenn große Mengen Steinmaterials benötigt werden, der Absatz durch Jahre hindurch gesichert erscheint, konkurrieren bei billigen Arbeitskräften meistens noch die uralten Gewinnungsmethoden mit Aussicht auf Erfolg mit der Maschinenarbeit. Nur dort, wo die zu liefernden Massen mit den vorhandenen oder bei der Örtlichkeit verwendbaren Menschenkräften nicht bewältigt werden können, wie bei großen Hafen- und Eisenbahnbauten, oder in den Fällen, wo die Seltenheit und der Wert des vorkommenden Baumaterials dieses zu einem ständigen Handelsartikel machen, haben die gegenwärtig von der Technik gebotenen Maschinen berechtigte Aussicht auf vorteilhafte Anwendung.

Die Technik ist daher auf diesem Gebiete auch wenig selbständig vorgegangen, sondern erst, als in Bergwerken und namentlich bei dem Bau der Eisenbahntunnel die technischen Hilfsmittel zur Bewältigung von Steinmassen unter zwingenden Umständen ihre Entwicklung fanden, wurde die Zweckdienlichkeit verschiedener dort entstandener Maschinen für den Steinbruchbetrieb erkannt und wurden solche versuchsweise verwendet.

Die zahlreich versuchten Maschinenkonstruktionen für die Bearbeitung und Formgebung der Bausteine sind infolge der oft großen Sprödigkeit, Härte und Ungleichmäßigkeit des Gefüges sowie geringer Kohäsion bis jetzt noch ohne allgemeinen Erfolg geblieben. Man versuchte, die bei der Holz- und Eisenbearbeitung gebräuchlichen Werkzeugmaschinen anzuwenden, konstruirte vielfach auch selbständige Maschinentypen mit neuen Werkzeugformen, aber nur einzelne Arten, wie Sägen, Drehbänke und Hobelmaschinen haben sich einer weiteren Verbreitung zu erfreuen.

A. Steingewinnung.

1. Werkzeuge und Maschinen für die Gewinnungsarbeiten.

Die zu Bauzwecken verwendeten Gesteine finden sich theils als massive Felsen ohne deutliche Sonderungsflächen und Klüftungen, theils durch natürliche Fugen und Risse getrennt in kleinen oder größeren Stücken geschichtet, oder aber als loses Gestein (Gerölle). Die Wahl der Mittel zur Gewinnung richtet sich hauptsächlich nach der Art des natürlichen Vorkommens, hängt auch von der Härte und Festigkeit des Gesteines ab.

§ 2. Werkzeuge. a. Werkzeuge zur Gewinnung mit ausschließlicher Benutzung der natürlichen Sonderung des Gesteines.

In vielen Fällen ist zu untergeordneten Bauzwecken noch gut verwendbares Gestein aus seinem ursprünglichen Verbands durch den Einfluss der Atmosphären oder durch vulkanische Vorgänge zu Trümmerhalden oder mehr oder weniger großem Haufwerk umgestaltet worden und kann, da es ohne allen Zusammenhang ist, direkt verladen werden. Die Füllschaufel, die zum Verladen kleineren

Haufwerks benutzt wird, ist eine starke eiserne Schaufel verschiedener, jedoch vorn zugespitzter Form.

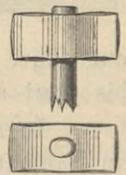
Die Brechstange (Brecheisen), Fig. 1, ist eine Eisenstange, 0,8—1,6 m lang, 0,03—0,05 m dick, deren untere verstärkte Partie gewöhnlich achtkantig zugeschmiedet wird. Das Ende wird entweder nach Art einer Greifklaue abgebogen oder einfach keilförmig zugeschärft. Bei dem Gebrauche zum Lösen von Blöcken aus ihrem natürlichen Verbande wird die Brechstange entweder als zweiarmiger Hebel benutzt, dessen Kraftarm manchmal noch durch eine hölzerne Verlängerungsstange, die mittels zweier Ringe aufgeschoben werden kann, vergrößert wird. Mit diesem einfachen Werkzeuge geht die Gewinnung bei, nach allen drei Dimensionen rissigem, unregelmäßig zerklüftetem Gestein (Porphyre, Granite) oder auch bei solchem Gestein gut von statten, das durch seine natürlichen Sonderungsfugen in mehr oder minder unregelmäßige Blöcke geteilt ist. Ist jedoch mit diesem Mittel eine Lostrennung nicht zu erzielen, so nimmt man Keil und Schläge zu Hilfe.

Fig. 1.



Der Keil, Taf. XXIV, Fig. 25, etwa 0,2 m lang und 0,05 m breit, am Kopfe 0,04 m stark, an der Schneide verstärkt, wird gewöhnlich in mehrfacher Zahl in die natürlichen Fugen eingetrieben. Als Mittel hierzu dient:

Fig. 2.



Die Schläge, Fig. 2, ein gedrungener Eisenkörper von 4—8 kg Gewicht, von quadratischem Querschnitt, in der Mitte von einem Loche durchsetzt, das zur Aufnahme des Stieles (Helmes) dient. Die Bahnen dieses Schlagwerkzeuges sind verstäht und etwas konvex geformt.

b. Werkzeuge zu den Gewinnungsarbeiten mit Hilfe künstlich erzeugter Trennungsfugen.

Ist das Gestein in großen platten- oder säulenförmigen Stücken abgesondert, deren Gewinnung im Ganzen unthunlich ist, oder sind gar keine Sonderungsflächen vorhanden, so müssen künstliche Fugen, sogenannte Schräme (Schlitze) in das Gestein gehauen oder Löcher gebohrt werden, um das Abheben der Steine zu ermöglichen. Die Erzeugung von Schrämen ist eine namentlich in den härteren Steinarten sehr kostspielige Arbeit.

Die Keilhaue, Fig. 3, ist ein etwas gebogener schlanker Eisenkeil, quadratischen, gegen die Spitze verjüngten Querschnittes, an seinem stärkeren Ende mit einer

Fig. 3.

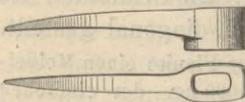


Fig. 4.

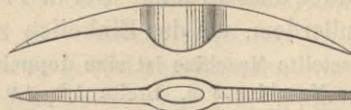
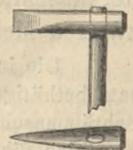


Fig. 5.

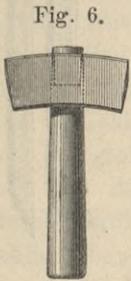


Öffnung versehen, die den Helm aufnimmt, mit welchem die Keilhaue geführt wird. Die Spitze dieses 2,5—3,5 kg schweren, 0,3—0,4 m langen Werkzeuges besteht aus Stahl, ist der Haltbarkeit wegen an den Kanten gerundet und zu einer kleinen Fläche von beiläufig 4 mm Durchmesser abgestumpft.

Eine Modifikation ist die Zweispitze, Fig. 4, die sich nur durch ihre Doppelgestalt unterscheidet. Dieses Werkzeug genügt bei weicheren Gesteinen zum

Schrämen, dient aber auch als Hebel zum Lockern und Lösen. Für härtere Gesteinsarten muss man Bergeisen und Fäustel verwenden.

Das Bergeisen, Fig. 5, ist ein eiserner, an der Spitze gut verstärkter und scharfer Keil von 0,15—0,25 m Länge, welcher hammerartig auf einen ungefähr 0,3 m langen Holzstiel befestigt ist. Zum Treiben des Bergeisens dient der Schlägel oder Fäustel.



Der Schlägel, Fig. 6, ist ähnlich geformt wie die Schläge, nur von geringerem, 2—4 kg betragenden Gewicht. Die bessere Wirkungsweise von Bergeisen und Fäustel gegenüber der Keilhaue besteht in dem genaueren Ansetzen an günstigen Punkten und in der geringeren Weite des Schlitzes.

§ 3. Schrämmaschinen¹⁾. Die meisten der neueren im Dienste des Tunnelbaues stehenden, stoßend wirkenden Gesteinsbohrmaschinen eignen sich, anstatt der Bohrmeißel mit Schrämisen versehen, in vorzüglicher Weise zum Schrämen²⁾ und es sind hauptsächlich die gesamten Anschaffungskosten, welche ihre Verwendung in den meisten Fällen verhindern. Zu ihrer rationellen Ausnutzung gehören Großbetrieb, Gleichmäßigkeit des Vorkommens des Gesteines, Anlage von Schiebebühnen, Kraftleitungen, Transportwegen etc., vor allem auf Jahre hinaus gesicherter Betrieb. Die europäischen Verhältnisse haben aber bis jetzt solche Unternehmungen nur in einigen wenigen Fällen hervorgerufen.

In Amerika mit seinem der raschen Entwicklung schritthaltenden Bedarf an Baumaterial sind nicht nur Bohrmaschinen zum Schrämen verwendet, sondern auch eigens für Steinbrüche konstruierte Schrämmaschinen gebaut worden. Die Steam Stone Cutter Company, Rutland, Vermont, baut derartige Maschinen nach dem System Wardwell.

Die Wardwell'sche Steinschrämmaschine³⁾ (Quarrying Machine), Taf. I, Fig. 1, wird durch eine auf einem transportablen Geleise sich selbst bewegende Lokomobile betrieben. Die Kurbelwelle, auf welcher eine gleichzeitig als Schwungrad dienende Kurbelscheibe mit verstellbarem Zapfen aufgekeilt ist, wird direkt angetrieben. Der verstellbare Zapfen der Kurbelscheibe überträgt die Bewegung auf einen etwas federnd konstruierten Winkelhebel und dieser auf das in einer Vertikalführung bewegliche System von fünf langen Meißeln, von denen der mittlere zugleich Öffnungen zum Verstellen des Triebzapfens bei zunehmender Tiefe des Schlitzes aufweist. Die Schneiden des Meißelsystems sind wegen des Vor- und Rückganges der Maschine so angeordnet, dass stets nur drei in Thätigkeit sind. Die Schneiden des zweiten Meißels sind außerdem, um das Einkeilen zu verhindern, diagonal gestellt.

Die in Fig. 1 dargestellte Maschine ist eine doppelte, die an jeder Flanke einen Meißelsatz bethätigt. Länge der Maschine 3 m, Breite 1,2—1,9 m, Gewicht 5000 kg, der einfachen Schrämmaschine 3000 kg. Die Duplexmaschine braucht 6, die einfache 5 Pferde. Die einfache Maschine führt auch bis 45° geneigte Schräme aus. Tourenzahl pro Min. 150. Vorschub 12 mm oder pro Minute 1,8 m. Die Leistung pro Meißelsatz und Tag wird bei Marmor mit 3,5—7 qm,

¹⁾ Vergl. Kap. X. Schräm- und Schlitzmaschinen. Tunnelbohrmaschinen, in der 2. Abteilung der Baumaschinen.

²⁾ Ebenda: § 4. Schrammeißelmaschinen.

³⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1878 II. Bd. 228. S. 512.

bei Sandstein mit 7—9 qm angegeben. Die Kosten der einfachen Maschine, zu deren Bedienung zwei Mann erforderlich sind, betragen 3500 Dollars, der doppelten, bei welcher drei Mann ausreichen, 5000 Dollars. — Mit diesen Maschinen können Schräme bis zu 3,5 m Tiefe hergestellt werden bei einer Weite von 0,03—0,05 m.

Die Schrämmaschine von Gregoire Wincoqz⁴⁾ arbeitet in ähnlicher Weise wie die oben besprochene, wurde aber bis jetzt nur im Tunnelbetrieb verwendet.

Die in Bergwerken häufig verwendeten Kohlschrämmaschinen sind für Schrämarbeiten in Steinbrüchen, wo es sich um die Arbeit in hartem Sandstein, Marmor, Granit u. s. w. handelt, kaum zu verwenden, da sie mit der Arbeit der Gesteinsbohrmaschinen nicht konkurrieren können. Die Verwendung von Kreissägen zur direkten Gewinnung von Steinblöcken, wie sie in den Travertinbrüchen bei Rom betrieben wird, ist wohl nur in speciellen Fällen bei günstigen Eigenschaften des zu gewinnenden Steines möglich. Der dort durch eine Kombination dreier Kreissägen nach dem System Graciosi⁵⁾ gewonnene Stein ist der dichte Travertin, ein poröser, leicht zu bearbeitender Kalkstein, von geringem specifischen Gewicht, genügender Festigkeit und großer Dauerhaftigkeit, aus welchem die Kolossalbauten der alten Römer sowie auch der Renaissance geschaffen wurden (Colosseum, Peterskirche etc.) und der auch gegenwärtig zu Bauzwecken vielfach benutzt wird.

Der Steinbruch von Ribibbia, 6 km von Rom entfernt, bedeckt 60000 qm, von welchen 12000 qm bei 17 m Mächtigkeit einer ganz regelmäßigen Ausbeutung mit der Maschine Graciosi's dienen. Dieselbe ist als Lokomobile gebaut, läuft auf transportablen Geleisen und bringt abwechselnd je eine der 3 Kreissägen zur Wirkung. Die Dimensionen der gewöhnlich geschnittenen Steine betragen 0,5—0,25 m, 0,18 m; auf Bestellung werden jedoch auch Blöcke von größeren Abmessungen gewonnen. In 10 Stunden schneidet die Maschine ca. 25 qm.

Im allgemeinen ist es nicht vorteilhaft, den Quadern schon in den Brüchen durch vervollkommnete Gewinnungsmethoden die genauen Maße und Formen zu geben, da die Steine bei dem Transporte Beschädigungen ausgesetzt sind, weshalb sie gewöhnlich mit Uebermaß geliefert werden.

§ 4. Werkzeuge und Maschinen zur Herstellung von Bohrlöchern. Das Handbohren sowie Konstruktion und Betrieb der Gesteinsbohrmaschinen sind im Kap. VIII der 2. Abteilung der Baumaschinen eingehend behandelt.

Für offene Brüche, Tagbauten, ist die Aufstellung der Bohrmaschinen dem Terrain anzupassen. Die Gestelle der Bohrmaschinen sind daher zweckmäßig als Dreifußgestelle zu konstruieren. Die Figg. 7—9 zeigen einige derartige Konstruktionen nach Schram⁶⁾. Die in Figg. 7 und 8 angegebenen Gestelle haben starke Eisenrahmen, an denen die drei Füße verschiebbar angebracht sind, so dass sie sich den Unebenheiten des Bodens anpassen lassen. Die Bohrmaschinen sind an der einen cylinderartig gebildeten Rahmenseite angehängt und können in jeder beliebigen Neigung festgestellt werden. Die in Fig. 9 dargestellte, für das Bohren annähernd horizontaler Löcher geeignete Anordnung hat ein bogendreieckförmiges Gestell mit drei Stellfüßen; auf demselben kann der Führungsrahmen der Gesteinsbohrmaschine in jede beliebige Lage geschraubt und festgestellt werden.

⁴⁾ Siehe Baumaschinen. 2. Abteilung. Kap. X. S. 362.

⁵⁾ Zwick. Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 197. — Maschinenbauer. 1874. S. 229.

⁶⁾ Machine Power in Rock drilling. By R. Schram. London 1878.

Soll ein lothrechtes Bohrloch unmittelbar an einer senkrechten Felswand gebohrt werden, so kann das Modell Fig. 8 auch mit Hinweglassung des dritten Fußes direkt an die Wand gestemmt werden.

§ 5. Steingewinnung durch Keilarbeit und verwandte Methoden. Bei diesen Methoden, die zur Gewinnung von regelmäßigen Quadern die geeignetsten

Fig. 7.

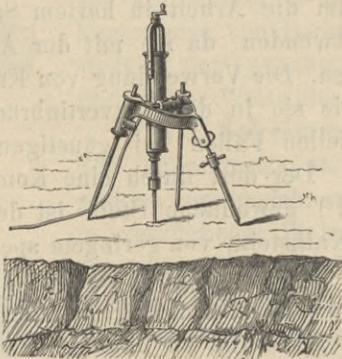
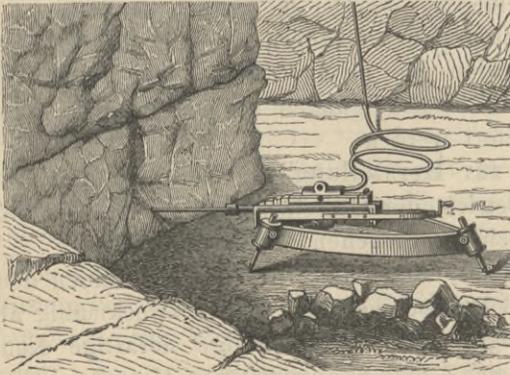


Fig. 8.



sind, muss der abzulösende Block von seinem Muttergestein vorerst bis auf eine entsprechende Tiefe abgetrennt werden.

Fig. 9.



Das Pflöcksetzen, heute selten mehr angewendet, besteht darin, dass in der Trennungslinie in entsprechenden Entfernungen Löcher ausgebohrt werden, in welche stark getrocknete Weidenholzpflöcke eingeschlagen und mit heißem Wasser begossen werden. Durch das Schwellen der Pflöcke wird ein sehr hoher Druck erzielt, welcher das Lossprengen des Blockes bewirkt. Auf diese Weise haben die alten Ägypter selbst in sehr hartem Gestein große Blöcke gewonnen.

Keilsprengen mit Holzsatz. Der Trennungsfläche nach wird ein Schlitz eingeschrämt, in den dann Keile von Rothbuchenholz mit aller Kraft eingetrieben werden; in die hölzernen Keile werden hierauf eiserne eingeschlagen, bis die Trennung erfolgt.

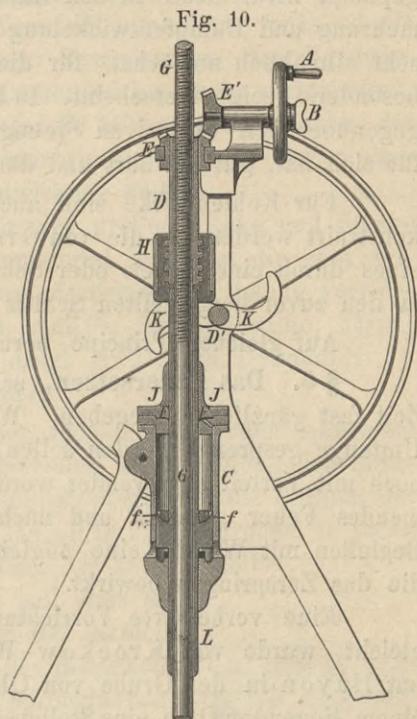
Keilsprengen mit Blechsatz. In den Schlitz werden zusammengebogene Blechstreifen eingeschoben und in diese die eisernen Keile eingepaßt, um entweder alle gleichzeitig oder einer nach dem andern eingeschlagen zu werden. Sind die Keile völlig eingetrieben, ohne dass eine Trennung erfolgt ist, so muss eine neue Reihe von Blechsätzen angewendet werden.

Beim Rundkeilen werden in der Trennungsflucht in passenden Abständen Bohrlöcher von 40—50 mm Durchmesser und 0,25—0,30 m Tiefe eingebohrt und in diese, wie es Fig. 11, Taf. I, veranschaulicht, mehrfache Blecheinlagen perspectiv-

artig eingesetzt. In diese Blecheinlagen werden hierauf cylindrische Stahl- oder Eisendorne, gut mit Öl geschmiert, eingetrieben und dadurch die Trennung erzielt. Es ist bei dieser Methode wichtig, dass der Angriffspunkt der sprengenden Kraft sich unten im Bohrloche befindet, wo das Material nicht ausspringen kann und die Druckvertheilung eine günstigere ist.

Diese Methode ist hauptsächlich in Schweden üblich und insbesondere auch darum empfehlenswert, weil sie die Verwendung von Bohrmaschinen begünstigt.

Vergl. »Ausbruchverfahren mittels Gesteinsbohrmaschinen ohne Anwendung von Explosivstoffen«, S. 297 der 2. Abteilung der Baumaschinen. Das Einschlagen der Keile kann auch mit dazu angepassten Bohrmaschinen geschehen. Die Maschinen von Dubois und François, sowie Schram sind in dieser Beziehung verwendbar, ebenso aber auch Handbohrmaschinen, die überhaupt für den gegenwärtigen Stand des Steinbruchbetriebes vorteilhaft erscheinen. Eine derartige durch Einfachheit der Konstruktion und der Anwendung sich auszeichnende Handbohrmaschine ist die von Burton & Fils (Paris, rue Charlot 62) als System Jordan eingeführte Maschine; siehe Taf. I, Fig. 11, und nebenstehenden Holzschnitt, Fig. 10. Bei derselben wird der Bohrkolben *L* von dem Hebendaumen *K* an der Manschette *H* gehoben und durch die Reibung an dieser gleichzeitig in Drehung gesetzt. Die Bohrstange *G* hat in ihrem oberen Teile ein Schraubengewinde eingeschnitten, welches in der Hülse *D*, die mit *H* auf- und abzugehen gezwungen ist, seine Mutter findet. Die Hülse *D* gleitet in dem Kegelrad *E*, mit dem sie auf Drehung verbunden ist. Das Kegelräderpaar *EE'* kann aber durch Anziehen der Schraubenmutter *B* in seiner Rotation gehemmt oder auch ganz festgestellt werden, wodurch bei dem Heben des Bohrkolbens ein Zurückbleiben der Hülse bzw. Schraubenmutter *D* in der Rotation, gegenüber der Manschette *H* oder der mit dieser auf Drehung verbundenen Bohrstange *G* bewirkt, somit ein Vorschub der letzteren erzielt wird. Löst der Hebendaumen aus, so erfolgt der Schlag völlig frei und mit einer durch die Expansion der im Cylinder komprimierten Luft bedingten Acceleration. Die ganze Maschine ist leicht transportabel, in einer Ausführung auch auf Rädern montirt.



Gewinnung mittels Kalkpatronen, nach Smith und Moore⁷⁾.

Ein neues Verfahren, das zuerst von George Elliot in Newcastle vorge schlagen wurde, ist das Absprengen mit ungelöschtem Kalk. Gebrannter,

⁷⁾ Journal of Iron and Steel Institute. 1882. Nr. 1. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886. S. 153. — Vergl. § 158, S. 298 der 2. Abteilung der Baumaschinen.

fein gepulverter Kalk wird unter einem bedeutenden Druck zu cylinderförmigen Patronen gepresst. Diese $2\frac{1}{2}$ " engl. dicken Patronen werden mit einer luft- und wasserdichten Stoffhülle umgeben und für den Gebrauch aufbewahrt. Für ihre Verwendung werden $2\frac{3}{4}$ " engl. weite Bohrlöcher gebohrt und die Patronen zugleich mit einem $\frac{1}{2}$ " Eisenrohr eingeführt, hierauf die Bohrlöcher in gewöhnlicher Weise besetzt. Das Ende des Eisenrohres, mit vielen feinen Öffnungen versehen, ruht in einer Längsnut der Kalkpatrone, sodass, sobald in das Rohr Wasser eingepumpt wird, dieses in den Kalk eintritt und ihn löschet. Durch die Volumenvermehrung und Dampfentwicklung wird ein sehr hoher Druck erzielt, der, da er sehr allmählich anwächst, für die Gewinnung von werthvollen Quadern als ganz besonders geeignet erscheint. In Kohlenbergwerken hat sich dieses Verfahren, das gegenüber den explosiven Sprengmitteln die langsame und gefahrlose Wirkung für sich hat, gut bewährt und dürfte daher auch weitere Verwendung finden.

Für Kohlenwerke sind auch hydraulisch wirkende Lostrennungsmaschinen konstruirt worden, so die von Grafton Jones⁸⁾, bei welcher der Keil mit Hilfe eines durch eine Hebel- oder Schraubenpumpe getriebenen hydraulischen Kolbens in den zuvor hergestellten Schlitz gepresst wird.

Auf gleichem Principe beruht auch der hydraulische Keil von Levet⁹⁾.

§ 6. Das Feuersetzen, schon im Altertume bekannt, ist in der neueren Zeit fast gänzlich aufgegeben. Wo Findlinge von großer Härte und bedeutendem Umfange gesprengt werden sollen, kann jedoch auch gegenwärtig diese Methode noch mit Vorteil angewendet werden. Dicht an dem Blocke wird ein stark flammendes Feuer gemacht und nach erfolgter starker Erhitzung des Steines durch Begießen mit Wasser eine ungleichmäßige Kontraktion desselben hervorgerufen, die das Zerspringen bewirkt.

Eine verbesserte Vorrichtung, die einer fahrbaren großen Feldschmiede gleicht, wurde von Krockow-Wickerode¹⁰⁾ konstruirt. Nach Hauenschild¹¹⁾ hat Huyon in der Grube von Challanges in Frankreich mittels Gebläses auf einem liegenden Ofen eine Stollenstrecke in 55 Stunden so weit vorgetrieben, wie sonst zwei Arbeiter in einem Monat. Auch vindicirt Hauenschild dieser Methode bei Verwendung von Gasstichflammen und Wasserstrahlen besonders bei Carbonatgesteinen eine Zukunft.

§ 7. Gewinnung durch Bohren und Schiessen. Über die Herstellung der Bohrlöcher, das Laden, Besetzen und Schießen siehe Kap. VIII. »Gesteinsbohrmaschinen« in der 2. Abteilung dieses Werkes. Die Schießarbeit ist hauptsächlich zur Gewinnung von Bruchsteinen geeignet; zur Erzeugung regelmäßiger Quader ist ihre Verwendung auf die Wahl bestimmter Explosionsstoffe bei besonderer Art der Besetzung beschränkt, bei manchem Material, z. B. Marmor, jedoch gänzlich ausgeschlossen. Bei rationeller Gewinnung durch das Bohren und Schießen muss außer der Beschaffenheit des zu verwendenden Sprengmittels auf die Anordnung

⁸⁾ Polytechn. Centralbl. 1870. S. 177.

⁹⁾ Revue univ. 1880 II. S. 241—249. — Specielle Beschreibung und Abbildung siehe S. 298 u. Taf. XX, Fig. 8 u. 9, der 2. Abteilung der Baumaschinen.

¹⁰⁾ Berlin 1846.

¹¹⁾ Gottgetreu. Baumaterialien. Band I. S. 131. 2. Aufl. Berlin 1874. — Hauenschild. Katechismus der Baumaterialien. S. 157. Wien. Lehmann & Wentzel. 1879.

des Bohrloches und die Stärke der Sprengladung Rücksicht genommen werden. Die Sprengmittel vergasen bei ihrer Entzündung mit verschiedener Geschwindigkeit, sodass der Maximaldruck nicht in derselben Zeit erreicht wird. Dieser Unterschied zeigt sich auch in der Druckverteilung auf das Gestein, die Wirkung ist eine mehr oder weniger heftige und brisante.

Im gesprengten Gestein unterscheidet man drei Sphären der Sprengwirkung, zunächst der Ladung die Zermalmungszone, hierauf jene der Verschiebung und zuletzt die der bloßen Trennung. Die sehr brisanten Mittel haben bei geringer Trennungssphäre eine große Zermalmungs- und Verschiebungssphäre, während die weniger brisanten mit gleicher Ladung bei geringer Zermalmungs- und Verschiebungssphäre größere Trennungen erzielen. Die ersteren wirken mehr zerkleinernd, letztere mehr spaltend. Die sehr brisanten Sprengstoffe bilden einen Trichter, der unter jener Stelle, wo sich die Ladung befand, hinabreicht, während die weniger brisanten oberhalb der Sprengkammer ihre Hauptwirkung äußern.

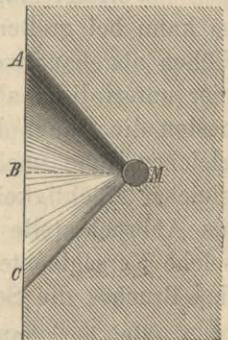
Daraus ergibt sich sofort, dass zur Gewinnung großer Blöcke und Stücke die weniger brisanten, zur Erzeugung von Kleinmaterial hingegen die sehr brisanten Explosionsstoffe zu wählen sind. Die zum Steinsprengen häufig verwendeten Sprengstoffe, nach ihrer Brisanz geordnet, sind¹²⁾: Sprenggelatine, Dynamit Nr. I. alt, Gelatine und Dynamit Nr. I. neu, desgl. Nr. II. neu, Dynamit Nr. II. alt, desgl. Nr. III. neu und Nr. III. alt, Minenpulver.

Handelt es sich um die Gewinnung großer Blöcke, so werden manchmal auch besondere Ladungen mit gutem Erfolg angewendet, z. B. Füllung der Bohrlochkammer mit Schwarzpulver und darauf Dynamitpatronen, oder die Füllung der Bohrlöcher mit Wasser, Einführung von 2—5 cm langen Dynamitpatronen in jeden Bohrlochmund und gleichzeitige elektrische Zündung der ganzen Reihe.

Anordnung des Bohrloches. Dieses soll stets so angebracht werden, dass unter Berücksichtigung der lokalen Disposition, d. h. des abzusprengenden Stückes, der Rissigkeit und Schichtung der Masse, mit der gewählten Sprengladung die größte Wirkung erzielt wird. Ist, wie Fig. 11 zeigt, *M* die Sprengkammer, so ist zu beachten, dass durch ihre Entladung gewöhnlich eine kegelförmige Masse *ABCM*, der sogenannte Wurfkegel, herausgerissen wird. Die Entfernung *MB* der Mine von der freien Wand heißt Vorgabe. Ist nun für ein gewisses Steinmaterial die für eine bestimmte Vorgabe nötige Menge eines Explosionsstoffes bestimmt, so lässt sich daraus für andere Vorgaben die Ladung bestimmen und es galt früher der Satz: »Zwei normale Ladungen verhalten sich wie die Volumina der Wurfkegel, d. h. wie die dritten Potenzen der Vorgaben.«

Nach Prof. Hans Höfer¹³⁾ sollen jedoch die Ladungen nur in quadratischem Verhältnis der Vorgaben wachsen. Prof. Kick¹⁴⁾ erklärt dieses quadratische Verhältnis jedoch nur als die unterste theoretische Grenze. Jedenfalls aber

Fig. 11.



¹²⁾ A. Schram. Techn. Blätter. 1880. Heft IV.

¹³⁾ Österr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1880 u. 1881.

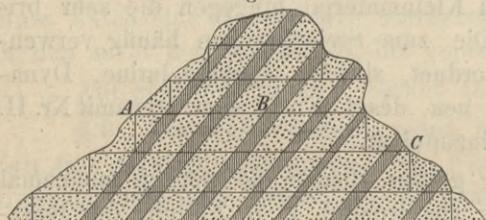
¹⁴⁾ Techn. Blätter. 1882.

soll die alte Regel für die Ladungen zu hohe Werte ergeben, sodass es immer vorteilhaft erscheint, mit größeren Vorgaben zu arbeiten.

2. Steinbruchbetrieb.

§ 8. Allgemeines über Steinbruchanlagen. Wahl der Bruchstelle. Ist an gegebenem Orte ein Steinbruchbetrieb einzuleiten, so entsteht zunächst die Frage, von welchem Punkte aus der Betrieb begonnen werden soll. Fig. 12 giebt im Schnitte den allgemeinsten Fall des Vorkommens, wobei die punktierten Schichten das unbrauchbare Material, den Abraum, die schraffirten das zu gewinnende Gestein darstellen. Wird von *A* aus begonnen, so muss der Abbau senkrecht auf das Streichen angeordnet werden. Die Schichten fallen rechtssinnig mit dem Gehänge; in diesem Falle ist, bei einem Einfallen der Schichten bis zu 30° , der

Fig. 12.



Abbau nach niedrigen Pfeilern oder Bänken (Etagen) häufig günstiger als bei horizontaler Schichtenlagerung, da der Transport des gebrochenen Materials von Etage zu Etage auf die Verladungssohle herab ein ziemlich leichter ist.

Der Angriff vom Punkt *C* aus, also bei widersinnigem Einfallen der Schichten, ist für den Abbau stets ungünstig, da die Masse des Abraumes zu rasch wächst, sodass man besonders bei geringer Mächtigkeit der Schichte zu Abbau unter der Sohle und unterirdischen Abbau übergehen muss.

Verfolgt man jedoch die Schichten ihrem Streichen nach, also von *B* aus, so kann bei größerer Neigung der Schicht dieselbe gleichzeitig in verschiedenen Höhen abgebaut werden. Ist der Abraum zu mächtig, so muss allerdings auch hier unterirdisch abgebaut werden. Außerdem sichert diese Art des Abbaues am besten die Dauer des Betriebes, da man, große Verwerfungen ausgenommen, in gleicher Höhe nach der ganzen Erstreckung des Gebirges dieselbe Schicht von gleicher Mächtigkeit und Qualität zu finden erwarten darf. Hat man *A* oder *C* als Anbruchsstelle gewählt, so kann die Verwitterung von der Oberfläche eine solche Verschlechterung der Qualität bewirkt haben, dass bei zunehmender Höhe des Bruches die Schicht nicht mehr abbauwürdig erscheint.

Bei horizontaler Schichtung oder massigem Gestein wird natürlich die Wahl der Angriffsstelle sehr vereinfacht.

Für die Entscheidung des Wertes eines Bruches und die Wahl des Punktes, von dem aus er angegriffen werden soll, ist in vielen Fällen die Kostensumme des Abraumes einer der wichtigsten Faktoren. Zur leichten vorausgehenden annähernden Bestimmung derselben empfiehlt F. Hoffmann¹⁵⁾ folgende Zusammenstellung:

¹⁵⁾ F. Hoffmann. Zeitschr. d. österr. Ing. Ver. 1861.

Kategorie des Abraumes		Lösung von 1 cbm bei 10stünd. Arbeitszeit erfordert	Vermehrung des deponierten Materials
I	Durch Schaufelstich gewonnen	0,10 Handlanger-Tag	20 %
II	Durch Breitkrampen gelockert, mit Schaufeln leicht geworfen, ohne zu kleben	0,15 Handlanger-Tag	22 %
III	Durch Spitzkrampen gelockert, schwer auf die Schaufel zu bringen oder stark klebend	0,20 Handlanger-Tag	24 %
IV	Durch Spitzhaue, Brechstangen und Keile zu brechen	0,15 Handlanger-Tag 0,30 Steinbrecher-Tag	26 %
V	Teils durch Brechwerkzeuge, teils durch Pulver zu sprengen	0,22 Handlanger-Tag 0,37 Steinbrecher-Tag 0,125 kg Pulver	28 %
VI	Nur durch Sprengmittel zu gewinnen	0,22 Handlanger-Tag 0,44 Steinbrecher-Tag 0,25 kg Pulver	30 %

Aus diesen Zahlen lassen sich in gegebenen Fällen mit Berücksichtigung der Entfernung, auf welche der Abraum verführt werden muss, die Kosten des notwendigen Abraumes leicht zusammenstellen. In englischen Schieferbrüchen wird die Entfernung des Abraumes häufig und sehr zweckmäßig im Accordwege nach Gewichtseinheitspreisen durchgeführt.

Weitere Momente betreffs der Anordnung der Bruchstelle beziehen sich auf die Ableitung des Wassers und die Leichtigkeit des Transportes. Die Arbeitssohle des Bruches soll höher liegen als das Niveau des nächsten Wasserlaufes und Verkehrsweges, um einerseits die sich sammelnden Tagewässer leicht ableiten zu können, anderseits um das gewonnene Material mit möglichst geringen Kosten auf den nächsten öffentlichen Transportweg zu bringen.

Die Transportfrage ist bei jeder Steinbruchsunternehmung eine der wichtigsten, ja oft die für die Wahl des Ortes allein maßgebende. Ist mit Berücksichtigung der vorerwähnten Faktoren und der sichergestellten Qualität des Materiales der Ort und die Anbruchstelle des Bruches gewählt, so ist gewöhnlich durch die sonstigen lokalen Verhältnisse auch die Art des Abbaues festgestellt.

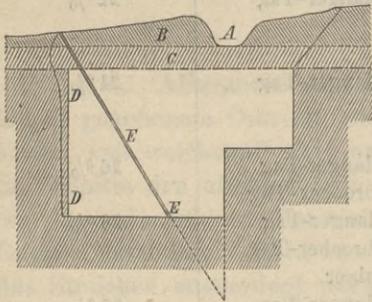
Art des Abbaues. Der Abbau wird entweder als Tagebau oder unterirdisch betrieben.

§ 9. Tagebau. Häufig wird derselbe bei provisorischen Anlagen, oder wo das Vorkommen des Materiales dies begünstigt, so geleitet, dass mit den zunächst geringsten Kosten möglichst viel Material gewonnen wird. Die Anlage ist dann so regellos, dass sie allgemein nicht veranschaulicht werden kann, sie ist als Raubbau zu bezeichnen. Manchmal dient allerdings eine solche Anlage nur als Versuchsbau, um über Qualität, Mächtigkeit, Schichtung etc. Aufschluss zu erhalten.

Die in Fig. 22, Taf. I, und Holzschnitt Fig. 19 gegebenen schematischen Skizzen zeigen die bei geordnetem Betriebe gewöhnlichen Anordnungen von Tagebauen. Erstere veranschaulicht den Tagebau bei massigem, sich über das Niveau der Gegend erhebendem Gestein am Abhange eines Gebirges oder auch bei rechts-sinnigem Einfallen der Schichten von genügender Mächtigkeit, insofern sie nicht von Abraum zu stark überdeckt sind. Als Abraum ist nicht nur die das Gestein

überlagernde Decke, sondern auch die verwitterte Schicht des Gesteins selbst, von ungenügender Qualität, die sogenannte Schwarte, zu betrachten.

Fig. 13.



Textfigur 13 zeigt das Schema eines Tagebaues bei vorwiegend horizontaler Erstreckung der abzubauenen Schicht unter dem Niveau der Gegend und geringem Abraum.

Bei den Tagebauen wird nach Bänken oder Pfeilern, sogenannten Etagen oder Galerien, abgebaut. Die Höhe und Tiefe der einzelnen Etagen variiert nach der Mächtigkeit und Neigung der Schicht, der Betriebsintensität und sonstigen lokalen Umständen.

Bei der Bildung einer Etage wird stets zuerst die vertikale Wand derselben, die Brust, in Angriff genommen, und dann durch Abraumen die horizontale Arbeitssohle gewonnen. Manchmal, bei mäßiger Höhererstreckung des Gebirges oder sehr steilen Schichten, wird die Höhe der Brust so groß gewählt, dass der Gebirgsstock seiner ganzen Höhe nach auf einmal abgebaut wird.

Der Abbau am Abhang des Gebirges wird wegen des Abraumtransportes gewöhnlich nicht mit der untersten Etage eingeleitet, sondern an einer der nächst höheren, z. B. Nr. II. in der Fig. 22, Taf. I, und ehe noch diese abgebaut ist, wird für die nächste Etage Nr. III. die senkrechte Arbeitswand hergestellt, der Transportweg angelegt, der Abraum und die Schwarte entfernt und so bei vorschreitendem Betrieb der Bruch auf Etage Nr. IV. erweitert.

Unter dem Niveau des Terrains wird der Abbau, siehe vorstehende Figur 13, so begonnen, dass zuerst ein Einschnitt *A*, eine Rösche, gezogen, sodann von dieser Rösche aus der Abraum *B* und eventuell die Schwarte *C* entfernt wird. Hierauf beginnt längs der Vertikalen *DD* der eigentliche Abbau; die Etagen werden, je nach dem Fortschritt, in die Tiefe angelegt, bis die wasserführende Schicht oder die zu große Förderhöhe ein weiteres Vordringen in die Tiefe verbietet. Der Bau wird dann nach seiner Horizontalerstreckung weiter verfolgt und der Abraum in die schon abgebauten Strecken gestürzt.

Für die Ableitung der Tage- und Quellwässer in solchen Bauen wird, wo dies thunlich ist, ein Stollen zu dem nächsten tiefer liegenden Wasserlauf getrieben, wie z. B. in dem Dachschieferbruch bei Lehesten in Thüringen, oder es muss ein eigenes Pumpwerk aufgestellt werden. Das gewonnene Material wird, insofern sich nicht ein Transportweg aus dem Bruch anlegen lässt, mit Windevorrichtungen und einem entsprechenden Motor gehoben, am besten längs einer schiefen Ebene *EE* (Fig. 13), welche dem Vorschreiten des Bruches in die Tiefe folgt und die Förderung von den nach und nach in Betrieb gesetzten Etagen begünstigt.

§ 10. Unterirdischer Abbau. Sind Tagebaue wegen der zu großen Abraumkosten unmöglich, so muss zu unterirdischem Abbau geschritten werden. Die Skizzen Fig. 10 und 18, Taf. I, geben die gewöhnlichen Dispositionen solcher vollständig bergmännisch betriebener Brüche. Fig. 18 zeigt die Anordnung bei widersinnischem Einfallen der Schichten. In dem Niveau, bis zu dem man die Schicht abbauen will, wird ein Stollen *A* zu dem Hangenden getrieben und von hier aus rechts und links Querstollen zu den Arbeitsstellen. Der Stollen kann,

wenn der Hügel auf der anderen Seite sehr steil abfällt, auch von dieser getrieben werden, sodass er durch das Hangende geführt wird; ebenso in speciellen Fällen längs dem Streichen der Schicht. Behufs Ventilation ist die Abteufung eines Schachtes *B* auszuführen. Ist eine Schachtanlage erforderlich, so wird der Schacht auf der tiefsten Stelle der Schicht, die man abbauen will, abgeteuft, siehe Fig. 10, und mittels eines zweiten Schachtes *B* wenn nötig eine Ventilationsanlage hergestellt. Das Treiben der Stollen und Abteufen der Schächte muss stets von Bergleuten ausgeführt werden und erst, wenn diese Arbeiten beendet sind, beginnt das Werk des Steinbrechers.

Abgebaut wird stets in Bänken, auch Strossen oder Etagen genannt. Vom Eingangsstollen oder Schacht aus werden nach rechts und links Querstrecken geschlagen und von diesen aus die für die gewünschte Produktion nötigen Arbeitsstellen geschaffen. In dem Grundrisse Fig. 26, Taf. I, bedeuten *A* der Betriebsstollen, *CC'* die Querschläge und *SS* die Arbeitsstellen. Diese werden so groß gewählt, als es die Sicherheit der hangenden Decke zulässt, und zwischen den einzelnen so entstehenden Kammern bleiben Pfeiler *PP* von entsprechender Stärke stehen, die die Decke tragen.

Derartige unterirdische Baue sind namentlich bei Schieferbrüchen häufig, da beim Schiefer die Qualität in größerer Tiefe eine bessere und gleichmäßigere ist; so werden viele Schieferbrüche Englands, namentlich bei Festiniog in North Wales, auf diese Art betrieben.

Sehr interessant und bedeutend sind auch die unterirdisch betriebenen Schieferbrüche von Angers a. d. Loire¹⁶⁾, dessen Schiefergewinnung bis in das 14. Jahrhundert zurückreicht. Hier ging man ungefähr nach 1830 zu unterirdischem Abbau über. Die sehr steil einfallenden Schieferschichten sind an der Oberfläche verwittert und auf viele Meter hinab nicht abbauwürdig. Es werden daher Schächte von 5 m Länge und 3 m Breite geteuft, welche in die Mitte der zukünftigen Kammer führen. Die Kammern haben bis 50 m Breite bei 60 m Länge im Streichen. Ist bei dem Abteufen noch 20 m gesunder Schiefer durchsunken, so wird vom Schacht aus ein $3\frac{1}{3}$ m tiefer Einbruch geschossen, welcher sählig, jedoch durch bloßes Schroten bis an das zukünftig als flach gewölbte Decke dienende Gewände erweitert wird. Gleichzeitig kann jedoch schon von der Mitte der Kammer aus der regelmäßige Strossenbau betrieben werden. Die Tiefe der dortigen Arbeitsstätten erreicht oft 200 m unter Tag und 150 m unter der Schachtschwebe. Die Förderung erfolgt durch Förderkörbe am Leitseil, nur im Anfange, wo die zu geringe Tiefe der Kammer dies nicht gestattet, mit einer Art von Huntebahn.

Die Beleuchtung dieser großen Kammern erfolgte seit dem Jahre 1847 teilweise durch Gas, seit 1878 aber elektrisch. Gegenwärtig wird daselbst zum Firstenbau übergegangen. Die Jahresproduktion eines Bruches erreicht 39—50 Millionen Stück Schiefer.

Als Beispiel unterirdischen Abbaues mittels Stollen ist der Bruch Niedermeidig am linken Rheinufer zu erwähnen, wo die Basaltlava, deren Dichte nach der Tiefe hin zunimmt, in Stollen von 10—25 m Höhe gewonnen wird.

Steinbrüche, die als Tagebaue unter dem Niveau der Gegend betrieben werden, finden sich unweit Magdeburg bei Gommern (Kohlensandstein), dann auch in den schlesischen Granitwerken.

§ 11. Abbau durch Riesenminen. Bei Bedarf sehr großer Mengen von Bruchstein wird massiges zu Tage tretendes Gestein manchmal in der Weise gewonnen, dass Minen angelegt werden, deren Sprengung bestimmt ist, Tausende von Kubikmetern Stein auf einmal zu liefern. Die Minen werden durch Bergleute

¹⁶⁾ Zeitschr. f. Berg, Hütten, u. Salinenwesen. 1882. S. 223.

in der Weise angelegt, dass sie mittels eines Schachtes, an dessen Ende ein Stollen abzweigt, an den sich wiederum ein Gegenschacht anschließt, bis zu dem Orte vordringen, an dem die Minenkammer angelegt werden soll. Schacht und Stollen haben 0,7—0,8 qm Querschnitt. Bei großer Höhe der Wand oder bei günstigen Verhältnissen wird aus ökonomischen Rücksichten auch nur ein Stollen getrieben. Die Skizzen Fig. 24 und 28, Taf. I, zeigen solche Anlagen. Da die Kammern wegen der vollen Ausnutzung der Sprengwirkung sich nie in der Nähe der Risse oder Klüfte befinden dürfen, so ist man häufig genötigt, die Stollenlinie mehrfach zu brechen. Die Gegenschächte sind unbedingt nötig, um bei der Heftigkeit der Gasentwicklung durch einen festen Widerstand ein Ausblasen zu verhindern.

Die Minenkammern müssen sorgfältig untersucht, alle Risse mit Cementmauerwerk geschlossen, bei eintretender Feuchtigkeit überdies noch cementirt und mit Brettern verkleidet werden. Im Boden der Kammer ist ein Reservoir anzulegen, das für den Nothfall das Wasser bis zu der Zeit der Sprengung aufsammeln kann. Die Kammer wird außerdem gewöhnlich mit einem etwas erhöhten Bretterboden versehen, um auf jeden Fall die trockene Lage der Sprengladung zu sichern.

Das Einbringen des Sprengmittels, namentlich des Pulvers, hat in Säcken mit der größten Vorsicht zu geschehen. Ist die Mine gefüllt, so wird sie durch Cementmauerwerk im Gegenschacht geschlossen; an dieses schließt sich Trockenmauerwerk im Stollen und der Schacht wird mit Schutt ausgefüllt. Die Zündung muss ganz besonders gesichert werden und erfolgt durch ein mit Pulver gefülltes Bleirohr von 0,03 m Durchmesser, das durch einen Holzkasten vor Quetschungen gesichert wird.

Die größten mittels Riesenminen betriebenen Steinbrüche sind die für den Triester Hafenaufbau¹⁷⁾ im Jahre 1867 in der Bucht von Sistiana angelegten Brüche. Diese Bucht, von den letzten Ausläufern des Karstgebirges gebildet, bietet einen graulich-weißen Kalkstein der Eocänformation von der Dichte 2,6 in größtenteils zusammenhängenden kompakten Gesteinsmassen. Die Steinbrüche wurden von der Unternehmung Dussaud für Rechnung der Österr. Südbahn unter Aufsicht der Hafenaufbauleitung betrieben. Die Unternehmung hatte im Zeitraume von 5½ Jahren eine Million Kubikmeter zu liefern. Diese Masse erforderte außer der Anlage von möglichst günstigen Transportwegen und Lademitteln auch die Annahme eines Betriebssystems, welches zu der Bewältigung solcher Kolossalmassen geeignet war. Es wurden daher Riesenminen gewählt, durch deren Wirkung man überdies meist sofort ladefähiges Material erhielt.

Die Großartigkeit dieses Betriebes ergibt sich aus den Abmessungen der Brüche. Der große Bruch hatte 540 m Länge, 70 m Breite und 50 m mittlere Höhe, der kleine Bruch 180 m Länge, 50 m Breite und 60 m mittlere Höhe. Der große Bruch nahm eine Fläche von 37000 qm, der kleine eine solche von 9000 qm ein.

Die Maximalmonatsleistung des Jahres 1872 betrug 26643 cbm bei einer Jahresleistung von 319717 cbm.

Als Sprengmittel für die Riesenminen wurde Schwarzpulver verwendet. Die Resultate der Sprengungen sind in den folgenden Tabellen gegeben.

¹⁷⁾ Bömches. Materialbeschaffung f. den Triester Hafen. Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1872. S. 419. — 1874. S. 257. — Allg. Bauztg. 1874. S. 42.

Pulververbrauch und Materialerzeugung von 1868—73.

Jahr	Pulververbrauch in kg	Materialerzeugung in cbm	
		pro Jahr total	pro kg Pulver
1868	56384	63060	1,12
1869	121700	139284	1,14
1870	114032	202498	1,77
1871	123895	308987	2,49
1872	130050	319717	2,46
1873	4050	6075	1,50

Zahl und Wirkung der Riesenminen.

Ladung der Minen	Zahl der Minen			Effekt in cbm pro kg Pulver				
	1 Kammer	2 Kammern	Zusammen	0,0	0,3-1	1,1-2	2,1-3	üb. 3
1500—5000 kg	20	3	23	3	4	2	8	6
5050—10000 -	13	3	16	1	1	5	9	—
10050—15000 -	11	1	12	—	2	—	8	2
15050—30000 -	3	1	4	—	—	2	2	—
Zusammen	47	8	55	4	7	9	27	8
In Prozenten	85,4	14,6	100	7,3	12,7	16,4	49,0	14,6

In Friaul nächst Marseille wurde der Betrieb der Steinbrüche für die Konstruktion des Napoleon-Bassins ebenfalls mit Riesenminen bewerkstelligt. Im Jahre 1857 wurden dort zu Ehren des Kaisers Napoleon III. Sprengungen von Minen mit einer Gesamtladung von nahezu 30 000 kg unternommen. Es handelte sich um Loslösung einer Felsmasse von 225 m Länge bei einer mittleren Breite von 25 m und einer Höhe von beiläufig 23 m. Die Minen waren Zweikammerminen und zwar vier an der Zahl, deren Ladung je nach dem abzusprengenden Profil von 2500 bis 5000 kg variierte. Die Stollen hatten eine Länge von 20 m; an diese schlossen sich im rechten Winkel abgebogen 10—12 m lange Seitenstollen, an deren Ende 2,5 m lange senkrecht nach abwärts getriebene Gegenschächte in die Kammern führten. Die Entzündung der Minen erfolgte elektrisch mit einem Rumkorf'schen Apparate. Der Effekt betrug 100 000 cbm oder 3,08 cbm pro kg Pulver. Näheres über diese Sprengungen siehe: Travaux hydrauliques maritimes. M. M. Latour et Gassend. Marseille 1861.

Gelingt die Explosion einer Mine, so wird der ganze zu entfernende Teil des Berges langsam gehoben und umgelegt, nicht weit auseingeworfen, sondern in eine Schutthalde von großen und kleinen Blöcken umgewandelt. Außer diesem abgestürzten Materiale bleibt aber stets noch vieles am Berge stehen, das, aus seinem Zusammenhange gelockert, später durch Arbeiter mit Brechstangen gehoben wird oder aber bei Regen und Frost von selbst nachstürzt, weshalb stets Schutzmaßregeln getroffen werden müssen, um die in der Nähe arbeitenden Personen vor diesen Nachstürzen zu bewahren.

In den Rüdersdorfer Kalkbergen bei Berlin wird ebenfalls mit Riesen-

minen gearbeitet¹⁸⁾, so auch nach dem Berichte der Ingenieurs Orioux de la Porte¹⁹⁾ in den Kalksteinbrüchen zu Lafarge-du-Teil im Departement der Ardèche in Frankreich, wo Minen, mit 7000 kg Sprengpulver angewendet, 150000 cbm Stein ergaben. Die Kosten beliefen sich daselbst pro cbm auf 0,15 Fr.

3. Transport.

§ 12. **Transportwege.** In den meisten Brüchen sind die Anstalten, die für den Transport getroffen werden, sehr einfacher Natur. Zuerst wird gewöhnlich das gewonnene brauchbare Material auf die Sohle des Bruches gebracht, um von da aus auf die Transportfahrzeuge verladen zu werden. Von Etage zu Etage, von Bank zu Bank, wird das Material entweder einfach herabgeworfen oder, falls es vor Beschädigungen bewahrt werden muss, auf schiefen Ebenen, die entweder aus stehengebliebenem Materiale oder aus einigen Balken gebildet sind, nötigenfalls mit Anwendung von unterlegten Walzen und Hebestangen herabgelassen.

In seltenen Fällen, wie in Kalk- und Schieferbrüchen, werden bei stark entwickeltem Betriebe schon auf den einzelnen Etagen transportable schmalspurige Tramgeleise gelegt, die zu einer entsprechenden Bahn auf geneigter Ebene führen. Auf der schiefen Ebene laufen gewöhnlich zwei Wagen, die durch ein Stahldrahtseil, das am höchsten Punkte der Bahn um eine Seiltrommel geschlungen ist, mit einander so verbunden sind, dass der beladene volle Wagen bei seiner Abwärtsbewegung den leeren bergauf führt.

Die Einrichtung derartiger schiefer Ebenen, sogenannter Bremsberge, wird in England nicht immer mit doppeltem Geleise ausgeführt, sondern häufig auch nur mit drei oder sogar nur zwei Schienen mit entsprechenden Ausweichstellen an den Begegnungspunkten der auf- und abgehenden Wagen. Diese Anordnungen sind zwar in der Anlage billiger, aber im Betriebe unsicher und, falls von mehreren Etagen gefördert wird oder die Förderung von einer Etage zur anderen wechselt, unbrauchbar.

Die schiefen Ebenen werden, wenn eine genügende Wassermenge vorhanden ist, auch zum Hinauffördern des Materials benutzt. Die in englischen Schieferbrüchen getroffene diesbezügliche Anordnung, »Water balance« genannt, besteht darin, dass für einen der gewöhnlichen Hunte ein auf Räder gesetzter Wasserkasten eintritt, der, am höchsten Punkte aus dem Wasserreservoir gefüllt, durch sein Übergewicht den beladenen Wagen hinauffördert. Unten angelangt, wird der Wasserkasten durch ein Bodenventil entleert und hierauf durch das Übergewicht des beladenen Huntewagens wieder bergauf geführt.

Es kann die Anordnung auch so getroffen werden, dass beiderseits solche Wasserwagen angeordnet sind, denen dann wechselweise die zu fördernden Hunte angehängt werden. Diese Water-balance-Anlagen haben natürlich nach lokaler Disposition, der sie sich anschmiegen müssen, verschiedene Einzelheiten, die aber die Grundidee, die Förderung des Materials durch das sinkende Gewicht einer angesammelten Wassermasse auf schiefer Ebene, nicht ändern.

Aus unterirdischen Bauen müssen die Materialien ebenso wie im Bergbau gefördert und zur Verladung gebracht werden.

¹⁸⁾ Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884. S. 305.

¹⁹⁾ Ann. d. Mines. 1883. S. 290.

Die Anlagekosten schiefer Ebenen gibt D. C. Davies²⁰⁾ bei einer doppelgleisigen Anlage von 2' engl. Spurweite in folgenden Posten. Länge der schiefen Ebene 308 Yards (281,6 m).

Erstellung der nötigen Anschüttungen und Einschnitte bei mittlerem normalen Terrain, Fundirung für die Seiltrommel, Legen und Richten der Schienen, komplett	2900	Mark
Seiltrommel von 4' 6" engl. (1,372 m) Durchm., nötige Lager, Führungen, Bremse	1000	"
320 Schwellen	400	"
9 t Grubenschienen, 133 Mark pro t	1200	"
200 kg Nägel	120	"
350 Yards (320 m) Stahldrahtseil von 1" engl. (25,4 mm) Durchmesser	580	"
	Zusammen	6200

Kosten ungefähr 22 Mark pro m.

Ist das Material auf der Verladesohe des Bruches angelangt, so wird es gewöhnlich, bevor es weiter transportirt wird, einer Auswahl und vorläufigen Bearbeitung unterzogen. Bei Bruchstein bezieht sich dies nur auf die Größe der Stücke, beziehungsweise zu Bauzwecken geeignetes, zu Schotterungen verwendbares Material oder Abfall. In Quaderbrüchen werden die gewonnenen Blöcke nach den verlangten Maßen zu parallelepipedischen Stücken roh vorgearbeitet, in Schiefer-, Kalkstein- und Marmorbrüchen nach Qualität geschieden, da viele Stücke unwendbar sind. Nach Erledigung dieser Vorarbeiten ist das Material transportfähig.

Das Verladen geschieht von Hand, mit Hilfe von transportablen oder festen Laderampen, mit festen oder fahrbaren Kranen und sonstigen Hebevorrichtungen (Wagenheber)²¹⁾.

Sind Schienengeleise von der Arbeitsstätte bis zur Eisenbahn oder zu der nächsten Wasserstraße zu legen, so ist es wegen des häufigen Verlegens und beschränkten Raumes vorteilhaft, solche so schmalspurig zu konstruieren, als sich dies mit der Sicherheit des Betriebes vereinbaren lässt. In englischen Brüchen ist die Spurweite von 1' 11 $\frac{1}{2}$ " engl. üblich. Auf dem Kontinente schwankt die Spurweite von 0,40—0,70 Meter. Die Kosten für 1 englische Meile Trambahn auf gewöhnlichem hügeligen Terrain, ohne Brücken oder größere Erdwerke, führt Davies mit 9200 Mark an.

Bei der Wahl des Oberbaues der Geleisbahnen ist besonders auf kräftige Dimensionen des Schienenprofilés zu achten, da zu leichte Schienen häufig Betriebsstörungen verursachen und die geringeren Anschaffungskosten durch die Mehrkosten der Reparaturen, der größeren Betriebskraft und der starken Abnutzung der holperig werdenden Bahn bald aufgewogen werden.

Sehr zweckmäßig ist es, die schmalspurigen Bahnen so zu konstruieren, dass ihr Verlegen mit den geringsten Kosten an Zeit und Arbeitsaufwand durchführbar wird. Eine sehr praktische Konstruktion einer transportablen Bahn ist jene nach System Decauville. Bei demselben sind die sehr breitbasigen Schienen durch Vernietung mit den Querschwellen aus breiten Flacheisen zu einem Geleise von bestimmter Spurweite verbunden. Der Schienenstoß ist so angeordnet, dass das als letzte Querschwelle dienende Flacheisen des vorhergehenden Schienenstranges, über die Schienenenden nahe zur Hälfte herausragend, angenietet ist. Die Schwelle des folgenden Schienenstranges ist entsprechend zurückversetzt, sodass die freien

²⁰⁾ D. C. Davies. Slate and slate quarrying. London. Crosby, Lockwood & Comp. 1878.

²¹⁾ In Thiarment (Belgien) wird ein großer Brücken-Laufkran zum Heben und Verladen von Blöcken bis zu 40 t Gewicht benutzt; siehe Engineering. 1876 II. S. 187.

Enden desselben auf der Stoßschwelle aufrufen können. An der inneren Seite der freien Schienen sind Laschen fest angenietet. Die so konstruirten Geleisteile werden einfach zusammengeschoben und die Laschen eventuell verschraubt.

Von den Patentinhabern werden alle für dieses transportable System nötigen Abzweigungen, Krümmungen, Drehscheiben, Weichen, Verbindungsstücke ebenfalls transportabel ausgeführt. Die Anlagekosten werden pro Kilometer Bahn mit 8—10 000 Mark angegeben²²⁾.

Für Kalksteinbrüche, Kaolin- oder Lehmgruben sind in neuester Zeit auch häufig Seilbahnen in Verwendung, die einen sehr billigen Betrieb ermöglichen²³⁾. Die sonst meistens als Gefäße konstruirten Fuhrwerke derartiger Bahnen können für den Transport langer Stücke, wie Säulen, durch geeignete Tragvorrichtungen ersetzt werden.

Statt des Seiles wird nicht selten eine endlose Kette verwendet, welche die Verbindung mit den Förderwagen sehr vereinfacht. So zum Beispiel in den großartigen Diorit-Porphyrbrüchen zu Quenast bei Brüssel, worüber Situation und Details in der Festschrift der Techn. Hochschule zu Berlin, 1884, enthalten sind.

Für den Transport von großen und sehr schweren Stücken eignet sich aber weder die Drahtseilbahn noch schmalspurige Eisenbahn, sodass, falls keine normalspurige Bahn angelegt werden kann, der Transport mit Straßenfuhrwerken durchzuführen ist. Bei sehr großen Einzellasten, zu deren Verfrachtung viele Zugtiere nötig wären, ist die Verwendung von Straßenlokomotiven zu empfehlen. Auch zu regelmäßigem Transport auf weitere Strecken werden Straßenlokomotiven schon vielfach verwendet, so zum Beispiel in den Fürstl. Schwarzenberg'schen Kalkbrüchen bei Cheynov in Böhmen.

Die dort verwendete Maschine von Aveling & Porter in Rochester wiegt 13 500 kg, zwei Wagen zu 1850 kg = 3700 kg, Nutzlast je zu 5600 kg = 11 200 kg, Gewicht des Zuges bei 2 Wagen 28 400 kg, bei 3 Wagen 35 850 kg. Die Maschine leistet cirka 23 Pferdekräfte und überwindet bei 2 angehängten Wagen selbst Steigungen von 1:10, bei 3 angehängten Wagen 1:18 anstandslos. Die Rentabilitätsberechnung ergibt gegenüber Pferdefuhrwerk die Hälfte der Verfrachungskosten²⁴⁾.

Für Steinbrüche in der Nähe von Eisenbahnstationen empfiehlt sich die Anlage einer anschließenden Bahn von gleicher Spurweite, um das direkte Beladen der Waggons im Bruche und deren Beförderung auf die Hauptbahn zu ermöglichen, wodurch bedeutende Arbeits- und Kostenersparnisse erzielt werden. Zur Bewältigung von Tiefen lässt sich die Bahn auf steilen Strecken als Zahnradbahn und die Lokomotive so konstruieren, dass sie, nach Bedarf wechselnd, vermöge der Adhäsion oder mittels Zahneingriff wirken kann. Ferner ist man für stark unterbrochenen Betrieb keineswegs auf die Anwendung von Dampflokomotiven angewiesen, deren Anschaffungs- und Betriebskosten sich zu hoch stellen können, sondern es lässt sich mittels einer als Zahnradwinde ausgeführten von Hand betriebenen Lokomotive, wenn auch mit geringerer Geschwindigkeit, der Eisenbahntransport be-

²²⁾ Siehe Techn. Blätter. 1880. Heft 1.

²³⁾ J. v. Ott. Die Drahtseilbahn zu Aich. Techn. Blätter. 1881. Heft IV. — Vergl. ferner: Sekundärbahnztg. 1882. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1876. S. 260. — Scient. American. 1882—84. — Franz Devooght. Kabeleisenbahn u. Kabel-Tramway. Antwerpen. Gebrüder Bellmanns Nachfolger. — Deutsche Patentschriften No. 4602 u. No. 8731.

²⁴⁾ Techn. Blätter. 1880. S. 30.

wältigen²⁵⁾. Verschiedene vortreffliche Zahnradbahnen mit Abt'schen Zahnschienen und Seilbahnen für Steinbruchbetrieb wurden von der Ingenieurfirma Rinecker, Abt & Co. in Würzburg ausgeführt^{25*)}.

Siehe übrigens »Transportwege. Seilbahnen.« in Kap. VI der Baumaschinen.

§ 13. Wagen für den Steintransport. Für den Quadertransport werden, um ein leichteres Auf- und Abladen zu ermöglichen, besondere Fuhrwerke konstruiert.

Fig. 14, Taf. I, zeigt eine einfache Konstruktion dieser Art. An dem vorderen Teile des Wagens ist eine Winde angebracht, mittels welcher die Quader auf die schiefe Plattform, die durch zwei abzuhängende Balken bis auf den Boden verlängert ist, hinaufgezogen werden.

Noch einfacher ist eine in Frankreich übliche Konstruktion eines zweirädigen Wagens; siehe Taf. I, Fig. 15. Bei derselben ist dadurch, dass die Radaxe gekröpft ist, die Plattform des Wagens sehr niedrig untergebracht und, da sie, sobald das Gabelpferd ausgespannt ist, um die Radaxe drehbar ist, so bildet sie zugleich eine schiefe Laderampe. Um das Verladen noch mehr zu erleichtern, wird der Steinblock zuerst auf eine auf Walzen laufende Platte gebracht, die mit zu dem Wagen gehört, und mit dieser aufgewunden und transportirt. Das Abladen erfolgt hier dadurch, dass man den Wagen neigt und den Block samt seiner Unterlage über einige den Stoß am Boden mildernde Strohwise abrollen lässt.

Folacci's Wagen²⁶⁾, siehe Taf. I, Fig. 13, wesentlich für das leichte Abladen großer Steinblöcke eingerichtet, hat eine bewegliche Plattform *c*, welche auf Rollen, die an dem Wagengestell angebracht sind, aufliegt. Beim Abladen wird der Auffangbolzen *E* herausgezogen, die Plattform auf der Rollenunterlage, da diese einer Neigung von 5 : 100 entspricht, leicht heruntergeschoben, bis sie durch das eigene Übergewicht sich in die gezeichnete Stellung umlegt. Hierauf werden durch das Abfahren des Wagens die Blöcke sanft auf die Erde herabgelassen. Seitliche Verschiebungen der Plattform verhindern die Führungsschienen *D*.

Ein Greifzeug nach Darnton Hutton zum Heben von Quadern zeigt Fig. 8, Taf. I. Das Einbeißen der Greifzähne geschieht beim Anheben des Quaders vermöge seines Gewichtes mit einer durch die Hebelübersetzung gesteigerten Kraft. Wird mittels der Zugstange der Haken ausgehängt, so lösen sich die Greifzähne ab und die Vorrichtung bleibt an der Hilfskette hängen.

Die meistens gebräuchlichen einfacheren Hilfsmittel, nämlich Keilklaue, Steinzangen u. s. w. siehe »§ 18. Vorrichtungen zum Erfassen der Quadersteine.« im Kap. VI, 2. Abteilung dieses Werkes.

In demselben Kapitel sind auch verschiedene Hebemaschinen für Bauzwecke beschrieben, deren Verwendung für den Steinbruchbetrieb geeignet sein kann. Im übrigen ist hinsichtlich der Hebevorrichtungen auf die Kap. XIII und XIV zu verweisen.

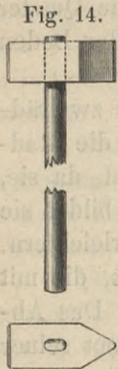
²⁵⁾ Steinbruchbahn Laufen. Eisenbahn. 1879 I. S. 65.

^{25*)} Vergl. Transportbahnen für das Schieferwerk Örtelsbruch. Wochenbl. f. Baukunde. 1886. Dec.

²⁶⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1878 II. Bd. 228. S. 229.

B. Das Zertrennen der Bausteine.

§ 14. **Verschiedene Trennungswerkzeuge.** Die einfachste Art des Zerteilens ist das Zerschlagen; aber nur bei wenigen Steinarten ist das Resultat dieser Trennung ein genügend sicheres. Steine, wie sie zu Pflasterzwecken verwendet werden, zerteilt man mit einem Kreuzschlägel, Fig. 14, von etwa 4 bis 8 kg Gewicht. Der Arbeiter schlägt mit der schmalen Kante des Schlägels in der Richtung der gewünschten Trennungsfläche auf den Stein und bringt ihn durch ein oder mehrere Schläge zum Bruche. Für diese, bei größeren Pflastersteinen viel Geschick erfordernde, mühsame Arbeit verwendet man in Marcousis bei Paris mit gutem Erfolge eine Art Dampfhammer mit schmaler Schlagkante.



Für sehr kleine Steinchen, wie sie zu Mosaiktrottoiren oder dergleichen benötigt werden, benutzt man zum Teilen auch den gewöhnlichen Steinschlägel, Fig. 15, ein kleines hammerähnliches Stahlwerkzeug, das auf einer oder auf beiden Seiten stumpf zugespitzt ist. Der Stiel ist ungewöhnlich lang, sodass mit diesem Schlägel eine ziemlich starke Wirkung ausgeübt werden kann. Dass bei dieser Art

des Zertrennens sehr viel misslungenes Produkt entsteht, ist nicht von großem Belang, da es als Straßenschotter Verwendung findet.

Genauere Flächen und Abmessungen liefert die Trennung durch das Spalten. Diese Methode ist jedoch nur bei wenigen Steinen, wie zum Beispiel Schiefer und Glimmer, die von Natur aus eine hohe Spaltbarkeit aufweisen, verwendbar.

Das Werkzeug, mittels dessen die Schieferblöcke, die entweder durch Pulversprengung in unregelmäßigen Stücken oder durch Keilarbeit in mehr regelmäßigen Quadern aus den Schieferbrüchen erhalten werden, weiter zerteilt werden, ist ein schlanker Keil, eine Art Meißel von bedeutender Federkraft, das sogenannte Spalteisen, siehe Taf. I, Fig. 27, welches je nach Größe der zu spaltenden Schiefertafeln verschiedene Dimensionen erhält. Bei der Arbeit wird der Schieferblock so aufgestellt, dass womöglich die größere Dimension der zu spaltenden Fläche lotrecht zu stehen kommt; dann wird das Spalteisen an der gewünschten Spaltstelle mit einem Hammer oder Holzschlägel 30—40 mm eingetrieben und durch sanftes seitliches Biegen und Nachschieben die Spaltung fortgesetzt.

Bei kleineren Querschnitten genügt oft ein einmaliges Ansetzen des Spalteisens.

Zeigen die zu teilenden Steine keine Spaltbarkeit, so benutzt man, insofern keine sauberen und ebenen Trennungsflächen verlangt werden, das Zerschroten. Die Art des Vorgangs bei demselben ist ganz dieselbe, wie bei der sogenannten Keilarbeit in den Brüchen. Die Teilung eines von allen Seiten frei liegenden Blockes geht durch das Zerschroten mit ziemlicher Sicherheit vor sich und wird daher beinahe überall angewendet, wo die getrennten Teile noch einer späteren Ausarbeitung unterworfen werden oder wo es sich darum handelt, zur Beschleunigung der Ausarbeitung ein größeres Stück des Steines auf einmal abzutrennen.

Für die Herstellung von Steinplatten oder gar dünner Belagplatten lässt sich jedoch das Zerschroten nicht anwenden. Das einzige Mittel, abgesehen von der

Zerteilung durch Sägen, ist dann das Zerbohren. In den zu teilenden Block werden dicht nebeneinander oder mit nur sehr geringen Zwischenräumen Löcher gebohrt, welche den Stein nahezu der ganzen Breite nach durchsetzen. Die zwischen den einzelnen Bohrlöchern stehenden Stege werden hierauf, so weit es thunlich ist, weggeschlagen und die völlige Lösung durch Eintreiben einiger Keile bewirkt. Die Bohrlöcher können entweder mit dem gewöhnlichen Bohrgerät oder aber durch Bohrmaschinen erzeugt werden. Zu Baveno am Lago Maggiore wird diese Methode, Blöcke zu spalten, sehr häufig angewendet.

§ 15. Sägen der Steine. Keine der bisher beschriebenen Zerteilungsarten gibt saubere Trennungsf lächen, die sich sofort als bearbeitet verwenden ließen. Da nun bei vielen Steinen auch noch der Materialwert in Betracht zu ziehen ist, wurden schon längst Versuche gemacht, die Zerteilung durch Sägen vorzunehmen. Bei weicheren Steinen, wie Alabaster, Serpentin, manchen Sand- und Kalksteinen gelang dies recht gut und hat sich daher das Sägen auch allgemein verbreitet. In harten Steinen jedoch, als Marmor, Granit, Syenit, Porphyr etc. ist das Sägen eine schwierigere Aufgabe und dem entsprechend die Leistung der verwendeten Sägen mit Elementarbetrieb eine sehr geringe. Zum Schneiden der weicheren Steine mittels Handsägen verwendet man entweder Sägen mit Zähnen, die nur wenig geschränkt sind, oder, da sich die Zähne rasch abwetzen, sogenannte Schwertsägen, d. h. Sägeblätter von Eisen oder Kupfer ohne eingefeilte Zähne, die man mit einem Gemenge von Sand oder Schmirgel und Wasser unter entsprechendem Drucke zur Wirkung bringt. Die für Handbetrieb verwendeten Rahmensägen unterscheiden sich nur durch ihre größere und stärkere Konstruktion von den Rahmensägen der Tischler. Das Gewicht der ganzen Säge ist bei der Anwendung von Sand oder Schmirgel so zu wählen, dass der Sand oder Schmirgel zwar kräftig in den Schnitt gedrückt, dabei aber nicht oder nur sehr allmählig zerdrückt wird, da die Wirkung wesentlich auf dem Angreifen des Kornes des Sandes oder Schmirgels beruht. Zur günstigen Arbeit mit der Schwertsäge gehört ferner auch ein öfteres Lüften derselben, um dem wirksamen Gemenge Gelegenheit zum Untertreten zu bieten. Um das Austreten des Sandes aus dem Schnitte möglichst zu verringern, wird der Hub der Säge möglichst klein gewählt.

Meistenteils werden die Sägen von zwei Arbeitern bewegt, da hierdurch die Führung der Säge eine bessere wird. Zwei Arbeiter machen dann mit einer Säge etwa 60 Hübe von 0,45—0,55 m pro Minute. Die Leistung der Handsäge ist natürlich je nach der Steinart sehr verschieden. Nach Morisot brauchen 2 Arbeiter zum Durchschneiden von 1 qm Querschnitt

bei Kalkstein, sehr weich, grobkörnig, spec. Gew.	1,6,	ungefähr	16	Stunden
„ „ mittelhart, Korn gleichförmig	„ 2,2	„	18	„
„ „ ziemlich hart, mit Muscheln	„ 2,3	„	27	„
„ „ sehr fein und gleichförmig körnig	„	„	25	„
„ Marmor, weichste Sorte	„	„	21	„
„ Statuen-Marmor	„	„	27	„
„ Granit	„	„	198—262	„
„ Porphyr, roter und grüner	„	„	450	„

Aus den angeführten Zahlen ist zu ersehen, wie zeitraubend und mühevoll das Sägen von härteren Steinen mittels Handsägen ist. Es ist daher erklärlich, dass sich unter allen Arten der Steinbearbeitung zuerst bei dem Sägen das Streben

nach Maschinenarbeit geltend machte. Die ersten Konstruktionen bezweckten allerdings nicht viel mehr, als die Handarbeit durch irgend eine andere motorische Kraft zu ersetzen und die Leistung dieser Kraft entsprechend zu steigern. Es wurde vorerst von der Verwendung gezahnter Sägeblätter abgesehen, da diese keinen kontinuierlichen Betrieb gestatteten. Die Maschinen arbeiteten zumeist mit glattrandigen Sägeblättern, die, in starke Rahmen eingespannt, von dem Motor auf irgendwelche, gewöhnlich einfache Art die Hin- und Herbewegung erhielten. Bei der Konstruktion war nur die seitliche Führung des Rahmens zu beachten und die Übertragung der bewegenden Kraft so zu wählen, dass die Sägeblätter durch etwaigen einseitigen Druck nicht aus ihrer horizontalen Wirkungs-lage gezwungen werden können.

§ 16. Ungezahnte Sägen.

a. Schwertsägen.

Eine einfache praktische Anordnung einer Schwertsäge, die besonders dann vorteilhaft ist, wenn mehrere derartige Sägen in einem Raume und von einer gemeinsamen Antriebswelle getrieben untergebracht werden sollen, zeigt die Maschine von Sutcliffe Gabriel²⁷⁾, Fig. 17, Taf. I.

Der starke Holzrahmen *A*, der die Sägeblätter eingespannt enthält, hängt rechts mittels eines gabelförmigen Ansatzes *B* und Zapfens mit dem Gleitstück *C* zusammen, welches in den Führungen des schwingenden, aus einem Doppelbalken gebildeten Pendels *D* vertikal beweglich ist. Die Schwingungen dieses Pendels werden demselben von der Antriebswelle *M* mit Hilfe von Kurbel *K* und Schubstangen *E* und *F* mitgeteilt. Zur Führung dienen dem Rahmen die mit Gleitschienen versehenen Ständer *cc* und die richtige Ausgleichung des Sägerahmengewichtes bewirkt das entsprechend bemessene Gegengewicht *g*, von welchem über die Rollen *bbb* Seile oder Ketten zu dem Rahmen laufen. Das Zusetzen des Standes, wie auch das zeitweise Lüften der Sägen im Schnitte, muss der bedienende Arbeiter besorgen.

Eine ähnliche, englische Konstruktion ist die von William Stone, patentirt 1871 unter No. 1074. Bei dieser Schwertsäge wird, wie auch bei der schon 1824 von Tullock in London angegebenen Säge, das Gleitstück an dem schwingenden Pendel, von welchem aus dem Sägerahmen die Bewegung mitgeteilt wird, dadurch stets in demselben Niveau mit dem Sägerahmen erhalten, dass an der oberhalb der Säge angebrachten Welle, die verschiedene Scheiben für Aufhängung und Ausbalancirung des Rahmens trägt, noch ein Rädergetriebe vorhanden ist, welches die während des Sinkens stattfindende Rotation der Welle auf ein Zahnrad am Aufhängepunkte des Pendels überträgt, von welchem aus durch eine verlängerte, in dieses Zahnrad eingreifende Zahnstange das obenerwähnte Gleitstück, entsprechend dem sinkenden Rahmen, gesteuert wird. Die Speisung mit Sand wird bei dieser Maschine so bewerkstelligt, dass oberhalb des Sägeschnittes eine nach unten hin durchlöchernte Blechröhre angebracht ist, die, mit Sand gefüllt, diesen mit dem während des Sägens langsam in die Röhre zuströmenden Wasser auf den Schnitt abtropfen lässt.

²⁷⁾ Englisches Patent No. 638 vom Jahre 1873.

Eine eigentümliche Anordnung des Sägerahmens, die dem Zwecke dient, die Sägeblätter nach jedem Hube zu lüften, zeigt die Steinsäge von F. Darby²⁸⁾. Außer dem gewöhnlichen hier aus Winkelleisen hergestellten Sägerahmen besteht bei dieser Säge noch ein zweiter Rahmen, der an Ketten hängt, welche, über Rollen gelegt, auf der andern Seite die Ausgleichungsgewichte tragen. Dieser zweite Rahmen führt sich an vier vertikalen Säulen und trägt auf seinen oberen Langseiten Rollen, auf denen sich der eigentliche Sägerahmen führt. Dieser, der von einer Schubstange bewegt wird, hat nun an seinen Schmalseiten keilförmige Ansätze, die dadurch, dass sie auf passende Gegenstücke des untern Rahmens auflaufen, den Sägerahmen lüften. Die Gegengewichte müssen hier natürlich das ganze Gewicht des untern Rahmens und noch einen Teil des Sägerahmengewichtes ausgleichen. Der Punkt, an welchem die Schubstange die Bewegung von dem schwingenden Pendel ableitet, wird einfach dadurch in derselben Höhe mit dem Rahmen erhalten, dass der Verbindungzapfen in einer Reihe von Löchern oder in einem Längsschlitz des Pendels verstellbar ist. Die Sandzuführung geschieht von Hand. Nach den Angaben hat die Säge in vierjährigem Betriebe in Freeman's Steinwerft, Deptford, ungefähr 7000 qm gesägt. Die Leistung betrug 9—10 qm harten Portlandsteines bei zehnstündiger Arbeitszeit.

b. Kreissägen.

Ungezahnte Kreissägen, die analog den Schwertsägen wirken, werden zum Schneiden von größeren Steinen nur selten verwendet. Zum Schneiden von Halbedelsteinen und Mineralien bedient man sich kleiner Scheiben von ungefähr 0,20—0,25 m Durchmesser aus Stahl oder Kupfer und eines Gemenges von Sand und Schmirgel. Die Scheiben werden durch einen Schnurtrieb in rasche Umdrehung versetzt und der zu schneidende Stein, der entweder auf einem kleinen Schlitten oder auf einem drehbaren Hebel befestigt ist, durch den Zug eines entsprechenden kleinen Gewichtes gegen die Scheibe gedrückt. Unterhalb der, meistens mit einem Blechgehäuse umgebenen Scheibe ist eine Sammelschale für den Schmirgel angebracht. Bei dem Schneiden der Steine und Glasflüsse, wie sie für die venetianischen Mosaikschmucksachen verwendet werden, führen die Arbeiter die Stücke gewöhnlich bloß von Hand der Scheibe zu.

Zum Schneiden großer Steine für Bauzwecke, besonders von solchen sehr harter Beschaffenheit, hat Gay eine rotirende Kreissäge konstruirt²⁹⁾, bei welcher eine Eisen- oder Stahlblechscheibe von 1 m Durchmesser an der mit kleinen elliptischen Durchbohrungen versehenen Peripherie mit einem in Stücken angegossenen und nachher verlöteten Bleirande von 6 mm Dicke und 70 mm Breite armirt ist. Die Steine werden der Säge auf einem Schlitten zugeführt, welcher durch ein Gewicht von 50—70 kg den nötigen Druck gegen das Sägeblatt erhält. Die Schnittbreite stellte sich bei 6 mm Dicke des Bleikranzes auf 10 mm. Nach Versuchen, die Ingenieur Treska mit dieser Säge anstellte, sind folgende Daten hervorzuheben:

²⁸⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1877 II. Bd. 224. S. 158.

²⁹⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1866 III. Bd. 181. S. 439.

Steinart	Touren- zahl pro Min.	Schnitt in mm pro Sek.	Dicke des Steines.	Schnitt- fläche in qmm pro Sek.	Be- triebs- kraft in Pferden	Stunden pro qm Schnitt- fläche.
Carrara-Marmor	99	0,55	319	175	5	95
Stein von Grimaux	101	1,70	105	178	5	94
Granit aus der Bretagne	87	0,24	120	29	4,7	574

Die Zuführung des Schmirgels No. 6, der verwendet wurde, geschah durch den kontinuierlichen Ausfluss aus einem oberhalb der Schneidscheibe angebrachten Behälter.

Die Wirkungsweise der Schwertsägen ist ganz besonders abhängig von dem zur Anwendung kommenden Schleifmittel; je größer das Korn, je schärfer und widerstandsfähiger dasselbe ist, desto besser ist die Wirkung, die nichts weiter darstellt als ein Ausschleifen des Schnittes, also die äußerst feine Zerteilung jener Partie des Steines, die beim Sägen beseitigt wird. Diese feine Zerteilung erfordert einen ziemlich großen Kraftaufwand, der noch durch den Verschleiß des Schleifmittels vermehrt wird. Um diesen Übelstand zu beseitigen, der übrigens bei Benutzung von Schmirgel durch den starken Verbrauch dieses teuren Artikels erhöht wird, hat man wiederholt versucht, Sägeblätter, die mit Zähnen versehen sind, zu verwenden, und zwar mit mehr oder minder gutem Erfolg. Ehe aber diese näher betrachtet werden sollen, mag hier noch das an die oben angeführte Methode sich anschließende Arbeitsverfahren von Ch. Tilghman aus Philadelphia erwähnt werden, welches in England Alfred V. Newton 1872 unter No. 3626 patentirt wurde.

Dieses Verfahren besteht darin, statt des Sandes kleine hartgegossene Guss-eisenkügelchen zu verwenden und die Sägeblätter unter hohem Drucke arbeiten zu lassen. Die Eisenkügelchen werden dadurch erzeugt, dass man einen dünnen Strahl geschmolzenen Gusseisens auf eine schnell rotirende Platte fallen lässt, durch welche das Eisen zerstäubt und gegen einen schräg aufgestellten Blechmantel geschleudert wird, von welchem es in kaltes Wasser hinein abprallt. Das Zerstäuben kann auch durch einen gegen den Eisenstrahl geführten Dampfstrahl geschehen.

Die so gebildeten Kügelchen von ungefähr 0,5 mm Durchm. haben infolge des Abschreckens im Wasser eine bedeutende Härte und Widerstandsfähigkeit. Die Wirkungsweise beruht hier nicht auf dem schneidend wirkenden Angriff, wie bei Sand oder Schmirgel, sondern darauf, dass das Steinmaterial nicht die genügende Druckfestigkeit hat, um den im Schnitte unter hohem Druck rollenden Kügelchen von so kleinem Radius als feste Bahn dienen zu können; das Gefüge wird gelockert und von dem Spülwasser, das bei dieser Art des Sägens gleichfalls zur Anwendung kommt, entfernt. Identisch ist das Verfahren nach Struthers & Sons³⁰⁾.

c. Seilsägen.

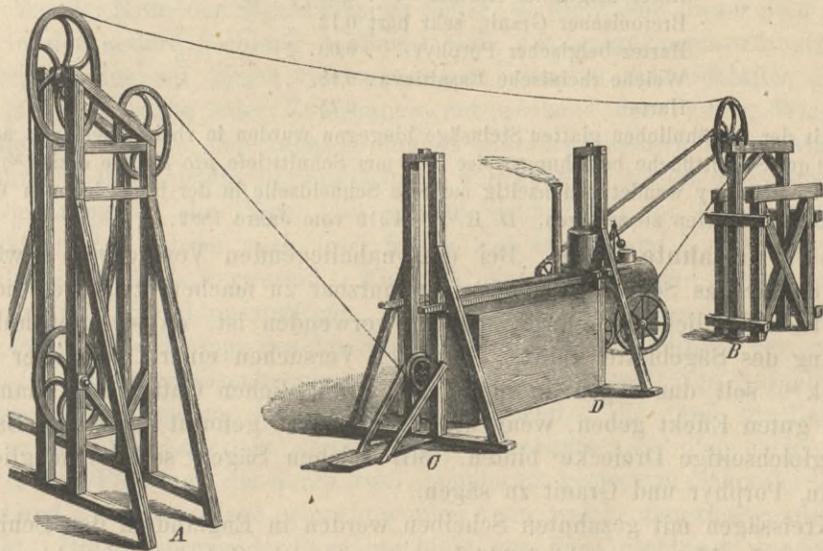
Es ist ein naheliegender Gedanke, statt der ungezahnten Scheiben endlose glatte Bänder als Schneidwerkzeuge zu benutzen, ebenso wie der als Riemen-

³⁰⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1877 III. Bd. 225. S. 304.

trieb angeordnete Polirriemen statt der Polirscheibe und die gezahnte Bandsäge statt der Kreissäge in der Holzbearbeitung Anwendung findet. Der Vorzug der Bandsägen, Schnitte von größerer Tiefe und Breite, für welche die Kreissägen ungünstig große Durchmesser erhalten müssten, übrigens auch in kurvenförmiger Gestalt, ohne Schwierigkeit zu ermöglichen, gilt zwar im allgemeinen auch für das Zertrennen von Steinen, doch wird die gezahnte Bandsäge sich nur für weiches Material von mäßigen Dimensionen eignen. Erfordert aber die Härte des Gesteins die Benutzung eines glatten Schneidwerkzeugs mit Schleifmitteln unter stärkerem Druck, so tritt vorteilhaft der Draht oder das Seil an die Stelle des Bandes, indem es sich besonders bei langen Schnitten besser führen lässt als das vermöge seiner Neigung zum Kippen und Umlegen sich leicht verlaufende Band.

Fig. 16 zeigt eine solche Einrichtung von Violettie³¹⁾, welche zum Schneiden von Kalkstein, Marmor und Granit bestimmt ist. Das endlose Schneidseil erstreckt

Fig. 16



sich zwischen den Ständern *A* und *B*, welche ersterer oben zwei Leitrollen und unten eine Spannrolle mit Gewichtsbelastung trägt, während sich auf dem Gestelle *B* die aktive Seilscheibe befindet, deren Betrieb von einer Lokomobile aus mittels Riemens geschieht. Die Anordnung kann jedoch auch so getroffen werden, dass die Bewegungsübertragung direkt von der Dampfmaschine aus mittels einer auf deren Kurbelwelle aufgekeilten Seilscheibe stattfindet³²⁾. Es empfiehlt sich, das Seil thunlichst lang zu nehmen, damit sich dasselbe nicht so rasch durchschleift und beim Arbeiten sich weniger erhitzt.

Zur horizontalen genauen Führung der schneidenden Strecke des Seiles dienen zwei Führungsrollen an den Ständern *C* und *D* zu beiden Seiten des Quaders, welche je nach den Dimensionen des letztern aufgestellt werden. In

31) Th. Schwartze. Die Steinbearbeitungsmaschinen. Leipzig 1885.

32) Reuleaux. Der Konstrukteur. 4. Aufl. 3. Lfg. S. 716.

den vertikalen Schlitten dieser Ständer sind die Lager der Rollenachsen geführt und wird das Einschneiden des Seiles unter konstantem Drucke durch Gewichtsbelastung bewirkt. Wasser und Schleifsand werden hierbei in üblicher Weise zugeführt.

Besonders vorteilhaft lässt sich diese Steinschneidemaschine zum Abschneiden von Blöcken vom Gesteinsmassiv verwenden, wobei man zur Unterbringung der Leitrollenführungen nötigenfalls Vertiefungen zu beiden Seiten des abzugesägten Quaders ausschachtet, wie es zum Beispiel von J. Zervas in den Lavabrüchen zu Niedermendig geschieht.

Zervas hat das sonst zumeist aus drei schraubenförmig verseilten Drähten bestehende Seil durch eine wirksamere Seilkonstruktion ersetzt, bei welcher um eine glatte eindrähtige Seele ein zweiter Draht engspiralig gewunden ist; Seildurchmesser 8 mm.

Auf 2—3 m langen Blöcken ergab die Zervas'sche Seilsäge folgende Schnittflächen:

Marmor aus Carrara	1,20	qm	pro Stunde,
Roter belgischer Marmor . .	0,33	„	„
Bretonischer Granit, sehr hart	0,12	„	„
Harter belgischer Porphy . .	0,09	„	„
Weiche rheinische Basaltlava .	0,18	„	„
Harte „ „	0,25	„	„

Mit der gewöhnlichen glatten Steinsäge hingegen wurden in rheinischer Lava nur 0,0125 bis 0,0150 qm Schnittfläche beziehungsweise 5—6 mm Schnitttiefe pro Stunde erzielt³³⁾.

Paulin Gay wendet gleichzeitig mehrere Schneidseile in der beschriebenen Weise an, um Blöcke und Platten zu zerlegen. D. R. P. 24319 vom Jahre 1882.

§ 17. Gezahnte Sägen. Bei den naheliegenden Versuchen, gewöhnliche Brettsägen für das Schneiden von Steinen nutzbar zu machen, zeigte es sich, dass die für Holz dienliche Zahnform nicht zu verwenden ist, da sie gewöhnlich zur Zerstörung des Sägeblattes führt. Nach den Versuchen einer Chemnitzer Maschinenfabrik³⁴⁾ soll das Sägen in Stein mit gewöhnlichen Gattersägen dann einen ziemlich guten Effekt geben, wenn die Sägezähne so geformt sind, dass Basis und Seiten gleichseitige Dreiecke bilden. Mit solchen Sägen soll es möglich sein, Sandstein, Porphy und Granit zu sägen.

Kreissägen mit gezahnten Scheiben werden in England in den Schieferbrüchen zum Schneiden der Schieferblöcke benutzt. Die Zahnform ist hier die gewöhnliche, jedoch bei bedeutend kleineren Dimensionen der Zähne als für Holz. Die Lücken sind so groß, dass jeder zweite Zahn weggebrochen erscheint; vorteilhafte Tourenzahl geringer als bei Holzsägen. Nach den obenerwähnten Versuchen sollen gewöhnliche Kreissägen dann zum Steinsägen zu brauchen sein, wenn man sie umgekehrt laufen lässt.

Der ungemein starke Verschleiß, der bei solchen Sägeblättern durch das Schleifen im Sägeschnitt entsteht, hat aber zumeist wieder zu der glatten Schwertsäge geführt. Die Bestrebungen der Konstrukteure waren daher darauf gerichtet, einerseits dieses Schleifen möglichst zu verhindern, andererseits die Zähne selbst nach Form und Material möglichst widerstandsfähig zu gestalten.

Nach dem für die Zähne verwendeten Material lassen sich die Konstruktionen als solche unterscheiden, für welche Eisen oder Stahl als Material beibe-

³³⁾ Reuleaux, Der Konstrukteur, 4. Aufl. 3. Lfg. S. 716.

³⁴⁾ Polytechn. Centralbl. 1868. S. 1378.

halten ist, und als solche, bei welchen schwarze Diamanten zur Verwendung kommen.

Eine ältere Konstruktion der ersten Art ist die von Pfister in Zürich³⁵⁾, welche übrigens deshalb bemerkenswert erscheint, weil bei ihr schon das in neuerer Zeit bei der bekannten Brandt'schen hydraulischen Gesteinsbohrmaschine angewendete Princip der Loslösung der Steinpartikel unter hohem Druck im Schnitte durchgeführt ist.

Bei dieser Säge geschieht der Schnitt mittels einer dünnen Eisenplatte von entsprechender Höhe, in deren oberer Kante meißelartige Stahlzähne eingesetzt sind. Diese Platte erhält die Hin- und Herbewegung und wird in dem Schnitte des festliegenden Steinblockes allmähig nach aufwärts geschaltet. Die meißelartigen Zähne, die sich von der ungefähr 12 mm breiten Schneide wegen der leichten Bewegung im Schnitte etwas verjüngen, sind zu je vier für jede Schnittrichtung so angeordnet, dass jeder in der Bewegungsrichtung folgende um ein der Steinart angepasstes Maß weiter emporragt, für Sandstein cirka 3 mm, Marmor 1 mm. Von der Mitte des Sägeblattes an findet, da die Zähne dieser Seite für den Schnitt in der andern Richtung bestimmt sind, das entgegengesetzte statt. Die Fortbewegung des auf einem Schienenwagen ruhenden Schneidblattes geschieht mittels einer Schraube oder Zahnstange entsprechend dem hohen Widerstande (Schnitttiefe bis 16 mm) nur langsam, nämlich mit einer Geschwindigkeit von 16 mm pro Sekunde. Die Leistung in Sandstein ist angegeben mit 1 qm pro Stunde³⁶⁾.

Die Anregung, die Pfister gab, scheint nicht direkt von Erfolg gewesen zu sein; erst in den Jahren nach 1868 finden sich in England Konstruktionen, die dieses Princip ähnlich verwerten. Fig. 20, Taf. I, zeigt die Seitenansicht der von Henry Curtis (Llansantffraid, North Wales) erfundenen Anordnung einer Steinsäge³⁷⁾, mit Weglassung des den Steinblock führenden Schlittens, der, ganz analog dem Tische einer Eisenhobelmaschine gebaut, mit stellbaren Anschlägen für die Umsteuerung versehen, keine neuen Details zeigt. Die durch die Rundeisenstangen *zz* mit dem Lagerbett verankerten Vertikalstützen *SS* dienen einem Quersupport *Q* zur Führung, der durch zwei gemeinsam gesteuerte Schrauben *s* getragen wird und in die Höhenlage gebracht werden kann, welche dem zu sägenden Blocke entspricht. Die Steuerung der Säge geschieht von den Anschlägen der Schlittens, die mittels eines Steuerhebels die Steuerstange *m* heben und senken. Hierdurch erhält der mit einem Schalthaken versehene Hebel *n* eine oscillirende Bewegung, die die ruckweise Drehung der Räder *o* und *p* und somit auch zweier mit *p* auf derselben Axe sitzenden Kegelräder *r* veranlasst. Von diesen Kegelrädern *r* werden dann zwei Kegelräder *t*, die auf den Spindeln der Schrauben *s* sitzen, intermittierend gedreht und so die nötige Senkung der wirksamen Sägeteile nach jedem Hube bewerkstelligt. Die Sägen, von denen je eine für eine Schnittrichtung benutzt wird, bestehen aus einer Anzahl (hier 6) meißelartiger Messer, die in Rahmen *R* befestigt werden; diese sind in die Gleitstücke *G* eingesenkt. Die wirksamen Schneiden der Messer sind hier auch wie bei der Säge Pfister's so gestellt, dass jedes fol-

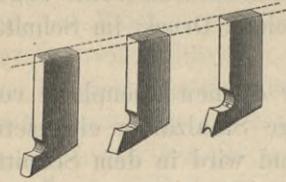
35) Kunst- u. Gewerbebl. d. polytechn. Ver. f. Baiern. 1845.

36) Eine vertikale Gattersäge ähnlich der Konstruktion von Pfister findet sich unter dem Namen Wollaston veröffentlicht in Dinger's polytechn. Journ. 1884 IV. Bd. 94. S. 257.

37) Englisches Patent No. 1234 vom Jahre 1870.

gende um ein Stück tiefer eingreift. Das Eigentümliche dieser Säge besteht aber darin, dass die aufeinanderfolgenden Schneiden in ihrer Form wechseln. Als Grund hierfür gibt der Erfinder an, dass durch eine passende Abwechslung in

Fig. 17.



der Form der Schneiden ein Festklemmen der einzelnen Zähne verhindert und eine leichtere Arbeit erzielt wird. Die beste Anordnung soll die in der Skizze Fig. 17 angedeutete sein, bei der stets auf den flachen Meißel mit abgerundeter Schneide ein solcher mit gerader Schärfe und sodann einer mit sichelförmigem Schneidprofil folgt. Durch diese Abwechslung ist das Loslösen der Steinpartikel im Schnitte sehr erleichtert, da sie sowohl nach oben hin wie auch der Seite nach keinen Widerhalt finden.

Bei dem Rückgange schleift die früher arbeitende Säge lose im Schnitte, da die Sägerahmen um den Zapfen drehbar sind. Den mehr oder weniger starken Angriff der Säge kann man durch das Drehen der kleinen Excenter *e*, gegen die sich die Rahmen stützen, erzielen. Um die Blöcke nicht nur zu teilen, sondern sie auch zu Quadern zurichten zu können, ist auf dem Quersupporte noch eine zweite Säge angeordnet. Das seitliche Verschieben der die Sägen tragenden Gleitstücke erfolgt durch eine im Quersupport befindliche SchraubenspindeL mittels der Kurbel *K*. Wie leicht zu ersehen, unterscheidet sich die ganze Konstruktion nur durch die wirksame Säge selbst von einer gewöhnlichen Hobelmaschine, sodass jede solche, von genügend fester Bauart, leicht in eine Steinsäge umgewandelt werden kann.

Eine ähnliche Säge ist die von Archibald Munro³⁸⁾, bei welcher die Sägezähne aus einfachen Lamellen von Stahl, Hartguss oder gehärtetem Eisen bestehen, entweder mit gerader oder aber mit einer konisch ausgehöhlten Schneide, ebenso angeordnet und in Rahmen gehalten, wie bei dem System von Henry Curtis.

In den späteren Patenten 1869 No. 494 und 1871 No. 2034 ließ sich derselbe in Verein mit William Adamson die Verwendung eines eigentümlichen Schneidinstrumentes sowohl für die Bearbeitung der Steine als auch für das Sägen derselben patentieren.

Dieses Werkzeug besteht entweder, wie Fig. 6—7, Taf. I zeigen, aus einem kleinen hohlen Konus von entsprechender Wandstärke oder aber einem nur wenig ausgehöhlten Konus mit cylindrischem Fortsatz. Derartige Schneidstähle benutzt Munro, indem er sie entweder am Rande einer als Werkzeugsträger oder Sägeblatt dienenden Eisenplatte anordnet, wie Fig. 19, Taf. I, zeigt, somit in gleicher Weise wie die Werkzeuge von Pfister und Curtis, oder aber er besetzt die Peripherie einer Scheibe mit solchen Schneiden, um sie als Kreissäge zu benutzen.

Die von William Thompson konstruirte Kreissäge³⁹⁾, siehe Tafel I, Fig. 2 u. 3, hat schneidende Werkzeuge, die sich von denen Munro's nur wenig unterscheiden. Die günstige Wirkung derartiger konischer Schneidwerkzeuge liegt in der großen Widerstandsfähigkeit dieser Form der Schneiden gegen das Ausbrechen. In England werden solche Sägen für das Zerteilen von Schiefer und Marmor seit

³⁸⁾ Englisches Patent No. 1426 vom Jahre 1868.

³⁹⁾ Englisches Patent No. 713 vom Jahre 1871.

mehreren Jahren benutzt. Ein Nachteil, der ihre Leistung vermindert, ist die große Breite der Schnittfuge.

Die in Fig. 4 u. 5 dargestellte Kreissäge von Western & Comp. arbeitet gleichfalls mit solchen an der Peripherie der Sägeblätter befestigten Schneidwerkzeugen. Der Antrieb der Säge geschieht von der Riemenscheibe L_1 aus, die mit dem Kegelrad K_1 auf derselben Welle sitzt. Kegelrad K_1 überträgt die Bewegung durch zweifache Kegelradübersetzung $K_1 K_2$ und $K_3 K_4$ ins langsame auf die Axe A_1 der einen Schneidscheibe. Auf dieser Axe A_1 ist unten das Stirnrad S_1 aufgekeilt, welches die Rotation auf das Stirnrad S_2 überträgt; auf dessen Axe A_2 sitzt das zweite Sägeblatt, welches die Arbeit des ersten nahezu tangierend ergänzt. Der Schlitten s , auf welchem der zu sägende Steinblock durch Schraubzwingen festgehalten wird, erhält die langsam fortschreitende Bewegung durch die Schnurscheiben $V_1 V_2$, welche die Rotation der Axe A_2 mittels der Kegelräder $K_5 K_6$ und des Räderpaares $s_1 s_2$ auf die Axe von s_1 übertragen, deren Fortsetzung als Schraubenspindel in eine mit dem Schlitten s verbundene Mutter eingreift. Durch Wechsel des Schnurlaufes kann man den Vorschub des Schlittens erzielen, welcher dem zu schneidenden Material jeweilig entspricht. Zu bemerken ist noch, dass $K_5 K_7$ und V_2 auf einer auf die Welle der Riemenscheibe L geschobenen hohlen Welle sitzen, auf welcher jedoch K_5 und K_7 mittels des angegebenen Handhebels gemeinsam verschiebbar sind. Soll der rasche Rückgang des Schlittens nach vollendetem Schnitt stattfinden, so wird mit Benutzung des Handhebels das Rad K_7 zum Eingriff mit K_6 gebracht und kann die Rückwärtsbewegung des Tisches beim Stillstand der Kreissägen vermöge direkten Antriebs mit größerer Geschwindigkeit geschehen, wenn der Riemen von der Antriebscheibe L über die lose Scheibe L_1 hinweg nach der auf der hohlen Welle sitzenden Riemenscheibe L_2 gebracht wird, zuvor aber die Schnurscheibe V_2 ausgekuppelt wird. Die Sägeblätter sind vertikal auf ihren Axen verschiebbar, indem in einer Nut jeder Axe eine Schraubenspindel gelagert ist, die in der Nabe der Säge ihre Mutter findet. Die Steinkreissägen sollen stets aufwärts (up hill) schneiden. Ihre Umfangsgeschwindigkeit variiert von 15 m bis 60 m pro Minute bei 0,076—0,152 m Vorschub. Bei harten Steinen muss bei 12 m Peripheriegeschwindigkeit auf 0,05 m Vorschub herabgegangen werden, sonst wird die Säge rotglühend. Die Sägescheiben, in welche die Zähne eingesetzt werden, sind am besten von Stahl, da sie sich nicht so leicht verwerfen und dünner sein dürfen.

Es kann trocken und nass gesägt werden, doch ist letzteres wegen der Kühlung der Säge stets vorzuziehen.

§ 18. Diamantsägen. Die günstigen Erfolge, die man mit der Benutzung der schwarzen Diamanten bei Bohrarbeiten, ferner bei der Bearbeitung von Mühlsteinen, Bausteinen u. s. w. gemacht hatte, führten auch zur Verwendung der Diamanten bei den Steinsägen⁴⁰⁾. Meistenteils werden die Diamanten nicht direkt in die Sägeblätter, sondern in sogenannte Messer befestigt, die sich leichter auswechseln lassen. Die Schwierigkeit in der Herstellung brauchbarer Sägen liegt

⁴⁰⁾ Die Verwendung der Diamanten zu Steinsägen soll nach W. M. Flinders Petrie eine uralte sein; an einem Granitsarge der großen Pyramide von Ghizeh ist zu sehen, dass die Säge zweimal schief schnitt, und sind auch die Spuren der Sägezähne zu erkennen. Vergl. »Drehbohren« § 101. S. 244 in der 2. Abteilung der Baumaschinen.

hierbei in der Befestigung der Diamanten, deren kleine oft für das Festsitzen ungünstige Gestalt dieser Arbeit viele Hindernisse bereitet. Dabei muss noch hauptsächlich darauf Rücksicht genommen werden, dass die besten Arbeitsspitzen der Steine die richtige Stellung in den Messern erhalten. Die Diamanten leiden gewöhnlich durch Abnutzung nur wenig, sodass ein Sägeblatt oft monatelang im Betriebe stehen kann; durch einen lose gewordenen, sich im Sägeschnitt klemmenden Diamanten kann hingegen eine ganze Reihe Diamanten untauglich werden. Um lose gewordene Steine oder auch größere Diamantsplitter nicht zu verlieren, sind stets unterhalb dieser Sägen Sammelkanäle angeordnet, die das Spülwasser und das Sägemehl auffangen.

Sowohl Sägen mit geraden Sägeblättern, also Blattsägen, wie auch Kreissägen mit Diamantzähnen werden konstruiert. Kreissägen, die in der Anlage einfacher und billiger sind, reichen nur für kleine Dimensionen der Steine aus, sollen auch den weiteren Nachteil haben, dass, da die Geschwindigkeit eine gleichmäßige ist, die Diamanten mit dieser vollen Geschwindigkeit auf den zu sägenden Stein treffen und durch diese Stöße leicht lose werden, während bei den Blattsägen, deren Bewegung gewöhnlich durch eine Kurbel vermittelt wird, die Anfangsgeschwindigkeit eine kleine ist.

a. Diamantblattsägen.

Wie bei den Brettsägen wird mit den Diamantsägen nur in einer Richtung geschnitten. Beim Rückgang der Säge wird, um das Schleifen der Diamanten im Schnitte zu vermeiden, das Sägeblatt etwas gelüftet.

Ein Repräsentant der einfacheren Konstruktionen ist diejenige von William Robert Lake⁴¹⁾; siehe Taf. I, Fig. 16. Bei dieser Diamantsäge, deren Antrieb von der Transmissionswelle nicht mit angegeben ist, geschieht das Ausheben des Sägeblattes in sehr einfacher Weise. Das Sägeblatt *S*, das hier nicht in Rahmen gespannt ist, sondern durch seine Stärke genügende Steifigkeit besitzt, bewegt sich in Führungen *F*, die in den Gestellständern vertikal verschiebbar, stets zu Ende eines Hubes der Säge durch das Hebelwerk *abcd* entsprechend gehoben oder gesenkt werden. Die Anschläge *A* am Sägeblatte nehmen zu Ende des Schnittes den Hebel *a* der einen Seite ein wenig mit, wodurch, da die Verbindungsstange *s* auch dem zweiten Hebel *a* diese Bewegung erteilt, mittels der Schubgelenke *b* die Kniehebel *cd* in die senkrechte Lage gebracht werden und so das Ausheben des Blattes während des Rückganges bewirken. Zu Ende des Leerganges werden die Kniehebel wiederum eingeknickt und die Diamanten in den Schnitt eingesenkt.

Eine besondere Einrichtung bei dieser Konstruktion ist die Zusammenstellung der Diamanten in zwei Halter, sogenannte Messer, von denen jedes zu Ende eines Hubes aus der Schnittfuge heraustritt und so, ohne das Sägen durch Ausheben des Blattes unterbrechen zu müssen, der Revision unterworfen werden kann. Während des Sägens wird der Stein durch schaltweise Drehung der Schrauben *S'S'* nach jedem Schnitte vom Motor angehoben.

Hugh Young's Diamant-Steinsäge⁴²⁾, siehe Taf. I, Fig. 23, ist eine Säge

⁴¹⁾ Englisches Patent No. 3256 vom Jahre 1871.

⁴²⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1878 II. Bd. 228. S. 403.

größerer Dimensionen für das Schneiden schwerer Blöcke. Acht im Grunde fest vermauerte Holzbalken A , die durch Querbalken BC und $B'C'$ mit einander verbunden sind, bilden das Gerüst. Der Gatterrahmen der Säge, der aus den Spannbalken $E'E''$ und den Endstücken EE zusammengesetzt ist, hat an den unteren Enden der Teile E Gleitstücke, die auf Horizontalführungen S laufen. Die Gleitbahnen S werden durch die an den Säulen A angeschraubten Vertikalführungen T und T' geführt und mittels acht Schraubenspindeln t einsteils in der richtigen Lage erhalten, anderenteils auch dem Sägefortschritt entsprechend gesenkt. Die Bewegung der Schrauben t erfolgt von dem Schaltrade R und anschließendem Kegelrädergetriebe aus mittels Welle G und der Winkelrädergetriebe o . Das Schaltrrad R kann nun entweder mit Hilfe der angegebenen Kurbel von Hand gedreht werden, um die Säge zu heben, oder aber von einem Excenter der in der Zeichnung nicht angegebenen Hauptwelle aus mittels der am geschlitzten Uebertragungshebel F angreifenden Stange j und des Schalthebels mit Klinke. Durch Verstellung der Stange j im Hebel F kann dem zweckmäßigen Fortschritt des Sägens bei verschiedenem Material Rechnung getragen werden. Der Sägerahmen erhält durch die in der Figur mit ihrem abgebrochenen Ende sichtbare Schubstange von dem Kurbelzapfen der Betriebswelle die hin- und hergehende Bewegung. Das Ausheben der Säge beim Rückgange wird hier auf eigentümliche Art erzielt. An dem Kurbelzapfen, der die Schubstange bewegt, befindet sich ein Excenter, welches durch die am Hebel O angreifende horizontale Stange, das Gelenk x , die Stange i , die Hebel ss und die Druckstangen qq nur während der Dauer des Schnittes einen Druck auf das Sägeblatt ausübt, sodass beim Rückgange das Sägeblatt der elastischen Spannung folgt und soweit gehoben wird, dass die Diamanten nicht streifen.

Je sechs Diamanten sind in einem Stahlmesser, siehe Taf. I, Fig. 21, mit Hartlot befestigt und die Messer selbst mit dem Sägeblatt, in das sie eingeschoben werden, mit zwei oder drei Nieten von weichem Metall verbunden. Auf diese Art ist ein Auswechseln schadhafte gewordener Diamanten leicht möglich.

Um den Schnitt von Sägestaub und Sägesplintern zu reinigen und die Diamanten kühl zu halten, wird mittels eines Gummischlauches fortwährend Wasser in die Schnittfuge geführt.

Die Durchschnittsleistung dieser Säge bei einem Sägeblatte und 10stündiger Arbeit wird von dem Fabrikanten für mittelharten Stein mit 18,5 qm angegeben. Der Preis einer solchen Säge schwankt je nach Größe zwischen 12 000—24 000 Mark.

Powis Bale gibt in seinem Werke⁴³⁾ einige Erfahrungsergebnisse über den Bau von Diamantsägen. Das Gerüst der Rahmensägen soll aus Eisen stark konstruiert oder bei Ausführung in Holz gut verstrebt und mit starken Winkeleisen verschraubt sein, da sonst zu starke Vibrationen stattfinden.

Sind mehrere Sägen von einer Hauptwelle aus gemeinschaftlich zu treiben, so ist es vorteilhaft, für jede Säge ein besonderes Vorgelege mit Voll- und Leerscheibe für Riemenbetrieb von der Hauptwelle anzuordnen, damit jede Säge bei Arbeitswechsel und Reparaturen unabhängig in und außer Betrieb gesetzt werden kann. Das teilweise Ausbalancieren des Rahmengewichtes muss der Steinart ent-

⁴³⁾ Powis Bale. Stone working machinery. London. Crosby, Lockwood & Comp. 1884.

sprechend variiert werden können. Die Vertikalführung der Rahmen ist zweckmäßig mit Rollen zu konstruieren, die in kleinen im Gerüst auf- und abgehenden Wagen sich bewegen.

Die Zuführung des Sandes soll so angeordnet sein, dass beide Seiten des Sägeblattes mit demselben versehen werden. Für weiche Steine ist grober Sand, für harte Steine feiner, jedoch möglichst scharfer Sand zu verwenden. Der Sand soll gewaschen und gesiebt werden, um von allen fremden Gegenständen möglichst befreit zu sein, da dieses bei späterem Schleifen und Poliren von Bedeutung ist.

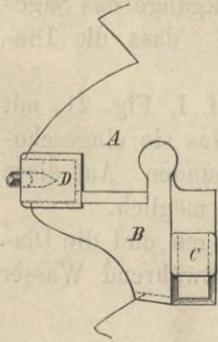
An den Steinsägen lassen sich in einfacher Weise Schleif- oder Polirvorrichtungen anbringen; vergl. § 31.

Das Sägen von Rundungen, Cylindern etc. lässt sich mit einer Säge ausführen, in welcher für das flache Sägeblatt ein starker Draht oder eine Lamelle dreieckigen Querschnittes eingespannt wird. Das Sägen von Marmoreylindern geschieht dann in der Art, dass das Werkstück in Körnerspitzen gelagert und gegen die Säge gedreht wird.

b. Diamantkreissägen.

Die Einrichtung der Diamantkreissägen ist der anderer Steinkreissägen sehr ähnlich. Die Hauptschwierigkeit beruht in der Befestigung der Diamanten in den Sägeblättern. Die Diamanten werden in besondere Einsatzstücke aus Kupfer oder Stahl eingepasst oder eingestemmt und diese dann mit der Sägescheibe vernietet oder verkeilt. Die Befestigung derartiger Zähne an der Kreissäge der »Emerson Stone Saw Comp. Pittsburgh«⁴⁴⁾ zeigt der Holzschnitt Fig. 18. Der Diamantzahn *D* wird in Kupfer gefasst, durch den in das Sägeblatt *A* eingelegten Schieber *B* festgehalten und die notwendige Pressung durch den Keilschieber *C* erzielt.

Fig. 18.



Das Sägeblatt dieser Maschine hat 1,828 m Durchm. und 40 Diamantzähne. Der Schlitten hat einen verstellbaren Quersupport, auf welchem der Stein befestigt wird. Die Zuführung geschieht mittels Zahnrad und Zahnstange und kann der Vorschub von 6—890 mm pro Minute gesteigert werden. Das Sägeblatt hat eine Peripheriegeschwindigkeit von 670 m pro Minute. Die Leistung wird in Sandstein mit 11,59 qm Schnittfläche pro Stunde angegeben.

Die Planschlitten von Kreissägen sollen solid aus Eisen konstruiert sein wegen der Kontraktionen, denen sie durch die kalten Steine ausgesetzt sind; sie werden deshalb auch manchmal aus Eichenholz, stark mit Schmiedeeisen armirt, ausgeführt. Die Schlittenführungen sind schwalbenschwanzförmig zu bilden, damit die Schlitten nicht gelüpft werden können. Die Schmierung ist am besten durch rinnenförmige Filzpolster auszuführen, die durch Federn angedrückt und in passenden Ausschnitten der Gleitbahnen angebracht werden. Der Vorschub der Schlitten ist bei Anwendung einer Schraubenspinde viel ruhiger als bei Zahnstangengetriebe.

⁴⁴⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1877 II. Bd. 224. S. 406. — Zwick's Jahrbuch f. Baugew. 1875. S. 200.

C. Das Abrichten der Bausteine.

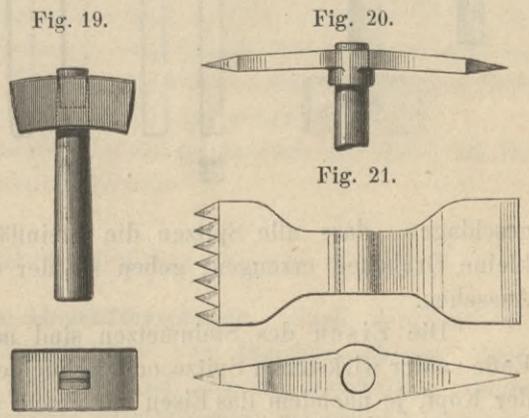
§ 19. Abrichten im allgemeinen. Bausteine, die überhaupt einer Bearbeitung unterworfen werden, erhalten in dem Bruche Abmessungen, die jene des fertig gestellten, abgerichteten Bausteines in allen drei Dimensionen um den sogenannten Werk- oder Arbeitszoll überragen. Dies gilt nicht nur für Quader, sondern auch für alle jene Stücke, die zu profilirten oder ornamentalen Baugliedern Verwendung finden sollen. Bedingt ist dieses Übermaß durch die rohe Vorarbeit der Flächen in den Brüchen und wegen der Beschädigungen während des Transportes zur Werkstätte. Aufgabe der Bearbeitung ist es nun, teils dem Werkstücke die richtigen Dimensionen bei geebneten Flächen zu geben, teils auch die, jene verschiedenen gekehlten, verzierten und selbst figuralen Formen herzustellen, die zu der Fertigstellung des Bauwerkes nötig sind.

Als hauptsächlichstes Mittel der Formbildung dient hier das Absprengen kleiner Teilchen durch Eintreiben keilförmig geformter Werkzeuge. Außer dem Absprengen werden zu diesem Zwecke auch schneidende und schleifende Mittel angewendet. Die Benutzung schneidender Werkzeuge ist bei Steinmaterial wegen der ungemein schnellen Abnutzung der Schneiden sehr erschwert.

Die einfachste Art, das Absprengen kleiner Teilchen zu erzielen, ist das Eintreiben der passend geformten Werkzeuge durch Schlagarbeit, da sie die wenigsten Hilfsmittel erfordert und mit Verwendung geringer Arbeitsgrößen ausführbar ist. Die daraus resultierende Bearbeitungsweise, das Behauen, ist daher auch die seit Jahrtausenden bei der Handarbeit allgemein gebräuchliche und auch bei vielen Steinbearbeitungsmaschinen in Verwendung.

Beim Behauen kann nun sowohl bei der Handarbeit wie auch bei der Maschinenarbeit das Absprengen der Steinpartikel entweder durch das den Schlag führende Werkzeug selbst geschehen oder es wird die Arbeit mit zwei Werkzeugen ausgeführt, von denen das absprengende, wie es namentlich für genauere Arbeit erforderlich ist, an der betreffenden Stelle in richtiger, erfahrungsgemäß günstiger Lage gehalten wird, während das andere durch Aufschlagen auf das erstere diesem die notwendige lebendige Kraft erteilt. Für die Handarbeit, deren Werkzeuge hier zuerst besprochen werden sollen, scheiden sich daher die Instrumente in solche von hammerförmiger Grundform, die schlagend zur unmittelbaren Wirkung gebracht werden, und in solche von meißelähnlichem Aussehen, Eisen genannt, die von dem Arbeiter gehalten und durch den Schlag eines Hammers oder Schlägels getrieben werden.

§ 20. Werkzeuge zum Abrichten. Der Poussirhammer oder Schlägel, Fig. 19, 2—4 kg schwer, mit kurzem Holzstiel und vierkantigen gegen den Stiel



etwas geneigten Bahnen versehen. Dieses Werkzeug dient sowohl zum Abschlagen hervorragender Zacken oder Kanten der Blöcke, als auch zum Treiben der Eisen.

Die Zweispitze, Fig. 20, dient zum Einarbeiten von Furchen oder Rinnen. Die pyramidalen Spitzen werden häufig zu ganz kleinen Endflächen abgestumpft. Sollen mit diesem Werkzeuge Theilchen abgesprengt werden, so muss dasselbe die Steinfläche in schiefer Richtung treffen.

Die Fläche (Zweiflach), Fig. 21, seltener benutzt, nur für weiche Steinarten brauchbar, hat zwei zum Stiele parallele Schneiden, die zu dem Glattarbeiten schon abgeglicherer Steine dienen. Demselben Zwecke dienen die drei folgenden Werkzeuge.

Der Krönel oder Gründel, siehe Taf. II, Fig. 9, besteht aus einem eisernen, mit einer langen Queröffnung durchsetzten Stiele, in den eine Reihe von stählernen zugespitzten Stäbchen eingeschoben und mit einem Keile festgezwängt werden. Die Linie der Stahlspitzen soll etwas schief gegen den Stiel stehen, um bei der gegen die Steinfläche ebenfalls geneigten Führung des Krönels das gleichzeitige Auftreffen der Spitzen zu erleichtern.

Die Pickel oder Päckel, Fig. 22, mit zwei zum Stiel senkrecht gestellten Schneiden, wird nur leicht und so geführt, dass ihre Schneiden voll und in senkrechter Richtung den Stein treffen; nicht selten werden die Schneiden gezahnt.

Der Stockhammer, Fig. 23, hat quadratische, sehr schwach oder gar nicht gewölbte Bahnen, die mit etwas abgestumpften vierseitig pyramidalen Spitzen vollständig besetzt sind. Das Werkzeug wird so auf-

Fig. 22.

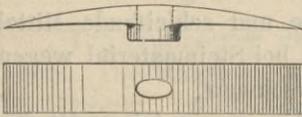


Fig. 23.

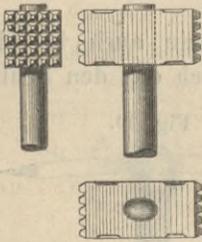


Fig. 24.



Fig. 25.



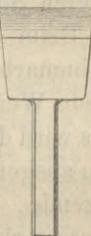
Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.



geschlagen, dass alle Spitzen die Steinfläche treffen; da sie hierbei nur ganz kleine Grübchen erzeugen, geben sie der Oberfläche ein besonders gleichmäßiges Aussehen.

Die Eisen des Steinmetzen sind meist schlanke Stahlstäbe, deren eines Ende zu der wirksamen Spitze oder Schneide geformt ist, während das andere Ende, der Kopf, je nachdem das Eisen mit einem eisernen oder hölzernen Schlägel getrieben werden soll, zu einer stumpf pyramidalen Spitze oder zu einer Fläche ausgebildet ist. Als Holzschlägel dient am besten ein Buchsbaumholzcylinder von 0,12 bis 0,15 m Durchm. und 0,15 m Länge mit axial eingesetztem Stiel. Der Körper der Eisen, nämlich jener Teil, der zwischen Schneide und Kopf des Eisens liegt, überragt die Breite der Hand des Arbeiters um einige Centimeter und zwar um so mehr, je kräftiger die zu führenden Schläge sind. Die verschiedenen Eisen unter-

scheiden sich außer in Länge und Stärke hauptsächlich in der Zusehärfung der Schneide, deren verschiedene Formen in den vorstehenden Figuren verdeutlicht sind.

Das Spitz Eisen, Fig. 24, mit steil vierkantiger Spitze, ist für die grobe Vorarbeit bestimmt.

Schlageisen, Meißel, Beizeisen, Schrifteisen, Bossireisen haben alle denselben Typus, siehe Figg. 25 u. 26, und unterscheiden sich nur durch ihre Dimensionirung. Das Schlageisen, auch schlechtweg Meißel genannt, Fig. 26, ist das zur Ebnung der Flächen angewendete, somit wichtigste unter den Eisen. Das Beizeisen (Stemmer), Fig. 25, dient bei feineren Arbeiten demselben Zwecke, noch mehr das Schrift- und Bossireisen.

Das Scharrisen, ein Meißel mit sehr breit entwickelter Schneide, siehe Fig. 28, wird zur vollkommenen Ausarbeitung größerer ebener Flächen benutzt. Das zu gleichem Zwecke dienliche, etwas schmalere Eisen, Fig. 27, wird Halbeisen genannt.

Das Zahneisen, Fig. 29, hat eine Schneide, welche aus einer Reihe von Spitzen besteht, deren Eindringen kleine regelmäßige Furchen in der Steinfläche hinterlässt, sodass dieses Werkzeug zur Erzielung eines besonders gleichförmigen Aussehens der bearbeiteten Flächen geeignet ist.

Fig. 29.



Die Arbeit mit den Eisen erfolgt in der Weise, dass der Arbeiter das mit der Linken in der Mitte gehaltene Eisen an der zu bearbeitenden Stelle unter einem nach verschiedenem Material variirenden Winkel von etwa 45° ansetzt und mit dem Schlägel eintreibt. Indem der Steinmetz dann dem Rückprall des Schlägels einerseits und des Eisens andererseits nachgiebt, erleichtert er die Arbeit des Hebens des Schlägels und des Ansetzens des Eisens, vermeidet das Prellen desselben und die gezwungene starre Haltung der Hand beim Ansetzen. Der Winkel, unter dem das Eisen angesetzt wird, muss mit Rücksicht auf die Stärke des Schlägels stets so gewählt werden, dass das Eisen nie in die auszuarbeitende Fläche dringt. Nähert sich die Bearbeitung einer Kante des Werkstückes, so muss die Arbeit unterbrochen und von der Seite der Kante her geführt werden. Selbst bei der Bearbeitung von Kantenpartien, die parallel mit der Schlagrichtung laufen, müssen die Werkzeuge etwas einwärts gegen den Stein gehandhabt werden, um das Ausbrechen der Kanten zu vermeiden.

Zeigt der Stein Partien von verschiedener Härte, so muss auf diese bei der Bearbeitung die nötige Rücksicht genommen werden.

Maschinen zum Abrichten der Steine.

§ 21. Allgemeines über Stein-Abrichtmaschinen. Nach dem bei der Handarbeit Erwähnten muss bei der Konstruktion von Abrichtmaschinen, deren Ziele allerdings bis jetzt nicht weiter gesteckt sind, als die Bearbeitung ebener Begrenzungsflächen, geradliniger Profilirungen oder höchstens solcher von einfacher Krümmung zu ermöglichen, hauptsächlich der Kantenbrüchigkeit, sowie der verschiedenen Härte und Beschaffenheit der einzelnen Stellen einer zu bearbeitenden Fläche Rechnung getragen werden, andererseits hat der Konstrukteur die Leistung und Dauerhaftigkeit der Maschinen, die durch rasche Abnutzung der verwendeten Werkzeuge, starke Vibrationen, auch durch den Steinstaub beeinträchtigt werden, nach Möglichkeit zu wahren.

Bei der Konstruktion solcher Maschinen ist besonders eine starke Dimensionierung aller den Vibrationen ausgesetzten Teile erforderlich, laufende Zapfen sind ungewöhnlich lang (bis zum dreifachen des Durchmessers) auszuführen. Die Steuerung der Maschinen sowie die Bedienung derselben soll möglichst automatisch geschehen, der etwaige leere Rückgang der Maschinen mit größerer Geschwindigkeit vor sich gehen. Alle Lager sind mit Schutzdeckeln zu versehen. Die Schneidwerkzeuge müssen mit Wasser gekühlt werden. Die Werkzeuge sollen von möglichst einfacher Form und leicht auswechselbar sein.

Im allgemeinen nimmt man an, dass diejenigen Maschinen die besten sind, welche die größten Brocken abarbeiten, ohne die Reinheit der bearbeiteten Fläche zu schädigen, denn hierbei entsteht auch am wenigsten Staub, der durch seine schleifende Wirkung allen laufenden Maschinenteilen schädlich ist.

Die Verschiedenheit der in den Abrichtmaschinen verwendeten Werkzeuge zeigt deutlich die Schwierigkeit der Aufgabe und das Suchen nach den bestentsprechenden Mitteln. Der nächstliegende Gedanke, den Arbeitsvorgang der Handarbeit anzunehmen, zeigt sich in zwei Gruppen von Maschinen; die erste derselben ahmt die Arbeit der Zweispitze, die andere Gruppe jene mit Eisen und Schlägel nach. Beide Arten von Maschinen bewirken demnach die Abtrennung der Steinpartikel durch Absprengen; erstere sind als direkt wirkende Haumaschinen oder kurz als Haumaschinen, letztere als indirekt wirkende Haumaschinen oder Meißelmaschinen zu bezeichnen.

Für weiche Steine eignen sich Hobelmaschinen, welche mit verschieden geformten, schneidend und abscherend wirkenden Werkzeugen arbeiten und in ihrer Bauart den in der Maschinenfabrikation gebräuchlichen Hobelmaschinen ähnlich sind. Zur Herstellung profilierter Formen sind Fräsmaschinen bei leicht bearbeitbarem Material vermöge ihrer großen Leistungsfähigkeit mit Vorteil verwendet worden. In eigenartiger Weise, keilend und absprengend bei kontinuierlicher wälzender Bewegung, wirken die scheibenförmigen Werkzeuge der Keilscheibenmaschinen. Zur Beseitigung dünner Schichten an sehr harten Steinen dienen die Diamantmaschinen, endlich zur Herstellung glatter Flächen die Schleifmaschinen.

§ 22. Haumaschinen. H. Grierson & M. Rigby's Maschine⁴⁵⁾, siehe Taf. II, Fig. 24, ist eine der einfachsten und von eigentümlicher Konstruktion. Das arbeitende Werkzeug *A*, ein meißelartig zugeschärftes Messer von solcher Länge, dass es die zu bearbeitende Steinfläche ihrer ganzen Breite nach auf einmal in Angriff nehmen kann, ist in einen oscillirenden Messerkopf *B* von bedeutendem Gewicht eingesetzt und festgekeilt. Die Axe des Messerkopfes ist in einem Bockgestell gelagert und auf derselben sitzt festgekeilt eine mit dem Schwungring *C* versehene Scheibe. In diesem Ringe *C* ist ein verstellbarer Zapfen *D* angebracht, der von der gekröpften Welle *E* mittels der Schubstange *E*₁ eine hin- und hergehende Bewegung erhält, somit die Oscillation der Scheibe und des Messerträgers *B* erzielend. Der zu bearbeitende Stein ruht auf einem auf Schienen laufenden Wagen und wird durch eine einfache Schaltvorrichtung langsam gegen das arbeitende Werkzeug geführt. Hat der bearbeitete Stein das Messer passiert, so wird der Zapfen *D* in eine der Öffnungen *G*₁ gesteckt und der Stein beim Rückgang des

⁴⁵⁾ Englisches Patent No. 3283 vom Jahre 1869.

Wagens mittels des Messers A_1 einer weiteren Bearbeitung unterzogen. Dieser Vorgang mit aufeinander folgendem Versetzen des Zapfens in den Öffnungen F_1 , F_2 , F_3 wird so weit fortgesetzt, bis eine genügend saubere Oberfläche hergestellt ist. Die Doppelgestalt des Messerträgers dient Reservezwecken.

Beim Bau der Themse-Quais in London wurde eine derartige Maschine verwendet, welche die Arbeit von 7—8 Steinmetzen leistete.

Eine andere Maschine desselben Arbeitsprincipes ist die von Melville Clark⁴⁶⁾. Fig. 20, Taf. II, zeigt einen der an einer rotirenden hohlen gusseisernen Welle D angebrachten Meißelträger B dieser Maschine. Dieser Werkzeughalter ist bei dem die Schlagwirkung ausübenden verdickten Ende zur Aufnahme des Meißels A bestimmt, am anderen Ende hingegen umgreift er scharnirartig den Schraubenbolzen C , welcher in der rotirenden Arbeitswelle D verstellt werden kann. Der Schwunghebel B lehnt sich unter dem Drucke der Feder E stets gegen den Kopf des verstellbaren Bolzens F , kann aber, falls der Schlag eine ausreichende Abtrennung von Steinpartikeln nicht erzielen sollte, zurückprellen, wodurch zu starke Stöße und Beschädigungen der Maschine vermieden werden. Die Gummischeiben $g g$, auf den Bolzen F aufgesteckt, schwächen den Schlag des Hebels B gegen den Bolzenkopf ab.

Diese Abrichtmaschinen werden mit zwei Arbeitswellen versehen, einer horizontalen und einer vertikalen; an jeder dieser Wellen können beliebig viele Meißelträger in den dazu bestimmten, in einer Schraubenlinie auf der Welle angeordneten Bohrungen angebracht werden. Die Fortbewegung des auf einem Support ruhenden Steines geschieht automatisch. Der Support ist ferner so konstruirt, dass auch schiefe und einfach gekrümmte Oberflächen durch die Bearbeitung erzielt werden können; es erscheint jedoch die Konstruktion gegenüber derjenigen anderer Maschinen, die dasselbe erzielen, zu complicirt.

§ 23. Meißelmaschinen. In einfacher Weise ist die Aufgabe der Nachahmung der Arbeit mit Eisen und Schlägel durch die Maschine von James Fogg⁴⁷⁾ gelöst; siehe Taf. II, Fig. 1. Auf einem die Schlittenführung bietenden Gestellrahmen A steht ein Bockgestell B , welches einen Support trägt, der in zwei Lagern m drehbar den starken gusseisernen Rahmen C hält, dessen Neigung durch zwei starke Schrauben S regulirt wird. Auf dem Rahmen C ist die Betriebswelle D , mit so vielen Hebedaumen $E, E_1 \dots$ versehen, als Meißel verwendet werden, gelagert. Jeder Hebedaumen hebt einen der Schlägel $F, F_1 \dots$ und lässt ihn frei auf den zugehörigen Meißel G fallen. Jeder Meißel ist in entsprechenden Bohrungen des Rahmens C geführt und wird nach jedem Schlage durch eine Spiralfeder H von dem Steine wieder abgehoben. Durch einen am Meißelkörper angeschweißten Ring wird das Eindringen desselben bis auf die gewünschte Tiefe beschränkt und das Übermaß der Schlagarbeit von dem Rahmen C aufgefangen.

Für den Vorschub des Blockschlittens dient, wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, ein von der Daumenwelle ausgehender Riemetrieb, der mittels Kegehräder- und Schraubenrädernetriebe ein in der Zeichnung nicht sichtbares Zahnstangengetriebe bewegt.

Die Abrichtmaschine von Robert Sirwood⁴⁸⁾ ist, wie sich aus der Seiten-

⁴⁶⁾ Englisches Patent No. 1012 vom Jahre 1873.

⁴⁷⁾ Englisches Patent No. 3391 vom Jahre 1869.

⁴⁸⁾ Englisches Patent No. 803 vom Jahre 1870.

Ansicht Fig. 15, Taf. II, erkennen lässt, von ähnlicher, jedoch detaillirterer Konstruktion. Die Meißel *A* dieser Maschine sind in 11 Gruppen von je 4 Stück, siehe auch nachstehende Fig. 30, in einem besonderen Halter *B* gehalten, in welchem sie durch einen Hebel *C* festgeklammt werden. Der Halter *B* ist schwingend aufgehängt und überträgt den Schlag des Schlägels *D*. Die Aufhängung eines jeden Halters *B* geschieht an dessen oberem Ende durch adjustirbare Hängestützen *E*, die sämtlich an einer Querstange *F* hängen, während das andere Ende in einem Querstück *G* gehalten ist, dessen Zapfen wiederum in Lagern *H* ruhen. Dieses Querstück *G* kann nun in seinen Lagern gedreht und durch den Stellhebel *I* festgestellt, wie auch samt den Lagern durch Schrauben *S* vertikal verschoben werden. Vermöge dieser Anordnung lässt sich die Bahn des Meißels auf der kurzen Strecke des Arbeitsganges sehr genau reguliren. Der Hub des Schlägels *D* geschieht von einer Daumenwelle und die Schlagwirkung derselben kann durch kleine, mit Regulirhähnen versehene Luftkolben, deren Kolbenstangen *K* an Helmstangen *L* angreifen, in ausgiebiger Weise verändert werden.

Fig. 30.

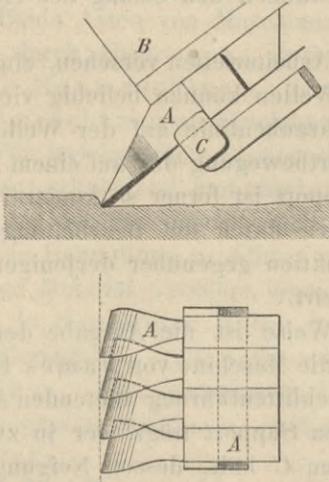
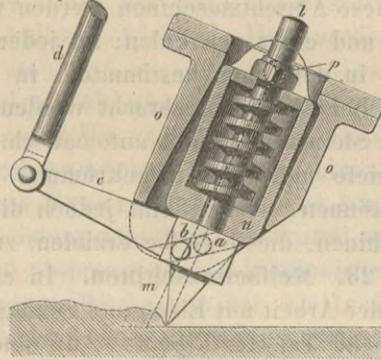


Fig. 31.



Eine neue Anordnung bei dieser Maschine ist die hydraulische Fortbewegung des Blockschlittens. Durch eine Excentercoulisse wird eine kleine Pumpe betrieben, mit deren Druckwasser ein mit dem Blockschlitten verbundener Kolben, der sich in einem mit dem Maschinengestelle verschraubten Cylinder befindet, je nach Benutzung der angebrachten Steuerung in beliebiger Richtung bewegt werden kann. Durch Verstellen der Coulisse kann der der Härte des zu bearbeitenden Steines am besten entsprechende Vorschub desselben leicht erzielt werden.

Bei der Arbeit werden zuerst Schruppmeißel, hierauf zur Vollendung des Abrichtens Meißel gewählt, deren Schneiden einander etwas übergreifen, wie Fig. 30 im Grundrisse zeigt.

Nach gleichem Principe ist auch Andrew Mitchell's Maschine⁴⁹⁾ gebaut. Obenstehende Fig. 31 zeigt die Anordnung der Meißelführung. Der Meißel *m* ist

⁴⁹⁾ Englisches Patent No. 704 vom Jahre 1869.

in einen Halter l eingesetzt und mit diesem in einer Büchse n geführt, welche um die punktirt angegebenen Zapfen p schwingen kann. Die Spiralfeder in dieser Büchse zieht den Meißel immer in die Ruhelage zurück. Um die Arbeitsbahn nämlich die Richtung des Aufschlags der Meißelspitze reguliren zu können, sind am Halter l zwei Zapfen a angebracht, die in der Führungsnut b des Armes c gleiten. Dieser Arm c selbst hat Zapfen, die in der äußeren Büchse o gelagert sind, und kann durch die Stange d , deren Ende mit einer Schraube versehen ist, in genauer Weise verstellt werden. Die Bethätigung der auf l aufschlagenden Hämmer geschieht entweder durch Hebedaumen oder mittels kleiner Cylinder, deren Kolben mit Dampf oder komprimirter Luft getrieben werden. Der ganze Arbeitsmechanismus kann gegen den Stein verschieden geneigt werden; die hierzu dienende Anordnung bietet jedoch nichts Neues.

§ 24. **Hobelmaschinen.** Diese Abrichtmaschinen mit schneidend wirkenden Werkzeugen entsprechen vollkommen den Eisenhobelmaschinen. Die Fig. 7 u. 8, Taf. II, geben zwei Ansichten einer von Western & Comp., Lambeth, London, gebauten Steinhobelmaschine.

Von der festen Riemenscheibe L_1 aus wird durch die Zahnradübersetzung r_1 die Bewegungsschraube S , auf welcher das Rad r_1 aufgekeilt ist, in Umdrehung versetzt. Der Support S_1 , dessen obere Platte durch die Schrauben s in geneigte Stellung gebracht werden kann, wird nun durch die Schraubenspindel S auf der prismatischen Führung am Maschinenbett in Bewegung gesetzt und schiebt hierbei das auf demselben befestigte Werkstück an den Schneidmeißeln vorüber, die in dem Quersupport S_2 in einer dem zu erzeugenden Profil entsprechenden Weise festgespannt sind. Für den raschen Rückgang dient die mit gekreuztem Riemen betriebene feste Scheibe l_1 . Die Form der Schneiden an den Meißeln ist gewöhnlich eine halbrunde, der Zuschärfungswinkel ungefähr 60° ; es können jedoch auch andere Werkzeugformen verwendet werden.

Die Maschine von James Coulter & Herbert Harpin⁵⁰⁾ gleicht in ihrem Baue den Eisenhobelmaschinen, die einen von zwei Ständern getragenen Quersupport haben. Der am Quersupport geführte Meißelträger ist so eingerichtet, dass er beim Hubwechsel gewendet werden kann, um sowohl beim Hin- als auch beim Rückgang die Meißel in Wirksamkeit bringen zu können, wodurch ein selbstthätiges Schärfen der Meißelschneiden erzielt werden soll. Diese hauptsächlich zur Herstellung von ebenen Flächen bestimmte Maschine kann durch Änderung des Meißelträgers auch zur Bearbeitung von Rinnen, Säulen u. s. w. eingerichtet werden.

§ 25. **Fräsmaschinen.** Zum Fräsen von Steinen benutzt man gewöhnlich kleine runde Schneidwerkzeuge in Form von Scheibchen oder konischen Bechern, von wenigen Centimetern Durchmesser; dieselben gewähren den doppelten Vorteil, dass die Schneiden nicht leicht ausbrechen und dass durch Drehen der Schneid-scheiben auf ihrem centralen Sitz neue scharfe Partien der kreisförmigen Schneidkante geboten werden, ohne das Werkzeug wechseln zu müssen.

Eine derartige Maschine mit horizontaler Arbeitswelle von Archibald Munro & W. B. Adamson⁵¹⁾ zeigt Fig. 4, Taf. II. Von einem in der Figur

⁵⁰⁾ Patent-Specifikation, London 1872. No. 959.

⁵¹⁾ Englisches Patent No. 2034 vom Jahre 1871.

nicht mit angegebenen Vorgelege aus wird mittels eines Kegelrädergetriebes die vertikale Welle m und von dieser mittels der konischen Räder $K_1 K_2$ die Rotation der Hauptarbeitswelle n erzielt. Auf dieser Welle befindet sich nun entweder ein dem auszuarbeitenden Profil entsprechend gegossener, axial verstellbarer Werkzeugträger B oder es wird derselbe dem Profil möglichst anpassend aus einzelnen auf die Welle n aufgeschobenen Scheiben zusammengesetzt, die an zwei oder mehr Armen die Werkzeuge tragen. Die Formen solcher Werkzeuge sind aus den Fig. 5 u. 6, Taf. II, ersichtlich. Diese Fräswerkzeuge bearbeiten das ihr auf dem Schlitten s in gewöhnlicher Weise mittels einer Schraube entgegengeführte Werkstück A bei mäßiger Umdrehungsgeschwindigkeit so, dass die rohe dem Profile sich nähernde Form gleich beim ersten Durchgang erhalten wird und die Arbeit einer dahinter liegenden zweiten, durch die Zahnräder K_3, K_4 und K_5 angetriebenen Welle vermittelt eines das genaue Profil enthaltenden Fräskopfes das verlangte Profil herstellen kann.

Die oben erwähnte Firma Western & Comp. baut zweierlei Steinfräsmaschinen, von denen eine derjenigen von Munro & Adamson bis auf konstruktive Details sehr ähnlich ist; die zweite Konstruktion mit vertikaler Messerwelle zeigt Fig. 17, Taf. II. Der bei abgestellter Maschine auf der Leerscheibe L_1 befindliche Antriebsriemen kann mittels der an horizontaler Stange befindlichen Gabel entweder auf die Scheibe L oder die Scheibe L_2 gebracht werden; indem erstere auf der centralen Welle festgekeilt ist und durch das Kegelrad K wirkt, letztere gemeinsam mit dem Kegelrade K_2 auf einer hohlen Welle sitzt, kann dem Rade K_1 und der Messerwelle N beliebiger Drehsinn erteilt werden. Durch den Schnurtrieb $S S_1$ und die folgenden Wechselräder z wird der Bewegungsschraube für den Vorschub des Supportschlittens M eine der Härte des Arbeitsstückes entsprechende Geschwindigkeit der Drehung erteilt. Das rasche Zurückschieben geschieht mittels Zahnrädergetriebe von der Hauptwelle aus.

Die arbeitenden Werkzeuge, deren eines in Fig. 18 abgebildet erscheint, sind kleine, aus Stahlblech gestanzte Scheibchen a von nicht ganz 3 cm Durchmesser, die in Werkzeugträgern A festgehalten werden. Vermöge dieser Anordnung kann der Schneidkopf in beiden Richtungen arbeiten und es genügt, den treibenden Riemen über die Leerscheibe L_1 hinüber auf die andere Triebsscheibe zu schieben, um den umgekehrten Arbeitsgang einzuleiten.

Ist nach ein- oder mehrmaligem Vorbeischieben an der Messerwelle N das Profil genügend vorgearbeitet, so wird das Arbeitsstück an einem am Ständer O festgeschraubten, genau gearbeiteten Stahlprofil B vorbeigeführt und durch dessen Einwirkung die Arbeit vollendet.

Nach Angabe der Fabrikanten bearbeitet diese Maschine die zu Baugliedern verwendeten Steine sehr gut, mit Ausnahme von hartem Marmor und Granit.

Die Steinfräsmaschine von Chevolut-Decoster⁵²⁾, siehe Fig. 8—10, Taf. III, arbeitet mittels façonnirter Stahlmesser, welche in eine rasch rotirende Welle eingesetzt werden; ihre Konstruktion ist von den für Metallbearbeitung gebräuchlichen Radialbohrmaschinen nur wenig verschieden.

An einem starken Säulengestell M ist ein drehbarer Tischsupport N ange-

⁵²⁾ Vollständige Abbildung und Beschreibung siehe: Armengaud. Publication industrielle. 1856. Bd. VII. S. 3. Taf. I.

ordnet, der durch den Schalthebel o_1 , das Schaltrad o und eine Zahnradübersetzung, die auf die Zahnstange l_1 wirkt, nach Bedarf gehoben und hiernach durch die stellbare Laufrolle O auf den mit der Säule M konzentrischen Laufkranz O_2 abgestützt werden kann. Zum Festspannen dient die Schraube l . Auf dem Tisch N befindet sich ein Kreuzsupport P_1 , dessen obere Platte Q ein Schneckenrad bildet, welches durch eine Schnecke an der Kurbel r_2 gedreht werden kann, sodass das auf dem Support befestigte Arbeitsstück die entsprechenden Bewegungen auszuführen gezwungen ist. Das arbeitende Werkzeug ist in einen Kopf B eingespannt, welcher in die Arbeitswelle A eingeschraubt wird. Diese Welle A erhält ihren Antrieb je nach der Bewegungsrichtung entweder von der lose auf der Welle sitzenden Riemenscheibe T aus vermittels der Räderübersetzung $L_1 L$ oder von der auf der Welle festgekeilten Riemenscheibe T_2 aus mittels des Kegelrädernetriebes $R_1 R R_2$ und von den genannten Rädern $L_1 L$ aus weiter durch Kegelräder $K_1 K$ und Schnurtrieb $G G_1$ mit Spannrolle G_2 und Führungsrolle g .

Die rasch rotierende Schnurscheibe G ist durch Feder und Nut mit der Welle A auf Drehung verbunden, welche aber durch den Mechanismus $edcb$ und Schraube C gehoben und gesenkt werden kann, je nachdem dies die Arbeit erheischt. Der die Arbeitswelle tragende Schlitten D kann durch Schraube F mit Handkurbel f längs des ausladenden Armes E verschoben werden und außerdem auch senkrecht hierzu in der Horizontalebene vermöge der Schwalbenschwanzführung bei E_1 .

Zum Einsetzen stärkerer Fräser dient die vertikale Welle H , welche mittels Nut und Feder vom Kegelrade K in Umdrehung gesetzt wird und sich mittels des Triebwerkes $e_1 c_1 b_1 C_1$ in ähnlicher Weise vertikal verschieben lässt wie die Fräserwelle A .

Die Maschine soll zur Bearbeitung von Marmorkonsolen, Friesen u. s. w. zur vollen Zufriedenheit gearbeitet haben. Sieben derselben wurden durch eine Maschine von 5 Pferden betrieben und leisteten mit einem Personal von 10—12 Mann soviel wie 100 Handarbeiter, bei reinerer Arbeit. Nach den Erfahrungen jedoch, die man sonst bei der Bearbeitung von Marmor gemacht hat, muss der daselbst verarbeitete ziemlich mild und leicht bearbeitbar gewesen sein.

Kopirfräsmaschine System Dutel-Valet⁵³⁾; siehe Fig. 6 u. 7, Taf. III. Diese Maschine ist dazu bestimmt, Kopien von Bildhauerarbeiten in Marmor und anderen Steinarten oder auch Holz in verjüngtem Maßstabe auszuführen und zwar kann das Verhältnis der Verjüngung von 1:2 bis 1:4 wechseln. Das arbeitende Werkzeug ist ein sphärisch zugerundetes Stahlkörperchen, welches fräserartig gerieft ist oder aber bei sehr hartem Material auch als Träger eines scharfen Schleifmittels (Schmirgel, Diamantpulver) dient. Die Kopirvorrichtung beruht auf dem Pantographen. Im wesentlichen zerfällt die Maschine in zwei Einrichtungen; die eine dient dazu, für Modell und Arbeitsstück das jeweilig passende Gestell zu geben, während der andere Teil den Pantographen, dessen Taster, das arbeitende Werkzeug und dessen Antrieb umfasst.

Das Gestell besteht aus den bockartigen Ständern $ABCD$, die alle auf der Grundplatte E aufstehen. Der Ständer B nimmt ein gegabeltes Stück F auf, welches der Angelpunkt des Pantographen und zugleich das Centrum der mittels Schnurtrieb bei d zu übertragenden motorischen Kraft ist. Modell und Arbeitsstück

⁵³⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1859. Bd. X. S. 501. Taf. 39.

werden auf den Supportplatten H und G aufgesetzt; die Konstruktion des Gestelles muss daher ermöglichen, diese beiden Platten so einzustellen, dass von dem Centrum am Gestellarm F gezogene Strahlen analoge Punkte von Modell und Kopie berühren. Dies ist dadurch erreicht, dass der Platte G eine vertikale, der Platte H eine horizontale, gegen das Centrum gerichtete Verschiebung erteilt werden kann. Das Heben der Axe h mit Platte G geschieht von dem Handrade l_1 aus durch den Mechanismus $l_1 k_2 k_1 k k_3$, während die Verschiebung von H von der Kurbel P_3 eingeleitet, mittels Welle P_2 und eines Winkelräderpaares auf die Schraube P übertragen wird. Die Schraube P greift in eine mit dem Schlitten N fest verbundene Schraubenmutter ein und erzielt somit die Verschiebung der hauptsächlich in dem Schlitten N gelagerten Axe h_3 . Zu erwähnen ist noch das Handrad i_3 , an dessen Axe zwei Schnecken in die gleich großen Schneckenräder h_2 und h_1 eingreifen und so identische Winkelverstellungen der Platten G und H , also von Modell und Kopie ergeben.

Der Pantograph besteht aus einer runden Führungsstange I , welche, durch eine Manschette im drehbaren Gestellarm F gelagert, nach allen Richtungen frei spielt. An dem einen Ende von I ist ein Schenkel K des Pantographen angebracht, der den aus einer abgerundeten Stahlspitze bestehenden Taster a trägt. Diesen kann der Arbeiter mittels des hölzernen Handgriffes c regieren. Der zweite, kurze Schenkel J des Pantographen trägt das rotirende Werkzeug b , dessen Lagerung, sowie die Schnurrollen für seinen Antrieb. Die vierte Seite des Parallelogramms des Pantographen wird durch das mit Schraubengewinde versehene Stängelchen L gebildet. Die Gelenke des Pantographen sind nicht unmittelbar in den Teilen K und J angebracht, sondern diese bestehen aus je zwei Stängelchen, die in den die Gelenke $S_1 S_2 S_3$ aufnehmenden Stücken e und e_1 verstellbar sind.

Das Gewicht des Pantographen wird durch die zwei Gegengewichte bei M ausbalancirt.

Ist eine bestimmte Verjüngung gewählt, so wird zuerst Platte G und H derselben entsprechend eingestellt. Die Entfernung der Mittelaxen von G und F ist konstant; es wird demnach nur Platte H so lange verschoben, bis deren Entfernung von F dem gewählten Verhältnis entspricht. Dann wird die Platte G so weit gehoben, bis die Verbindungslinie der Mittelpunkte von G und H die Axe von F in dem Centrum der Pantographbewegung trifft. Hierauf wird die Hauptstange I des Pantographen nach Lüftung der Manschette bei g verschoben, bis das an ihrem Ende befindliche Stängelchen K mit dem Taster a gegen das Modell eine dem Arbeiter bequeme Stellung hat; nach Feststellung der Manschette bei g wird dann der Schenkel J des Parallelogrammes dem Verjüngungsverhältnis entsprechend eingestellt, die vierte Parallelogrammseite L durch Anziehen zweier Schraubenmuttern u justirt und das Gegengewicht M nach Bedarf angeordnet. Nach Einführung des Schnurtriebes ist dann die Maschine zur Arbeit eingerichtet.

§ 26. Maschinen mit Keilscheiben. Diese Klasse von Abrichtmaschinen ist aus einer Erfindung von J. D. Brunton und F. H. Trier⁵⁴⁾ hervorgegangen, mit welcher statt der periodisch stoßweise wirkenden Meißel kontinuierlich wälzende Scheiben als Werkzeuge eingeführt wurden, die, mit ihrem scharfen Rande in das Gestein eindringend, dasselbe keilend absprengen. Anfänglich verwendeten Brun-

⁵⁴⁾ Engineering. 1881 I. S. 275. — Deutsches Reichs-Patent No. 6085. Klasse 5.

ton u. Trier diese Keilscheiben zur Bearbeitung von Säulen auf der Drehbank, da bei dieser Arbeit der kontinuierliche Schnitt leicht erzielt und jeder die Schneide verletzende Stoß vermieden wurde; siehe § 29, Drehen, S. 48. Wie die Erfinder aber versuchten, dasselbe Werkzeug zur Bearbeitung ebener Stücke zu verwenden, zeigte es sich, dass die Scheiben, die beim Auftreffen auf das Arbeitsstück keine eigene Umfangsgeschwindigkeit hatten, trotz vielfacher Versuche bezüglich ihres Materiales und der Zuschärfung ihrer Schneiden, infolge der vielen Unterbrechungen ihrer Arbeit und der daraus resultierenden heftigen Stöße nicht hielten. Endlich entschloss man sich, die Scheiben mit eigener Rotation zu versehen und zwar so, dass die Peripheriegeschwindigkeit derselben genau jener entsprechen sollte, die sie durch das Abrollen auf dem Werkstücke während der Arbeit erhalten würden. Die dadurch erzielten Resultate waren recht befriedigend.

Die aus diesem Entwicklungsgange entstandene Maschine zeigen Fig. 2 u. 3, Taf. II. Dem äußeren Ansehen nach einer Drehbank ähnlich, ist der Bau dieser Maschine ein ziemlich einfacher. An einem vertikalen Bockgestell *A* befindet sich, durch Handräder verstellbar, der Support *B*, welcher das Lager für die Arbeitswelle enthält. Diese hohle Welle *C* ist an ihrem einen Ende scheibenförmig gebildet und mit einem runden geschlossenen Gehäuse versehen, von welchem Fig. 14, Taf. II, einen axialen Schnitt zeigt. Der Antrieb der Welle *C* sowie der in ihr eingelagerten Welle *D* erfolgt durch Rientrieb von der Riemenscheibe *m* auf einer Vorgelegswelle, die von der Transmission getrieben wird. Von derselben Vorgelegswelle aus geschieht durch die Scheiben *n n₁*, mit offenem und gekreuzten Riemen, dann mittels einer Schnecke und eines Wurmrades der Antrieb der Bewegungsschraube für den Vorschub des den Stein tragenden Supports *S*.

In dem Gehäuse *E*, siehe Fig. 14, sind drei Messerwellen *a* gelagert, auf welchen außen die Keilscheiben, innen Winkelräder aufgekeilt sind; durch den Antrieb der letzteren mittels des centralen Kegelrades auf der Welle *D* wird den Keilscheiben die entsprechende Rotation erteilt. Dieselben sind so aufgekeilt, dass die von ihnen erzeugten Schnitte in verschiedenen Ebenen liegen. Fig. 13, Taf. II, zeigt in stark verzerrter Wiedergabe den Angriff eines Satzes von drei Scheiben, von denen *x* und *y* am meisten, die Scheibe *z* hingegen, welche die schärfste Schneide besitzt, die geringste, dafür aber sauberste Arbeit verrichtet.

Die hier abgebildete Maschine ist eine der kleinsten; es werden auch solche mit 12 Keilscheiben gebaut. Auch besteht ein Messersatz in den neuesten Maschinen häufig aus vier zusammen arbeitenden Scheiben.

Die Hauptwelle macht 300—350 Umdrehungen pro Minute; Tourenzahl der Messer 900—1050. Die Berührungslinie der Messerscheiben mit dem Steine beträgt $\frac{3}{8}$ '' engl. (9,5 mm), die Dauer des Eingriffs 0,001 Sek., der Vorschub des Steines in dieser Zeit 0,003'' engl. (0,076 mm), die Umfangsgeschwindigkeit der Messerscheiben 2000' engl. (609,6 m); trotzdem tritt kein Warmlaufen ein.

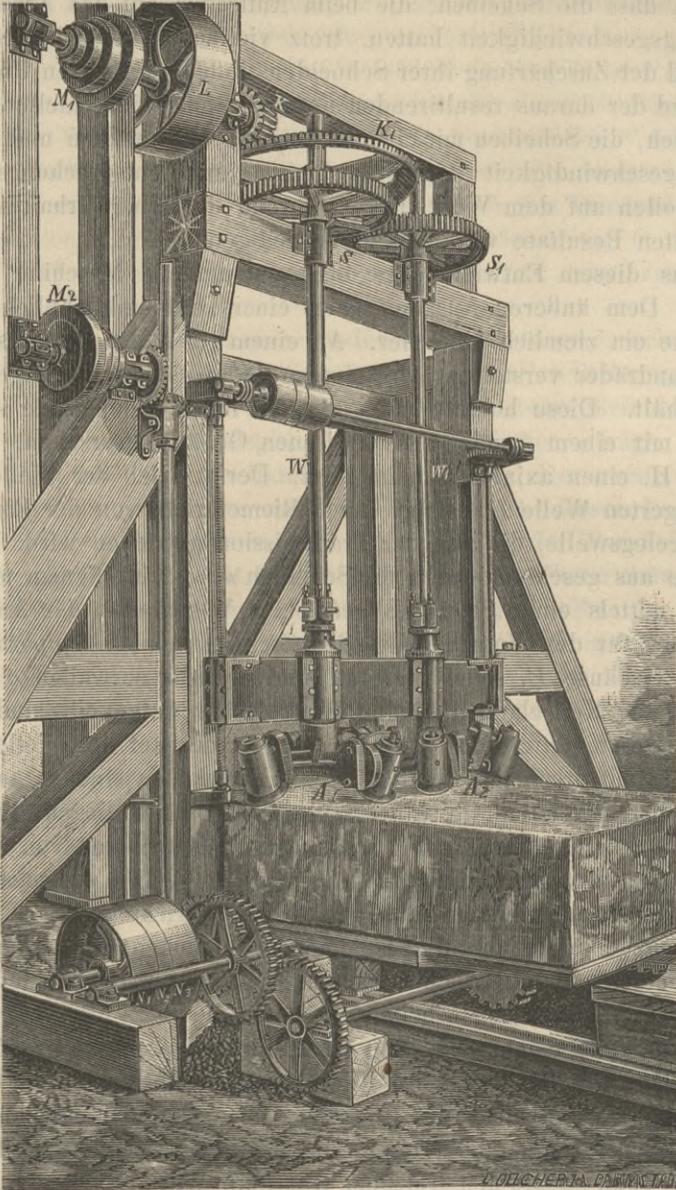
Zur Bearbeitung sehr harter Steine, insbesondere der Granite, müssen die Messer von Stahl sein, sonst genügen gewöhnlich nur gegossene, an der unteren konischen Fläche gehärtete Scheiben, die mit Hilfe eines gewöhnlichen Schleifsteines bis 20mal geschärft werden können.

Stahlscheiben halten bis 25 qm Bearbeitung aus, ohne von neuem geschärft werden zu müssen.

Die Leistung der Maschine wird für eine Bearbeitungstiefe von 3—4 cm

nach dem Zeitaufwand pro 1 qm bei Granit zu 4 Min., hartem Kalkstein zu $2\frac{1}{2}$ Min. und Sandstein zu 2 Min. angegeben. Vorschub bei Granit 60 cm, bei Sandstein 1,80 m pro Min.

Fig. 32.



In der vorstehend abgebildeten Steinbearbeitungsmaschine von M. C. Donald⁵⁵⁾ werden ebenfalls Keilscheiben verwendet. In einem starken Balkengestell sind vertikal durch die Transmission verstellbar zwei Arbeitswellen W und W_1 gelagert, deren untere Enden gusseiserne Armkreuze aufgekeilt tragen, an deren

⁵⁵⁾ Der Techniker, New-York 1883, S. 337.

Kreuzarmen die Träger der Messerscheiben so angebracht sind, dass ihre Neigung sowie auch ihre Entfernung von der zu bearbeitenden Steinfläche etwas verändert werden kann. Der Antrieb der Arbeitswellen erfolgt von der Riemenscheibe L aus durch die Kegelräder K und K_1 mittels der Stirnräder S und S_1 , welche letztere durch Feder und Nut mit den Arbeitswellen W und W_1 auf Drehung verbunden sind, um die Vertikalbewegung der letzteren nicht zu hindern.

Der zu bearbeitende Steinblock wird auf einem Wagen befestigt, welcher durch den Riemetrieb mit Stufenkegeln M_1 M_2 und die weiteren Übersetzungen eine der Härte des Steines entsprechende Vorwärtsbewegung erhält, die den Stein gegen die rotirenden Messerscheiben führt. Die Messerscheiben sind so geformt wie jene der Maschine von Brunton u. Trier, haben jedoch keine eigene Rotation. Ist der Antrieb vom Stufenkonuspaar ausgerückt, so kann von den Riemenscheiben N_1 N_2 N_3 eine rasche Vor- und Rückwärtsbewegung des Wagens eingeleitet werden.

Die Maschine läuft mit 20 Umdrehungen pro Min., also sehr langsam im Vergleich mit jener von Brunton u. Trier. Der Vorschub kann 1—2" engl. betragen. Nach Angabe der MC. Donald Stone Cutting Comp. No. 13, Herald Building, Boston, Mass., bearbeite diese Maschine sowohl Sandstein, Marmor, als auch Granit, benötige als Betriebskraft 8 Pferde, verursache weder Staub noch Lärm und werde von einem Mann bedient, der auch die Messerscheibenränder 1 oder 2 mal täglich zu schärfen habe.

Die Maschine von Keller u. Watzstein⁵⁶⁾, siehe Taf. II, Fig 16, ist mit auf der Arbeitsfläche sich abwälzenden Keilscheiben ausgestattet; diese sind jedoch nicht wie die vorher beschriebenen glattrandig, sondern zahnartig ausgearbeitet, wie Fig. 10, Taf. II, zeigt. Die Zähne treten bei der Arbeit wie die Arbeitsspitzen des Krönels von oben in die Bosse ein, siehe Fig. 11 u. 12, und nicht wie die Messerscheiben Brunton's unterschneidend von der Seite der schon bearbeiteten Fläche her, weshalb diese Werkzeuge Krönelscheiben genannt werden dürfen. Betrieben wird die Maschine von der Handkurbel A aus, an deren Welle ein kleines Kegelrädergetriebe B die Bewegung auf die Räder C_1 C_2 überträgt; an der Axe von C_2 sitzt das die Meißelscheiben D tragende Armkreuz. Die Scheiben D sind zur Arbeitsfläche geneigt gelagert und ihre Lager gestatten auch eine Änderung des Neigungswinkels.

Die Bewegung des auf Rädern laufenden Wagens E erfolgt durch eine Kette, deren Betrieb die Kettenscheibe F besorgt, welche ebenfalls durch eine mehrfache Zahnradübersetzung von der Handkurbel A aus getrieben wird.

Diese Maschine scheint, nach ihrer leichten Bauart zu urteilen, nur für die Bearbeitung weicher Steine, zum Beispiel milden Sandsteins geeignet.

Neuerdings hat sich Frank Trier für Steinbearbeitungsmaschinen mit rollenden Messern die Kombination zweier Werkzeughalter patentiren lassen⁵⁷⁾, deren Eigentümlichkeit darin besteht, dass die Keilscheiben der beiden rotirenden Halter abwechselnd und zwar die einen auf die Bosse, wie bei Keller u. Watzstein, die anderen seitlich von der Arbeitsfläche her gegen die Bosse zur Wirkung gebracht werden.

⁵⁶⁾ Der Techniker. New-York 1883. S. 124.

⁵⁷⁾ Deutsches Reichs-Patent No. 34 135. Klasse 80. 2. Jan. 1887.

§ 27. **Diamant-Maschinen.** Die Diamanten eignen sich vorzüglich zur Bearbeitung der Steine, besonders wo es gilt, sehr harten Steinen eine exakte Form zu geben. Die Hauptschwierigkeit bei der Verwendung der Diamanten besteht jedoch stets in der Befestigung im Werkzeugträger. Zur Bearbeitung von großen Flächen aus dem rohen Zustand sind sie wenig geeignet, da sie nur ganz feine Partikelchen abzuschneiden vermögen, somit einen sehr großen Arbeitsaufwand erheischen würden. Das Eigentümliche der Konstruktion derartiger Maschinen besteht daher hauptsächlich in der Fassung und Anordnung der Diamanten.

Die Abrichtmaschine von A. V. Newton⁵⁸⁾ ist im großen und ganzen wie eine Eisenhobelmachine mit beweglichem Schlitten gebaut. An Stelle des Meißelhalters hingegen hat diese Maschine einen Support mit einer in zwei Körnerspitzen gelagerten Welle, die nebst einer kleinen Riemenscheibe *A* eine als Werkzeughalter dienende größere Scheibe trägt; siehe Fig. 4, Taf. III. Diese Scheibe ist an ihrem Umfang mit in einer Spirallinie angeordneten länglichen Öffnungen versehen, in welche die Diamanträger eingesetzt und festgestellt werden. Zu dem Fassen der Diamanten benutzt Newton die in Fig. 5 veranschaulichten Schraubkörper *B*. Das eine, etwas konische, mit Schraubengewinde versehene Ende desselben ist geschlitzt und mit einer zur Aufnahme des betreffenden Diamanten passenden Höhlung versehen. Wird die Mutter aufgeschraubt, so werden die beiden Lappen der Schraube gegen einander gedrückt und der Diamant festgespannt; sollte er locker werden, so lässt er sich leicht wieder festziehen. Der Schaft des Teiles *B* ist ferner noch mit einer T-förmigen Bohrung versehen, in welche die zwei Schrauben *c* und *d* zur Sicherung der richtigen Stellung des Diamanten auf der Scheibe eingeschoben werden.

Die Diamanten müssen mit ihren Schneidkanten genau die herzustellende Fläche berühren und außerdem durch ihre Anordnung in einer Spirale den betreffenden Streifen der Fläche rein abarbeiten. Die radiale und axiale Einstellung ist mit Hilfe der zwei Befestigungsmuttern am Diamanträger *B* und den zwei Muttern der Schraube *c* leicht zu erzielen.

Nach Bedarf können auch mehrere derartige Diamantscheiben verwendet werden und lassen sich, wenn auch in beschränktem Maße, gekrümmte Flächen bearbeiten.

Robert Lake ließ sich die Verwendung von Diamanten zur Ausführung von façonnirten Flächen patentiren. Er verwendet dem Profile entsprechend gearbeitete Metallformen als Diamanträger, in welche passende Karbonitstücke so eingelötet werden, dass ihre Rotation das betreffende Profil zusammensetzt. Fig. 21 bis 23, Taf. II, zeigen ein Werkzeug dieser Art.

Zu erwähnen ist noch die Anordnung von Diamanten auf einer dünnen Welle, in welcher sie nach einer Spirallinie eingesetzt werden, und deren Führung es ermöglicht, geschweifte Schnittfiguren auszuführen oder Steinplatten nach solchen zu teilen.

John Henry Johnson führt in seinem Patente (London 1873. No. 4102) eine ganze Reihe von Verwendungsarten des Karbonits vor. Beachtenswert ist die Bearbeitung ebener Flächen durch eine Art Diamant-Kreissäge mit sehr hoher Tourenzahl bei geringem Durchmesser. Bei dem Vorschreiten der Arbeit wird die

⁵⁸⁾ Patentirt London 1871 unter No. 1462.

als Abfallschicht sich ergebende, ungleichmäßige, bereits abgetrennte Steinplatte durch eine nicht rotirende, in die Schnittfuge eintretende Stahlkeilscheibe successive abgebrochen und somit die Bearbeitung der ganzen Fläche ermöglicht.

§ 28. **Abricht-Schleifmaschinen.** Beim Schleifen dient wie bei den Steinsägen der Sand oder ein anderes Schleifpulver als Mittel zur Bearbeitung der Steinoberfläche und die Konstruktion der Maschinen zielt darauf hin, die Schleifmittel in intensiver Weise zur Wirkung zu bringen, sowie möglichst vollständig auszunutzen und dementsprechend den Verbrauch zu reduciren.

Eine Schleifmaschine einfacher Konstruktion von Bastin, ausgeführt von Western & Co., zeigt Fig. 15, Taf. III.

Eine große horizontale Planscheibe *E* aus Gusseisen ist auf einer vertikalen Spindel aufgesetzt; auf letzterer sitzt ein großes Kegelrad *D*, das, in ein kleines Rad *C* an der mit den Riemenscheiben *A* und *B* versehenen Antriebswelle eingreifend, die rotirende Bewegung der Maschine vermittelt. Die Schleifscheibe ist ringsum von einem Mantel *F* umgeben, der unterhalb der Peripherie der Scheibe zu einer Rinne ausgebildet ist, in welcher das vom Scheibenrande herabfallende Schleifmittel aufgefangen und durch ein Abzugsrohr abgelassen wird.

Oberhalb der Schleifscheibe befindet sich ein starker Holzrahmen, der die zum Schleifen eingelegten Steinquader an der Kreisbewegung hindert. Große Steine werden nur durch ihr Eigengewicht gegen die Schleifscheibe gepresst; kleine leichte Stücke müssen belastet werden. Vorteilhaft und sehr einfach ist die horizontale Anordnung der Scheibe für das Einbringen des Schleifmittels, das, einfach nass aufgegeben, sich über die ganze Schleifscheibe verteilt und gut unter die zu schleifende Fläche tritt.

William Brass u. Pinder Hackworth⁵⁹⁾ ließen sich zum Steinschleifen die Verwendung einer Planscheibe patentiren, welche auf einer ganz wie eine gewöhnliche Plandrehbank konstruirten Maschine angeordnet ist. Der Stein wird auf dem Support eingespannt und gegen die Planscheibe geführt. Das Schleifmittel fließt aus einer kleinen Rinne oben auf die zu bearbeitende Stelle und wird von der Planscheibe bei ihrer Abwärtsbewegung zur Wirkung gebracht.

Die Steinschleifmaschine von J. Sutcliff Gabriel⁶⁰⁾, siehe Taf. III, Fig. 19 u. 20, schleift Steinplatten mit Anwendung einer hohlen Gusswalze *B*, welcher das Schleifmittel durch deren hohlen Axzapfen zufließt. Aus dieser Walze tritt das Schleifmittel, dessen Mischung mit dem Wasser hier durch die stete Rotation eine vorzügliche ist, durch Bohrungen der Mantelfläche zwischen diese und die zu bearbeitende Steinfläche. Der Stein wird auf dem auf Rollen laufenden Tische *C* befestigt und gegen die durch Riemetrieb bewegte Schleifwalze geführt. Da letztere in einem um die Riemenscheibenwelle schwingenden Rahmen *A* gelagert ist, so kann ohne Störung des Antriebs die Walze *B* durch Neigung des Rahmens gehoben oder gesenkt werden. Durch eine mit einer Winde in Verbindung stehende Kette wird der Rahmen *A* in einer bestimmten Stellung erhalten.

William Adams läßt die zu schleifenden Steinflächen unmittelbar auf einander wirken, indem zwei solcher Steine von zwei Einspannvorrichtungen aufgenommen werden, die durch gekrüpfte Wellen ihre Bewegung erhalten.⁶¹⁾ Mittels

⁵⁹⁾ Englisches Patent. 1870. No. 468.

⁶⁰⁾ Patent-Spezifikation. 1873. No. 2024.

⁶¹⁾ Englisches Patent. 1878. No. 518.

starker Federn werden dabei die Steine fortwährend gegeneinander gepresst und das Schleifmittel aus einem oberhalb befindlichen Verteilungstrog zugeführt. Die Schleifvorrichtung ist, obwohl origineller Art, doch zu kompliziert, um praktisch verwendbar zu erscheinen.

Lloyd benutzt in seiner durch Warner & Lee, London, gebauten Maschine zum Façonnieren von Ziegelsteinen⁶²⁾ Schmirgelscheiben von etwa 200—300 mm Durchmesser. Die Ziegel werden, in hölzernen, je nach ihrer Form besonders gebauten Schlitten durch einen hölzernen Keil befestigt, der aus den Fig. 16 u. 17, Taf. III, veranschaulichten Maschine vom Arbeiter zugeführt, um von derselben äußerst rasch scharfkantig bearbeitet zu werden. Die mit Antriebscheibe *A* versehene Welle *B* ist mit Schraubengewinde versehen, um die Schmirgelscheibe *C* nach Bedarf auf derselben einstellen zu können. Mittels einer auf das prismatische Wellenende zu steckenden Kurbel kann der Betrieb auch von Hand geschehen. Die Gleitplatte *E* lässt sich an dem auf der Fußplatte *P* festgeschraubten Ständer *G* mittels Handrad *H* und Schraube *S* vertikal verschieben; ferner gestatten die in der Lagerkonsole *D* vorhandenen Schlitze, die Drehaxe der Schmirgelscheibe schief zur Grundplatte *P* einzustellen.

Die Schmirgelscheibe, welche mit einem in der Zeichnung nicht angegebenen Schutzdeckel umgeben wird, macht 1800 Umdrehungen pro Min. Ein Arbeiter kann pro Tag bis 1500 Ziegel façonnieren.

Schmirgelscheiben von guter Qualität sollen in der Arbeit bis zu 150 000 Ziegel aushalten.

§ 29. Drehen. Das Drehen der Steine lässt sich auf jeder Eisendrehbank ausführen. Der abzdrehende Stein wird zuerst roh vorgearbeitet und dann fest in die Drehbankfutter eingespannt, wobei jedoch auf seine Sprödigkeit Rücksicht genommen werden muss. Als Drehstahl wird aus vorzüglichem Gußstahl ein sogenannter Spitzstahl geschmiedet, dieser in den Support eingespannt und allmählich die cylindrische Form des Steines hergestellt. Mit einem Kreuzsupport lassen sich auf diese Weise auch profilirte Sockel und Docken zu Balustraden drehen; auf weichem Stein kann dies mittels eines Handdrehstahles auf freier Auflage wie bei den Holzdrehbänken geschehen. Um zu starke Erhitzung des Drehstahles zu vermeiden, wird stets nass gedreht.

Noch bessere Dienste als der Spitzstahl, der häufig nachgeschliffen werden muss, leisten beim Abdrehen von sehr harten Steinen die Messerscheiben, namentlich jene nach Brunton u. Trier. Diese Schneidscheiben, deren Form aus Fig. 13, Taf. II, zu ersehen ist, werden mit ihren Lagerkörpern so in dem Support der Drehbank festgespannt, dass die Drehaxe der Scheiben mit der Drehbankaxe einen Winkel von 25° ergibt. Es können auch zwei solcher Schneidscheiben in diametraler Anordnung zur Wirkung gebracht werden. Für Marmor und Granit sollen die Schneidscheiben von Gußstahl, für weiche Steine aus Hartguss sein. Da die Scheiben sich nicht oder doch nur wenig erhitzen, so kann trocken gedreht werden. Die Vorteile, die sich bei der Anwendung von Schneidscheiben gegenüber der Verwendung von Spitzstählen beim Drehen ergeben, sind außerdem noch: die fast vollständige Vermeidung von Staub; die Möglichkeit, stärkere Materialschichten

⁶²⁾ Engineering. 1878 II. S. 302.

auf einmal abzudrehen, ohne den Druck gegen den Steincylinder zu sehr zu steigern; ferner korrekte und unverletzte Form der Oberfläche des Arbeitsstückes.

Die beim Abdrehen auf der Steinfläche entstehenden spiralförmigen Rillen werden zuletzt gewöhnlich mit einer weicheren Steinart abgeschliffen.

§ 30. Bohren. Bei den im Bauwesen zur Bearbeitung gelangenden Steinen kommt das Bohren ziemlich selten vor. Hinsichtlich des Bohrens von Sprenglöchern ist auf § 4 dieses Kapitels, hauptsächlich aber auf das Kapitel »Gesteinsbohrmaschinen« der 2. Abteilung dieses Werkes zu verweisen.

Die Anwendung von rotirenden Schneidwerkzeugen aus Stahl ist ungemein schwierig, sodass nur kleine Löcher in milderen Gesteinen mit den sonst für das Metallbohren gebräuchlichen Werkzeugen (Bohrrolle oder Brustleier) gebohrt werden können. In Steinen von größerer Härte werden kleinere Bohrlöcher mit Hilfe von rasch rotirenden Eisen- oder besser Kupferstiften (Röhrchen), deren Bohrfläche etwas aufgeraut ist, unter Anwendung von Schmirgel und Öl ausgeschliffen.

Größere Löcher, wie sie zum Beispiel für Fundamentschrauben häufig vorkommen, werden mit den gewöhnlichen Werkzeugen (Eisen) des Steinmetzen ausge-meißelt, bei größerer Tiefe derselben in gleicher Weise wie Sprenglöcher hergestellt.

Für sehr große Bohrungen, wie sie namentlich in früherer Zeit zur Herstellung der steinernen Wasserleitungsrohre erforderlich waren, sind viele Bohrmaschinen konstruiert worden, welche jedoch meistens veraltet sind. Das zum Röhrenbohren benutzte Werkzeug ist der Kronenbohrer, auch Kronensäge genannt, wie solcher an der von Murdoch in England 1801 patentirten Maschine angebracht ist; siehe Fig. 1 u. 2, Taf. III. Hierbei wird als Bohrwerkzeug ein eisernes Rohr l benutzt, welches um 60—70 mm länger ist als das zu bohrende Steinrohr; an seinem unteren Ende bei m hat das Eisenrohr einen verstärkten Kranz, welcher in einer Stärke von etwas über 10 mm die Weite der Schnittfuge ergibt. In den zu bohrenden Stein wird eine Stahlpfanne z eingesetzt, welche der Welle a als Lager dient. Die Führung des Rohres l erzielen die zwei Scheiben i und k , von welchen die erstere fest mit a verbunden ist, während k mit dem Rohre verschraubt auf der vierkantigen Stange a gleiten kann und die Rotation derselben dem Bohrröhre mitteilt. Aus dem Wasserfasse s führt ein Wasserstrahl den auf y aufgelegten Schleifsand in die Bohrröhre, von wo er durch die Löcher der Scheibe i in die Schnittfuge eindringt und den Schleifschlamm aus derselben herausdrückt. Der Antrieb erfolgt von der auf der Welle a sitzenden Seilscheibe, die, wie aus der Skizze ersichtlich, durch Menschenkraft in Bewegung gesetzt werden kann.

Ist das Bohren beendet, so wird die Bohrvorrichtung durch die Winde r mit dem Seile p gehoben und das gebohrte Rohr entfernt. Bei dieser Art des Bohrens wird aus dem Steine ein genau cylindrischer Körper herausgeschnitten, der eventuell noch Verwendung finden kann.

Fig. 11 und 12, Taf. III, zeigen eine Röhrenschneidmaschine, welche ohne Anwendung von Wasser mit in das Rohr t eingesetzten Schneidmeißeln arbeitet. Der zu bohrende Stein wird in einer an den zwei Stangen a geführten Einspannvorrichtung c und e mittels der Schrauben dd und der Pressplatte f eingespannt, um gegen das Bohrrohr t , welches von einer horizontalen Welle mittels Kegelhäderpaar mn und Stirnräderpaar op seinen Antrieb erhält, allmählich herabgelassen zu werden.

Durch die vertikale Welle k wird vermöge der oben am Gestelle angeord-

neten Zahnradübersetzungen das Rädchen *i*, welches zugleich die Mutter der Schraube *h* bildet, so gesteuert, dass der Druck, unter dem die Bohrung vor sich geht, ein gleichmäßiger bleibt.

Von ähnlicher Bauart wie die beschriebenen Maschinen sind die im Marmerwerk der Strafanstalt Diez a. d. Lahn zum Ausschneiden röhrenförmiger Gefäße dienenden Bohrmaschinen, deren Bohrer jedoch mit ungezahntem Rande unter entsprechendem Drucke nur mittels Schleifsand wirken und in größerer Zahl konzentrisch so angeordnet sind, dass gleichzeitig mehrere Röhren von verschiedenen Durchmesser herausgebohrt werden. Hinsichtlich der hier wohl noch in Betracht zu ziehenden Diamant-Kernbohrer und der Brandt'schen Stahl-Kernbohrer muss auf das Kapitel »Gesteinsbohrmaschinen« der 2. Abteilung dieses Werkes verwiesen werden.

§ 31. Schleifen und Poliren. Diese Arbeiten dienen nicht mehr zur Ausbildung der Form des Werkstückes, sondern sind als Vollendungsarbeiten dazu bestimmt, die Oberflächenbeschaffenheit und das Aussehen zu verbessern. Je nach den vorhergegangenen verschiedenen Bearbeitungsmethoden gelangen die Steine auch in verschiedenem Grade der Genauigkeit und Rauheit ihrer Oberfläche zur Arbeit des Schleifens und es soll schon während der Bearbeitung die möglichste Rücksicht in dieser Beziehung genommen werden. Oft richtet sich die Wahl der Art der vorhergehenden Bearbeitung nur danach, ob die Oberfläche später geschliffen werden soll oder nicht.

Als Schleifmittel dienen entweder Steine härterer Gattung als das zu schleifende Stück, namentlich Sand- und Bimssteine, oder aber Schleifpulver, wie Sand, Schmirgel, in neuerer Zeit auch hartes Gußstahlpulver, sogenannte Stahlmasse. Geschliffen wird stets nass, denn das Wasser befördert die gute und gleichmäßige Wirkung des Schleifmittels, indem sich dieses durch die kapillare Einwirkung besser verteilt.

Zuerst wird mit grobkörnigem Schleifmittel begonnen und stufenweise zu stets feinerem übergegangen, wobei jedoch die Oberfläche und der Schleifklotz jedesmal von allen Spuren des vorhergehenden Schleifmittels sorgfältig zu reinigen sind.

Dient das Schleifen als Vorarbeit für das Poliren, so muss es so lange fortgesetzt werden, bis die Fläche der darüber gleitenden Hand gar keine Rauigkeiten aufweist und ein möglichst von Poren befreites Aussehen bietet. Ist dieses der Beschaffenheit des Steines wegen nicht zu erreichen, so überzieht man wohl die Oberfläche mit einem Steinkitt aus einem Gemenge von Kolophonium und Terpentin, der nach dem Erwärmen der Steinfläche mit glühenden Holzkohlen eingerieben wird.

Gleichen Erfolg hat nach Dent u. Brown ein Bestreichen der Oberfläche nach der Erwärmung mit Alaun und hierauf mit Kleesalzlösung. Ransome wendet konzentriertes Kaliwasserglas und Chlorcalcium, Filsinger Barytwasser und Borsäure, Hauenschild Zinkvitriol und Chlorbaryum an.

Das Schleifen geschieht entweder mittels Schleifsteinen, die von Hand oder mit Maschinenkraft getrieben werden, oder aber das Schleifmittel wird als Pulver auf Scheiben von Holz, Leder, Eisen, Blei oder Kupfer aufgetragen zur Wirkung gebracht. Die in § 28 besprochenen Schleifmaschinen zeigen zwei Beispiele letzterer Art.

Das Poliren soll auf dem Steine eine spiegelnde Oberfläche hervorbringen; dies ist mit dem höchsten Grade der Gleichmäßigkeit und Dichte der Oberflächenschicht gleichbedeutend. Die Polirmittel müssen daher äußerst feine, jedoch scharfe

Pulver ohne jede Beimengung gröberer Körnchen und von höchster Gleichmäßigkeit sein, was durch Schlämmen leicht erzielt werden kann. Manche Polirpulver dringen auch in die Poren des Steines ein, füllen diese aus und befördern so den Arbeitsvorgang.

Nach Hauenschild soll aus dem leicht zu bestimmenden Porositätsgrade direkt auf die Polirfähigkeit geschlossen werden können. Bei gemengten Gesteinen nehmen die weicheren Bestandteile die Polirung viel rascher an als die härteren, können aber selten auf den gleichen Grad des Glanzes gebracht werden wie die letzteren.

Als Polirmittel sind zu nennen: Feine Schleifsteine, Ölstein, Speckstein, Schmirgelsteine, Holzkohle (für Alabaster), Fischhaut, dann Zinnasche, Kolkottar, ungelöschter Kalk, Trippel, Knochenasche, Kreide und gelöschter Kalk. Auf weißen Steinen dürfen nie farbige Schleif- oder Polirmittel gebraucht werden, denn sie würden durch die in den Poren zurückbleibenden Partikel das Aussehen verderben. Die Polirmittel werden auf Eisen- oder Bleiplatten aufgetragen, die feineren auf Leder, Flanell oder Leinwand. Die weichen Polirmittel sollen rasch und unter hohem Druck über die Fläche geführt werden, während die harten nur leicht zur Wirkung gebracht werden dürfen. Marmor wird zuerst mit feinem scharfen Sand, Bimsstein, dann Schmirgel in verschiedenen Nummern, Zinnasche, Kolkottar oder Knochenasche polirt. Granit, der wegen der verschieden harten Gemengteile und der großen Härte sehr schwer zu behandeln ist, wird mit Quarzsand, Stahlmasse, Schmirgel und Kolkottar polirt.

Das höchst langwierige Poliren wird entweder durch Handarbeit verrichtet, indem der Arbeiter die Polirscheiben oder Klötze über die zu polirende Fläche führt, oder es tritt für denselben die Maschine ein. In der in Fig. 13, Taf. III, verdeutlichten Vorrichtung ist dem Arbeiter nur die Regulirung der Arbeit vorbehalten, indem die Bewegung der Polirscheibe von der Transmission aus geschieht.

Die Polirscheibe *a* ist durch einen Hooke'schen Schlüssel mit der Welle *b* verbunden, die durch ein Gewicht an einer über Rollen laufenden Kette teilweise ausbalancirt ist. Die Rotation wird der Welle *b* durch eine sie umgebende, mit ihr durch Feder und Nut in Verbindung stehende hohle Welle übermittelt, auf welche das Kegelrädergetriebe *c* wirkt. Diese Maschine lässt sich noch leicht dahin ausbilden, dass auch die Bewegung der Polirscheibe selbstthätig geschieht.

Fig. 18, Taf. III, zeigt die Einrichtung eines automatisch arbeitenden Polirtisches⁶³⁾. Von einer Kurbel an der Transmission wird die Schubstange *a* bewegt, die einen Schieber auf der Gleitschiene *b* treibt. An dem Schieber ist das eine Ende der Schubstange *c* verstellbar befestigt, während das andere Ende die Polirscheibe *d* fasst. Der zu polirende Stein liegt auf einer auf Gleitbahnen ruhenden Platte, die wiederum von der Welle *e* aus durch den Kurbelmechanismus bei *f* einen hin- und hergehenden, die Bewegung der Polirscheibe kreuzenden Antrieb erhält.

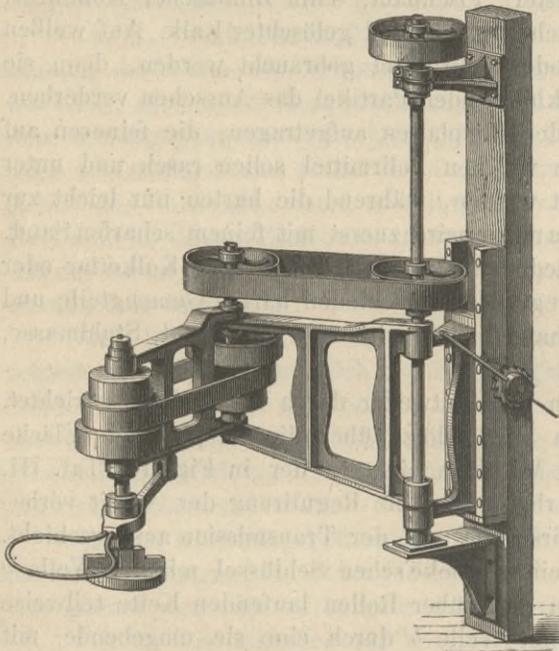
Schleif- und Polirmaschine von M. Wright & Sohn, Montpellier, Vermont, Nordamerika; Fig. 33. Längs einer von der Transmission getriebenen vertikalen Welle kann mittels eines Zahnstangengetriebes, das durch ein Sperrhebel-

⁶³⁾ Powis Bale. Stone working machinery. London. Crosby, Lockwood & Co. 1884.

werk gestellt wird, der die ganze Polirvorrichtung tragende Support je nach Höhe der Quader gehoben und gesenkt werden.

Um die vom Arbeiter auf der zu polirenden Fläche auszuführende hin- und hergehende Bewegung der Polirscheibe zu ermöglichen, ohne den Antrieb der letzteren von der Hauptwelle aus zu stören, ist das Gestell als gelenkiger, in der Horizontalebene bewegbarer Arm ausgeführt, dessen erstes Glied die Hauptwelle als Drehaxe hat, während das zweite äußere Gestellglied mit dem ersten durch ein Scharnir verbunden ist. Vermöge der Anordnung einer Zwischenwelle in der Scharniraxe, welche mittels Riemtrieb einerseits von der Hauptwelle her getrie-

Fig. 33.



ben wird, andererseits nach der Polirscheibenwelle hin treibt, bleibt die Drehbewegung der letzteren erhalten, während dieselbe auf der Schleifebene beliebig geführt wird. Zur Anpassung der Tourenzahl der Polirscheibe sind Stufenkegel vorhanden.

Die Polirscheibe ist mit ihrer Welle durch eine Art Universalgelenk verbunden und vertikal verschiebbar, sodass der Arbeiter dieselbe mittels des angegebenen Handhebels, der die Polirwelle umgreift, heben, senken und nach Bedarf andrücken kann. Die Maschine beherrscht einen Halbkreis von 4 m Radius, sodass 3,5 m lange Stücke noch gut geschliffen und polirt werden können.

Durch Fig. 14, Taf. III, ist eine Modifikation eines von Hand zu bewegenden Schleifklotzes, Polirhobel genannt, veranschaulicht, bei welchem das flüssige Polirmittel in einem kleinen Behälter eingeschlossen ist, dem es der Arbeiter durch einen Hebeldruck zeitweise entströmen lassen kann.

Für runde Stücke eignet sich die Drehbank vorzüglich zum Poliren. Über das Schleifen und Poliren von Steinsäulen siehe: Dingler's polytechn. Journ. 1878 III. Bd. 229. S. 323.

Das Poliren von Flächen verschiedener Krümmung oder sonst komplizierter Form erfolgt mit Ballen, die aus alten Leinwandfetzen möglichst fest zusammengepackt werden.

Für schwer zugängliche Stellen oder vertiefte, einspringende Partien, die schwer von Hand zu bearbeiten sind, leistet die biegsame Welle nach Stow's Patent⁶⁴⁾, die auch im Maschinenbau für den Betrieb von Bohrern Verwendung findet, gute Dienste. Diese aus mehrfachen Lagen von Drahtspiralen, deren eine Hälfte links, die andere rechts gewunden ist, zusammengesetzte Transmissionswelle

⁶⁴⁾ Zeichnung derselben siehe 1. Abteilung der Baumaschinen, Taf. VIII, Fig. 15.

bildet gleichsam ein Universalgelenk und überträgt die Rotation auf eine Polirscheibe, welche am Ende einer kurzen Stahlwelle angebracht ist. Der das Poliren ausführende Arbeiter führt diese Polirscheibe mittels einer als Lager des kleinen geraden Wellenstückes dienenden Hülse und übt zugleich den notwendigen geringen Druck aus.

Zur dekorativen Ausbildung von Steinoberflächen kann endlich auch das Verfahren von B. C. Tilghman, nämlich ein Dampfsandstrahlgebläse Verwendung finden. Fig. 3, Taf. III, zeigt die einem Giffard'schen Injektor ähnliche, für das Sandstrahlgebläse dienliche Vorrichtung. Ein centrales Rohr ist durch einen Kautschukschlauch und einen Trichter *B* mit dem Sandsreservoir verbunden; um dieses Rohr ist ein zweites Rohr herumgelegt, in welches durch entsprechende Öffnungen der Dampf aus einem ringförmigen Kanal, der an die Dampfleitung durch eine bewegliche Rohrverbindung *A* angeschlossen ist, eintritt, um sich in einem Verlängerungsrohr *C* aus Hartguss mit dem durch Aspiration herangezogenen Sand zu mischen und denselben mit großer Geschwindigkeit fortzureißen.

Der Dampf hat ungefähr 4 Atm. Spannung und der Sandverbrauch beträgt circa 0,5 Liter pro Min. Auf den zu verzierenden Stein wird eine entsprechende Schablone aus Eisenguss gelegt und das Stahlrohr in einer Entfernung von etwa 20 cm gegen den Stein geführt. Eine Schablone von 5 mm Dicke kann etwa hundertmal benutzt werden; schmiedbarer Guss soll noch viermal mehr Benutzungen aushalten. Je höher die Dampfspannung ist, desto größer ist auch der Effekt des Sandstrahles. Bei einer Spannung von 7,3 Atm. kann man pro Min. 27 cbem Granit, 72 cbem Marmor oder 179 cbem Sandstein hinwegarbeiten. Selbst Materialien, die weit härter als der verwendete Sand sind, werden durch den Dampfsandstrahl angegriffen, und es gelang bei einer Dampfspannung von 21,9 Atm. binnen 25 Minuten einen Korund von 39 mm Dicke zu durchbohren.

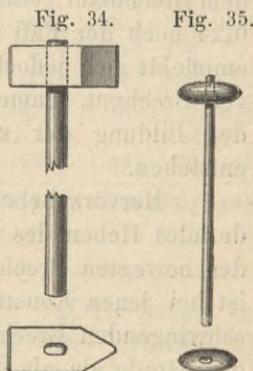
D. Das Zerkleinern.

§ 32. Handwerkzeuge. Das Zerkleinern kann entweder mittels einfacher Handwerkzeuge oder mit Hilfe verschiedenartig konstruierter Maschinen geschehen. Die einfachen Werkzeuge, die für das Zerkleinern von Bruchstein Verwendung finden, sind Steinhammer und Schotterschlägel.

Der Steinhammer, Fig. 34, ist ein 8—12 kg schwerer, entweder aus verstärktem Eisen oder aus Gußstahl hergestellter Hammer, der mit einem 0,7—0,8 m langen Stiele von Eichenholz geführt wird. Das Ohr des Hammers ist stets oval.

Den Preis pro kg gibt Osthoff⁶⁵⁾ für Schmiedeisen mit 0,80 Mark, für Gußstahl mit 1,20 Mark an und erwähnt, dass Eisenhämmer nicht länger als vier Wochen ohne Reparatur benutzt werden können, während von 50 Stück Gußstahlhämmern nach 7/4-jähriger Benutzung noch 46 Stück brauchbar waren; allerdings sind Eisenhämmer leicht, Gußstahlhämmer hingegen gar nicht zu reparieren.

Der Schotterschlägel ist das Werkzeug für die Herstellung des Kleingeschläges oder Schotters. Dasselbe ist ein kleiner Hammer, Fig. 35, von unge-



⁶⁵⁾ G. Osthoff. Die Materialien der Bettung und Gleise des Eisenbahnobersbaues. Oldenburg 1880.

fähr 0,5 kg Gewicht, am besten aus Gußstahl. Als Stiel dazu wird am zweckmäßigsten ein ungeschälter Haselnuss- oder Hagebuchenweig von 0,4—0,6 m Länge gewählt. Zur richtigen Führung dieses Werkzeuges ist nicht wenig Gewandtheit erforderlich; geübte Arbeiter leisten etwa das doppelte von ungeübten.

Nach Osthoff wird das Schlagen des Schotters meist in Accord ausgeführt und es können bei 10stündiger Arbeitszeit die Arbeiter 3—3,50 Mark verdienen, wenn sie für

sehr zähe Steine (Basalt, sehr fester Granulit, Dolomit)	pro cbm	3,50 Mark,
mittel „ „ (Granit, harter Sandstein, Kalkstein, Porphy)	„ „	2,50 „
spröde „ „	„ „	1,50 „

erhalten. Dabei hat einem cbm Stein im regelmäßig geschichteten Haufen 1,25 bis 1,30 cbm Steinschlag zu entsprechen.

Zum Zerkleinern größerer Stücke werden auch kleine Dampfhammer von 150 bis 200 kg Fallgewicht empfohlen, wie solche für diese Zwecke auf der Wiener Weltausstellung 1873 zu sehen waren⁶⁶⁾. Diese Schnellhammer machen 300—350 Schläge pro Min., haben eine höchst einfache Steuerung, da eine Änderung des Hubes nicht notwendig ist, und werden wegen der größeren Zugänglichkeit gewöhnlich mit einem einseitigen Ständer gebaut.

Die gegenwärtig jedoch am häufigsten für das Zerkleinern von Steinen gebauten Maschinen sind die Steinbrecher, welche das Material bis auf Wallnussgröße verarbeiten. Wird eine weitergehende Reduktion der Bruchstücke verlangt, so werden auch noch Kollergänge (Kollermühlen) und Desintegratoren verwendet. Die Steinbrecher scheiden sich in zwei Gruppen, deren erste zwei gegen einander schwingende Backen besitzt, während in der zweiten Gruppe rotirende Scheiben oder Walzen benutzt werden.

§ 33. Backenbrechwerke (Steinbrecher). Diese Maschinen sind am meisten verbreitet, da ihre Konstruktion, namentlich jene nach dem System Blake, eine recht einfache ist und die abgenutzten oder beschädigten Teile leicht nachgestellt oder ersetzt werden können.

Von den zahlreich aufgetauchten, nicht wesentlich verschiedenen Konstruktionen sind einige der bemerkenswerteren nachstehend beschrieben.

Im allgemeinen ist zu beachten, dass ein Herausschießen des Brechguts aus dem Brechmaul vermieden werden muss. Dies wird bei einem Reibungskoeffizienten 0,24 noch der Fall sein, wenn der Winkel zwischen den Backen 27° beträgt; es empfiehlt sich jedoch, nur einen Winkel von 20° zu wählen. Das Herausschießen von Brechgut, namentlich größerer Bruchstücke, dürfte sich zum Teil auch aus der Bildung der sogenannten Druckkegel erklären, welche beim Zermahlen entstehen.

Hervorzuheben ist noch, dass ein die Neigung zum Herausschießen beförderndes Heben des Mahlguts im Brechmaule stattfindet, wenn die Schwingungsaxe des bewegten Brechbackens über dem Brechmaule liegt. Dieses Heben der Steine ist bei jenen Konstruktionen am stärksten, bei denen die wirkende Fläche des schwingenden Brechbackens hinter dessen Aufhängeaxe vorbeigeht, und nimmt in dem Grade ab, als die arbeitende Fläche der Aufhängeaxe vorgelagert erscheint.

Die Anordnung der Schwingungsaxe unter dem Brechmaul vermeidet diesen Übelstand vollständig; siehe die Konstruktionen von Dyckhoff, Melter u. s. w.,

⁶⁶⁾ Dingler's polytechn. Journ. 1874 IV. Bd. 214. S. 21.

aber auch andere Ausführungen, so jene von Fraser & Calmers, siehe Taf. IV, Fig. 1, sind von diesem Fehler frei⁶⁷⁾.

Steinbrecher von H. R. Marsden, Soho Foundry, Leeds, England; Taf. IV, Fig. 4—6. Ein starkes Gussgerüst *A* nimmt die Lager der bewegten Teile auf und dient zugleich den feststehenden Backen *C*₁ *C*₂ des Brechmaules als Widerlager. Durch die auswechselbare Zwischenlage *B* kann die Maulweite verschieden adjustirt werden. In dem schwingenden sehr kräftigen Hebel *D* sind die Brechbacken *C*₃ und *C*₄ festgekeilt und werden somit gleichzeitig mit diesem durch den aus den Kniestützen *I*₁ *I*₂ und der doppelten Zugstange *H* bestehenden Kniehebelmechanismus von dem auf der Betriebswelle *F* sitzenden Excenter *G* bethätigt. Der Antrieb erfolgt durch Riemen auf die Riemenscheibe *Q* und wird durch das kräftige Schwungrad *P* möglichst gleichmäßig erhalten. Die Tourenzahl pro Min. beträgt 200—250, der Ausschlag an der schwingenden Stelle cirka 6 mm. Die Brechbacken bestehen aus bestem Hartguss oder aus Stahlguss. — Einen fahrbaren Steinbrecher nach System Marsden mit Sortirtrommel zeigt Fig. 36, S. 62.

Die Georg Marienhütte b. Osnabrück, Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft Humboldt in Kalk b. Köln, Robert Broadbent & Son in Stalybridge u. a. m. bauen Steinbrecher nach diesem System in verschiedenen Größen für Hand-, Riemen- oder Dampftrieb.

Den besten Aufschluss über die Daten solcher Maschinen gibt die diesbezügliche Tabelle der Maschinenfabrik Humboldt in Kalk b. Köln.

Art des Betriebes.	Hand- und Riemenbetrieb.		Riemenbetrieb.						Dampf- betrieb.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Modellnummer												
Brechmaul	Länge in mm .		100	160	200	250	320	400	500	800	320	500
	Breite in mm .		50	80	100	125	160	200	250	500	200	320
Antriebs-) Riemenscheibe)	Durchm. in mm		260	320	400	470	550	630	630	1000	—	—
	Breite in mm .		65	80	80	90	105	130	150	180	—	—
Tourenzahl pro Min.	60	60	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
Betriebskraft in Pferden	0,2	0,3	2	3	4	8	12	20	6	16		
Ungefähre Produktion in kg pro Stunde	Spaltweite 25 mm		50	75	1000	1500	2000	4000	5000	8000	2000	8000
	50 mm		100	150	2000	3000	4000	8000	10000	16000	4000	16000
Rauminanspruch-) nahme)	Länge in m . .		1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,3	3,1	2,5	3,1
	Breite in m . .		1,3	1,5	1,1	1,25	1,6	1,7	2,0	2,4	1,6	2,2
Ungefähres Gewicht der voll- ständigen Maschine in kg	340	620	1100	1850	2550	4000	7000	18500	3550	9530		
Gewicht von 1 Paar Reservebacken	15	54	45	90	150	250	450	1735	192	610		
Preis in Mark	260	425	605	855	1135	1610	2510	5470	2105	3835		

Reservebacken in Hartguss pro kg 0,45 Mark.

Steinbrecher nach Hope's Patent, siehe Fig. 2 u. 3, Taf. IV, gebaut von David Gray & Comp., Sunnyside Engine Works, Coatbridge. Der schwingende Brechhebel *D* wird mittels des Gelenkstücks *I*₁, des adjustirbar gelagerten Hebels *I*

⁶⁷⁾ Hinsichtlich der specielleren Darlegung dieser Bedingungen ist auf die Arbeit von Prof. H. Fischer in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886. S. 153 usf. zu verweisen.

und durch die auf den letzteren wirkende Zugstange H von der Antriebswelle F aus bethätigt. Die Brechbacken sind bei dieser Maschine vertikal gerieft und an ihrem unteren Ende gebogen. Die Vertikalfurchen im Brechmaule sind, wie Fig. 3 zeigt, so angeordnet, dass die Kämme der Backen gegen einander arbeiten; hierdurch soll das Entstehen flachen und splittigen Materials verhindert, der Stein besser gewürfelt und somit einer der Hauptübelstände vermieden werden, die der Arbeit der Steinbrecher anhaften. Das abgebogene Ende der Brechbacken lässt einen verhältnismäßig großen Hub der Brechbacken zu, ohne den Austritt zu weit zu öffnen.

Steinbrecher von Fraser & Chalmers, Chicago, Ill.; siehe Fig. 1, Taf. IV. Das Gussgerüst und die Brechbacken zeigen die gewöhnliche Anordnung, der bewegliche Teil des Brechmaules D ist jedoch nicht einfach schwingend aufgehängt, sondern erhält eine doppelte Bewegung, zu welcher er durch die Wirkung der Gelenkstützen $I_1 I_2$ und der Schubstange gezwungen wird. Indem der Backen D mit den Schwingen $I_1 I_2$ und der Verbindungsgeraden der Schwingungsmittelpunkte am Gestell ein Parallelogramm bildet, beschreiben alle Angriffspunkte des Brechmauls kongruente Wege. Der Rückgang der Backen beziehungsweise das Öffnen des Maules wird durch gespannte Kautschukbuffer gesichert.

Duplex-Steinbrecher von George Simson, Staley Iron Works, Staley-bridge (Vertreter: Jacob & Becker, Leipzig). Dieser in Fig. 8, Taf. IV, abgebildete Steinbrecher soll ohne wesentlich höheren Kraftverbrauch fast doppelt so viel leisten als einfache Steinbrecher und außerdem die Möglichkeit bieten, zwei verschiedene Arten von Steinschlag gleichzeitig zu erzeugen. Bei demselben werden die Brechhebel D einfach durch einen schwingenden Hebel H bewegt, indem derselbe seine Oscillation mittels der angegebenen Gelenkstützen auf die ersten überträgt. Oben hat der Hebel H eine prismatische Aussparung, sodass ein Gleitstück die Bewegung des Antriebsexcenters der Welle F auf den Hebel H übertragen kann.

Die wichtigsten Angaben sind in folgender Zusammenstellung enthalten.

Weite des Brechmaules in mm.	Gewicht der Maschine in kg.	Leistung in t pro Stunde.	Betriebskraft in Pferden.	Preis der Maschine auf Rädern samt Sortirtrieb in Mark
305 × 152	4150	7,5	3	3100
381 × 203	8500	13,0	7	6800
508 × 254	11500	17,0	9	8700

Archer's Steinbrecher, Fig. 7, Taf. IV, gebaut von den Dunston Engine Works, Gateshead-on-Tyne, England. In dem fahrbaren oder stationären Gussgerüst A ist einerseits in üblicher Weise der eine Brechbacken C_1 eingebettet, der andere Teil des Brechmaules C_2 ist in dem schwingenden Hebel D eingekellt, welcher an seinem unteren Ende ein Stahllager hat, gegen welches ein zweites Stahlstück wirkt, das in dem Hebel I eingelassen ist. Der im nachstellbaren Becken B gelagerte Hebel I wird mittels Schubstange H von der gekröpften Betriebswelle F aus bethätigt, welche die Riemenscheibe Q und das Schwungrad P trägt.

Die Steinbrecher Archer's bilden einen Übergang zu den Steinbrechwalz-

werken, indem einige seiner Modelle mit Brechwalzen kombinirt sind, wie die Type Fig. 9, Taf. IV, zeigt, bei welcher der Hebel *I* doppelarmig und dem entsprechend mit den zwei Brechbacken *C*₂ und *C*₄ versehen ist, welche letzterer in Verein mit der rotirenden Brechwalze *C*₃ das schon vorgebrochene Material noch weiter zerkleinert.

Bei der in Fig. 7 dargestellten Type eines Steinbrechers von Archer geschieht das weitere Zerkleinern von einem Walzenpaar *C*₃ *C*₄, sodass das Material auch pulverisirt werden kann. Durch einen Sicherheitshebel *K*, der gegen die Lager der Walze *C*₃ wirkt, lässt sich der Walzendruck reguliren, beziehentlich das Brechen der Walzen vermeiden.

Steinbrecher System Dyckhoff⁶⁸⁾; Fig. 15 u. 16, Taf. IV. Der Antrieb geschieht von der das Schwungrad *S* tragenden Welle *A* mittels eines Zahnrades *B*, welches in die beiden Zahnräder *C*₁ und *C*₂ eingreift, deren Wellen *D*₁ und *D*₂ mittels der Excenter *E*₁ und *E*₂ auf die in *f*₁ und *f*₂ gelagerten Brechschwingen *F*₁ und *F*₂ wirken. Die etwas complicirte Konstruktion wird im Betriebe häufig Brüchen ausgesetzt sein. Das Fortschaffen des Brechgutes geschieht mittels eines endlosen Lattentuches.

Chamber's hydraulischer Steinbrecher⁶⁹⁾, siehe Fig. 18, Taf. IV, ist mit einem als Balancier gebildeten, zweifach wirkenden Brechbacken *E* ausgerüstet, welcher um die Axe *e* schwingt, indem die Kolben *D*₁ und *D*₂ abwechselnd aus ihren Cylindern *C*₁ und *C*₂ herausgeschoben werden. Dies geschieht durch die mit Riemenscheibe *A* betriebene Pumpe *B*, welche bei jedem Hube einerseits drückend, andererseits saugend wirkt. Auch diese Konstruktion erscheint im Vergleich zu den früher beschriebenen zu complicirt und umständlich im Betrieb.

Betriebsresultate.

Von Transportfragen abgesehen, ist es wesentlich der Umstand, dass die Steinbrecher verhältnismäßig zu viel Abfallklein als Materialverlust ergeben, welcher in vielen Fällen die Handarbeit immer noch vorteilhafter erscheinen lässt, doch ist dies in hohem Grade auch von der Art des Steinmaterials mit abhängig.

Nach Versuchen, welche im Auftrage des königl. preußischen Ministeriums von dem Bauinspektor Kranz mit Steinbrechern ausgeführt wurden, die von der Schwartzkopffschen Maschinenfabrik nach dem System Blake gebaut waren⁷⁰⁾, ergab sich:

1. Das starke Geräusch derselben ist auf den dem Verkehr bereits übergebenen Straßen unzulässig.
2. Geringer oder gar kein Vorteil gegenüber der Handarbeit, wegen der vielen großen Reparaturen, der starken Abnutzung der Brechbacken, beziehungsweise bei abgenutzten Brechbacken der schlechten Form des Steinschlags, bis 1/3 Splitter.
3. Keine Ersparnis an Arbeitern.

Bockelberg's Versuche⁷¹⁾ mit Maschinen nach Blake's System ergaben bei Herstellung von Steinschlag aus Quarzgestein folgende Resultate:

Recht brauchbaren Steinschlag	12—15 0/0
Noch eben brauchbaren, aber schon schlechten Steinschlag	15—25 „
Zu große unbrauchbare Stücke	33—56 „
Splitter	12—15 „

⁶⁸⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1866. Bd. 13. S. 75. Taf. VII. — Dingler's polytechn. Journ. 1872 IV. Bd. 206. S. 346.

⁶⁹⁾ Armengaud, ebenda. — Zeitschr. d. Hannov. Arch. u. Ing. Ver. 1865. S. 484.

⁷⁰⁾ Zeitschr. f. Bauwesen. 1868. S. 421.

⁷¹⁾ Deutsche Bauztg. 1874. S. 72.

Die durch die Steinbrecher erzielte Ersparnis ist im Vergleich mit Handarbeit zu 30 bis 50 % veranschlagt.

Abteilungs-Baumeister M. Caspar in Straßburg hat die Erfahrungsergebnisse einer Steinbrechanlage veröffentlicht⁷²⁾, auf welcher mehr als 15 000 cbm Kalkstein von 720—962 kg Bruchfestigkeit mit Maschinen nach Blake's System gebrochen wurden.

Die Steinbrecher B, siehe Taf. IV, Fig. 17, sind zweckmäßig auf ein starkes hölzernes Bockgerüst zu stellen, dessen Grundswellen mit Kies oder Steinschlag gut unterstopft werden müssen. Gemauerte Fundamente erweisen sich als zu teuer. — Die Plattform muss Raum für 2 Wagenladungen Rohmaterial und außerdem für die Bewegung von 4—6 Arbeitern gewähren. Das Einwerfen besorgen 2 Arbeiter; da sie aber ermüden, so muss ein dritter beigegeben werden, der im Wechsel das Rangieren der Wagen, Schmieren der Lager, Nachunterstopfen des Gerüsts etc. besorgt. — Drei Arbeiter sind für das Ausladen des Rohmaterials aus den Wagen und einer ist noch zu Nebenarbeiten erforderlich.

Die Lokomobile soll wegen des starken Staubes in einer Bretterhütte gänzlich eingebaut sein.

Die Betriebskosten stellten sich mit Berücksichtigung der Amortisation, aller Nebenauslagen und der Stillstände bei Verwendung einer 10pferdigen Lokomobile beim Betriebe eines Steinbrechers, der als Betriebskraft 5 Pferde beanspruchte, auf 1 Mark pro cbm, beim Betriebe zweier 5pferdiger Steinbrecher auf 0,75 Mark pro cbm.

Ferner hat Voges das Ergebnis der auf Kosten des kommunalständischen Verbandes im Regierungsbezirk Wiesbaden in der Versuchsstation der Maschinenfabrik Humboldt in Kalk bei Köln veranstaltete Versuche mit Blake'schen Steinbrechern⁷³⁾ veröffentlicht.

Bei der Erzeugung von Basaltsteinschlag ergab

die Maschinenarbeit	die Handarbeit
feiner Basaltsteinschlag für Chaussee- schotterung, gut verwendbar . . . 18,5 + 60 = 78,5 % (60 % durch Nachschlagen erzielt)	79,5 %
Grus und Splitter 10,1 + 7 = 17,1 %	12,5 „
Mehl und Staub 3,4 + 1 = 4,4 „	8,0 „

Hiernach ergaben sich die Kosten pro cbm zerkleinerten Materials einschließlich Nachschlagen der großen Stücke und aller sonstigen Nebenauslagen und Amortisation zu 2,20 Mark, während 1 cbm Steinschlag durch Handarbeit erzielt 3,20—3,50 Mark kostete.

Jedenfalls dürften seit dieser Zeit sich die Verhältnisse noch zu Gunsten der Steinbrechmaschinen geändert haben, sodass die Verwendung dieser Maschinen nunmehr im allgemeinen rätlicher erscheint.

Über Betriebskosten der Steinbrechmaschinen siehe: Osthoff. Die Materialien der Bettung und Gleise des Eisenbahn-Oberbaues. Oldenburg 1880.

§ 34. Steinbrechwalzwerke. Für die Erzeugung von Steinschlag sind die Walzwerke nahezu gar nicht in die Praxis eingedrungen, da die Versuche mit denselben stets ungünstigere Resultate ergeben haben als jene mit Backenbrechern.

Das Brechwalzwerk von Gebr. Drake & Reid⁷⁴⁾ ist mit Brechwalzen ausgerüstet, welche aus einer Anzahl von Scheiben zusammengesetzt sind; jede dieser Scheiben hat einen Ring mit pyramidalen Spitzen, die gegen den glatten Teil der entsprechenden Scheibe an der zweiten Walze gerichtet sind. Die Scheiben sind leicht zu ersetzen. Das Material wird durch einen Fülltrichter aufgegeben.

Der Steinbrecher System Camroux⁷⁵⁾ besitzt zwei glatte oder auch

⁷²⁾ Deutsche Bauztg. 1877. S. 161.

⁷³⁾ Deutsche Bauztg. 1877. S. 497.

⁷⁴⁾ Dinger's polytechn. Journ. 1869 IV. Bd. 194. S. 26.

⁷⁵⁾ Dinger's polytechn. Journ. 1872 II. Bd. 204. S. 364.

geriefte starke Scheiben an den Enden zweier zu einander etwas geneigt gelagerter Wellen aufgekeilt, welche sich in gleichem Sinne drehen, sodass auf der einen Seite korrespondirende Oberflächenpunkte der Scheiben bei deren Rotation sich nähern und das eingeschüttete, in den abnehmenden Zwischenraum sich einzwängende Steinmaterial zerkleinern müssen, während von der engsten Durchgangsstelle an auf der andern Seite die Scheiben sich wieder von einander entfernen. Die einzigen Daten über diese Maschinen sind von dem Hamb. Arch. u. Ing. Verein in der Deutschen Bauztg. 1876, S. 359, veröffentlicht worden.

§ 35. Kollergänge. Diese für die weitere Zerkleinerung des schon etwa auf Nussgröße vorgebrochenen Materials bestimmten Maschinen bestehen der Hauptsache nach aus zwei um eine horizontale Axe drehbaren, je 300—3000 kg schweren gusseisernen Läufern, die in einer starken ebenfalls gegossenen Schale arbeiten. Der Antrieb kann entweder so geschehen, dass die vertikale Betriebswelle die meistens gemeinsame horizontale Axe der Läufer mitnimmt oder aber es ist die Axe der Läufer so gelagert, dass sie sich zwar der wechselnden Dicke der Materialschicht entsprechend etwas heben und senken, nicht aber der Rotation der Bodenscheibe folgen kann, welche in letzterem Falle an einer vertikalen Welle angebracht und von dieser getrieben wird. Diese Anordnung⁷⁶⁾ hat den Vorzug, dass die centrifugale Tendenz der schweren Läufer vermieden wird, demzufolge die Tourenzahl erheblich vermehrt und die Leistung gesteigert werden kann.

Fig. 13, Taf. IV, gibt die Ansicht eines mit der Betriebsdampfmaschine und dem Kessel verbundenen lokomobilen Kollerganges der Firma Prachitt Brothers, Carlisle. Die Läufer A_1 , A_2 gehen teils wälzend, teils gleitend über das in die Schale B eingeworfene Material, welches durch mit der Welle verbundene Rührarme und Schaufeln stets gewendet und unter die Läufer gebracht wird. Ein Sortirsieb bei C lässt das genügend zerkleinerte Material durch eine Öffnung der Schale B austreten.

Fig. 12, Taf. IV, zeigt das zweite Modell derselben Firma, bei welchem gleichfalls die Schale angetrieben wird. Vorteilhaft ist es ferner, wenn die zwei Läufer nicht auf gemeinschaftlicher Axe, sondern unabhängig gelagert sind, wie zum Beispiel in Ausführungen der Maschinenfabrik S. Pallenberg in Mannheim.

Die Kollermühlen werden auch häufig als Mörtelmischmaschinen verwendet und leisten als solche vorzügliches; vergl. das Kapitel Mörtelmaschinen in dieser Abteilung der Baumaschinen.

Vermöge des Umstandes, dass die Läufer sich mit ihrer Arbeitsfläche teils wälzend, teils gleitend bewegen, wirken die Kollergänge teilweise zerdrückend, teilweise zerreibend (mahlend), sodass dementsprechend ihr Arbeitsaufwand gegenüber anderen Zerkleinerungsmaschinen sich etwas größer ergibt. Als Vorteile dieser Maschinen sind jedoch zu bezeichnen die wegen der einfachen Konstruktion zulässige rohe Behandlung der Kollergänge und ihre gut mischend wirkende Arbeit; auch können dieselben sowohl trocken als nass arbeiten. Praktisch ist bei getriebenen Läufern die Anwendung gekröpfter, von einander unabhängiger Axen, bei getriebenem Teller die Anordnung der Axen der Läufer in schwingenden

⁷⁶⁾ Dinger's polytechn. Journ. 1874 IV. Bd. 214. S. 20.

Gabeln, da durch diese Konstruktionen beide Läufer sich von einander völlig unabhängig lotrecht heben und senken können⁷⁷⁾.

§ 36. **Desintegratoren.**⁷⁸⁾ Diese für das Zerkleinern harter, spröder Materialien sehr vorteilhaften Maschinen bestehen aus zwei Schlagtrommeln, die, aus mehrfachen konzentrischen Systemen eiserner oder stählerner Stäbe oder Flügel zusammengesetzt, sehr rasch gegen einander rotiren. Die Erfindung und Verwendung derartiger Maschinen ist M. Carr zuzuschreiben, dem in Frankreich schon am 8. Oktober 1859 ein diesbezügliches Patent verliehen wurde; aber erst im Jahre 1867 auf der Pariser Weltausstellung wurden derartige Maschinen allgemeiner beachtet und zur Arbeit verwendet. In den Jahren 1873 und 74 wurden durch M. Taufflin Patente auf Verbesserungen des Carr'schen Desintegrators genommen.

Fig. 10 u. 11, Taf. IV, zeigen einen Carr'schen Desintegrator, gebaut von Rudolf Schäffer in Deidesheim. Die Schlagstifte sind an ihren Enden durch eiserne Ringe verbunden und der innere Stabring der inneren Schlagtrommel *F* trägt einen Kranz zur Aufnahme der zugehörigen äußeren Schlagstifte. Die gegen einander rotirenden, mit Riemenscheiben *C* und *D* versehenen Wellen *c* und *d*, von welchen erstere mit der Scheibe der Schlagtrommel *E* aus einem Stück und hohl so gegossen ist, dass zwischen *c* und *d* ein kleiner Spielraum bleibt, sind jede für sich gelagert und angetrieben. Das zu zerkleinernde Material wird in den Trichter *B* des Blechgehäuses *A* eingeworfen, von wo es in die innere Trommel gelangt und durch die centrifugale Bewegung, die demselben durch die Schlagstifte erteilt wird, allmählich in das Gehäuse getrieben wird, in welchem es herunter fällt.

Die zerkleinernde Wirkung beruht jedoch nicht nur darauf, dass die einzelnen Teile des Materials von den Stiften getroffen werden, sondern auch auf der Einwirkung der Materialteilchen auf einander, da diese fortwährend mit der großen Geschwindigkeit, die der Rotation der Schlagstifte entspricht, gegen einander prallen.

Der Verschleiß der Schlagstifte ist bei hartem scharfem Materiale ziemlich bedeutend; trotzdem sind die Desintegratoren wegen ihrer einfachen Konstruktion und der großen, oft durch keine andere Maschine zu erreichenden Leistung sehr beliebt; in Cementfabriken und zur Herstellung von Betonmaterial haben dieselben vorteilhaft Verwendung gefunden.

Die Menge des verarbeiteten Materials schwankt zwischen 200—1000 kg pro Pferdekraft und Stunde.

77) H. Fischer. Zerkleinerungsmaschinen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886. S. 278.

78) Uhländ's prakt. Maschinenkonstr. 1877. — Armengaud. Publication industrielle. 1877. Bd. 23. S. 2. Taf. 32.

Tabelle von Schäffer in Deidesheim.

Modell- No.	Durchm. der Trommel in m.	Riemen- scheibe		Touren- zahl pro Min.	Betriebs- kraft in Pferden.	Leistung in kg pro 10 St.
		Durchm. in m.	Breite in m.			
1	2,000	0,500	0,300	350	25	400000
2	1,500	0,450	0,250	350	15	200000
3	1,200	0,450	0,200	450	10	100000
4	0,900	0,400	0,200	500	6	50000
5	0,800	0,300	0,150	550	5	30000
6	0,700	0,250	0,150	600	4	20000
7	0,600	0,200	0,125	650	3	10000
8	0,600	0,200	0,125	700	2	5000
9	0,500	0,200	0,100	750	1	4000
10	0,500	Handkurbel		300	2 Menschen	2000

Für sehr scharfe Materialien soll sich nach Prof. H. Fischer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, Heft 10, die Vapart-Rittinger'sche Schleudermühle, gebaut von C. Mehler in Aachen⁷⁹⁾, besser bewähren, indem dieselbe nicht so sehr dem Verschleiß ausgesetzt ist.

Die Vapart-Rittinger'sche Schleudermühle besteht aus einer rasch rotirenden vertikalen Welle (minutliche Tourenzahl bis über 1000), an welcher drei Scheiben, mit je sechs strahlenförmig gerichteten niedrigen Eisenschienen armirt, aufgekeilt sind. Diese Scheiben sind von einem starken Gehäuse umgeben, das in den Höhen der Wurfflügel gezahnte Kränze eingeschraubt enthält, gegen welche das Material mit einer Geschwindigkeit von 41—55 m geworfen wird. Trichter überführen das Material aus einer Etage in die andere. Der Mantel kann behufs Revision zu zwei Viertel geöffnet werden, sodass die Instandhaltung eine leichte ist. Der Spurzapfen ist vorzüglich gelagert und kann auch mit Wasser gekühlt werden.

C. Mehler in Aachen gibt über den Bau und die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen folgende Daten.

No. der Maschine	1	2	3	4
Durchm. d. Schleuderscheibe in m	1,75	1,30	1,05	0,80
Tourenzahl pro Min.	450—600	600—800	750—1000	1000—1250
Betriebskraft in Pferden	12—15	8—12	5—6	3—4

Die Leistung einer 8- bis 12pferdigen Maschine von C. Mehler beträgt je nach dem Material bei

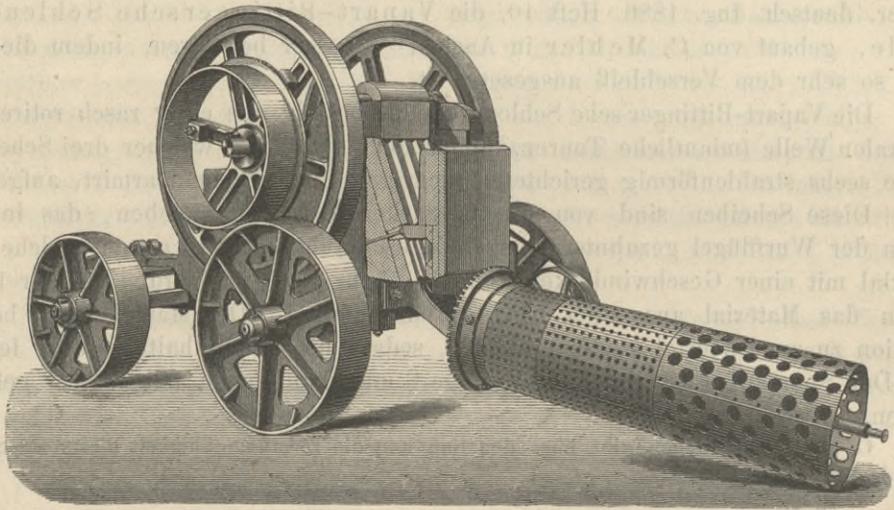
feuerfestem Stein	Korn 3—4 mm, pro Stunde	3—4000 kg
" " " " " " " "	fein " " "	2500—3000 "
Kohlensandstein	3—4 " " "	3—5000 "
Thonschiefer	3 " " "	2—3000 "
Kalkstein	1 " " "	2—3000 "
hartem gebranntem Cement " " " "	4—5 " " "	3—4000 "
" " " " " " " "	ganz fein " " "	1—1200 "
blauem harten Flußspat	5—6 mm " " "	4—5000 "
Glas	1—2 " " "	2—3000 "
Granit	1 " " "	1—2000 "

⁷⁹⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886. S. 191.

§ 37. Sortiren. Für die bei der Herstellung von Kleingeschläge häufig notwendige Arbeit des Sortirens bedient man sich eiserner Draht- oder Blechsiebe. Die einfachste Vorrichtung dieser Art sind die Wurfgritter, deren Maschengröße passend gewählt werden muss.

Soll das Sortiren von der den Steinschlag erzeugenden Maschine besorgt werden, so verwendet man dazu entweder sogenannte Sortirrätter (Rüttelsiebe) oder aber Siebtrommeln. Erstere bestehen aus einigen in einem Rahmenwerk schräg übereinander gestellten Sieben von abnehmender Maschenweite, welche durch ein kleines Excenter eine rüttelnde Bewegung erhalten. Das zu sortirende Material fällt durch einen Sammeltrichter auf das oberste Sieb; die zu großen Stücke gleiten über die schiefe Ebene ab, während das übrige durchfällt, um auf den nächsten Sieben weiter geschieden zu werden. Dingler's polytechn. Journ. 1872 II. Bd. 224, Taf. XIII, S. 601, zeigt eine derartige Vorrichtung.

Fig. 36.



Am meisten verwendet sind die Sortirtrommeln, entweder von konischer oder cylindrischer Form, in letzterem Falle geneigt angeordnet. Die Maschenweite der Siebe ist an der Eintrittsstelle des Materials zunächst die geringste und nimmt absatzweise zu. Eine konische Sortirtrommel zeigt die in Fig. 17, Taf. IV, abgebildete Steinbrecheranlage mit Lokomobilbetrieb, vorstehende Fig. 36 hingegen einen Marsden'schen Steinbrecher mit cylindrischer Sortirtrommel, deren unterer Axzapfen zu lagern und welche so anzuordnen ist, dass die aus der Siebtrommel herabfallenden Materialsorten sich getrennt anhäufen.

§ 38. Maschinenanlagen für Steinbearbeitung. Ist die Benutzung einer Wasserkraft, welche auch die Anlage einer schmalspurigen Bahn lohnend erscheinen lassen könnte, nicht thunlich, so soll für den Betrieb der ganzen Anlage eine genügend starke Dampfmaschine gewählt werden, da bei unzulänglicher Kraft die Arbeit der Steinbearbeitungsmaschinen leidet. Am besten eignen sich horizontale Hochdruckdampfmaschinen nach dem Compoundsystem mit großem Hubverhältnis und mäßiger Kolbengeschwindigkeit. Das Schwungrad ist wegen der bedeutenden Schwankungen des Kraftbedarfs verhältnismäßig schwer auszuführen. Die Dampfkessel sind ausreichend groß zu wählen. Die Dampfmaschine soll stets, wie es auch in der

nachstehend beschriebenen Anlage der Fall ist, in einem abgeschlossenen Raume untergebracht sein, um die Verstaubung vom Arbeitsraume her zu vermeiden.

Die Skizze Fig. 19, Taf. IV, stellt eine Maschinenanlage für Steinbearbeitung dar. Das Hauptgebäude hat circa 33,5 m Länge bei 15,25 m Breite. Die Verteilung der Maschinen geht aus den eingeschriebenen Zahlen hervor, welche folgende Bedeutung haben:

1. Steinsäge mit doppeltem Sägewerk. — 2. Kreissäge. — 3. Steinschleifmaschine. — 4. Abrichtmaschine. — 5. Steinhobelmaschine mit horizontaler Arbeitswelle. — 6. Steinhobelmaschine mit vertikaler Arbeitswelle. — 7. Schleifstein. — 8. Schmirgelschleifscheibe. — 9. Kesselhaus. — 10. Maschinenhaus. — 11. Magazine. — 12. u. 13. Schreibstuben. — 14. Transmissionswelle. — 15. Schmalspurige Bahn.

Um der Luft einen möglichst ausgiebigen Zutritt zu gewähren und Staub frei abziehen zu lassen, soll das Gebäude so offen als möglich gebaut sein. Alle Lager der Maschinen und der Transmission sollen durch Blechhüllen vor dem Staub möglichst bewahrt werden, die Arbeitsstellen der Handarbeiter wegen der herumfliegenden Splitter von den Maschinen möglichst entfernt angeordnet sein. Der Fußboden ist feucht zu erhalten; bei stationären Anlagen wird derselbe am zweckmäßigsten aus Cement oder Asphalt hergestellt. Die Haupttransmissionswelle wird ungefähr 75 mm stark genommen und soll etwa mit 100 Touren pro Min. laufen. Für die Bedienung der Bearbeitungsmaschinen ist es vorteilhaft, die Haupttransmission in einem unterirdischen Kanal unterzubringen. Als Schmiermaterial dient am besten eine Mischung von 75 Teilen Specköl mit 25 Teilen Graphit, bei schwer beanspruchten Lagern kann der Graphitzusatz bis zu 40 % gesteigert werden.

Das Grundrissgebiet der Arbeitsstellen soll durch einen Laufkran bedient werden können; Heber, Rampen und Klotzhölzer müssen stets in genügender Zahl vorhanden sein. — In der Skizze ist der Raum zwischen den Tramgeleisen als Depot für die Steinquader vorgesehen. Die zu bearbeitenden Stücke sollen an der Maschinenhausseite eintreten, von hier aus von Maschine zu Maschine ihrer Vollendung entgegen gehen und an der entgegengesetzten Seite austreten.

Zweckmäßig ist es, eine strenge Ordnung in der Weise einzuhalten, dass alle einlaufenden Stücke mit Nummern versehen, genau geprüft und je nach ihrer Eignung verwendet werden. — Alle Werkzeuge sollen unter der Kontrolle eines hierzu eigens bestimmten Mannes stehen und stets genügender Vorrat scharfer Werkzeuge vorhanden sein.

Gewöhnlich wird sich auch noch der Zubau einer kleinen Schmiedewerkstatt, der eventuell auch eine Eisendrehbank zugegeben werden kann, empfehlen.

Durch unterhalb des Bodens angebrachte Saugventilatoren soll der Staub möglichst von den Maschinen abgesaugt werden; übrigens ist der in dem Arbeitsraume sich ansammelnde Staub und Schutt von Zeit zu Zeit herauszuführen.

Fig. 14, Taf. IV, zeigt die Situation einer Schieferbearbeitungsanlage nach in England gebräuchlicher Anordnung.⁸⁰⁾ In dieser Dispositionsskizze sind *AA* die Plätze für zwei Schieferplatten-Hobelmaschinen, *BB*... Sägetische und *CC*... Zurichtmaschinen. *D* gibt die Lage des Dampfmaschinenhauses an.

§ 39. Handarbeit und Maschinenarbeit. Der Vergleich lässt sich nicht allgemein entscheidend anstellen, indem die Beschaffenheit des Steinmaterials und lokale Verhältnisse von wesentlichem Einflusse sind. Bei der Maschinenarbeit ist in der Kalkulation auf die zur Last zu schreibenden Kosten von Betriebskraft, Bedienung, Erneuerung der Werkzeuge, Schmieröl, Interessen des angelegten Kapitals, Amortisation und eventueller nicht genügender Ausnutzung der Maschinen Rücksicht zu nehmen. Bei der Handarbeit müssen außer den Arbeitslöhnen die Kosten der Werkzeuge und ihrer Unterhaltung, ferner aber auch die längere Zeitdauer der Arbeit, welche größere Lieferungen erfordern, beachtet werden.

Beim Abrichten ebener Flächen mittels Maschinen sind diese stets mit genügendem Steinmaterial zu versorgen, das heißt möglichst auszunutzen. Die Zahl der Quadratmeter, die eine Maschine pro Stunde abrichtet, ist auch wesentlich von der Größe der einzelnen Stücke abhängig, da kleinere Steine besonders wegen der Nebenarbeiten verhältnismäßig viel mehr Zeit beanspruchen. Gut konstruierte Abrichtmaschinen sollen bei gewöhnlicher Bausteinqualität pro

⁸⁰⁾ D. C. Davies. Slate and slate quarrying. London. Crosby, Lockwood & Comp. 1878.

Stunde durchschnittlich 2—3 qm bearbeiten und zur Bedienung nicht mehr als zwei Mann und einen Knaben erfordern.

Für die Herstellung von Gesimswerk oder sonstigen profilirten Werkstücken, wie auch bei gedrehten Stücken ist die Maschinenarbeit dadurch der Handarbeit überlegen, dass in zuverlässiger Weise alle Linien vollkommen gerade, die Kanten scharf und die Profile der Stücke übereinstimmend zu erhalten sind, sodass sie genau aneinander passen.

Das Verhältnis der Arbeitspreise lässt sich nicht allgemein feststellen; nach Beispielen, die Powis Bale in seinem Werke »Stone working machinery« gibt, kann mit einer gut gewählten Maschine bis 60 % an Arbeitslöhnen erspart werden.

Das Steinsägen mit Handarbeit erreicht nie die Genauigkeit der Maschinenarbeit und erfordert immer viel mehr Nacharbeit beim Schleifen und Poliren, um die Wellen der Oberfläche, die durch das seitliche Schwanken einer ungenau geführten Säge entstehen, zu entfernen.

Litteratur.

Selbständige Werke.

- Steinbohren und Steinbearbeitung. Schubert's Elemente der Maschinenlehre. Abt. 2. S. 259. Dresden und Leipzig 1844.
- Krockow-Wickerode. Steinsprengmaschine. Berlin 1846.
- Prechtl's Encyclopädie. Bd. 16. Stuttgart 1850.
- Latour et Gassend. Travaux hydrauliques maritimes. Marseille 1861.
- Die Bausteinindustrie d. österreich-ungar. Monarchie. Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1872. S. 139. Excerpt aus: F. M. Friese. Die Bausteinsammlung des Österr. Ing. u. Arch. Ver. Wien. Waldheim.
- Bäumer. Marmor und Mosaik in der Architektur. Leipzig 1876.
- Hugo Fischer. Technologische Studienreise. (Zöblitzer Serpentinindustrie. Löbnitzer Schieferbrüche.) Leipzig 1878.
- D. C. Davies. Slate and slate quarrying. London 1878.
- Hans Hauenschild. Die natürlichen Bausteine. Wien 1879.
- Georg Osthoff. Die Materialien der Herstellung und Unterhaltung des Eisenbahn-Oberbaues. Oldenburg 1880.
- R. Krause. Moderne Sprengtechnik. Leipzig 1881. G. Knapp.
- Steinbearbeitung. Uhland's Handbuch für den prakt. Maschinenkonstr. Liefg. XVII. S. 136. Leipzig 1881.
- Georg Osthoff. Hilfsbuch zur Anfertigung von Kostenberechnungen im Ingenieurwesen. 2. Aufl. Leipzig 1883.
- Powis Bale. Stone working machinery. London 1884.
- E. Dietrich. Die Gewinnung der Baumaterialien für die Steinstraßen. Festschrift der Königl. Techn. Hochschule zu Berlin. 1884. S. 141.
- Th. Schwartz. Die Steinbearbeitungsmaschinen. Leipzig 1885.

Specielle Zeitschriftenlitteratur.

Steingewinnung. — Steinbruchbetrieb. — Steinbearbeitung.

- Riesenminen in Steinbrüchen. Dinger's polytechn. Journ. 1856 I. Bd. 139. S. 14.
- Hoffmann. Über Abraunkategorien. Zeitschr. d. Österr. Ing. Ver. 1861. — Blockwagen zum Transport großer Steine. Allg. Bauztg. 1861, Bd. XXVI. S. 254.
- Maschine zum Betriebe eines Steinbruchs für Pflastersteine. Zeitschr. d. Hannov. Ing. u. Arch. Ver. 1864. S. 544.
- Dynamitsprengungen am Buchenberge bei Wien. Zeitschr. d. Österr. Ing. u. Arch. Ver. 1869. S. 261.

- Grafton Jones. Hydraulischer Keil. Polytechn. Centralbl. 1870. S. 177.
- Diamond rock boring machine at the Croesor Slate Quarries. Engineering. 1870 I. S. 405.
- Sprinkel's Steintransportwagen für Bauplätze. Scient. American. 1872. S. 17.
- Klappenschiff für Steintransport beim Triester Hafenbau. Allgem. Bauztg. 1874. S. 140. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1874. S. 586.
- Graciosi. Maschinelles Betrieb der Steinbrüche von Ribibia. Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 197. — Der Maschinenbauer. 1874. S. 229.
- Bömches. Die Materialbeschaffung für den Triester Hafen. Zeitschr. d. Österr. Ing. u. Arch. Ver. 1872 u. 1874. — Allgem. Bauztg. 1874.
- Havense Payton & Holmes. Revue industr. 1876. S. 147.
- Brückenaufkran zu Thiarmon in Belgien. Engineering. 1876 II. S. 187.
- Maschine zum Gewinnen von Steinen aus Steinbrüchen. Engineering. 1876 II. S. 276.
- Folacci's Wagen für Steintransport. Dinger's polytechn. Journ. 1878 II. Bd. 228. S. 229. — Bulletin de la soc. d'encour. 1878 V. S. 114.
- Steinbrüche in Belgien. Wochenschr. d. Österr. Arch. u. Ing. Ver. 1878. S. 189. — Die Eisenbahn. 1878 II. S. 127.
- Steinbruchbahn bei Laufen. Die Eisenbahn. 1879 I. S. 65.
- A. Schram. Über Sprengmittel. Techn. Blätter. 1880. Heft 4.
- Kroh. Steintransport mit Straßenlokomotive. Techn. Blätter. 1880. Heft 1*
- Levet. Hydraulischer Keil. Revue univ. 1880 II. S. 241, 251, 516.
- Habet. Bericht über Steingewinnung und Bearbeitung. Revue univ. 1880 II. S. 251.
- J. v. Ott. Die Drahtseilbahn zu Aich. Techn. Blätter. 1881. Heft 4.
- Maschinelles Betrieb der Marmorbrüche in Saillon. Die Eisenbahn. 1881 I. S. 110.
- Steinbruch von Martinschizza für den Hafenbau in Fiume. Zeitschr. f. Baukunde. 1881. S. 246.
- Ponton für das Versenken von Steinen, von Millon. Ann. d. ponts et chaussées. 1881 II. S. 168.
- Nasse. Dachschiefergewinnung zu Angers. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1882. S. 223.
- Kick. Technologische Studien über Materialien und deren Formveränderung. Techn. Blätter. 1882. S. 152.
- Smith & Moore. Absprengeu mittels ungelöschten Kalkes. Journ. of Iron and Steel Inst. 1881. No. 1.
- Anwendung schwerer Sprengladungen für Steinbrüche. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884. S. 305.
- Eine Minensprengung von bedeutendem Umfange. Schweiz. Bauztg. 1885 I. S. 164.
- Transportbahn System Abt (Zahnradbahn) im Schieferwerk Oertelsbruch. Wochenbl. f. Baukunde. 1886. S. 505.
- Our building stone supply. Amerikanische Marmor- und Granitbrüche mit Maschinenbetrieb in Rutland, Hallowell und Monson. Scient. American. 1887 I. S. 18.
- Vergl. ferner: Brückenbau, Bd. 2 d. Handb. d. Ing.-Wissensch. Kap. IV. § 4.

Steinbearbeitung.

- Wollaston's Säge. Dinger's polytechn. Journ. 1844 IV. Bd. 94. S. 257.
- Grande scierie à vapeur. Armengaud. Publication industr. 1864. Vol. XIV. Pl. 33.
- Gay. Kreissäge. Dinger's polytechn. Journ. 1866 II. Bd. 181. S. 434.
- Holmes. Steinbearbeitungsmaschine. Polytechn. Centralbl. 1869. S. 367. — Der Maschinenbauer. 1874. S. 89.
- Maschine zum Behauen von Steinen. Deutsche Bauztg. 1869. S. 423. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1870. S. 321.
- Cunningham's Maschine zum Bearbeiten von Bildhauergegenständen aus Marmor. Mechanics Magazine. 1871 II. S. 400.
- Anderson's Steinbearbeitungsmaschine. Polytechn. Centralbl. 1871. S. 1549. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1872. S. 145.
- Steinsägemaschinen von Davidson. Scient. American. 1872. S. 219.
- Steinsägemaschine von Glaister. Engineer. 1872 I. S. 48.
- Munro's Steinschneidemaschine. Engineer. 1872 I. S. 123.

- Schleifen und Poliren von Sandsteinen. Baugewerksztg. 1872. S. 344. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1873. S. 150.
- Verbesserungen an Steinbearbeitungsmaschinen von A. M. Clark. Englisches Patent. 5. Jan. 1873. No. 2012. — Engineer. 1873 I. S. 393.
- Gear's Steinbearbeitungsmaschine. Journ. of the Franklin Inst. 1873 II. S. 219.
- Steinbearbeitungsmaschine von E. Odgers. Scient. American. 1873 I. S. 232.
- G. Ray. Verbesserungen an Steinbearbeitungsmaschinen. Scient. American. 1873 I. S. 345.
- Rutlander. Marmorschneidmaschine. Scient. American. 1873 I. S. 191.
- Steinbearbeitungsmaschine von Holmes & Payton. Der Maschinenbauer. 1874. S. 89. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1874. S. 135.
- Holmes. Machine à tailler la pierre. Engineer. 1872 I. S. 124. — Engineering, deutsch. 1874 II. S. 179. — Iron. 1874 I. S. 552. — Revue industr. 1874. S. 247.
- Emerson's Diamant-Steinsäge. Scient. American. 1873 I. S. 150. — 1873 II. S. 294. — Deutsche Industrieztg. 1873. S. 484. — Polytechn. Centralbl. 1873 I. S. 554. — Der Maschinenbauer. 1874. S. 356. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 200. — Dingler's polytechn. Journ. 1877 II. Bd. 224. S. 406.
- Steinplatten-Schleifapparat. Prakt. Maschinenkonstr. 1874. Taf. 78.
- Über mechanische Bearbeitung von Bausteinen in Amerika. Zeitschr. f. prakt. Baukunst. 1874. S. 244.
- Bandsäge für Steinbearbeitung von Cottrel. Deutsche Industrieztg. 1875. S. 4.
- Hough Young's Diamant-Steinsäge. Der Maschinenbauer. 1875. S. 173. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 203. — Dingler's polytechn. Journ. 1878 II. Bd. 228. S. 403.
- Steinschneidmaschine der Società nazionale d'industria meccanica in Neapel. Der Maschinenbauer. 1874. S. 229. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 197.
- Säge der Emerson-Stone-Saw-Comp. Dingler's polytechn. Journ. 1877 II. Bd. 224. S. 406. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 200.
- Amerikanische Steinsäge. Romberg's Zeitschr. f. Bauhandw. 1874. S. 245. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 196.
- Machine à tailler la pierre système Stacy. Engineering. 1874 I. S. 139. — Ann. du génie civil. 1874 II. S. 473. — Revue industr. 1876. S. 79.
- Steinsäge, Hobelmaschine und Schleifmaschine von L. Wörner in Aschaffenburg. Bayr. Ind. u. Gewerbebl. 1875. S. 83. — Polytechn. Centralbl. 1875. S. 229. — Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1875. S. 195. — Deutsche Industrieztg. 1875. S. 15.
- Über Steinsägen. Vortrag von Conradi. Engineer. 1876 II. S. 291.
- Quarrying machine by the Steam Stone Cutter Co., Rutland, Vermont. U. S. A. Engineering. 1876 II. S. 267.
- Darby's Steinsäge. Dingler's polytechn. Journ. 1877 II. Bd. 224. S. 158.
- Sägen mit Gusseisenkugelchen nach Struthers & Sons. Dingler's polytechn. Journ. 1877 III. Bd. 225. S. 304.
- Brunton's Steinbearbeitungsmaschine. Bayr. Ind. u. Gewerbebl. 1877. S. 298.
- Stone sawing steam engine by Beverley & Atkins. Engineering. 1878 I. S. 515.
- Branch's Diamantsteinsäge. Der Maschinenbauer. 1878. S. 56.
- Schleifen und Poliren steinerner Säulen auf der Drehbank. Dingler's polytechn. Journ. 1878 III. Bd. 229. S. 322.
- Stone cutting and tools. Journ. of the Franklin Inst. 1878. S. 297.
- Lloyd's Mauerstein-Schleif- und Polirmaschine. Engineering. 1878 II. S. 302.
- Stein- und Bildhauerei mit Maschinenbetrieb von A. Boller & Co. in Mannheim. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 424.
- Gilmore's Werkzeug zum Schleifen und Poliren von Steinen. Scient. American. 1879 II. S. 414.
- Steinsäge von Constantin Pfaff. D. R. P. Prakt. Maschinenkonstr. 1879. S. 399. — Dingler's polytechn. Journ. 1881 II. Bd. 240. S. 183.
- Stone dressing machine by Messrs. Thomas Robinson & Son. Engineering. 1879 II. S. 300.
- Behauen der Dachschiefer mit Maschinen. Deutsche Industrieztg. 1880. S. 126.

- Brunton u. Trier's Steinbearbeitungsmaschine. Dingler's polytechn. Journ. 1877 III. Bd. 225. S. 133.
 — Prakt. Maschinenkonstr. 1877. S. 257. — Engineering. 1877 I. S. 247. — Revue industr.
 1877. S. 209. — Die Eisenbahn. 1881 I. S. 134. — Engineering. 1881 I. S. 275.
- Osborne, Reynolds. Sur l'action d'un jet de sable. Revue univ. 1880 II. S. 516.
- J. Cockburn. Stone dressing machine (Meißelscheibenmaschine). Engineering. 1881 I. Patent Record,
 S. 105.
- J. Holgate. Cutting or dressing stone. Engineering. 1881 II. Patent Record. S. 21.
- Heilmann. Über Hausteine und Steinbearbeitung. Zeitschr. f. Baukunde. 1881. S. 380.
- J. Holgate. Cutting or dressing stone. Engineering. 1881 II. S. 21.
- Sonnemann. Bearbeitung harter Steine. Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1881. S. 176.
- Powis Bale. Stone working machinery. Building News. 1883 I. S. 4. . . . 857.
- E. Wetter's Diamantsäge. Deutsche Industrieztg. 1883. S. 478.
- Stone cutting. Building. (New York.) 1883—84. S. 64, 96.
- How granit is cut. (Spalten. Poliren.) The American Architect. 1884. Bd. 16. Suppl. 30.
- Steinsäge von Violette. Scient. American. 1884. Suppl. S. 7096.
- Altägyptische Steinmetzgeräte. Centralbl. d. Bauverwaltg. 1884. S. 24.
- Steinsäge System Héraud. Revue industr. 1884. S. 255. — Prakt. Maschinenkonstr. 1885. Heft 5.
- Scie hélicoidale pour débiter la pierre. Semaine des constructeurs. 1885/86. S. 202.
- La taille et le polissage des marbres. Semaine des constructeurs. 1885/86. S. 204.
- Application of Gay's stone saw in a marble quarry. Scient. American. 1886 I. S. 147.

Steinbrechmaschinen.

- H. Smith & Robert. Steinbrechmaschine. Polytechn. Centralbl. 1865. S. 509.
- Thomas. Steinbrechmaschine. Polytechn. Centralbl. 1865. S. 1348.
- Dyckhoff's Steinbrechmaschine. Dingler's polytechn. Journ. 1856 IV. Bd. 178. S. 434.
- Buette & Comp. Steinbrechmaschine. Portef. économ. d. mach. 1866. S. 96.
- Bokelberg. Über Steinbrechmaschinen. Zeitschr. d. Hannov. Ing. u. Arch. Ver. 1864. S. 150. —
 1866. S. 387.
- Notizen über Steinbrechmaschinen. Armengaud. Publication industr. 1866. Bd. 16. S. 75. Taf. 7.
- Drake & Reid. Brechwalzwerk. Dingler's polytechn. Journ. 1869 IV. Bd. 194. S. 26.
- Schwartzkopff. Steinbrechmaschine. Zwick's Jahrb. f. Baugew. 1870. S. 318.
- J. Withinshaw. Kollermühle mit hydraulischem Drucke. Engineering. 1871 II. S. 82.
- Archer's Steinbrechmaschine. Engineer. 1872 I. S. 255. — Engineering. 1875 II. S. 475. — Iron,
 1876 I. S. 548. — Der Maschinenbauer. 1876. S. 289. — 1872. S. 169. — Zwick's Jahrb. f.
 Baugew. 1872. S. 144. — Dingler's polytechn. Journ. 1872 II. Bd. 204. S. 364.
- Camroux. Steinbrechmaschine. Scient. American. 1871 II. Bd. 25. S. 86. — Der Maschinenbauer.
 1871. No. 204. — Dingler's polytechn. Journ. 1872 II. Bd. 204. S. 364.
- Betrachtungen über Steinbrechvorrichtungen. Dingler's polytechn. Journ. 1874 IV. Bd. 214. S. 20.
- Broyeur Hanctin. Revue industr. 1875 I. S. 73.
- Blake's Steinbrechmaschine. Dingler's polytechn. Journ. 1870 I. Bd. 195. S. 471. — Verbesserung
 von R. Broadbent. Scient. American. 1876 I. S. 275. — Dingler's polytechn. Journ. 1877 II.
 Bd. 224. S. 249. — Deutsche Bauztg. 1877. S. 161. — Deutsche allgem. polytechn. Zeitg.
 1878 II. S. 341.
- Machines à broyer, concasser et pulvériser les matières dures. Armengaud. Publication industr. 1877.
 Série 2. Vol. 2. Pl. 32.
- Lucop's Pulverisator. Revue industr. 1878 II. S. 419.
- Hall's Steinbrechmaschine. Iron. 1876 I. S. 837. — 1878 II. S. 200. — Engineering. 1876 II.
 S. 434. — 1878 II. S. 77. — Stummer's Ingenieur. 1877 I. S. 244. — Portef. économ. d.
 mach. 1880. S. 57.
- Gimson's Patent-Duplex-Steinbrechmaschine. Deutsche Bauztg. 1878 II. S. 302.
- Aden's Steinbrechmaschine. Der Maschinenbauer. 1878. S. 407.
- Hall's transportabler Steinbrecher. Der Maschinenbauer. 1878. S. 408. — Engineering. 1879 II. S. 36.
 — Engineer. 1880 I. S. 71.
- Durand & Chapitel. Steinbrecher. Engineering. 1879 II. S. 97.

- Zweifache Steinbrechmaschine von F. Walter. Dingler's polytechn. Journ. 1880 I. Bd. 235. S. 261.
 Brown's Steinbrechmaschine. Dingler's polytechn. Journ. 1880 I. Bd. 235. S. 260.
 Marsden. Transportable Steinbrechmaschine. Engineering. 1871 II. S. 19. — Stummer's Engineering. 1875 II. S. 223. — 1876. S. 33. — Dingler's polytechn. Journ. 1869 IV. Bd. 194. S. 197. — 1872 II. Bd. 20. 4 S. 346.
 Marsden. Steinbrecher mit Elevator. Engineering. 1881 II. S. 84.
 Steinbrechmaschine von Chapitel & Loizeau, desgl. von Anduze, ferner von Vapart, Armengaud. Publication industr. 1881. S. 49. — Revue industr. 1881. S. 3.
 Steinbrecher von Del Ferdinand. Mit einarmigem Hebel. Revue industr. 1883. S. 94.
 W. H. Baxter's neuer Steinbrecher. Dingler's polytechn. Journ. 1884 IV. Bd. 254. S. 58.
 J. H. Johnson's Steinsägemaschine. Dingler's polytechn. Journ. 1885 II. Bd. 256. S. 209.
 Herm. Fischer. Über Zerkleinerungsmaschinen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886. S. 219...399.

Die deutschen Reichspatente

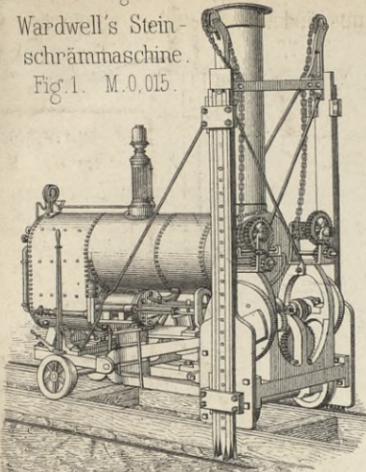
auf Werkzeuge und Maschinen zur Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen befinden sich in den Patentklassen No. 1 (Aufbereitung), 5 (Bergbau), 37 (Hochbauwesen), 50 (Mühlen), 80 (Thonwaren-, Stein- und Cementindustrie) und 87 (Werkzeuge und Geräte), und mögen von denselben noch folgende speziell genannt werden.

- D. R. P. No. 719. Kl. 80. G. J. Schmidt in Ober-Peilau. Steinspaltmaschine.
 D. R. P. No. 829. Kl. 5. C. Hoppe in Berlin. Schrä- und Schlitzmaschine.
 D. R. P. No. 3266. Kl. 37. E. Berten-Nolf in Paris. Steinbearbeitungsmaschine.
 D. R. P. No. 4072. Kl. 87. H. Stoltenberg in Stakendorf. Steinbearbeitungsmaschine.
 D. R. P. No. 4100. Kl. 80. Werkzeugmaschinenfabrik Saxonica (Const. Pfaff) in Chemnitz. Eisernes Gestell für Steinsägen.
 D. R. P. No. 5043. Kl. 80. G. J. Schmidt in Ober-Peilau. Maschine zur Herstellung von Bauteilen aus natürlichen Gesteinsarten.
 D. R. P. No. 5897. Kl. 50. M. Neuerburg in Köln. Neuerungen an Steinbrechmaschinen.
 D. R. P. No. 6085. Kl. 5. J. D. Brunton u. F. H. J. Trier in Battersea, England. Veränderungen an der Brunton'schen Schrämmaschine.
 D. R. P. No. 9052. Kl. 50. F. Selbach in Mannheim. Neuerungen an Steinbrechmaschinen.
 D. R. P. No. 9122. Kl. 67. M. Hirschbeck in Solnhofen. Steinschleifmaschine.
 D. R. P. No. 9643. Kl. 80. H. Schmidt in Pirna. Stock- oder Kieshammer mit abnehmbarer Spitzenbahn.
 D. R. P. No. 11467. Kl. 80. A. Gary in Agen, Frankreich. Neuerungen an Steinsägemaschinen.
 D. R. P. No. 12332. Kl. 80. F. L. H. Lippold u. K. G. Knöschke in Dresden. Maschinen zur Bearbeitung von Steinwalzen, Platten etc.
 D. R. P. No. 16925. Kl. 80. L. Jaquet in Lunéville, Frankreich. Maschine zum Schneiden von Marmor.
 D. R. P. No. 26836. Kl. 50. A. Abadie in Mailand. Neuerung an Kollergängen.
 D. R. P. No. 30017. Kl. 80. J. Crump u. R. Brereton in Philadelphia. Neuerung an Kreissägen zur Bearbeitung von Steinen.
 D. R. P. No. 31070. Kl. 50. Aktiengesellschaft Eisenhütte Prinz Rudolph in Dülmen. Steinbrecher mit unmittelbarem Antrieb der Schwinge.
 D. R. P. No. 32867. Kl. 50. F. Wanneveich in Saint-Denis, Frankreich. Kollergang mit auf getrennten Bahnen laufenden Steinen.
 D. R. P. No. 33517. Kl. 80. A. L. Taverdon in Paris. Diamant-Steinsäge.
 D. R. P. No. 33613. Kl. 50. Villeroy u. Boch in Mettlach. Läuferlagerung für Kollergänge.

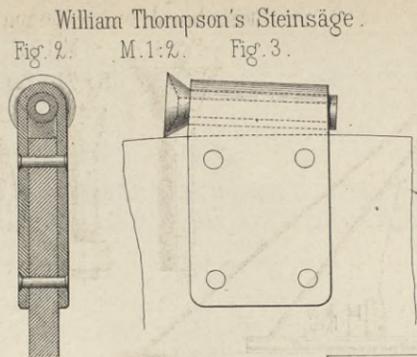
Druckfehlerverzeichnis zu Kapitel XI.

- S. 3. Zeile 17 von oben »Taf. I« statt »Taf. XXIV«, S. 26. Zeile 24 von oben »in« statt »und«.
 S. 7. Zeile 23 von oben »Fig. 9« statt »Fig. 11«, S. 45. Fußn. 56 soll lauten: »D. R. P. No. 18690. Kl. 80«.
 S. 11. Zeile 6 von unten »Fig. 13« statt »Fig. 19«, S. 55. Zeile 1 von oben »Chalmers« statt »Calmers«.
 S. 25. Zeile 12 von oben »Violette« statt »Violettie«, S. 56. Zeile 19 von oben »Gimson« statt »Simson«.

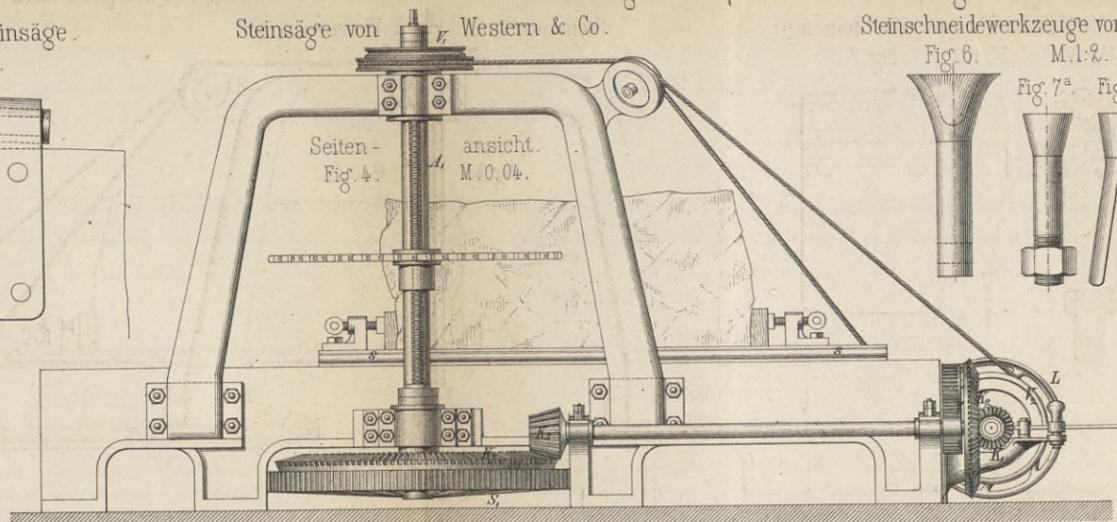
Gewinnung, Transport und Zerteilung der Bausteine. Steinsägen.



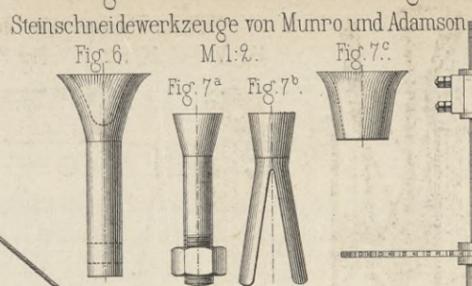
Wardwell's Steinschrämmaschine. Fig. 1. M. 0.015.



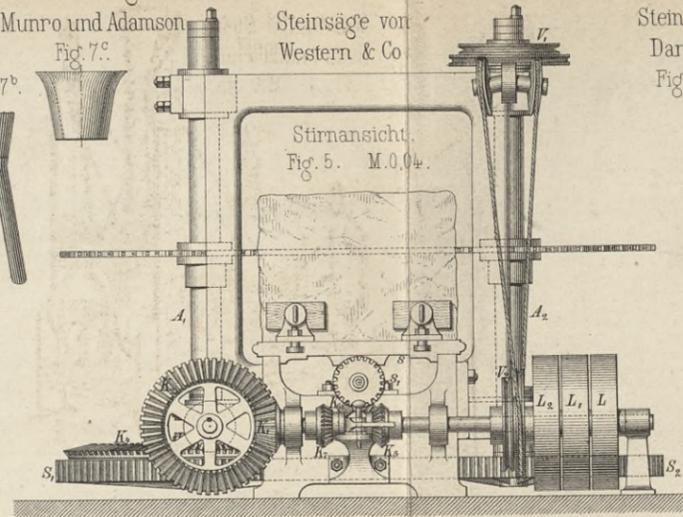
William Thompson's Steinsäge. Fig. 2. M. 1:2. Fig. 3.



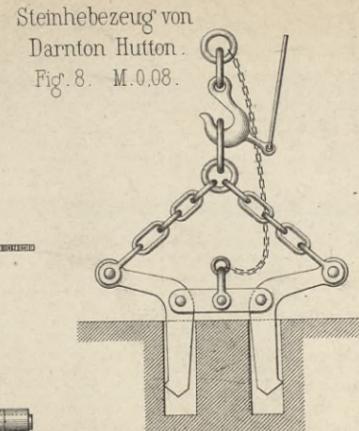
Steinsäge von Western & Co. Seitenansicht. Fig. 4. M. 0.04.



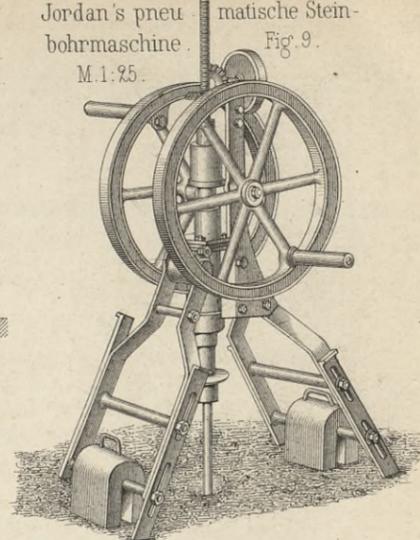
Steinschneidewerkzeuge von Munro und Adamson. Fig. 6. M. 1:2. Fig. 7^a. Fig. 7^b. Fig. 7^c.



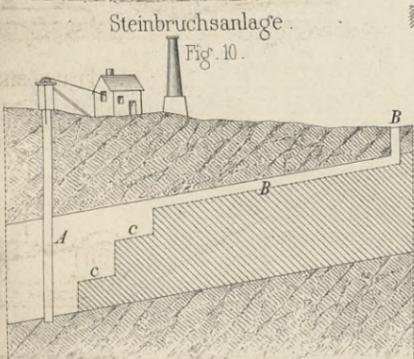
Steinsäge von Western & Co. Stirnansicht. Fig. 5. M. 0.04.



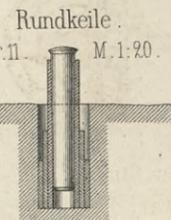
Steinhebezeug von Darnton Hutton. Fig. 8. M. 0.08.



Jordan's pneumatische Steinbohrmaschine. Fig. 9. M. 1:25.



Steinbruchsanlage. Fig. 10.



Rundkeile. Fig. 11. M. 1:20.

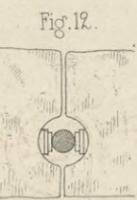
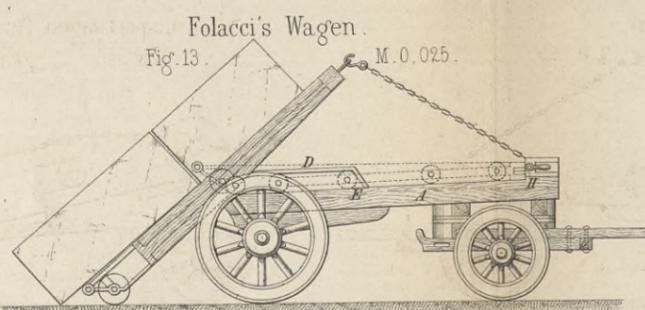
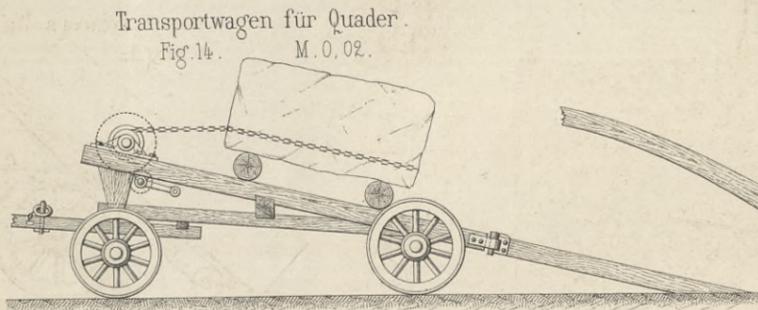


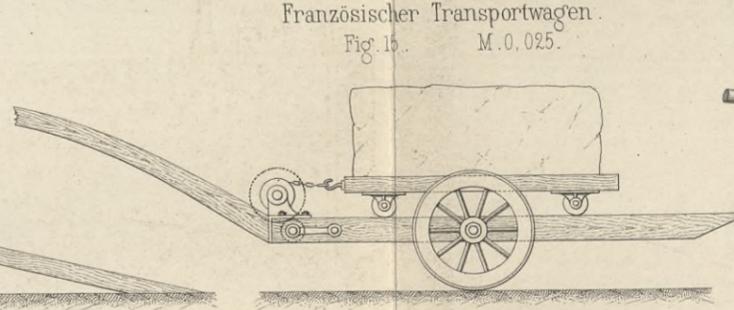
Fig. 12.



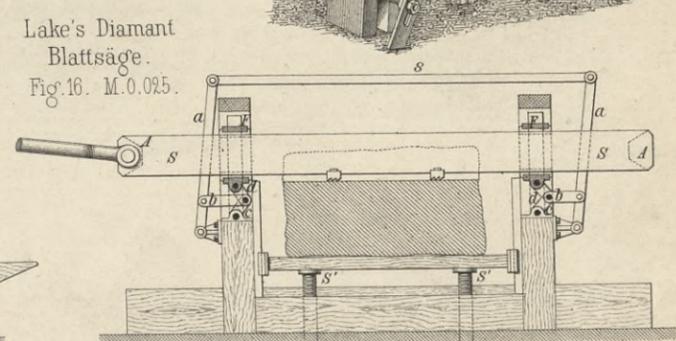
Folacci's Wagen. Fig. 13. M. 0.025.



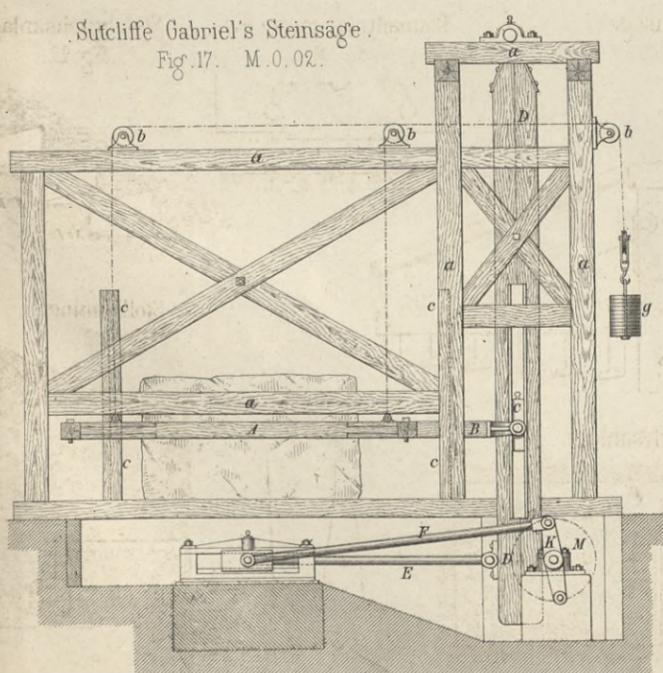
Transportwagen für Quader. Fig. 14. M. 0.02.



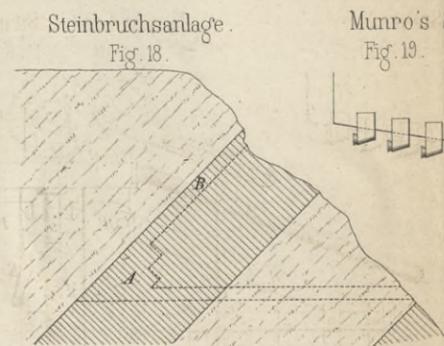
Französischer Transportwagen. Fig. 15. M. 0.025.



Lake's Diamant Blattsäge. Fig. 16. M. 0.025.



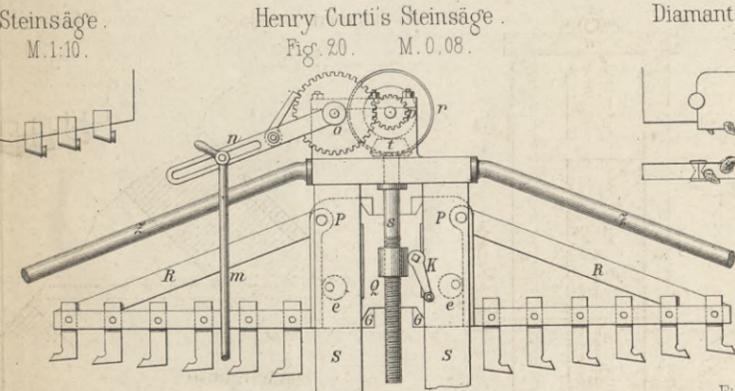
Sutcliffe Gabriel's Steinsäge. Fig. 17. M. 0.02.



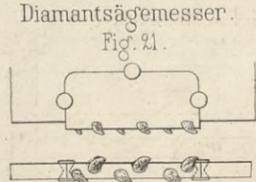
Steinbruchsanlage. Fig. 18.



Munro's Steinsäge. Fig. 19. M. 1:10.



Henry Curti's Steinsäge. Fig. 20. M. 0.08.



Diamantsägemesser. Fig. 21.



Steinbruchsanlage. Fig. 22.

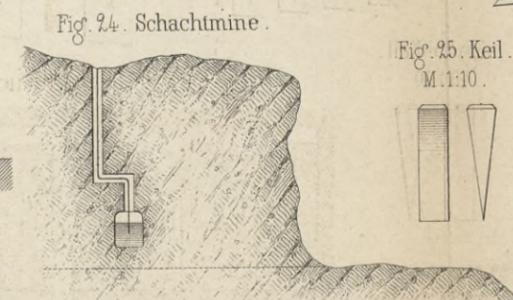


Fig. 24. Schachtmine.



Fig. 25. Keil. M. 1:10.

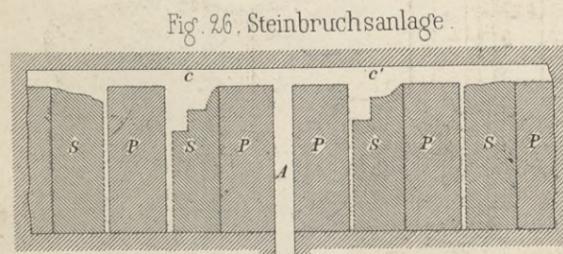


Fig. 26. Steinbruchsanlage.

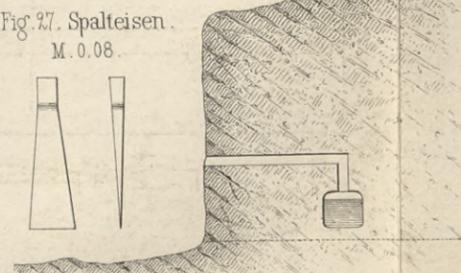
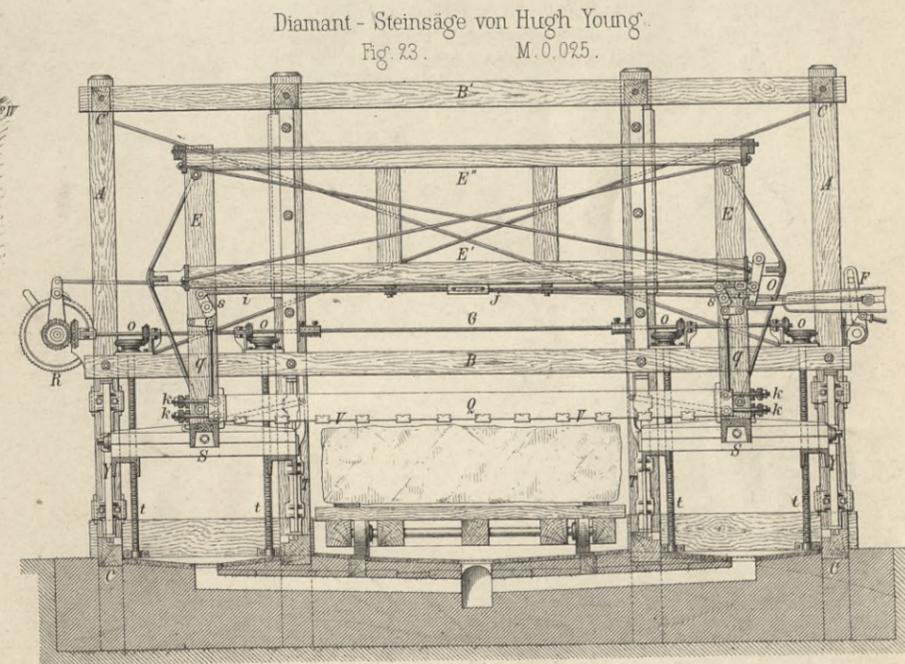


Fig. 27. Spalteisen. M. 0.08.



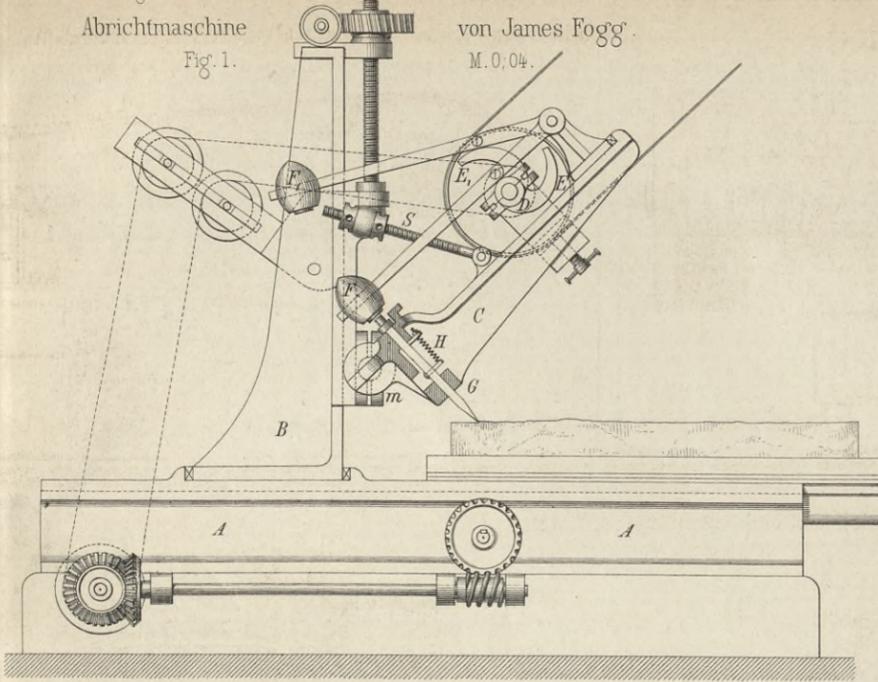
Stollenmine. Fig. 28.



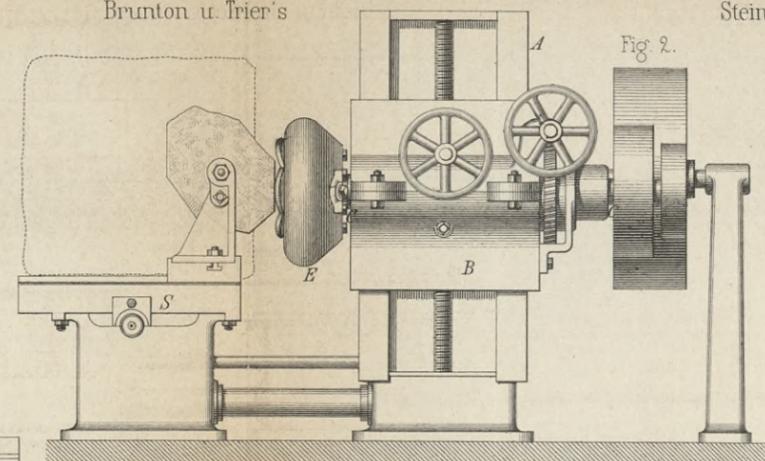
Diamant-Steinsäge von Hugh Young. Fig. 23. M. 0.025.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

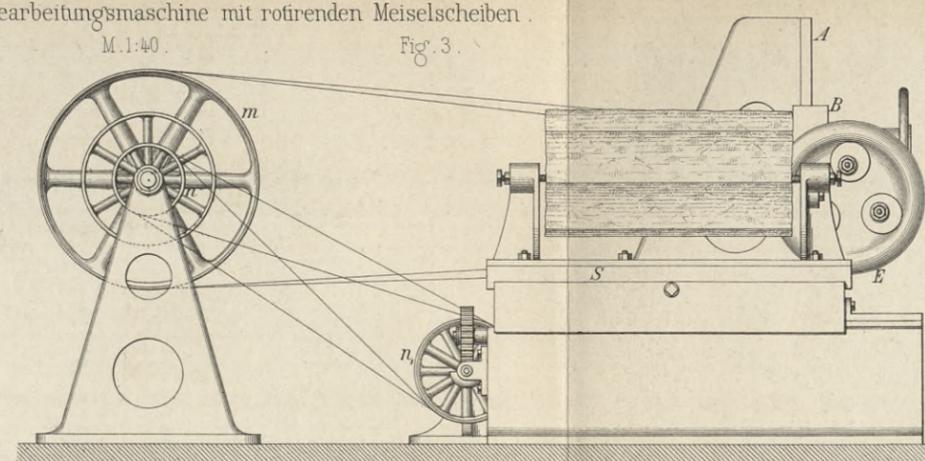
Abrichtmaschine von James Fogg. M. 0,04. Fig. 1.



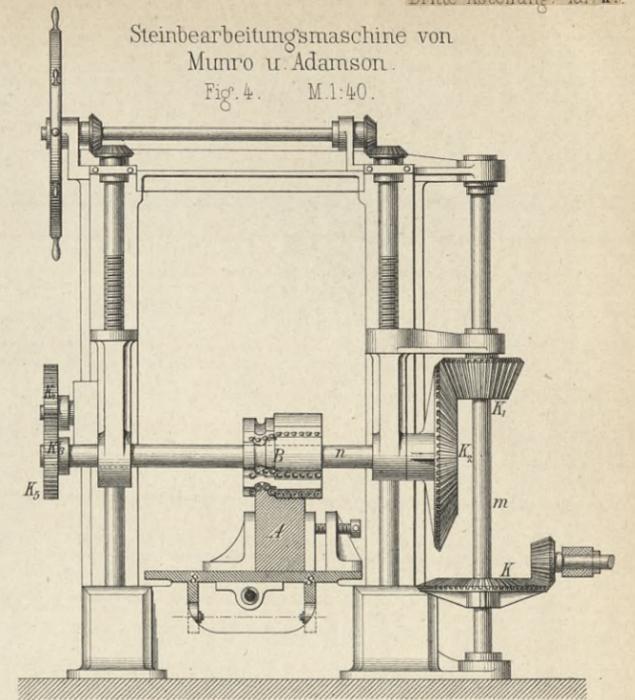
Brunton u. Trier's



Steinbearbeitungsmaschine mit rotierenden Meiselscheiben. M. 1:40. Fig. 3.



Steinbearbeitungsmaschine von Munro u. Adanson. Fig. 4. M. 1:40.



Steinhobelmaschine von Western u. Co. M. 1:40. Fig. 7.

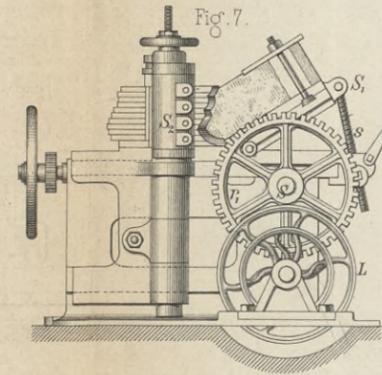
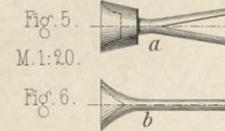
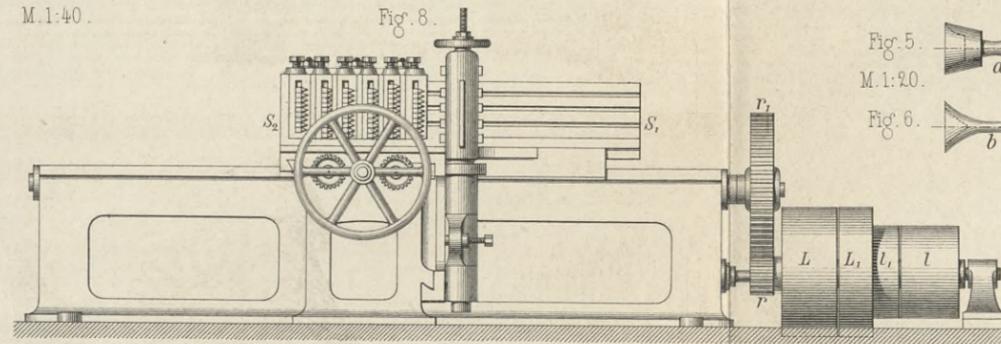


Fig. 8.

M. 1:40.



Meiselscheibe u. Messerkopf von Brunton u. Trier. Fig. 13.

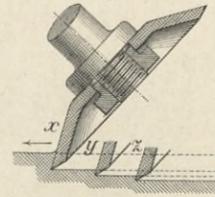
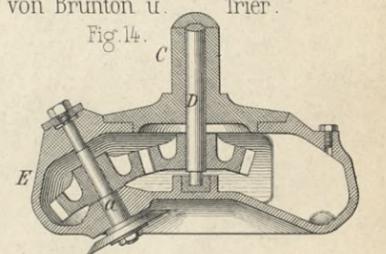
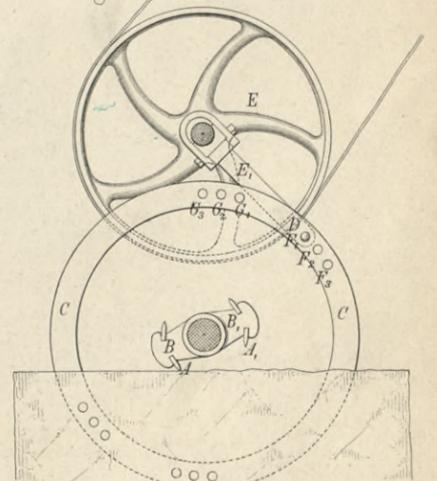


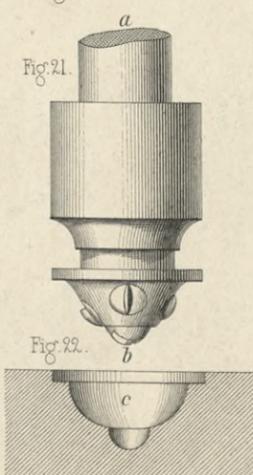
Fig. 14.



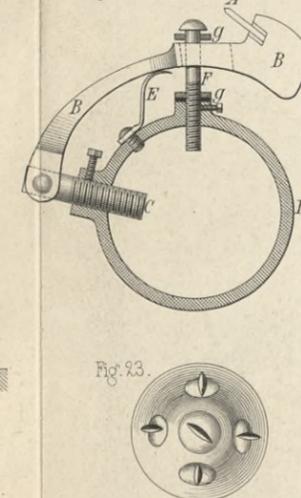
Abrichtmaschine mit oscillirendem Messerkopf. Fig. 24. M. 0,03.



Diamantfräse von Lake. Fig. 21-23. M. 1:10.



Zur Abrichtmaschine von Melville Clark. Fig. 20. M. 1:10.



Steinfräsmaschine von Western u. Co. M. 0,04. Fig. 17.

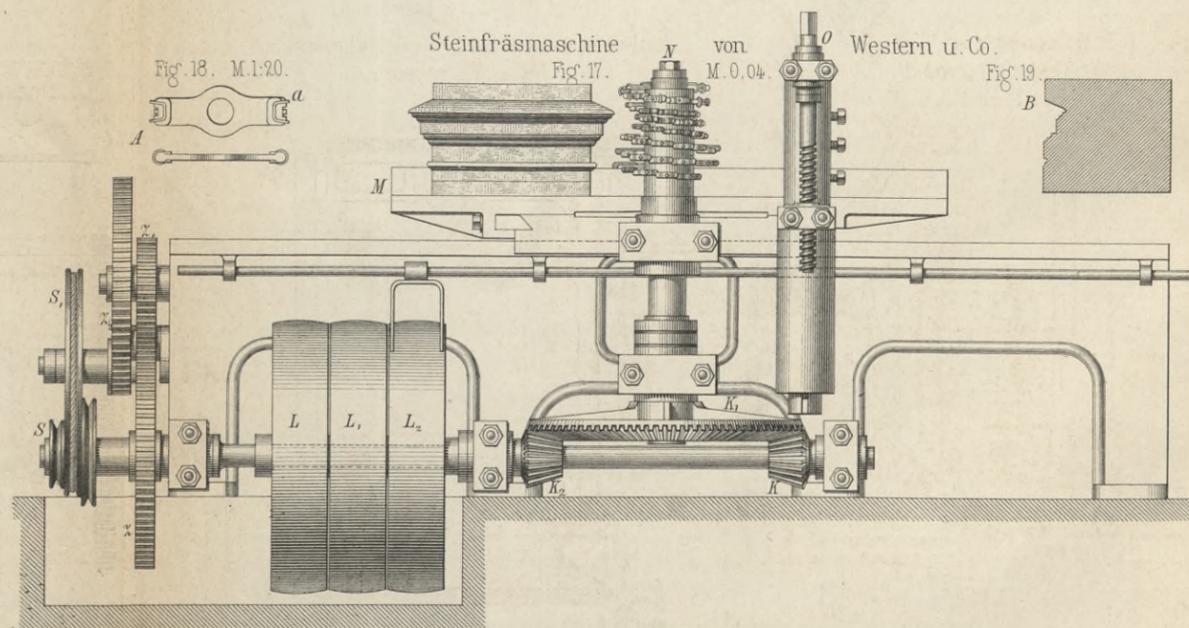
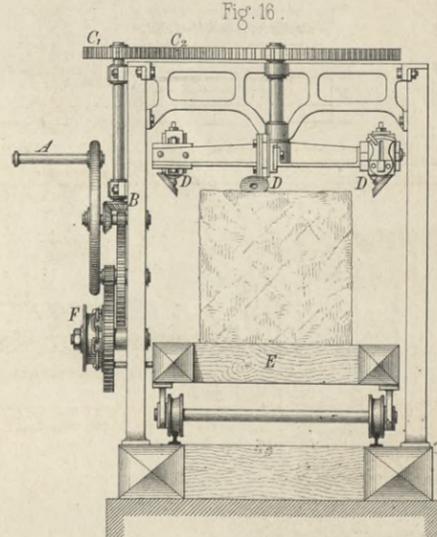


Fig. 18. M. 1:20.



Abrichtmaschine mit Krönelscheiben von Keller u. Watzstein. Fig. 16.



Krönelscheibe von Keller u. Watzstein. Fig. 10.

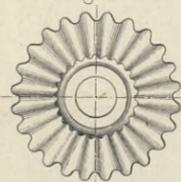


Fig. 11.

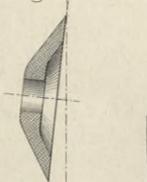
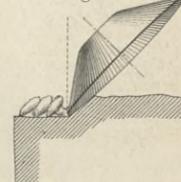
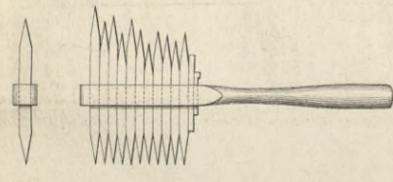


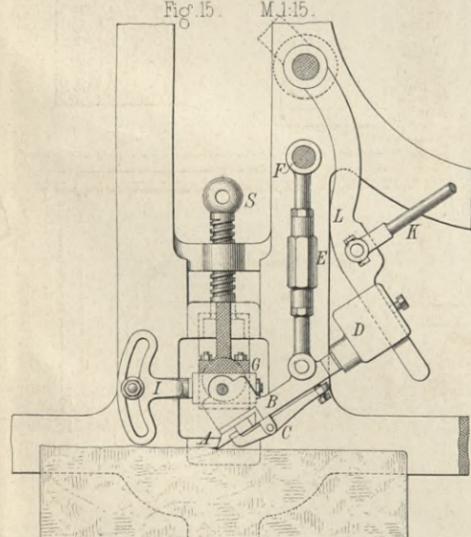
Fig. 12.



Krönel. Fig. 9. M. 1:10.

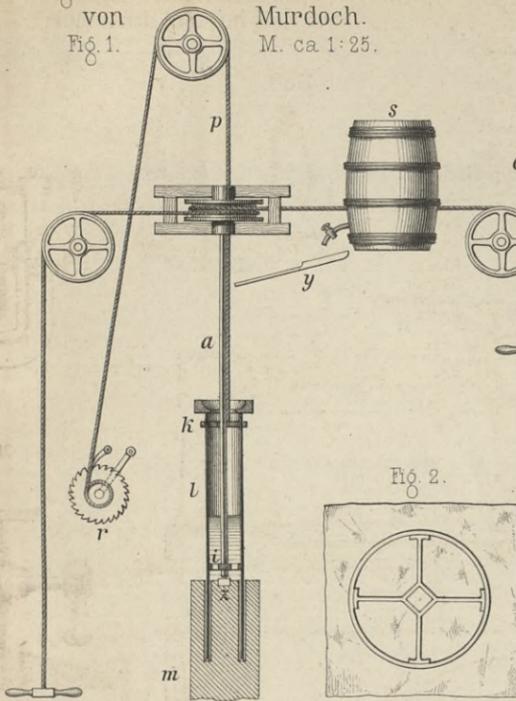


Abrichtmaschine von Robert Sirwood. Fig. 15. M. 1:15.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

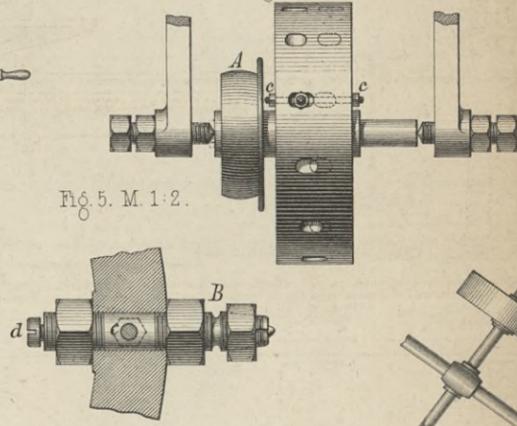
Fig. 1 u. 2. Röhrenbohrmaschine von Murdoch. M. ca. 1:25.



Dampfsandstrahlgebläse von Tilghman. Fig. 3. M. ca. 1:6.



Fig. 4 u. 5. Diamant-Steinbearbeitungsmaschine von Newton. Fig. 4. M. 1:6.



Maschinen zum Fräsen, Bohren, Schleifen und Polieren der Steine.

Fig. 6 u. 7. Kopirfräsmaschine System Dutel Valet. Fig. 6. M. 1:20.

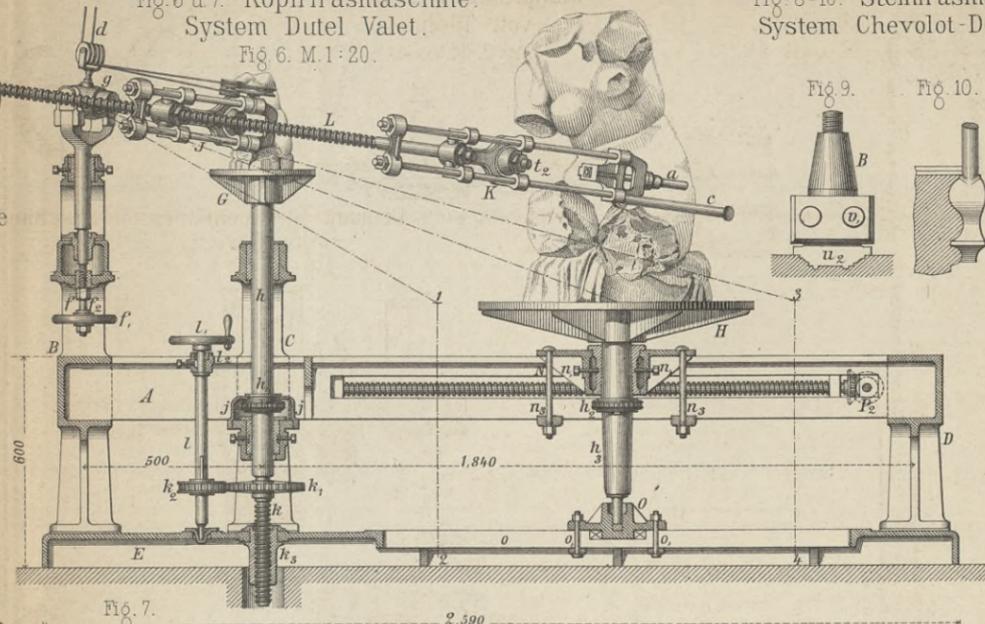


Fig. 8-10. Steinfräsmaschine System Chevolut-Decoster.

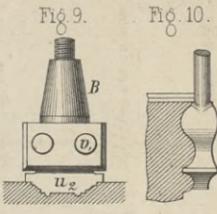


Fig. 8. M. 1:20.

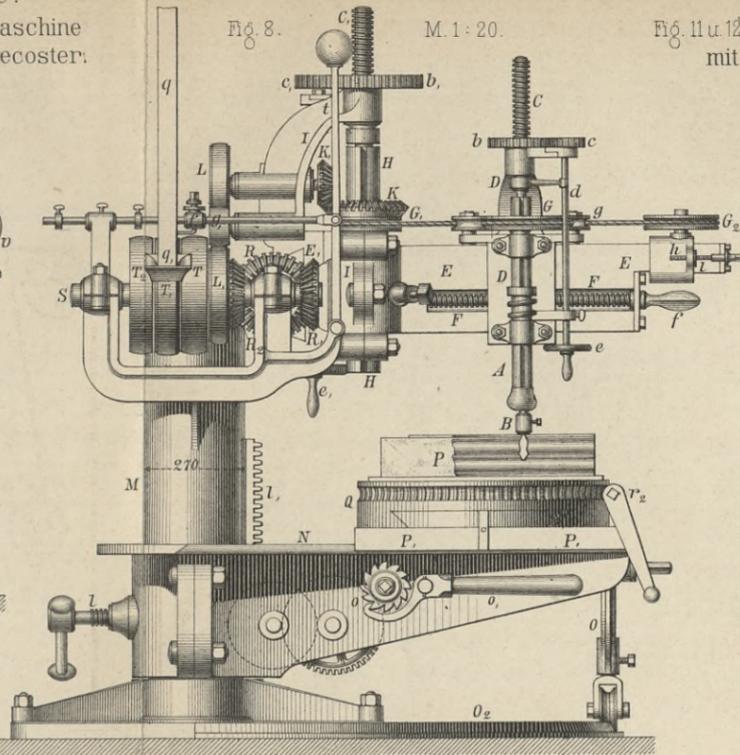
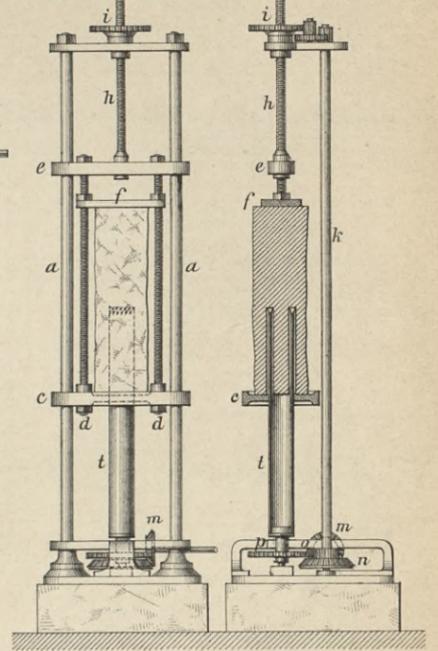
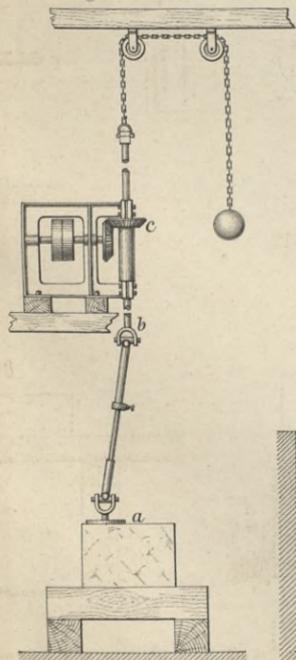


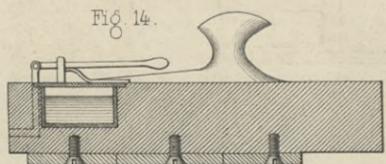
Fig. 11 u. 12. Röhrenschneidmaschine mit Schraubenvor-schub. M. ca. 1:25.



Polirwerk mit gelenkiger Antriebswelle. Fig. 13. M. ca. 1:50.



Polirhobel mit Bleibacken. Fig. 14.



Steinschleifmaschine von Bastin. Fig. 15. M. ca. 1:25.

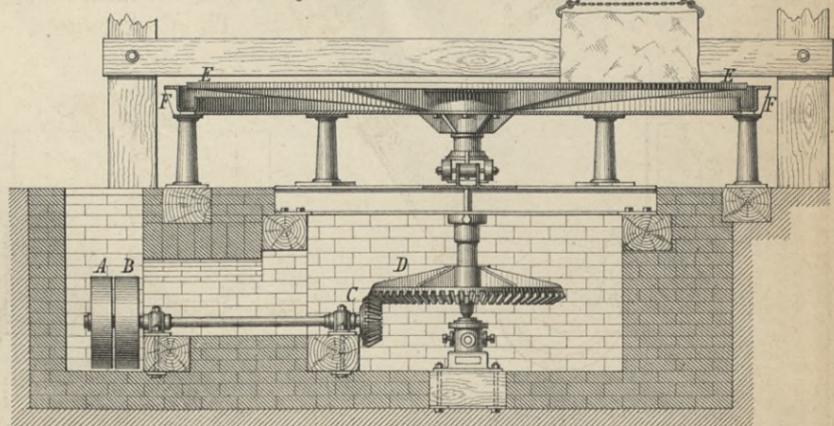


Fig. 16 u. 17. Lloyd's Schmirgelfräsmaschine für Backsteine. Fig. 17.

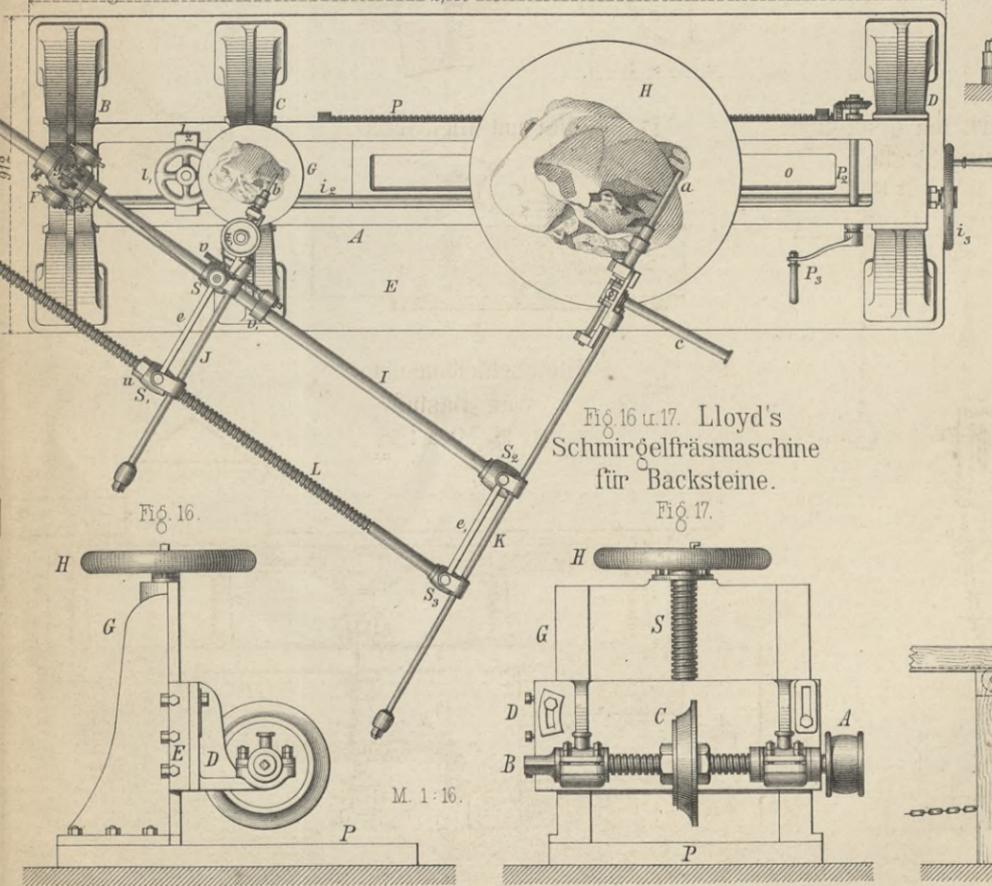
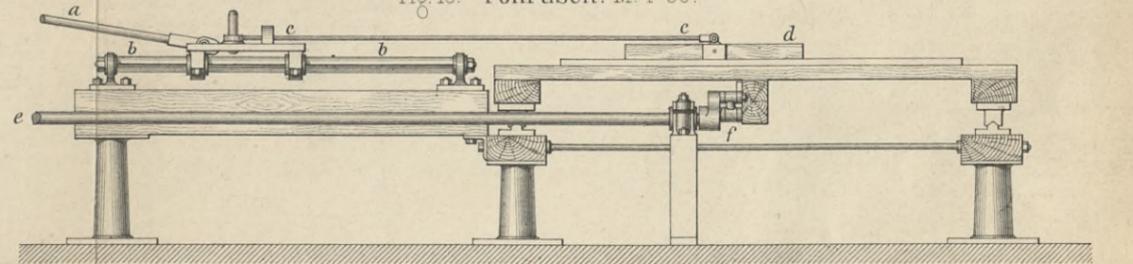


Fig. 18. Polirtisch. M. 1:30.



Steinschleifmaschine von Sutcliffe. Fig. 19. M. 1:25.

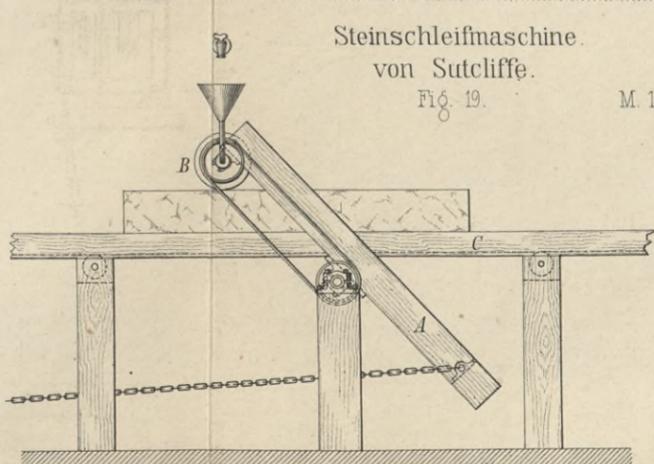
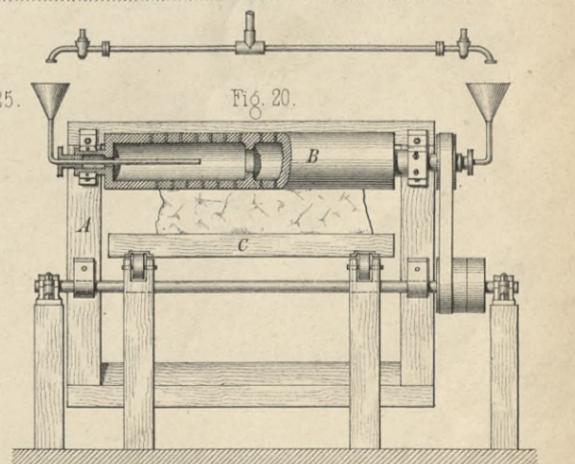


Fig. 20.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

736176

dioptrye serij jak je popravi

III - 306601

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298669

