





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301456











544

# Der Eisenbahnbau.

Leitfaden

für

Militär-Bildungsanstalten

sowie für

Eisenbahntechniker

von

**Franz Tschertou,**

Hauptmann und Fachlehrer an der k. u. k. technischen Militär-Akademie in Mödling.

Mit über 400 Textabbildungen und 7 Zeichnungs-Tafeln.

Zweite, teilweise umgearbeitete und durch einen Anhang über feldmäßige normalspurige Eisenbahnen und Blockeinrichtung vermehrte Ausgabe.

3150

---

Wiesbaden.

C. W. Kreidels Verlag.

1908.

III 12

8



## Bergbahnen.

- Strub, E.**, Bergbahnen der Schweiz bis 1900. I. Drahtseilbahnen. 4<sup>o</sup>. (71 S. m. allen Längenprofilen, Tabellen über die Hauptverhältnisse, 61 Textabbild. u. 8 Taf. in Autotypie). 1900. Mk. 6.—
- II. Reine Zahnradbahnen. 4<sup>o</sup>. (191 S. m. Längenprofilen, Tabellen u. 156 Abbild. im Text.) 1902. Mk. 6.—

## Blockwerke.

- Boda, Doc.** Eisenb.-Oberingen. in R. Mart., Die Schaltungstheorie der Blockwerke. Mit einem Vorwort von Geh. Reg.-Rat Prof. G. Barkhausen. (Aus: „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“.) gr. 4<sup>o</sup>. (91 S. m. 19 Taf.) 1899. Mk. 8.—

## Brückenbau.

- Tschertou,** Der Brückenbau. 2., durch Aufnahme der österr. Brückenverordn. von 1904 und 1906 u. der preuss. Brücken-Vorschriften von 1903 ergänzte Ausgabe. (XVI u. 596 S. m. 634 Abbild.) Lex 8<sup>o</sup>. 1907. Mk. 12.—, geb. Mk. 13.—

## Brücken und Dächer.

- Otzen,** Eisenb.-Bau- und Betriebsinsp. a. D. Priv.-Doz. Assist. Robert, Zahlenbeispiele zur statischen Berechnung von Brücken und Dächern. Bearb. in 1. Aufl. v. F. Grages, durchgesehen v. Geh. Reg.-Rat Prof. G. Barkhausen. 2. umgearb. u. verm. Aufl. Mit 329 Abbild. im Text u. auf 3 lith. Taf. (XVI u. 344 S.) Lex. 8<sup>o</sup>. 1908. Mk. 12.—, geb. Mk. 13.—

## Drahtseilbahnen.

- Walloth,** Reg.- u. Bau-Rat K., Die Drahtseilbahnen der Schweiz. Ergebnisse einer auf Veranlassung des kaiserl. Ministeriums für Elsaass-Lothringen unternommenen Studienreise. gr. 4<sup>o</sup>. (V. u. 82 S. m. 10 Taf.) 1893. In Mappe Mk. 11.—

## Dreigelenkbrücken.

- Teichmann,** Ingen. A., Zahlenbeispiel zur statischen Berechnung von massiven Dreigelenkbrücken vermittelt Einflusslinien. Bearb. nach den Grundzügen des Herrn Geh. Reg.-Rates G. Barkhausen, Prof. an der königl. techn. Hochschule zu Hannover. Mit 29 Abbild. auf 4 lith. Taf. (32 S.) gr. 8<sup>o</sup>. 1904. Mk. 2.40.

## Eisenbeton.

- Barkhausen,** Prof. Geh. Reg.-Rat G., Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton u. ihre Anwendung. (Aus: „Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens“.) (26 S. m. 17 Abbild.) 31,5×24,5 cm. 1907. Mk. 2.—
- Jöhrens,** Beigeordn. Ad., Hilfsmittel für Eisenbeton-Berechnung. (31 S. m. 22 Abbild. u. 11 farb. Taf.) 36,5×28 cm. 1908. In Mappe Mk. 4.60.
- Pilgrimm,** Ingen. Heinr., Theoret. Berechnung der Beton-Eisen-Konstruktionen mit ausführl. Beispielen. (Aus: „Ztschr. f. Architektur u. Ingenieurwesen in Hannover“ nebst Ergänzn. u. prakt. Anwendg. auf verschied. Beispiele.) (46 S. m. 78 Abbild.) gr. 4<sup>o</sup>. 1906. Mk. 2.80.



# Der Eisenbahnbau

von

**Franz Tschertou.**

---

~~18-~~  
~~1.80~~  
~~1.76~~  
Zu 21,76





# Der Eisenbahnbau.

---

**Leitfaden**

für

Militär-Bildungsanstalten

sowie für

Eisenbahntechniker

von

**Franz Tschertou,**

Hauptmann und Fachlehrer an der k. u. k. technischen Militär-Akademie in Mödling.

---

Mit über 400 Textabbildungen und 7 Zeichnungs-Tafeln.

---

**Zweite**, teilweise umgearbeitete und durch einen Anhang über feldmäßige normalspurige Eisenbahnen und Blockeinrichtung vermehrte Ausgabe.

---

**Wiesbaden.**

C. W. Kreidels Verlag.

1908.

Der Eisenbahnbau.

Verlag

Mittler-Verlagsanstalt

Verlag

Eisenbahntechnik

Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

III 15850

Druck von Carl Ritter, G. m. b. H., Wiesbaden.

Akc. Nr.

4017/49



## Vorwort.

---

Die Abfassung der 1. Auflage dieses Leitfadens erfolgte auf Grund des Reichs-Kriegs-Ministerial-Erlasses Abt. 6, Nr. 43 vom 3. Januar 1897 und wurde derselbe mit Erlaß Abt. 6, Nr. 4337 vom 8. November 1897 als Lehrbehelf für die k. u. k. Technische Militärakademie und der k. u. k. Pionierkadettenschule anerkannt.

In der vorliegenden 2. Ausgabe wurde dieselbe Stoffgruppierung beibehalten, der Stoff entsprechend umgearbeitet und durch Anführung eines Anhanges über Streckenblockierung und feldmäßiges Legen von Oberbau vermehrt.

**Franz Tschertou,**  
Hauptmann.





# Inhalts-Verzeichniss.

---

	Seite
Vorwort . . . . .	1
Einleitung . . . . .	1
<b>1. Abschnitt:</b> Allgemeine Vorkenntnisse . . . . .	3
<b>1. Capitel:</b> Geschichte, Bedeutung und Statistik der Eisenbahnen . . . . .	3
§ 1. Geschichte der Eisenbahnen . . . . .	3
1. Geschichte des Geleises . . . . .	3
2. Geschichte der Fahrbetriebsmittel, insbesondere der Locomotive . . . . .	8
3. Geschichte der Construction . . . . .	15
§ 2. Bedeutung der Eisenbahnen . . . . .	18
§ 3. Statistik der Eisenbahnen . . . . .	20
<b>2. Capitel:</b> Classification der Eisenbahnen . . . . .	21
§ 1. Allgemeine Eintheilung der Bahnen . . . . .	21
§ 2. Technische Charakteristik der verschiedenen Bahnen . . . . .	23
<b>3. Capitel:</b> Allgemeine Vorschriften betreffend die Verfassung der auf Eisenbahnen bezüglichen Projecte und die damit zusammenhängenden Amtshandlungen . . . . .	27
§ 1. Vorproject . . . . .	27
§ 2. Definitive Trace . . . . .	30
§ 3. Anzahl und Lage der Stationen . . . . .	31
§ 4. Politische Begehung . . . . .	31
§ 5. Bauconsens . . . . .	34
§ 6. Feuersichere Herstellung . . . . .	34
§ 7. Benützungconsens . . . . .	35
§ 8. Allgemeine Bestimmungen . . . . .	36

	Seite
<b>4. Capitel:</b> Darstellung der Längenprofile, Querprofile und Situationen. Lichtraumprofil Geleiseentfernungen und Weichenradien . . . . .	38
§ 1. Darstellung der Längenprofile . . . . .	38
§ 2. Querprofile . . . . .	41
§ 3. Situation oder Grundriss . . . . .	42
§ 4. Lichtraumprofil, Geleiseentfernungen und Weichenradien . . . . .	43
<b>5. Capitel:</b> Zugkraft und Geschwindigkeit der Locomotive, dann Zugwiderstände und Wagenlast . . . . .	45
§ 1. Zugkraft und Geschwindigkeit der Locomotive . . . . .	45
§ 2. Zugwiderstände, Wagenlast . . . . .	49
<b>6. Capitel:</b> Wahl der Spurweite, Leistungsfähigkeit der Adhäsionsbahnen . . . . .	55
§ 1. Wahl der Spurweite . . . . .	55
§ 2. Leistungsfähigkeit der Adhäsionsbahnen . . . . .	56
<b>7. Capitel:</b> Aufsergewöhnliche Eisenbahnsysteme . . . . .	61
§ 1. Seilbahnen . . . . .	61
1. Aufzüge . . . . .	61
2. Bremsberge . . . . .	65
§ 2. Zahnradbahnen und Bahnen gemischten Systemes . . . . .	65
1. System Riggerbach . . . . .	66
2. System Abt . . . . .	68
3. System Locher . . . . .	69
4. Bahnwiderstände bei Zahnradbahnen und Zugkraft der Locomotive dieser Bahnen . . . . .	70
5. Vergleich zwischen Adhäsions- und Zahnradbahnen. Gefällsverhältnisse bei Bahnen mit gemischtem Systeme . . . . .	72
§ 3. Electriche Bahnen . . . . .	73
A. Betrieb mit Stromzuleitung . . . . .	74
1. Die Kraft- (Central-) Station . . . . .	74
2. Die Stromzuführung . . . . .	75
3. Der Motorwagen . . . . .	80
B. Accumulatorenbetrieb . . . . .	81
§ 4. Bahnen mit Betriebsmaschinen besonderer Art . . . . .	82



	Seite
<b>II. Abschnitt: Tracieren von Eisenbahnen . . . . .</b>	<b>86</b>
<b>1. Capitel: Commercielle Tracierung . . . . .</b>	<b>86</b>
§ 1. Zweck der commerciellen Tracierung, Rentabilität . . . . .	86
§ 2. Bestimmung der Einnahmen aus dem zu erwartenden Verkehr und sonstige Einnahmen . . . . .	88
1. Localer und direkter Verkehr . . . . .	88
2. Durchgangsverkehr . . . . .	94
3. Sonstige Einnahmen . . . . .	94
§ 3. Ermittlung der Betriebsauslagen und der Gröfse des aufwendbaren Bau- und Betriebs-Capitals . . . . .	94
§ 4. Bestimmung der allgemeinen Richtung der Bahn nach Mafsgabe des Verkehrs . . . . .	97
§ 5. Durchschnittliche Baukosten pro km Bahnlänge . . . . .	98
<b>2. Capitel: Technische Tracierung . . . . .</b>	<b>99</b>
§ 1. Generelle technische Vorarbeiten . . . . .	99
1. Bureaustudie . . . . .	99
A. Studium vorhandener Karten . . . . .	99
B. Principielle Behandlung der Culmination . . . . .	103
2. Recognoscirung des Terrains . . . . .	104
3. Vornivellement . . . . .	111
4. Ermittlung der nothwendigen Baulänge . . . . .	113
5. General-Längenprofil . . . . .	117
6. Erwägungen bezüglich der Steigungen . . . . .	122
7. Eintheilung in Betriebsstrecken . . . . .	124
8. Rücksichtnahmen auf die Aufrechterhaltung be- stehender Communicationen, auf den Abfluss der Gewässer, auf Gebäude im Rayon der Bahn . . . . .	125
9. Beachtung eines eventuell nothwendig werdenden zukünftigen zweiten Geleises . . . . .	129
10. Eintheilung und Disposition der Stationen . . . . .	130
11. Zufahrten zu den Stationen . . . . .	137
12. Art der Ausführung der einzelnen Bauobjecte . . . . .	137
§ 2. Detailtracieren . . . . .	138
1. Anfertigung des Schichtenplanes . . . . .	139
2. Construction der Null- oder Leitlinie, des Bahn- polygons und der Bahnlinie . . . . .	140
3. Uebertragung der Bahnlinie auf das Terrain . . . . .	141
4. Stationieren und Nivellieren . . . . .	154
5. Anfertigung des Detail-Längenprofils . . . . .	160

	Seite
6. Lage der Wächterhäuser . . . . .	168
7. Ausweis über Unterbauprojecte u. dergl. . . . .	169
8. Aufnahme der Querprofile . . . . .	170
§ 3. Berechnung der Baukosten . . . . .	171
1. Grundeinlösung . . . . .	172
2. Erdarbeiten . . . . .	173
A. Berechnung der Erdmassen . . . . .	173
a. Vertheilung der Massen durch Rechnung	178
b. Vertheilung der Massen auf graphischem	
Wege . . . . .	182
§ 4 Das Entwickeln im Gefälle . . . . .	197
<b>3. Capitel: Politische Tracierung . . . . .</b>	<b>203</b>
§ 1. Zweck der politischen Tracierung . . . . .	203
§ 2. Gesetzliche Bestimmungen . . . . .	203
1. Concessions-Gesetz . . . . .	203
2. Bestimmungen über das Zusammentreffen des	
Eisenbahn- und Bergbaubetriebes . . . . .	204
3. Tracenführung in der Nähe von Gebäuden . . . . .	205
<b>III. Abschnitt: Der Erdbau . . . . .</b>	<b>206</b>
<b>1. Capitel: Ausführung der Erd- und Felsarbeiten . . . . .</b>	<b>206</b>
§ 1. Vorbereitende Arbeiten . . . . .	206
1. Bodenuntersuchungen . . . . .	206
2. Einrichtung der Baustellen. Beschaffung der	
Geräthe. Geometrische Arbeiten. Rücksicht-	
nahme auf das Setzen der Dämme . . . . .	209
§ 2. Lösen des Bodens oder Gewinnungsarbeiten . . . . .	211
1. Classificierung des Bodens und Arten der Ge-	
winnungsarbeiten . . . . .	211
2. Abtragungsmethoden . . . . .	215
a. Lagenbau . . . . .	215
b. Terrassenbau . . . . .	216
c. Kopfbau . . . . .	217
d. Strassenbau . . . . .	217
e. Röschenbau . . . . .	218
f. Stollenbau . . . . .	218
§ 3. Transport des Bodens . . . . .	220
1. Werfen mit der Schaufel . . . . .	221



	Seite
2. Transport mit Karren . . . . .	221
a. Hand- oder Schubkarren . . . . .	221
b. Hand- und Pferde-Kippkarren-Transport . . . . .	222
3. Erdwagentransport . . . . .	224
4. Aufsergewöhnliche Förderungssysteme . . . . .	225
5. Gefälle der Förderbahnen, Wechsel der Transport- geräthe, Tabelle der Beförderungsdaten . . . . .	225
§ 4. Schüttung des Bodens . . . . .	227
1. Lagenschüttung . . . . .	228
2. Terrassenschüttung . . . . .	228
3. Kopfschüttung . . . . .	228
4. Seitenschüttung . . . . .	229
5. Vollschüttung . . . . .	230
<b>2. Capitel: Erdwerke . . . . .</b>	<b>230</b>
§ 1. Construction der Dämme . . . . .	234
1. Erddämme . . . . .	234
2. Steindämme . . . . .	234
3. Dämme mit Steinvorlagen . . . . .	236
4. Dämme am Wasser . . . . .	244
5. Dammbau aus nassem, rutschigem Materiale . . . . .	250
6. Fundirung der Dämme . . . . .	254
§ 2. Construction der Einschnitte . . . . .	256
1. Erdeinschnitte . . . . .	257
a. Sickergräben . . . . .	258
b. Gegenbankette . . . . .	261
c. Anordnung in durchweichtem Boden . . . . .	261
d. Holzstützungen . . . . .	265
Futtermauern . . . . .	265
2. Felseinschnitte . . . . .	268
§ 3. Befestigung der Damm- und Einschnittsböschungen . . . . .	269
§ 4. Bahngräben . . . . .	270
§ 5. Reconstruction der Erdwerke . . . . .	273
1. Dammrutschungen und Dammreconstructionen . . . . .	274
2. Rutschungen und Reconstruction der Einschnitts- böschungen . . . . .	277
§ 6. Entwässerung ganzer Terraintheile . . . . .	280
<b>IV. Abschnitt: Oberbau und Geleiseverbindungen 283</b>	
<b>1. Capitel: Oberbau . . . . .</b>	<b>283</b>
§ 1. Geleise . . . . .	283
1. Fahrschienen . . . . .	283

	Seite
2. Verbindung der Fahrschienen untereinander zu einem Schienenstrange . . . . .	291
3. Mittel zur Befestigung der breitbasigen Schienen auf den Unterlagen . . . . .	297
4. Mittel zur Befestigung der Stuhlschienen auf den Unterlagen . . . . .	304
5. Mittel gegen Längsverschiebung der Schienen auf den Unterlagen . . . . .	305
6. Spurerweiterung und Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges in Geleisekrümmungen, Uebergangscurven . . . . .	306
7. Verkürzung der Schienen des inneren Schienenstranges in Curven . . . . .	314
8. Pfeilhöhe gebogener Schienen . . . . .	315
9. Dimensionierung der Schienen im Querschwellen-Oberbau . . . . .	315
§ 2. Schienenunterlagen . . . . .	319
1. Zweck und Eintheilung der Unterlagen . . . . .	319
2. Unterlagen aus Stein . . . . .	310
3. Unterlagen aus Holz . . . . .	320
4. Dauer des Schwellenholzes . . . . .	323
§ 3. Eiserner Oberbau . . . . .	324
1. Eintheilung der eisernen Unterlagen . . . . .	324
2. Eiserner Oberbau mit Einzel-Unterlagen . . . . .	325
3. Eiserner Oberbau mit Querschwellen . . . . .	327
4. Eiserner Oberbau mit Langschwellen . . . . .	330
a. Das eintheilige System . . . . .	333
b. Das zweitheilige System . . . . .	334
c. Das dreitheilige System . . . . .	339
§ 4. Vergleich der Unterlagssysteme . . . . .	341
§ 5. Bettung . . . . .	342
1. Zweck der Bettung, Bettungsmaterial . . . . .	342
2. Form der Bettung . . . . .	343
§ 6. Werkzeuge, Geräte und Transportmittel für Oberbauarbeiten . . . . .	345
§ 7. Allgemeiner Vorgang beim Legen des Oberbaues . . . . .	356
a. Vorbereitungsarbeiten . . . . .	356
b. Aussteckarbeiten . . . . .	359
c. Materialtransport . . . . .	361
d. Herstellung der Bettung . . . . .	362
e. Arten des Geleisebaues und allgemeiner Vorgang beim Baue . . . . .	302



	Seite
<b>2. Capitel: Geleiseverbindung</b> . . . . .	363
§ 1. Schiebebühnen . . . . .	363
1. Bestandtheile, Eintheilung und Anwendung der Schiebebühnen . . . . .	363
2. Versenkte Schiebebühnen . . . . .	365
3. Unversenkte Schiebebühnen . . . . .	366
§ 2. Drehscheiben . . . . .	368
§ 3. Ausweichungen . . . . .	370
1. Bestandtheile und Eintheilung der Weichen . . . . .	370
2. Anordnung des Wechsels . . . . .	372
3. Schleppeichen . . . . .	373
A. Wechsel . . . . .	373
B. Kreuzung . . . . .	376
4. Zungenweiche . . . . .	377
A. Zungen . . . . .	377
B. Schienenüberhöhung, Spurerweiterung des Ausweich- und Verbindungsgeleises . . . . .	381
C. Spielraum zwischen Zunge und Stockschiene . . . . .	381
D. Festhaltung der Schienen eines Wechsels . . . . .	382
a. Wurzelbefestigung . . . . .	382
b. Gleitstühle . . . . .	385
c. Unterlagen und Anordnung der Stöfse . . . . .	385
d. Verbindungsstangen u. Stellvorrichtungen . . . . .	385
e. Weichensignale . . . . .	388
E. Die Kreuzung in ihren Theilen. Construction der Kreuzungsblöcke, Befestigung derselben . . . . .	390
F. Anordnung des Ausweichgeleises . . . . .	393
§ 4. Centralisierung der Weichen und Signale . . . . .	401
1. Zweck der Centralisierung der Weichen und Signale . . . . .	401
2. Bestandtheile für die Centralisierung der Weichen und Signale . . . . .	402
3. Verschlusstabelle . . . . .	404
4. Der Centralapparat . . . . .	412
5. Leitungen für Weichen und Signale . . . . .	412
6. Spitzenverschlüsse . . . . .	418
§ 5. Allgemeines über Signale und Blockierung . . . . .	422
a. Signale . . . . .	422
b. Blockierung . . . . .	424
<b>V. Abschnitt: Bauliche Anlagen auf freier Strecke</b> . . . . .	425
<b>1. Capitel: Kunstbauten</b> . . . . .	425
§ 1. Canäle und Durchlässe . . . . .	425
1. Canäle . . . . .	425
2. Durchlässe . . . . .	428

	Seite
§ 2. Brücken . . . . .	435
§ 3. Viadukte . . . . .	437
<b>2. Capitel: Tunnelbau . . . . .</b>	<b>438</b>
§ 1. Projectierung der Tunnels . . . . .	439
1. Geologische Studien . . . . .	439
2. Richtungs- und Steigungsverhältnisse . . . . .	440
3. Tunnelprofile und Mauerstärken . . . . .	440
4. Beachtung eines eventuellen zweiten Geleises . . . . .	443
5. Wölbemateriale . . . . .	444
6. Entwässerung des Tunnelmauerwerkes und Abwässerung des Tunnels, Nischen, Tunnelportal . . . . .	444
§ 2. Disposition des Baues . . . . .	446
1. Mundlochbetrieb . . . . .	446
2. Stollenbetrieb . . . . .	448
3. Fördereinrichtung . . . . .	449
4. Bauangriff durch Schächte . . . . .	449
5. Bauangriff durch Seitenstollen oder Hilfsstollen . . . . .	450
§ 3. Betrieb des Baues . . . . .	451
1. Eintheilung der Ringe . . . . .	451
2. Bergmännische Zimmerung . . . . .	451
3. Wahl der Hölzer . . . . .	455
§ 4. Stollenbau . . . . .	456
1. Allgemeines über den Ausbau der Stollen . . . . .	456
a. Stollenzimmerung im festen Gebirge (Anlege-Zimmerung) . . . . .	457
b. Stollenzimmerung im beweglichen Gebirge (Getriebe-Zimmerung) . . . . .	459
§ 5. Schachtbau . . . . .	462
1. Schachtzimmerung im festen Gebirge (Anlege-Zimmerung) . . . . .	463
2. Schachtzimmerung im beweglichen Gebirge (Getriebe-Zimmerung) . . . . .	464
§ 6. Tunnel-Bausysteme . . . . .	466
a. Das alte deutsche System . . . . .	466
b. Das belgische System . . . . .	467
c. Das englische System . . . . .	469
d. Das österreichische System . . . . .	470
e. Das neue deutsche System . . . . .	472
f. Das Eisenbau-System nach Rziha . . . . .	472
§ 6. Vorgang bei der Mauerung . . . . .	473



Inhalts-Verzeichniss.	XV
	Seite
§ 7. Bohrmaschinen . . . . .	475
a. Schematische Darstellung der Gesteinsbohrmaschine von Ferroux . . . . .	476
1. Allgemeine Angaben . . . . .	476
2. Beschreibung der Maschine . . . . .	476
b. Schematische Darstellung der Gesteins-Drehbohrmaschine von Brandt . . . . .	479
1. Allgemeine Angaben . . . . .	479
2. Beschreibung der Maschine . . . . .	479
<b>3. Capitel: Nebenanlagen . . . . .</b>	<b>482</b>
§ 1. Niveauübergänge . . . . .	482
§ 2. Bahneinfriedigungen . . . . .	488
§ 3. Bahnzeichen . . . . .	489
a. Warnungstafeln . . . . .	489
b. Neigungszeiger . . . . .	489
c. Distanzzeiger . . . . .	491
§ 4. Schutzvorrichtungen gegen Schnee- und Flugsandverwehungen, Lawinen, Muhren und Gerölle . . . . .	492
A. Schutz gegen Schneeverwehungen . . . . .	492
B. Schutz gegen Flugsandverwehungen . . . . .	498
C. Schutz gegen Lawinen . . . . .	499
D. Schutz gegen Muhren und Gerölle . . . . .	499
<b>Anhang . . . . .</b>	<b>501</b>
<b>I. Feldmässige normalspurige Eisenbahnen . . . . .</b>	<b>501</b>
a. Linienführung feldmässiger normalspuriger Eisenbahnen . . . . .	501
Zusammenstellung der Stärke und Ausrüstung der Tracierungs-Partien . . . . .	507
b. Der Unterbau feldmässiger normalspuriger Eisenbahnen . . . . .	517
c. Oberbau feldmässiger normalspuriger Eisenbahnen . . . . .	517
<b>II. Princip der Blockeinrichtung . . . . .</b>	<b>526</b>





## Druckfehler-Verzeichnis.

Seite	Zeile von		statt :	zu setzen :
	oben	unten		
8	—	1	geladen	beladen
95	—	8	$q_1$	$g_1$
96	8	—	$q_1$	$g_1$
116	12	—	$H \cdot 2 \cdot R \frac{1}{m}$	$H \cdot 2 \cdot R \frac{1}{m}$
118	—	—	In Fig. 37, Cote von A u. T: 524,70 u. 550,70	528,8 und 551,05
183	12	—	Massenprofil	Verteilungsprofil
184	1 u. 2	—	"	"
194	—	4 u. 12	Abfuhrlinie	Anfuhrlinie
195	5	—	"	"
196	4	—	Massenprofil	Verteilungsprofil
213	12 u. 13	—	III b III a	III a III b
240	—	13	Futtermauer	Stützmauer
244	—	6	245	246
309	3	—	$e = \left( \frac{W + 2 \sqrt{2 r t}}{8 R} \right)^2$	$e = \frac{(W + 2 \sqrt{2 r t})^2}{8 R}$
310	2	—	$R - 180$	$R = 180$
315	7	—	$\frac{126 l^2}{R}$	$\frac{125 l^2}{R}$
397	—	5	$\frac{2 r}{l^2}$	$\frac{l^2}{2 r}$





## Einleitung.

---

Die Eisenbahn, wie wir sie heute kennen, ist das Werk vieler hervorragender Männer, das Resultat der Bemühungen eines langen Zeitraumes und mußten Erfahrung und Theorie gemeinsam wirken, um die Wissenschaft, welche den Eisenbahnbau lehrt, auf jene Höhe zu bringen, auf welcher sie sich gegenwärtig befindet.

Nach drei verschiedenen, aber sich wechselseitig bedingenden Richtungen hin war die Erfahrung Lehrmeisterin und hatte sich die Erkenntnis erweitern müssen, ehe die Eisenbahnen ihre volle grosse Bedeutung als Wirtschaftsobject ersten Ranges erlangen konnten.

Es mußte nicht nur das Gleise oder die Bahn, auf welchem die Wagen rollen, und diese sowie der Motor sich entwickeln, sondern auch die Construction, auf welcher das Gleise ruht.

Wie aus den geschichtlichen Daten entnommen werden kann, stehen das Gleis, der Motor und die Construction zur Unterstützung der Bahn in ihrer Entwicklung im innigen Zusammenhang.

---





## I. Abschnitt.

### Allgemeine Vorkenntnisse.

#### 1. Capitel.

#### *Geschichte, Bedeutung und Statistik der Eisenbahnen.*

##### § 1. Geschichte der Eisenbahnen.

Die Geschichte der Eisenbahnen, aus welcher man nebst der Entwicklung derselben noch die Bedingungen und Gesetze der Entwicklung, dann die culturelle Bedeutung der Bahnen ersieht und einen allgemeinen Überblick über den Gegenstand selbst gewinnt, gliedert sich in:

1. Die Geschichte des Geleises,
2. Die Geschichte der Fahrbetriebsmittel und
3. Die Geschichte der Construction der Eisenbahnen.

##### 1. Die Geschichte des Geleises.

Als Vorläufer der heutigen Eisenbahnen sind die Spurbahnen zu betrachten, deren Technik schon in althistorischer Zeit entwickelt war.

Nach Curtius waren die ältesten Kunststraßen Griechenlands bereits mit Steingeleisen versehen.

Häufig wurden an Saumpfaden u. dgl. die Spuren tiefer Radfurchen gefunden, deren gründliche Untersuchung zeigte, dass es sorgfältig ausgehauene, geglättete Canäle sind, Geleise für die Räder der Fuhrwerke, um sie gesichert und leicht dahin rollen zu lassen.

Ob die Griechen zuerst steinerne Kunstgeleise schufen, oder ob sie dieselben von einem älteren Culturvolke erhielten, ist unbekannt.

Wahrscheinlich waren die Ägypter, welche das Räderfuhrwerk schon früher benützten, hierin ihre Lehrmeister.

Mit der Ausbreitung des römischen Reiches, deren Machthaber zur Bewegung ihrer Eroberungsheere breite Bahnen bedurften, verschwanden die Spurbahnen, um erst in späterer Zeit abermals zur Geltung zu gelangen; Chroniken aus dem 16. Jahrhunderte erzählen von ausgehöhlten Bahnen und Geleisen zur leichteren Fortschaffung der Förderwagen (Hunde) in den Grubengängen.

Hölzerne Schienenwege als Ersatz für die gewöhnlichen Strafsen wurden in England zwischen 1649 und 1682 als Fortsetzung der Grubengeleise nach aufsen, um Kohlen und andere Materialien von den Gewinnungsplätzen nach den Seehäfen ohne Umladung befördern zu können, angewendet. Weiters ist geschichtlich nachweisbar, dass ebenfalls in England vor etwa 200 Jahren sehr einfach angelegte Spurbahnen ohne Verbindung mit Bergwerken entstanden. Bei derartigen Anlagen bildete man einen Rost, indem man Querhölzer in mässigen Abständen von einander legte, darauf Langhölzer befestigte und den Raum zwischen denselben mit passenden Stoffen wie Schlacke, Kies u. dgl. ausfüllte, so dass die obere Seite der Langhölzer in die Oberfläche der Strafsen zu liegen kam und die Räder der gewöhnlichen Landfuhrwerke nach Belieben auf diese Holzschienen gelangen oder von ihnen abgehen konnten.

Derartige Bahnen können als erstes Glied einer zusammenhängenden Reihe von Entwicklungsstufen angesehen werden, welche in der heutigen Eisenbahn, diesem wunderbaren Verkehrsmittel unserer Zeit, ihren Abschluss findet.

Es währte noch etwa 100 Jahre bis man dazu schritt — und zwar auch zuerst in England —, statt Holz Gusseisen als Schienenmaterial zu verwenden. Dieser bedeutsame Fortschritt erfolgte im Jahre 1767 durch den Hochofenbesitzer Mr. Reynolds in Colebrook Dale; jedoch gab hiezu nicht die grössere Dauerhaftigkeit des Eisens den ersten Anstoss, sondern man benutzte gusseiserne Platten, weil augenblicklich wegen der für dieselben niedrigen Eisenpreise keine bessere Verwendung



war. Diese Platten wurden mittelst Nägel auf die Langhölzer der Spurbahn derart befestigt, dass deren schwach muldenförmige Oberfläche bündig mit der StraÙe zu liegen kam und wie vorher die der Hölzer von den Rädern befahren wurden.

Sehr bald zeigte sich, dass neben der größeren Dauerhaftigkeit auch der Reibungswiderstand der Räder auf diesen eisernen Bahnen viel geringer, als der auf Holz war, dass also mit denselben Kräften, z. B. mit derselben Anzahl von Pferden, größere Lasten befördert werden konnten und dass außerdem die Erhaltungskosten viel geringere waren als bei den Holzbahnen.

Diese guten Erfahrungen bestimmten zuerst Ben Curr im Jahre 1776 in den Kohlenbergwerken von Sheffield die erste Bahn mit gusseisernen Schienen auszuführen, welche seitwärts einen erhöhten Rand hatten, damit die Fuhrwerke Spur halten konnten. Die Spurweite betrug 5 englische Fuß und dieses Maß ging auch auf die Schienen mit flachem Kopfe über; nach Abrechnung der Kopfbreite ergab sich zwischen den Schienen ein Lichtmaß von  $4' 8\frac{1}{2}''$  engl. Fuß = 1,435 m, welche lichte Spurweite seit jener Zeit fast allgemein gebräuchlich ist.

Die Schienen von Ben Curr wurden im allgemeinen auf Langhölzern befestigt, welche wiederum auf Querhölzern ruhten.

Im Jahre 1793 ersetzten Josef Burns und Mr. Outram in Derbyshire die Holzunterlagen durch Steinblöcke, auf denen die 3' langen und unten mit einer Rippe versehenen Schienenstücke ruhten; die so erbauten Wege erhielten den Namen Outram's Ways oder Tramways, ein Name, der sich bis auf die neueste Zeit für die StraÙenbahnen größerer Städte erhalten hat.

Die Schienen mit seitlichem Rande konnten auch von gewöhnlichen Fuhrwerken befahren werden, was als Vortheil anzusehen war, doch behielt man diese Form nicht bei, weil sich auf den flachen Schienen Staub, Sand, Steine u. s. w. lagern konnten, was vielfache Entgleisung der Fuhrwerke zur Folge hatte. Dies führte zur Einführung der Räder mit Spurkränzen und zur Construction der zugehörigen Schienen.

Derartige Schienen von Gusseisen ohne Rand, mit abgerundetem Schienenkopfe zeigen die Figuren 1—6. Diese Schienen *s* waren in gusseisernen Lagern (*chairs*) *c* durch schmiedeeiserne Nägel *n* festzuhalten, welch' letztere man durch hölzerne Dübel *p* und Nägel mit den Steinsockeln befestigte.

Fig. 1.

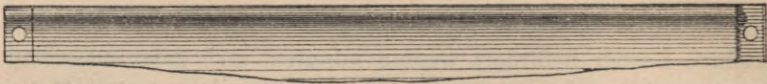


Fig. 2.

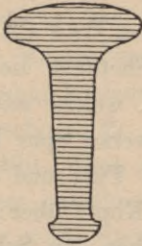
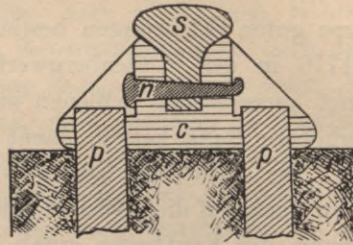


Fig. 3



Später legte man, um die Wirkung der Stöße einigermaßen zu vermindern, ein mit Theer getränktes Stück Pappe oder alten Hutfilz zwischen Lager und Steinfläche.

Fig. 4.

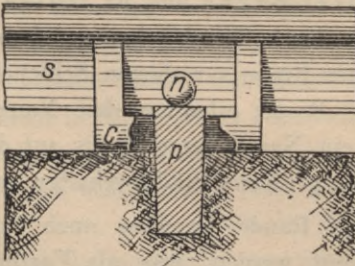
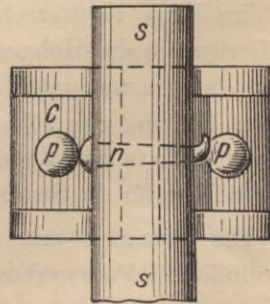


Fig. 5.



Dadurch, dass die Bewegungswiderstände bei den Schienen aus Eisen sich bedeutend niedriger stellten als bei Holzschienen, konnte bei derselben Zugkraft das Wagengewicht vergrößert und die Fahrgeschwindigkeit gesteigert werden; hiebei machte



sich jedoch die für die Schienen unangenehme Eigenschaft der Sprödigkeit des Gusseisens fühlbar und es trat entschieden der Wunsch hervor, an Stelle des Gußeisens das viel zähere und gegen Stöße widerstandsfähigere schweißbare Eisen zu setzen.

Die ersten Versuche mit schmiedeeisernen Schienen wurden um das Jahr 1805 gemacht.

Im Jahre 1820 wurde die Kunst, Schienen von etwa 15' Länge mit pilzförmigem Querschnitte zu walzen, erfunden.

Die Länge dieser Schienen allein bot schon einen wesentlichen Vortheil gegen die bis dahin gebräuchlichen viel kürzeren Schienen, weil weniger Verbindungsstellen vorhanden waren. Auch diese Schienen ruhten in Stühlen, welche man auf Steinblöcken oder Querhölzern befestigte.

Figur 7 und 8 zeigen die Form derartig gewalzter Schienen.

Fig. 7.



Robert Stephenson wandte zuerst Schienen mit symmetrischem Querschnitte an, die in gusseisernen Stühlen ruhten, worin sie mit Holzkeilen befestigt waren; die Stühle selbst ruhten auf Querschwellen von Eichenholz; diese Form ist noch gegenwärtig in England beibehalten. In Amerika wandte man, da das Holz billig und in genügender Menge vorhanden, dagegen das Eisen seltener und theurer war, zuerst Holzschienen an, die einen Kopf, Steg und breiten Fuß hatten. Vignoles brachte diese Form der Schienen zuerst nach Europa, wo sie indes in Schmiedeeisen ausgeführt wurde. Die Form ist noch jetzt gebräuchlich und es führt diese Schiene, zum Unterschiede von

Fig. 6.

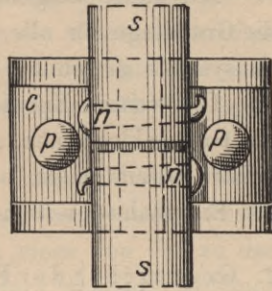


Fig. 8.



solchen mit symmetrischem Querschnitte den Namen Vignoleschiene. Auch sie ruht meist auf Querschwellen, auf welchen sie mehrfach mit eisernen Nägeln befestigt wird.

Mit diesen aufgeführten Schienen und Unterlagsformen war die Grundlage für alle seitdem in Aufnahme gekommenen Oberbausysteme gewonnen.

Die weitere Entwicklung derselben, wie der Übergang auf die Gussstahlschienen, sowie auf ganz eisernen Oberbau u. dgl. gehört bereits mehr oder weniger der gegenwärtigen Technik des Eisenbahnwesens an.

## 2. Geschichte der Fahrbetriebsmittel, insbesondere der Locomotive.

Auf den ersten Spurstreifen, auch noch auf solchen mit plattenartigen Gusschienen von rechteckigem Querschnitte, verkehrten ursprünglich nur die gewöhnlichen Landstraßenfahrwerke, indem sie nach Belieben auf die Schienen über oder von denselben abgehen konnten.

Nur in besonderen Fällen, wenn z. B. der durch die Spurbahn zu bewältigende Verkehr auch besonders gebaute Fahrzeuge verlangte, oder wenn man, um die Geleise zu schonen, Wagen von kleinerem Ladevermögen als sonst üblich verwendete, sah man sich zuweilen veranlasst, dieselben auf den Schienen festzuhalten, entweder durch sogenannte Spurkränze der Räder oder mittelst vorstehender Ränder an den Schienen. Zur Nothwendigkeit wurde das Festhalten der Fahrzeuge auf den Geleisesträngen jedoch erst, als hochkantige Schienen in Aufnahme kamen, und es geschah, damals wie heute noch, durch die vorgenannten Spurkränze.

Die Räder saßen schon damals auf den Wellen, welche sich in Achsbüchsen (Achslager) drehten, fest.

Zur Beförderung dieser Wagen, welche bis zum Jahre 1825 fast ausschließlich zum Transporte von Rohmaterialien, verwendet wurden, kamen Menschen- und Thierkräfte in Anwendung, zuweilen auch die Schwerkraft wenn man die geladenen Wagen thalabwärts auf schwach geneigten Geleisen



sich selbst überliefs und nur zur Rückfahrt thierische Kräfte zur Ausnützung brachte. In vereinzeltten Fällen war es möglich die Schwere nach beiden Richtungen in der Art nutzbar zu machen, dass man auf einer schiefen Ebene ein Doppelgeleise ausführte und zwei Wagenzüge durch ein am oberen Ende über eine liegende Rolle geführtes Seil verband, so dass der eine beladene Zug, indem er zu Thal ging, den anderen leeren bergauf beförderte.

Als später die Dampfmaschine im ausgedehnteren Mafse bei fast allen mechanischen Vorrichtungen angewendet wurde, benützte man auch solche, um mittelst eines von ihr zu den Wagen geführten Seiles letztere über stark geneigte Abhänge hinauf zu ziehen.

Erst dann jedoch, als es gelang der Dampfmaschine die Eigenschaft der eigenen Ortsveränderung zu geben, hat man diejenige Bewegkraft gefunden, welche die grofse und schnelle Verbreitung der Eisenbahn zur Folge hatte.

Im Jahre 1770 versuchte ein französischer Militär-Ingenieur mit den ersten Dampfwagen zu Paris auf der gepflasterten Strafsen zu fahren, doch nach wenigen Proben wurde dieser Wagen als unzureichend erkannt.

Im Jahre 1784 hat sich James Watt ein Patent auf bewegliche Dampfmaschinen zur Fortschaffung von Wagen auf Eisenbahnen genommen, allein dasselbe scheint nirgends zur Anwendung gekommen zu sein.

Der Amerikaner Oliver Evans construierte eine Locomotive, namens Orueter Amphibolus, mit welcher er im Winter 1803—1804 auf einer besonders zu diesem Zwecke angelegten Eisenbahn in Gegenwart von 20,000 Zuschauern durch die Strafsen von Philadelphia bis an den Schuykillfluss fuhr.

Fast gleichzeitig mit Oliver Evans waren Trevithik und Vivian in England mit dem Baue eines Dampfwagens beschäftigt, welcher im Jahre 1804 auf der Eisenbahn von Merthyr Tydfil in Wales in Gang gesetzt wurde.

Da es nicht bekannt ist, ob die beiden letzteren von der Erfindung Oliver Evans Kenntniss hatten, so kann man sagen;



dass sich drei Männer in den Ruhm einer der schönsten und wichtigsten Erfindungen, welche eine neue Umgestaltung des commerciellen und industriellen Lebens nach sich zog, theilten.

Das grosse Hindernis, welches längere Zeit der erfolgreichen Anwendung der Dampfwagen auf Eisenbahnen entgegenstand, war die Meinung, dass die Reibung zwischen Räder und Schienen nicht stark genug sei, um eine fortreibende Bewegung hervorzubringen, sondern dass sich die Räder auf der Stelle drehen müssten, wie es thatsächlich der Fall ist, wenn einer Locomotive eine zu grosse Last angehängt wird. Bevor man sich durch wirkliche Versuche von der Richtigkeit dieser Annahme überzeugt hatte, traf man die sonderbarsten und verwickelsten Anordnungen, um rein eingebildeten Schwierigkeiten zu begegnen. Trevithik construirte noch neben den Schienen eine besondere Holzbahn, in welche vorragende Nagelköpfe der Räder eingreifen und ein Zurücklaufen derselben hindern sollten. Blenkinsop brachte im Jahre 1811 an einer der Schienen eine gezähnte Stange an, in welche die Zähne eines von der Maschine in Bewegung gesetzten Rades eingriffen, um so den Wagen fortzutreiben. Chapman liess 1812 an beiden Enden der Bahn eine deren ganze Länge einnehmende Kette befestigen; diese Kette führte er (ähnlich wie gegenwärtig bei den Kettenschiffen) um eine unter der Maschine befindliche, mit einer Rinne versehene Rolle; wurde die Rolle durch die Maschine gedreht, so rückte diese, da die Kette nicht gleiten konnte, auf der Bahn fort. Brunton verfertigte eine Bewegungsmaschine, deren Hintergestell mit gegliederten Triebstangen versehen war, die, den Gang der Thiere nachahmend, die Maschine in Bewegung setzten.

Im Jahre 1813 machte zuerst Blakett Versuche, die Locomotive ohne Zahnräder, Ketten und dgl. laufen zu lassen, um festzustellen, ob die Räder gleiten würden oder nicht. Blakett's Bemühungen wurden mit Erfolg gekrönt; es ergab sich, dass die Reibung zwischen Räder und Schienen nicht nur so gross war, um die Locomotive selbst eine fortschreitende Be-



wegung annehmen zu lassen, sondern dass auch noch ein Überschuss vorhanden war, um auf wagrechter oder wenig ansteigender Strecke mehrere Wagen fortziehen zu können.

Die erste Locomotive, bei der nur die Reibung der Räder auf den Schienen wirkte, hatte einen Cylinder und um die unregelmäßige Wirkung auszugleichen, ein Schwungrad. Wenn beim Stillstehen die Kurbel auf dem todten Punkte stand, so musste die Maschine erst mit Hebeln in Bewegung gesetzt werden.

Georg Stephenson construierte im Jahre 1814 die erste practische mit zwei Cylindern versehene Locomotive, „Milord“ genannt, die am 25. Juli desselben Jahres in Betrieb gesetzt wurde. Die Kolbenbewegung wurde durch Zahnräder auf die Triebachse übertragen. Diese Maschine hat gegen solche mit nur einem Cylinder den bedeutenden Vortheil der regelmässigeren Bewegung. Die mitunter bedeutenden Stöße, hervorgerufen durch die Zahnräder, wurden bald vermieden, indem Stephenson bei einer neuen Locomotive die Kraft der Maschine ohne Hilfe von Zahnrädern direct auf die sogenannten Adhäsionsräder übertrug.

Im Jahre 1820 baute Georg Stephenson eine Locomotive, deren Kessel ein Flammenrohr mit innenliegender Feuerung hatte. Der Kessel ruhte auf einem hölzernen oder eisernen Gestelle und es waren hier zum erstenmale über den Achsenlagern, welche senkrechten Spielraum hatten, Tragfedern eingeschaltet. Die gleichförmige Bewegung wurde dadurch erzielt, dass man die Stellung der Kolben zu einander so einrichtete, dass der eine auf dem todten Punkte stand, wenn der andere die Mittelstellung einnahm. Den gebrauchten Dampf leitete der Erfinder in den Schornstein, um einen besseren Zug auf das Feuer zu erzielen. In dieser Maschine erblickt man also die ersten Anfänge eines Exhaustors oder Ausgangsregulators.

Man machte nun den Vorschlag, diese Maschine auf einer öffentlichen auch für Personenverkehr bestimmten Eisenbahn, die zwischen Stockton und Darlington angelegt werden sollte, anzuwenden; nach langem Verzuge kam diese Bahn im Jahre 1825



zu Stande und wurde am 27. September desselben Jahres dem Betriebe übergeben.

Die neue Eisenbahn zeigte sich insbesondere für den Gütertransport erfolgreich und es wurde deshalb eine zweite Bahn zwischen den verkehrsreichen Städten Liverpool und Manchester projectirt. Da aber auf derselben ein noch weit regerer Verkehr als auf der Bahn Stockton-Darlington zu erwarten war und die damalige Locomotive doch nicht allen Anforderungen genügte, so schrieb man eine Prämie für die beste Locomotive aus.

Bei der in der Zeit vom 6. bis 12. Oktober 1829 erfolgten Wettfahrt auf der ebenen Bahn bei Rainhill, wo vier Locomotiven zum Kampfe um die ausgeschriebene Prämie erschienen, besiegte die Locomotive „Rocket“ von Robert Stephenson die übrigen Concurrenten und damit zugleich auch das noch ziemlich verbreitete Vorurtheil gegen die Locomotiven überhaupt.

Der Hauptvorteil dieser Locomotive bestand in der erhöhten Dampferzeugungsfähigkeit der Maschine durch Anwendung vieler Röhren, Siederöhren genannt, von geringer Dimension, welche den Kessel von einem Ende bis zum anderen durchzogen.

Ohne zu sehr in's Detail zu gehen, können hier nicht alle die Verbesserungen, die im Laufe der Jahre bei den Locomotiven angebracht wurden, speciell angeführt werden, nur einiges davon sei noch kurz erwähnt.

Im Verhältnisse zu der späteren raschen Verbreitung der Eisenbahnen auf dem Continente war der Fortschritt in der ersten Zeit gering; denn die englischen Eisenbahn-Ingenieure hatten so enge Grenzen rücksichtlich der Anwendung von Steigungen und Krümmungen für den Locomotivbetrieb angewiesen, dass die Anwendung der Locomotive auf nicht flachem Lande in den meisten Fällen problematisch blieb. Zuerst und frühzeitig sagte sich Nordamerika von den Fesseln der britischen Grundsätze los; bereits 1833 bauten Balduin und Norris in Philadelphia eine eigenthümliche Gattung von Locomotiven mit beweglichem Vordergestelle, die sich ganz besonders zum Befahren scharfer Bahncurven eignete. Zugleich wurde die Steuerung



der Locomotive verbessert, indem statt der beweglichen Eccentrics der englischen Locomotive vier feste excentrische Scheiben angebracht wurden, wovon zwei für jeden Cylinder, die eine zum Vorwärts-, die andere zum Rückwärts-Gange dienten; diese Steuerung ist im Princip bis in die neuesten Zeiten erhalten geblieben.

Fortwährend war man auch bestrebt, bei den Maschinen die Erzeugung veränderlicher Expansion des Dampfes zu ermöglichen. Der Franzose Clapeiron war der erste, welcher im Jahre 1839 auf der Bahn von Paris nach St. Germain eine Locomotive anwendete, bei welcher während des dritten Theiles des Kolbenlaufes der Zutritt des Dampfes abgesperrt und mittelst Expansion gefahren wurde.

Im Jahre 1846 erfand der Ingenieur Crampton seine Schnellzug-Locomotive, deren Vorzüge darin bestanden, dass die Triebräder statt unter den Dampfkessel hinter denselben lagen, wodurch man in den Stand gesetzt war, die Triebräder größer zu gestalten und den Kessel tiefer zu legen.

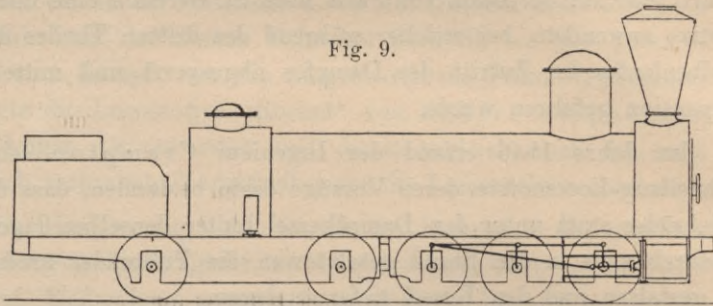
Auf dem Continente trat der Locomotivbau durch die Anlage der Semmeringbahn im Jahre 1851 in ein neues Stadium.

Ähnlich wie im Jahre 1829, vor Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn, wurde in Österreich ein Preis von 20,000 Ducaten auf die beste Locomotive gesetzt, welche im Stande war, die Bahn über den Semmering mit Steigungen von 1:40 und sehr scharfen Krümmungen zu befahren u. zw. mit einer Last hinter sich von 2500 Ctr. ohne Tender und dessen Ladung.

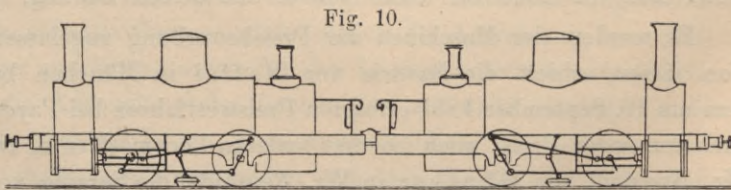
Es wurden vier Maschinen zur Preisbewerbung zugelassen. Von diesen erhielt die Bavaria von Maffai in München bei dem am 16. September 1851 erfolgten Preiswettfahren bei Payerbach den ersten Preis; auch die drei anderen Locomotiven u. zw. Wr. Neustadt von Günther in Wr. Neustadt, die Seraing von Cockerill und die Vindobona aus der Wien-Gloggnitzer Eisenbahn-Maschinen-Fabrik wurden preisgekrönt, doch wurde keine als dauernd genügend für den Betrieb auf dem Semmering anerkannt.

Unter Zuhilfenahme aller bis dahin gemachten Erfahrungen und der besten Bauarten entwarf nun Engerth in Wien eine Lastzugmaschine.

Diese Locomotive, schematisch in Figur 9 dargestellt, hat drei Achsen, welche sämmtlich gekuppelt und so eng gestellt sind, dass die Maschine Krümmungen mit kleinem Halbmesser durchfahren kann. Zur Stütze des weit nach hinten überbauten Kessels ist der Tender zu Hilfe genommen, auf dem die Feuerkiste mit seitlich angebrachten Stützen ruht.



Stephenson wandte auf einer Bahn mit ebenso starken Steigungen sogenannte Zwillingmaschinen an (Figur 10), zwei voreinander gesetzte vierräderige Tenderlocomotiven, welche durch einen Drehbolzen verbunden waren. Bei leichten Zügen konnten die Maschinen getrennt und einzeln benutzt werden.

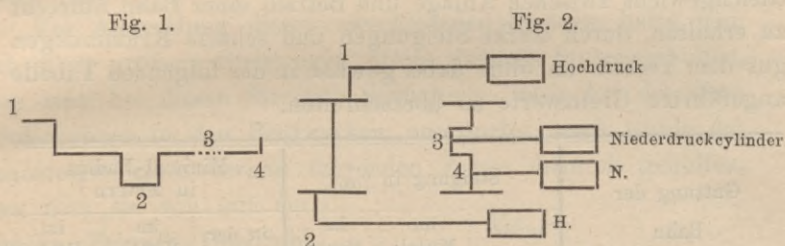


Im Jahre 1850 erfand Griffard in Frankreich die Dampfstrahlpumpe (Injecteur) und Allan in Schottland die nach ihm benannte Coulissensteuerung mit gerader Coulissee.



Im Jahre 1876 wurde das erstmal neben den Zwillingmaschinen vom Schweizer Mallet das Prinzip der Verbundmaschinen auch für Locomotiven in Anwendung gebracht. Auf holländischen Bahnen versuchte Mittelberg Locomotiven mit einem Hoch- und einem Niederdruckcylinder, Eiermann ordnete zwei Hoch- und einen Niederdruckcylinder an, während die Amerikaner zwei Hoch- und zwei Niederdruckcylinder verwendeten.

Durch die Verwendung von 4 Cylindern, von welchen je ein Hoch- und ein Niederdruckcylinder hinter- oder übereinander auf einer Seite der Locomotive auf dieselbe Achse und mit demselben Kreuzkopf wirken, wurde ein ruhiger, gleichmäßiger Gang erzielt. Für Schnellzugslocomotiven findet man dort die Kraftübertragung auf 4 um  $180^\circ$  bzw.  $90^\circ$  verstellten Angriffspunkten (Figur 1) einer gekröpften Achse, während die Glehn die 4 Kraftangriffspunkte auf 2 verschiedene Achsen verlegte. (Figur 2.)



Änderungen gegenüber der Construction de Glehns wurden dann in der Anordnung der Cylinder von Webb, Bories und Gölldorf vorgenommen.

Die zweimalige Verwendung des Dampfes, bei der er vom Hochdruck- zum Niederdruckcylinder übergeht, der geringere Wärmeverlust und geringere Dampfverbrauch als bei den Zwillinglocomotiven, die geringere Spannung, mit welcher der Dampf in den Rauchfang gelangt und dadurch günstiger auf die Feuerung wirkt, bilden große Vortheile der Verbundlocomotiven.

Einen weiteren Fortschritt in der Locomotivconstruction bildet die Einführung des Überhitzers im Jahre 1896, der bei ortsfesten Maschinen schon seit 1879 im Gebrauche steht; durch den Überhitzer kommt der Trocken- oder Reifsdampf — auch Edeldampf genannt — in Verwendung.

Alle Verbesserungen an den Locomotiven zeigen das Bestreben, die Zugkraft oder die Geschwindigkeit zu vergrößern, die Locomotive geeignet zu machen, schärfere Krümmungen mit Sicherheit leicht zu durchfahren und endlich die störenden Bewegungen zu verringern.

### 3. Geschichte der Construction der Eisenbahnen.

Mit der Eintwicklung der Locomotiven änderte sich auch die Construction der Bahn. Anfänglich mußte man durch tiefe Einschnitte und hohe Dämme (England) oder seichte Einschnitte und hohe Gerüste (Amerika) möglichst gerade und horizontale Bahnen anlegen, um sie mit den damaligen Locomotiven befahren zu können.

Die Anlage der Semmeringbahn und die dadurch bedingte Construction der Gebirgslocomotive gab der Behandlung des Terrains und der Construction der Eisenbahn eine ganz andere Richtung. Nach dieser passt man sich, um das ökonomische Gleichgewicht zwischen Anlage und Betrieb einer Bahn aufrecht zu erhalten, durch starke Steigungen und scharfe Krümmungen gut dem Terrain an ohne dabei gewisse in der folgenden Tabelle angeführten Grenzwerte zu überschreiten.

Gattung der Bahn		Steigung in ‰			Minimal-Radius in Metern		
		in der Ebene	im Mittel- gebirge	im Hoch- gebirge	in der Ebene	im Mittel- gebirge	im Hoch- gebirge
Weltbahn		5	17	25	350	300	250
Hauptbahn		10	20	30	300	250	
Local- bahnen bei	1,435	Spur	30—45		180		
	1,00		50		100		
	0,75		50—60		50		

Um noch größere Steigungen überwinden zu können, hat man besondere Formen von Bahnen ausgebildet, bei denen die Zugkraft der Locomotive nicht oder nur theilweise durch die Adhäsion der gewöhnlichen Triebräder, sondern mit Hilfe von Zahnrädern und Zahnstangen zur Wirkung kommt.

Die Locomotive (Zahnradlocomotive) greift bei ihnen mit einem durch Dampf betriebenen Zahnrade in eine Zahnstange ein, welche



in der Achse des Geleises nach der ganzen Länge desselben verlegt ist. Daneben wird auch öfters noch die Adhäsion glatter Triebräder auf den Schienensträngen nutzbar gemacht.

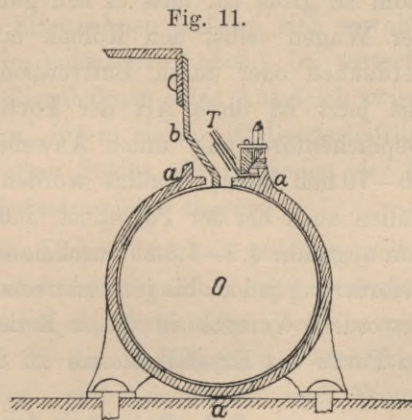
Nahe verwandt mit den Zahnradbahnen ist auch ein nach seinem Erfinder Wetli benanntes System.

Die Locomotive besitzt hier neben den eigentlichen Triebrädern ebenfalls noch eine Art Zahnrad, ein sogenanntes Schraubenrad, welches mit jenen gekuppelt ist.

Zu der in Rede stehenden Gruppe ist endlich noch das durch seine Verwendung am Mont Cenis bekannt gewordene System Fell zu zählen, bei welchem in der Mitte zwischen den Fahr-schienen ein besonderer Schienenstrang eingelegt wird, an welchem ein starker Reibungswiderstand durch seitlich angepresste wagrecht liegende Triebrollen der Locomotive erzeugt wird.

Vor Anwendung dieser verschiedenen Systeme hatte man sich über grössere Steigungen öfters dadurch hinweggeholfen, dass man bei diesen Strecken Seilbahnen, nach Art der alten Förderbahnen in den Bergwerken, anordnete; auch wurde der Locomotive eines bergan fahrenden Zuges dadurch geholfen, dass man sie wie auf der Strecke Erkrath-Hochdahl (unweit Düsseldorf) an ein Ende eines um eine Trommel geschlungenen Seiles hängte und eine zweite Locomotive vor das andere Seilende spannte.

Von historischer Bedeutung sind weiters die atmosphärischen Bahnen, welche im Jahre 1840—1848 auftraten. Figur 11 zeigt die ihnen von Elegg gegebene Einrichtung. Es stellt a, a, a ein Rohr vor, in welchem sich ein dicht anschließender Kolben o verschieben lässt. Um die Bewegung des Kolbens zu erzeugen.



pumpt man an einem Rohrende die Luft aus, während das andere mit der Luft in Verbindung steht. Der äußere Luftdruck treibt dann den Kolben vorwärts. Die Verbindung des Bahnzuges mit den Kolben geschah folgendermaßen: Das Rohr a, a, a hatte auf der oberen Seite seiner ganzen Länge nach einen Spalt, durch welchen hindurch ein eiserner Arm b von einem der Wagen jedes Zuges bis zum Kolben hinab reichte. Der Spalt war durchaus mit einer elastischen Klappe T von Rindsleder geschlossen, die oben und unten mit Eisenstreifen benietet war. Um dieselbe für den Durchgang des Armes b zu öffnen, war am Kolben eine Stange befestigt, die in 1,5—1,8 m Entfernung vor letzterem eine Rolle herführte, welche über das Rohr aus dem Spalt emporragte und die Klappe in die in der Figur dargestellte Lage brachte. Hinter dem Arme lief ein am Wagen befestigtes Rad auf der oberen Seite der Klappe hin, das sie wieder fest niederdrückte und luftdicht schloss, so dass immer nur die Stelle, wo der Arm passierte, offen stand. Das Rohr wurde durch große, von Dampfmaschinen in Bewegung gesetzte Luftpumpen luftleer gepumpt.

Ähnlich sind die pneumatischen Bahnen, bei welchen das Rohr so groß ist, dass es den ganzen Wagen umschließt und der Wagen selbst den Kolben bildet, den man durch Luftverdünnen oder durch Luftverdichten vorwärts treiben kann. Bis jetzt ist diese Art der Fortbewegung hauptsächlich zur Depeschenerweiterung unter Anwendung von Röhren mit etwa 60—70 mm Weite benützt worden (Rohrpost), in vereinzelt Fällen auch bei der Paketpost, indem man gusseiserne Röhren von ungefähr 0,5—1,5 m Durchmesser verwendete, zur Personenbeförderung jedoch bis jetzt nur versuchsweise. Der erste berühmte Versuch in dieser Beziehung wurde im Jahre 1864 im Parke des Krystallpalastes zu Sydenham-London angestellt.

## § 2. Bedeutung der Eisenbahnen.

Die machtvollen Wirkungen des Eisenbahnwesens auf die menschliche Gesamtcultur zeigt einigermaßen die Geschichte des Weltverkehrs in den letzten Jahrzehnten. Die nächsten



Wirkungen der Eisenbahnen sind Verwohlfeilung und Beschleunigung des Verkehrs, Steigerung seiner Regelmäßigkeit und Größe, Verschiebung und Veränderung der Verkehrszentren und Verkehrsrichtungen. In wie weit eine Verwohlfeilung mit Berücksichtigung der Beschleunigung des Verkehrs auf Locomotivbahnen gegenüber den ursprünglichen Verkehrsmitteln auf Strafsen und Canälen eintrat, soll folgende Tabelle, Erfahrungsdaten enthaltend, zeigen:

Art der Communication	Durchschnittlicher Preis in Hellern pro km		Geschwindigkeit in km pro Stunde	
	für eine Person	für 1 Tonne Gut	bei Personenverkehr	bei Güterverkehr
Strafse	18	20	7,5	3,7
Canal	3,2	40	—	2,0
Eisenbahn	5,0	5,0	60,0	35,0

Stellt man den Eisenbahnverkehr im Verhältnisse zum Strafsenverkehr, so ergibt sich aus den Daten der Tabelle, dass der Transport auf Eisenbahnen rund 4 mal billiger und 10 mal schneller ist als auf Strafsen.

Alle Wirkungen der Eisenbahnen äußern sich sowohl im wirtschaftlichen als auch im politischen Leben. Im wirtschaftlichen Leben bewirken die Eisenbahnen einen Ausgleich zwischen Production und Consumption, indem sie die landwirtschaftlichen Districte näher an die großen Städte, die Gegenden der Rohproduction näher an die Industriplätze rücken.

Die gesammte wirtschaftliche Tätigkeit pulsierte seit der Entwicklung des Eisenbahnwesens rascher und energischer. Die Eisenbahn selbst erscheint als Wirtschaftsobject von großer Bedeutung, da sie 8—12 % der Bevölkerung Beschäftigung gibt; neue Industriezweige wie Locomotiv- und Waggonfabriken, Brückenbauanstalten und dgl. entstanden durch sie.

Im politischen Leben erleichtern die Eisenbahnen das Regierungsgeschäft. Kosmopolitisch ihrem Charakter nach

dienen sie dazu, nationale Vorurtheile abzuschleifen und in den Großstaaten das Geschäft der Centralisation rasch von statten gehen zu lassen, indem sie stete und schnelle Wechselbeziehungen zwischen den entlegenen Provinzen und dem Centrum des Staates ermöglichen und den Einfluß des letzteren schnell in die Provinzen tragen.

Die militärische Bedeutung der Eisenbahnen beruht auf der raschen Mobilmachung und rasche Versammlung der Heere, wobei die Benützung der Eisenbahnen um so vorteilhafter wird, je größer die Entfernungen werden. Verminderung des Trosses, erhöhte Schlagfertigkeit und größere Beweglichkeit der Heere traten ein durch die Möglichkeit, alle Bedürfnisse leicht von weit heranzuziehen, Verluste rasch zu ersetzen, Kranke, Gefangene, Beute und dergl. auf rasche Art vom Heere fortzuschaffen.

Weiters ergibt sich die Möglichkeit schneller und überraschender Operationen durch Verpflanzung ganzer Heereskörper von einem Kriegsschauplatze auf den andern. Die systematische Benützung der Eisenbahnen zur Truppenförderung für Kriegszwecke, sowohl für den strategischen Aufmarsch der Armeen, als auch ihrer taktischen Operationen datiert ungefähr seit 60 Jahren.

### § 3. Statistik der Eisenbahnen.

Die Bedürfnisse der Eisenbahnverwaltungen wie auch der Staatsverwaltungen haben schon früh zu ziffermäßigen Darstellungen der Erscheinungen des Eisenbahnwesens geführt. Da die Entwicklung der Eisenbahnen in den einzelnen Staaten mehr oder weniger von verschiedenen Interessen geleitet wurde, so findet man auch die statistischen Vormerkungen über dieselben von den verschiedensten Gesichtspunkten aus geführt, so dass die einzelnen Darstellungen derselben zu weit führen würden.

Einen Überblick über die Entwicklung des Eisenbahnnetzes gibt folgende Zusammenstellung:



Im Jahre	betrug die Länge aller auf der Erde bestehenden Bahnen in km
1830	332
1840	8,591
1850	38,022
1860	106,886
1870	221,980
1880	357,035
1890	617,285
1893	685,460
1894	687,550
1905	855,800

Am Schlusse des Jahres 1905 war die Länge des gesammten Eisenbahnnetzes der Erde ungefähr gleich den 21,3fachen Umfang der Erde am Äquator (40,070 km) oder etwas mehr als der 2,2fachen mittleren Entfernung des Mondes von der Erde (384,420 km).

Von dieser Gesamtlänge der Bahnen im Jahre 1905 entfallen:

426,000 km	auf	Amerika,
304,000	" "	Europa,
76,300	" "	Asien,
26,700	" "	Australien,
22,800	" "	Afrika.

## 2. Capitel.

### *Classification der Eisenbahnen.*

#### § 1. Allgemeine Eintheilung der Bahnen.

Wiewohl die Eintheilung der Eisenbahnen oder die Classification derselben von verschiedenen Gesichtspunkten aus z. B.

nach dem Motor, nach der Art des Geleises oder nach der Spurweite möglich ist, so empfiehlt es sich doch mit Rücksicht darauf, dass die Bahnen besonderen Systems einen verschwindend kleinen Theil in dem riesengroßen Netze der Eisenbahnlinien bilden, die Eintheilung der Eisenbahnen nach dem Zwecke oder den Verkehrsinteressen, welche dieselben zu verfolgen haben, vorzunehmen; demgemäß wird man füglich unterscheiden können:

I. Eisenbahnen für den öffentlichen Verkehr <sup>1)</sup>,

II. Eisenbahnen für den privaten Verkehr.

Die Eisenbahnen für den öffentlichen Verkehr können von Jedermann benützt werden. Der Betrieb auf denselben darf sich nicht wie eine andere wirtschaftliche Thätigkeit nach den wechselnden Konjunktoren richten, sondern erfordert eine stete Ordnung, ohne welche eine einheitliche und rationelle Leitung undenkbar wäre. Diese Betriebsordnung findet bei öffentlichen Bahnen ihren Ausdruck in mannigfachen Kundgebungen der Bahnen, wie durch die verschiedenen Reglements, Instructionen, Fahrordnungen u. dgl.

Bahnen für den privaten Verkehr dienen nur privaten Zwecken.

Die Bahnen für den öffentlichen Verkehr werden (nach den Vorträgen des Prof. Ržihá) eingetheilt in:

1. Gewöhnliche Bahnen mit der weiteren Gliederung,
  - a) Weltbahnen,
  - b) Hauptbahnen,
  - c) Nebenbahnen oder Localbahnen.

---

<sup>1)</sup> In den Anfängen des Eisenbahnverkehrs und auch noch in den späteren Jahren gab es auf allen Bahnen durchaus gleichartigen Betrieb. Im Jahre 1876 machte sich bereits das Bedürfnis nach der Trennung der Bahnen in Haupt- und Secundärbahnen fühlbar; auf ersteren wurde mit größerer Geschwindigkeit gefahren als auf den letzteren und war somit eine bessere Ausgestaltung der Hauptbahn erforderlich. Im Jahre 1886 erfolgte durch den Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen eine weitere Trennung der Secundärbahnen in Nebenbahnen und Localbahnen.



## 2. Städtische Bahnen und zwar:

- a) Stadtbahnen,
- b) Tramways.

## 3. Bergbahnen.

Die Bahnen für den privaten Verkehr zerfallen in:

- 1. Werksbahnen und
- 2. Interimsbahnen.

## § 2. Technische Charakteristik der verschiedenen Bahnen.

## 1. Weltbahnen.

Die Weltbahnen versehen den internationalen Verkehr und verbinden Welt- und Hafenstädte mit einander. Sie charakterisieren sich durch opulente Anlage im Baue und Betriebe und durch den größten Personen- und Güterverkehr bei mäßigen Tarifen. Diese Bahnen verbinden die beiden Endpunkte auf dem möglichst kürzesten Wege und hat man bei deren Anlage in erster Linie zu trachten, dass die seinerzeitigen Betriebskosten gering werden.

Eine Weltbahn erfordert in Hinsicht der technischen Anlage einen eigenen Bahnkörper, 2—3 Geleise mit normaler Spur, Schienen im Gewichte von 35—52 kg. pro l. m., Bahnhofshallen und Perrons, Barriären bei Strafsenübersetzungen im Niveau, Einplankungen und an den Hauptorten Trennung des Personenbahnhofes vom Güterbahnhof.

Das Steigungs- und Richtungsverhältnis für diese und alle übrigen Gattungen von Adhäsionsbahnen ist aus der bereits gegebenen Tabelle zu entnehmen.

In Hinsicht des Betriebes sollen auf Weltbahnen Locomotiven mit 51—60 Tonnen Gewicht und einer Geschwindigkeit von 75—90 km pro Stunde verkehren; weiters wird Tag- und Nachtverkehr, somit doppeltes Personale und completer Signaldienst, dann Tournusverkehr und mehrere Eilzüge innerhalb 24 Stunden erfordert.

## 2. Hauptbahnen.

Hauptbahnen besorgen den provinzialen Verkehr, verbinden die Hauptstädte der Provinzen untereinander und mit den Welt-

bahnen. Sie charakterisieren sich in etwas sparsamerem Baue und Betriebe als die Weltbahnen, haben aber bei denselben Tarifen der Weltbahnen einen großen Verkehr bei befriedigender Verzinsung des Anlagecapitals zu besorgen.

Auch die Hauptbahnen erfordern in ihrer technischen Anlage einen eigenen Bahnkörper, dann bei Strecken mit großem Verkehre 2, sonst 1 Geleise mit normaler Spur, ein Schienengewicht von 33—37 kg pro l. m., Barrieren bei Strafsenüber-setzungen im Niveau, gedeckte Perrons auf den Stationen der Provinzial-Hauptstädte und getrennten Personen- und Güterbahnhof am Anfangs- und Endpunkte.

Hinsichtlich des Betriebes sollen auf Hauptbahnen Maschinen mit einem Gewichte von 45—51 Tonnen und einer Geschwindigkeit von 45—70 km (Eilzüge 75 km) per Stunde verkehren; weiters wird Tag- und theilweise Nachtverkehr, daher nur einfaches Personale aber completer Signaldienst erfordert.

### 3. Localbahnen.

Die Localbahnen, auch Nebenbahnen genannt, haben den Zweck, entlegene Gegenden und Orte von geringer Bedeutung mit einem bestehenden Hauptbahnnetze in Verbindung zu setzen.

Solche Nebenbahnen haben gewöhnlich nur eine geringe Länge; sie sind Zweigbahnen, wenn sie nur mit einem Ende an eine Bahn höherer Ordnung anschließen.

Sie charakterisieren sich durch die größte Sparsamkeit sowohl im Baue als auch im Betriebe, damit sich das Anlagecapital bei etwas höheren Tarifen als bei Hauptbahnen, selbst bei einem schwächeren Verkehre, noch entsprechend verzinst.

Die Localbahnen verlangen in technischer Hinsicht meist einen eigenen Bahnkörper, wiewohl öfters auch die Strafsen als solcher verwendet wurden; die Spurweite des einzigen Geleises kann 1,435 m, 1,00 m, 0,75 m betragen und es ist ein Schienengewicht von 25—33 beziehungsweise 20—25 kg und 10—15 kg pro l. m. Schienen nothwendig. Barrieren sowie gedeckte Perrons fehlen und es ist in den meisten Orten, welche von der Bahn berührt werden, auch kein eigenes Stationsgebäude erforderlich.



Die Maschinen für die verschiedenen Spurweiten sollen ein Gewicht von 25 bis 30 Tonnen besitzen und je nach der Spurweite mit einer Geschwindigkeit von 15—30, 15—25 und 7—15 km pro Stunde verkehren.

Im allgemeinen herrscht nur Tagverkehr und verkehren nur gemischte Züge.

#### 4. Stadtbahnen.

Die Stadtbahnen haben den großen Massenverkehr in den Großstädten zu besorgen. Sie zeichnen sich aus durch opulente Anlage im Baue und Betriebe.

Im allgemeinen gleichen sie in technischer Hinsicht den Weltbahnen, sollen jedoch möglichst eisernen Oberbau und 2 bis 4 Geleise besitzen; die Entfernungen der Haltestellen sollen kurz sein. Weiters ist ein Centralbahnhof, sowie der Anschluss an alle bestehenden Bahnhöfe der Stadt erforderlich. Auf den Stadtbahnen sollen Locomotiven mit einem Gewichte von 40 bis 45 Tonnen und einer Geschwindigkeit von 60—90 km verkehren. Der Verkehr, Tournusverkehr, soll Tag und Nacht stattfinden.

#### 5. Tramways.

Die Tramways versehen den Personenverkehr innerhalb der Städte oder zwischen diesen und ihren Vororten. Sie zeichnen sich aus durch den billigsten Bau und Betrieb.

Fig. 12.



Fig. 13.



Die Tramways haben zumeist keinen eigenen Bahnkörper, sondern benützen den Strafsenkörper als solchen; das Geleise gewöhnlich mit einer Spur von 1,435 m oder von 1,00 m muss derart in den Strafsenkörper eingelassen sein, dass das übrige Strafsenfuhrwerk im Verkehre nicht gestört wird; die Schienen (Figur 12) haben ein Gewicht von 15—20 kg pro l. m; auch können zwei breitbasige Schienen (Figur 13) verwendet werden.



Die Tramways fordern weiters in Stationen keine Hallen, sondern es genügen bei bedeutenden Haltestellen Wartehäuschen. Der Verkehr findet nur am Tage und höchstens bis zur Hälfte der Nacht statt. Als Motoren dienen meist Pferde, dann elektrische Kraft und Dampf; die Geschwindigkeit beträgt  $7\frac{1}{2}$ —15 km.

#### 6. Bergbahnen.

Die Bergbahnen haben hauptsächlich den Touristenverkehr auf Bergen zu besorgen. Sie haben in der Regel nur ein Geleise mit einer Spurweite von 0,8 m, 1,00 m selten von 1,435 m und häufig Anwendung des Zahnradsystems oder der Seilauzüge, wobei im allgemeinen folgendes Steigungs- und Richtungsverhältnis eingehalten wird:

bei Zahnradbahnen	maximale Steigung $250 \text{ }^{\circ}/_{00}$ ,
	minimaler Radius 120 m, selten 80 m
bei Seilauzügen	maximale Steigung 3—400 $^{\circ}/_{00}$ ,
	minimaler Radius 4—500 m.

Die Werte für die maximale Steigung sind sowohl bei Zahnradbahnen als auch bei Seilauzügen vielfach und bei manchen Bahnen sogar sehr bedeutend überschritten, doch hat die Erfahrung gelehrt, dass es besser ist, sich an obige Grenzwerte zu halten.

Die minimalen Werte des Radius bei Seilbahnen sind deshalb so groß, damit das Seil durch starke Biegungen nicht zu sehr geschädigt und die Seilreibung nicht allzugroß wird. Das Gewicht der Schienen, durch welche man einen Längsverband der Anlage erzielen will, beträgt pro l. m 20—24 kg; der Oberbau soll der größeren Festigkeit und Dauerhaftigkeit wegen möglichst aus Eisen bestehen und eingemauert sein. Auf den Bergbahnen verkehren Maschinen mit einem Gewichte von 14 bis 20 Tonnen und einer Geschwindigkeit von 7—8 km pro Stunde; der Verkehr u. zw. nur Tagverkehr wird im Winter zumeist eingestellt.

#### 7. Werksbahnen.

Die Werksbahnen (in Österreich auch Schleppbahnen genannt), d. s. in öffentliche Bahnen einmündende Bergwerks- oder



Industrie-Bahnen ohne Personentransport, sind sowohl in der Anlage als auch im Betriebe den Localbahnen gleichgehalten, nur können auf diesen auch 5—8 Tonnen schwere Locomotiven wie auch Pferde für den Betrieb verwendet werden.

### 8. Interimsbahnen.

Die Interimsbahnen, auch Materialbahnen genannt, werden vorübergehend für den Transport von Erde und sonstigen Baumaterialien angelegt und es entspricht sowohl die Anlage als auch der Betrieb den jeweiligen Verhältnissen.

## 3. Capitel.

*Allgemeine Vorschriften betreffend die Verfassung der auf öffentliche Eisenbahnen bezüglichen Projecte und die damit zusammenhängenden Amtshandlungen.*

### § 1. Vorproject.

Zur Anlage einer Eisenbahn, welche bestimmt ist, als öffentliches Transportmittel für Personen und Waren zu dienen, ist die besondere Bewilligung von Seite der Staatsverwaltung erforderlich und zwar:

- a) die Bewilligung zu den Vorarbeiten,
- b) die Concession zur Anlage der Bahn und der dazu gehörigen Gebäude selbst.

Durch die Bewilligung zu den Vorarbeiten einer Eisenbahn erhält der Concessionswerber blofs das Recht, auf seine Kosten die Vorerhebungen für die künftige Ausführung der projectierten Eisenbahn mit Beobachtung der bestehenden Gesetze unter Aufsicht der Behörden zu pflegen und die nöthigen Vermessungs- und Nivellierungsarbeiten vorzunehmen.

Diese Bewilligung zu den Vorarbeiten hat blofs für den in demselben ausdrücklich bestimmten Zeitraum Giltigkeit, nach Beendigung dieses Zeitraumes, welcher laut Verordnung des Handelsministeriums vom 25. Januar 1879, R.-G.-Bl. No. 19, sich auf höchstens 6 Monate erstreckt, ist diese Bewilligung als

erloschen anzusehen und wird nur unter der Bedingung verlängert, dass noch vor Ablauf desselben folgende Behelfe dem Eisenbahnministerium vorgelegt und von diesem als befriedigend erkannt werden, nämlich:

1. Eine Generalkarte des militär-geographischen Institutes im Mafsstabe von 1:75,000, 1:144,000 oder 1:288,000 (stets je nach den Ländern die neueste Auflage) mit Angabe der ungefähren Richtung der angestrebten neuen Bahn und der genauen Richtung der dieselben umschliessenden im Betriebe oder im Baue befindlichen Linien.

2. Eine Skizze des Längenprofils in demselben Längenmafsstabe wie die Karte und dem 50 fachen Höhenmafsstabe mit Angabe der Meereshöhe der überschrittenen Wasserscheiden und der dazwischen liegenden Thalgründe, sowie der beabsichtigten Steigungen und Gefälle.

3. Eine Schätzung der muthmafslichen Baukosten, Roh- und Reineinnahmen und der darnach zu erwartenden Verzinsung des Anlagecapitals.

4. Ein Erläuterungsbericht über die von der projectierten Bahn erhofften volkswirtschaftlichen oder sonst im öffentlichen Interesse erwarteten Vortheile, dann über die bereits gewonnenen und die noch zu hoffenden bautechnischen Resultate, die möglichen Varianten, die beabsichtigte Einrichtung des Betriebes, Benützung von Anschlussbahnhöfen u. s. w.

Die behufs Erwirkung der Concession vorzulegenden Projectstücke sind:

1. Eine Generalkarte wie im § 1, aber mit genauer Angabe der beabsichtigten Linie.

2. Eine topographische Detailkarte (neueste Auflage) im Mafsstabe von 1:25,000 oder 1:28,800 mit Angabe jener Strecken, welche über verliehene Grubenmafse oder im Abbau begriffene Bergwerke führen.

3. Ein Generallängenprofil im Mafsstabe von 1:100,000 für die Längen und 1:2000 für die Höhen.

4. Ein Speciallängenprofil im Mafsstabe 1:10,000 für die Längen und 1:1000 für die Höhen.



5. Eine Sammlung von Querprofilen (etwa 1 oder 2 auf den Kilometer) im Maßstabe von 1:200 auf diejenigen Punkte der Bahn bezüglich, wo die Berglehnen sehr abschüssig sind, wo Fluss- oder Straßenverlegungen vorkommen, oder wo überhaupt die Führung der Bahn auf besondere Schwierigkeiten stößt.

6. Ein summarischer, möglichst auf Erfahrungsergebnisse gestützter und sowohl für die ganze Bahn, als auch auf das Durchschnittskilometer berechneter Kostenvoranschlag mit folgenden Rubriken:

- a) Vorarbeiten und Bauaufsicht.
- b) Grundeinlösung und sonstige Grundentschädigungen sammt feuersicheren Herstellungen.
- c) Erdarbeiten (aller Art).
- d) Nebenarbeiten (Sicherung der Böschungen durch Bepflanzung, Drainierungen, Pflasterungen, Steinwürfe, Stütz- oder Wandmauern, Beschotterung der Wege u. s. w.)
- e) Kleine Kunstbauten unter 20 Meter lichter Öffnung.
- f) Große Kunstbauten, Viaducte und Tunnel (meist auf die Currentlängeneinheit zu veranschlagen).
- g) Beschotterung der Geleise (incl. Oberbaulegen).
- h) Oberbau (incl. Drehscheiben, Brückenwagen, Ladekrähne, Signale).
- i) Hochbau (incl. der mechanischen Einrichtung der Wasserstationen und Werkstätten).
- k) Verschiedenes (Einfriedigung, Zeiger, Telegraph, Mobilien, Werkstättenausrüstung, Vorräthe, Betriebsvorauslagen u. s. w.)
- l) Fahrpark.

7. Ein technischer Bericht zur Begründung und Erläuterung der ganzen Vorlage, insbesondere der gewählten Übergangspunkte über die Wasserscheiden, der geologischen Bodenbeschaffenheit, der angenommenen Steigungen und Minimalcurven, der zu Grunde gelegten Normalien, der unvermeidlichen großen Kunstbauten, der Zahl und Lage der Bahnhöfe und Stationen u. s. w.

Die Entfernungen der Stationen, die Richtungs- und Steigungsverhältnisse der Bahn, die Zahl und Dimensionen der Kunstbauten sind überdies in tabellarischen Beilagen zu beziffern.

Die Varianten, falls welche in Frage stehen, sind in Parallele zu bringen und ihre betreffenden Vorzüge und Nachteile hervorzuheben.

Findet das Eisenbahnministerium das vorgelegte Project entsprechend, so wird dasselbe der Tracenrevision unterzogen, wobei über die Zulässigkeit der Bahn überhaupt berathen wird und die in ihrem Besitze durch die Bahn Tangierten ihre Wünsche in Vernehmungsbögen, welche bei den politischen Behörden erster Instanz aufgelegt werden, niederschreiben.

Zu diesem Behufe hat der Concessionswerber den beteiligten politischen Landesbehörden Copien von dem vorhin erwähnten Projectstücken 1, 3 und 7 in der von jeder Landesbehörde zu bezeichnenden Anzahl vorzulegen.

Als Material der Berathung dienen der Commission die eingelaufenen Vernehmungsbögen, die allfälligen Anträge ihrer Mitglieder, sowie die ihr überwiesenen oder direct bei ihr einlaufenden Petitionen.

## § 2. Definitive Trace.

Nach erfolgter Concessionsertheilung, beziehungsweise nach erfolgtem Beschlusse, die Linie auf Staatskosten zu bauen, ist in erster Linie das Project der definitiven Trace beim Eisenbahnministerium einzureichen.

Dieses, auf Grund der getroffenen ministeriellen Entscheidung zu verfassende Project hat zu bestehen:

1—7 aus den bereits erwähnten Stücken, ferner:

8. Einem Situationsplane im Mafsstabe von mindestens 1:2880 (kleiner Situationsplan) mit Schichtencurven oder wenigstens mit Höhengoten rechts und links der Bahn. Wo letztere in Abtrag (Einschnitt) ist, wird die Bahnachse gelb, und wo im Auftrag (Damm) roth angelegt. Auch sind die Tunnel, Viaducte, Brücken, Durchlässe, Wegübergänge und



Weg- und Flussverlegungen wenigstens annäherungsweise einzuzeichnen.

Falls das Project der definitiven Trace sich von dem genehmigten Vorprojecte wesentlich unterscheidet, oder neue Fragen von öffentlichem Interesse berührt, so kann das Ministerium vor dessen Genehmigung eine neue vollständige oder theilweise Tracenrevision anordnen.

### § 3. Anzahl und Lage der Stationen.

Nach Genehmigung der definitiven Trace sind dem Eisenbahnministerium behufs Feststellung der Anzahl und der Lage der Bahnhöfe, Stationen und Haltestellen folgende Projectstücke vorzulegen:

1. Eine Generalkarte des militär-geographischen Institutes (§ 1, Nr. 1) mit roth eingetragener Linie und Angabe der vorgeschlagenen Stationsplätze, sowie der auf den im Betriebe stehenden Linien vorhandenen Stationen.

2. Das richtig gestellte Generallängenprofil.

3. Eine Sammlung der Situationspläne der beantragten Bahnhöfe, Stationen und Haltestellen (Mafsstab am besten 1:5000 und höchstens 1:2880) mit Angabe der Gebäude und Zufahrtsstraßen, womöglich in solcher Ausdehnung, dass die Ortschaft darauf sichtbar ist.

4. Ein erläuternder Bericht, in welchem — soferne die Stationen oder Haltestellen nicht an bestehenden öffentlichen Straßen oder Wegen projectiert werden — über die Herstellung der Zufahrtstraßen in technischer und finanzieller Beziehung bestimmte Vorschläge zu machen sind.

Über die in diesen § bezeichnete Vorlage erfolgt eine Amtshandlung in derselben Weise, wie bei der Tracenrevision.

### § 4. Politische Begehung.

Erst nach Feststellung der Stationen wird die Linie im Detail ausgesteckt und zur Ausarbeitung der Detailprojecte geschritten.

Zur Vermeidung allzuhäufiger Beanständungen bei der politischen Begehung empfehlen sich bei Aufstellung der Detailprojecte nachstehende Regeln:

Bei Durchfahrten (für Fahrwege) mit Eisen- oder Holzträgern soll die lichte Höhe nicht unter 3,20 Meter, aber, soweit nur Verkehrszwecke in Frage kommen, auch nie mehr als 4,50 Meter projectirt werden.

Bei gewölbten Durchfahrten ist die lichte Höhe am Scheitel um  $\frac{1}{3}$  der Pfeilhöhe des Gewölbes gröfser zu bemessen als bei Balkenbrücken.

Die lichte Weite der Durch- und Oberfahrten ist nach den localen Bedürfnissen zu bestimmen.

Auf Colonnenwegen und überhaupt bei militärisch wichtigen Durchfahrten darf die lichte Höhe nicht unter 4 Meter (bei Balkenconstruction) und die lichte Weite nicht unter 5 Meter betragen.

Bei schiefen Niveauübergängen soll womöglich der spitze Winkel nicht unter  $45^{\circ}$  betragen.

Bei allen befahrenen Niveauübergängen ist auf beiden Seiten der Bahn die Strasse oder der Weg aufserhalb der geschlossenen Schranken zum Rasten der Zugthiere womöglich auf eine Länge von mindestens 10 Meter horizontal oder schwach geneigt anzulegen.

Bei Strafsen- und Wegumlegungen sind womöglich nachstehende Maximalneigungen einzuhalten, nämlich:

für Ararialstrafsen 3 Procent,

für Land- und Bezirksstrafsen 4 Procent,

für sonstige Wege 6 Procent.

Falls jedoch die umzulegenden Strafsen und Wege zwischen den nächstliegenden maßgebenden Knotenpunkten bereits stärkere Gefälle aufweisen, können nach Umständen auch letztere als Richtschnur dienen.

Materialgruben müssen so projectirt werden, dass für ihre gründliche Entwässerung nach Möglichkeit vorgesorgt ist.

Wo ohne weitere Erläuterung von lichten Weiten und Höhen die Rede ist, sind dieselben stets auf die Strafsensohle



und Strafsenmitte, beziehungsweise auf das Nullwasser zu beziehen und senkrecht auf die Widerlager zu verstehen.

Behufs Anordnung der politischen Begehung sind dem Eisenbahnministerium folgende Behelfe vorzulegen:

1. Die richtig gestellte topographische Detailkarte.
2. Ein Situations- beziehungsweise Grundeinlösungsplan im Mafsstabe von 1:1000 (grofser Situationsplan) mit den Stationen und Wächterhäusern, den Böschungen, den Weg- und Flussverlegungen, den Unter- und Oberfahrten, sowie den Niveauübergängen und den Kunstbauten im allgemeinen, mit Angabe deren lichten Öffnungen und Höhen, endlich mit Angabe der beabsichtigten Einlösungsgrenzen und Katastralnummern der von der Bahn berührten und der benachbarten Grundparcellen.
3. Ein Detaillängenprofil im Mafsstabe 1:2000 für die Längen und 1:200 für die Höhen.
4. Eine Sammlung maßgebender Querprofile, eventuell mit Angabe der Sondierungsergebnisse.
5. Die Längen- und Normalquerprofile aller wesentlichen verlegten Wege und Wasserläufe.
6. Eine Tabelle der Richtungs- und Steigungsverhältnisse der Bahn.
7. Eine Tabelle der Wege und Wasserläufe sammt Hauptdimensionen der betreffenden Kunstbauten und Niveauübergänge mit Angabe der Körperschaften oder Parteien, von denen jeder umzulegende Weg oder Wasserlauf zur Erhaltung übernommen werden soll.
8. Ein Verzeichnis der in Anspruch genommenen Grundstücke und Rechte. In diesen Verzeichnissen sind die Bezirksamter, in deren Sprengeln die Gemeinden gelegen sind, und alle Katastralnummern und Flächenmaße der Parcellen, in Bezug auf welche eine Enteignung stattfinden soll, sowie die beanspruchten Flächen anzugeben (§ 12 des Enteignungsgesetzes).
9. Ein Verzeichnis der Namen und Wohnorte der Enteigneten.

Das Eisenbahnministerium unterzieht das eingereichte Detailproject einer vorläufigen Prüfung und ordnet, wenn es



dasselbe zur Ausführung geeignet erachtet, die politische Begehung an.

Die Aufgabe der Begehungscommission ist eine zweifache, nämlich:

einestheils die Erhebungen, betreffend die Feststellung des Gegenstandes und Umfanges der durch den Bahnbau veranlassten Enteignung, beziehungsweise die Begutachtung der dagegen erhobenen Einwendungen,

anderstheils die Begutachtung des Bauplanes vom Standpunkte des öffentlichen Interesses, beziehungsweise der gegen denselben erhobenen Einwendungen insbesondere in Bezug auf die berührten Strafsen, Wege und Wasserläufe, die Lage und die Dimensionen der Kunstbauten, Wegschraken u. s. w.

### § 5. Bauconsens.

Kein Bau darf ohne vorhergehende Genehmigung des Eisenbahnministeriums zur Ausführung kommen.

Der Bauconsens kann sachgemäß kein allgemeiner sein, sondern ergibt sich — die Besitzergreifung des erforderlichen Baugrundes vorausgesetzt — für die verschiedenen Arbeiten aus der Genehmigung der betreffenden Projecte, nach Maßgabe bestehender Bestimmungen.

In allen Fällen, in welchen Eisenbahnbauarbeiten im Gebiete einer Festung vorzunehmen sind, ist sich vor Inangriffnahme derselben bei dem betreffenden Festungscommando, oder wenn die Befestigungen erst im Entstehen begriffen wären, bei der Befestigungsbaudirection unter gleichzeitiger Vorlage der Pläne mit dem Bauconsense zu legitimieren.

### § 6. Feuersichere Herstellung.

Als Feuerrayon gilt der Raum, der von einem in einem Verhältnisse von 1 : 3 geneigten fictiven Dache überdeckt würde, dessen First 10 Meter über der Schienenoberkante in der Geleisemitte hinliefe und dessen Breite auf jeder der beiden Bahnseiten 30 Meter von der Geleisemitte an betrüge.



Innerhalb des Feuerrayons sind an Gebäuden Holz- und Strohdächer ausgeschlossen, ebenso Bretter- und Blockwände, falls dieselben nicht mit einem Mörtelanwurfe versehen sind.

Als feuersicheres Eindeckungsmaterial gilt auch Dachpappe. Deren Anwendung auf Wohn- und solche Gebäude, welche zur Unterbringung von Lebensmitteln und Futtermitteln dienen, soll jedoch nur mit Zustimmung des Besitzers stattfinden. Riegelwandbauten mit ausgemauerten Feldern sind als feuersicher anzusehen.

Die feuersicheren Herstellungen sind Gegenstand einer besonderen, nach der politischen Begehung durchzuführenden commissionellen Verhandlung.

### § 7. Benützungscensens.

Der provisorische Locomotivbetrieb auf im Baue begriffenen Bahnen zum Zwecke von Material- und Arbeitertransporten darf nur mit Genehmigung der Generalinspection eingeleitet werden.

Zu diesem Behufe hat die Bahnunternehmung unter Angabe der zu befahrenden Strecke sich an die erwähnte Behörde zu wenden und hiebei

- a) das für die Durchführung dieses Betriebes bestellte, verantwortliche Organ namhaft zu machen;
- b) den Nachweis der Collaudierung der feuersicheren Herstellungen in der fraglichen Strecke beizubringen;
- c) falls die Brückenproben noch nicht vorgenommen sind, das Gewicht der provisorisch zu verwendenden Locomotiven bekannt zu geben.

Die Vornahme der Brückenproben erfolgt durch die Generalinspection über Einschreiten der Bahnunternehmung.

Für jede Locomotive erfolgt der Benützungscensens auf Grund einer speciellen Prüfung.

Abgesehen von den feuersicheren Herstellungen erfolgt der Benützungscensens stets nur unter dem selbstverständlichen Vorbehalte der Collaudierung.

### § 8. Allgemeine Bestimmungen.

Falls in Zeichnungen und Schriftstücken die Bemerkungen der gesetzlichen Mafse und Gewichte abgekürzt werden wollen, sind nachstehende Bezeichnungen anzuwenden:

#### 1. Längenmafse.

Kilometer	km
Meter	m
Centimeter	cm
Millimeter	mm
Decimeter	dm

#### 2. Flächenmafse.

Quadratkilometer	km <sup>2</sup>
Quadratmeter	m <sup>2</sup>
Quadratdecimeter	dm <sup>2</sup>
Quadratcentimeter	cm <sup>2</sup>
Quadratmillimeter	mm <sup>2</sup>
Hektar	ha
Ar	a

#### 3. Raummafse.

Cubikkilometer	km <sup>3</sup>
Cubikmeter	m <sup>3</sup>
Cubikdecimeter	dm <sup>3</sup>
Cubikcentimeter	cm <sup>3</sup>
Cubikmillimeter	mm <sup>3</sup>

#### 4. Hohlmafse.

Hektoliter	hl
Liter	l
Deciliter	dl
Centiliter	cl



## 5. Gewichte.

Tonne	t
Metrischer Centner	q
Kilogramm	kg
Dekagramm	dkg
Gramm	g
Decigramm	dg
Centigramm	cg
Milligramm	mg

Die Längeneintheilung der Bahnlinie muss auf den Karten und Plänen derart wiederholt sein, dass die Identität der Punkte des Planes und des Profiles nicht zweifelhaft sein kann.

Auf den Profilen sind auch die Entfernungen der Stationen (von der Mitte der Aufnahmegebäude gemessen) und die Höhe der Vergleichungsebene über dem Meere bei jedem Absatz einzuschreiben.

Auf den Detaillängenprofilen sind alle Niveau-Übergänge, Über-Fahrten, Kunstbauten, Stützmauern u. s. w., auf den Generallängenprofilen wenigstens die Hauptbauwerke (Tunnel, Viaducte, Brücken) einzuzeichnen.

Die Nieder- und Hochwässer sind sowohl auf dem Längenprofile, als auf den Detailprojecten der Brücken und Durchlässe anzugeben. Bei größeren Flüssen sind nach Umständen auch die Grenzen des Überschwemmungsgebietes auf den Karten und Situationsplänen zu bezeichnen.

Bei Gebirgsbahnen, die sich an Lehnen erheben, ist es wünschenswert die Thalsole wenigstens annähernd auf den Übersichtsprofilen einzuzeichnen.

Hinsichtlich der Verfassung und commissionellen Behandlungen der Projecte für Localbahnen und Schlepfbahnen wurden mit Verordnung des Handelsministeriums vom 29. Mai 1880 Erleichterungen zugestanden.

#### 4. Capitel.

*Darstellung der Längenprofile, Querprofile und Situationen. Lichtraumprofil. Geleise-Entfernungen und Weichenradien.*

##### § 1. Darstellung der Längenprofile.

Die Darstellungsweise des Längenprofiles (Tafel I) ist eine derartige, dass man in großen Zügen alle technischen Anlagen der projectierten Bahn ersehen kann. Das Längenprofil zeigt:

##### 1. Das Längenprofil des Terrains.

Dieses ist die Schnittlinie einer in der Achse der Bahn geführten verticalen Fläche mit dem natürlichen Terrain. Wie leicht erklärlich sind die auf einem solchen Längenprofile zur Anschauung gebrachten Höhendifferenzen des Terrains in der Regel verschwindend klein gegen die Distanzen der einzelnen Punkte, so dass man, wollte man die Höhen und die Längen in gleichem Maßstabe zeichnen, ein Bild bekäme, das im allgemeinen nur wenig Übersichtlichkeit gewähren würde. Dem wird in der Weise begegnet, dass man für die Höhen einen vielfach größeren Maßstab annimmt, als für die Längen, wodurch man ein sogenanntes verzerrtes Bild erhält; das Maß der Verzerrung bei derartigen Profilen ist im vorigen Capitel angegeben.

Als Basis für die Höhengoten wählt man eine horizontale Ebene, Vergleichungsebene genannt, die in beliebiger Höhe unter dem tiefsten Punkte des Terrainschnittes gedacht wird, so dass alle Höhengoten von dieser Linie an positiv, d. h. nach aufwärts, aufzutragen kommen. Die Distanzen werden vom Anfangspunkte dieser Linie auf derselben in dem bestimmten Längenmaßstabe der Reihe nach, wie sie sich in der Natur folgen, aufgetragen, in diesen Abschnitten Perpendikel errichtet und auf denselben die Höhengoten mit Rücksicht auf die Verzerrung und der angenommenen Höhe der Vergleichungsebene aufgetragen. Die so erhaltenen Punkte werden der Reihe nach



miteinander verbunden und liefern dann das Längenprofil des Terrains in der Richtung der Trace.

Sowohl dieses als auch die Ordinaten für die einzelnen Terrainpunkte werden, wie das Beispiel auf Tafel I zeigt, schwarz ausgezogen und die zugehörigen Coten schwarz eingeschrieben.

## 2. Die Gradiente.

Nachdem man das Längenprofil des Terrains dargestellt hat, zeichnet man in dasselbe die Gradiente ein; diese Linie stellt den Schnitt der Ebene der Schienenunterkante oder Schwellenoberkante mit der Zeichenfläche dar; sie zeigt in Verbindung mit dem Terrainprofile die Auf- und Abträge, wie auch die Nothwendigkeit von Objecten und gibt selbst das Steigungsverhältnis an. Die Grundsätze nach denen die Einlegung der Gradiente erfolgt, gehören in das Gebiet des Tracierens und werden dort näher besprochen; hier soll nur erwähnt werden, dass man für die Bezeichnung des Steigungsverhältnisses zwei Ausdrucksweisen besitzt und zwar:

- a) Die deutsche Ausdrucksweise; diese kennzeichnet sich dadurch, dass die Höhe  $h$  der schiefen Ebene zur Basis  $l$  derselben auf die Einheit reduciert wird, also:

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{n}.$$

- b) Die französische Ausdrucksweise; diese charakterisiert sich dadurch, dass die Höhe  $h$  für 1000 m Länge der bezüglichen Steigung ausgedrückt wird; die symbolische Bezeichnung die der Zahl, welche die Steigungshöhe auf 1000 m angibt, beigefügt wird, ist  $\text{‰}$  (pro mille).

Nebst der graphischen Darstellung des Steigungsverhältnisses durch die Gradiente werden die Werte desselben noch, wie das Beispiel zeigt, ziffermäsig am unteren Rande des Längenprofiles ersichtlich gemacht.

Die Gradiente selbst wird roth, die Ordinaten die zu den Bruchpunkten und sonstigen charakteristischen Punkten der Gradiente, dann zu den Hektometer- und Kilometerpunkten

führen, werden wie die übrigen Ordinaten schwarz ausgezogen, die Aufträge legt man roth, die Abträge gelb an; Mauerwerk wird entweder zinnoberroth angelegt oder roth schraffirt; Eisenconstructions werden blau angedeutet. Die Höhen der Gradienten an allen Ordinaten werden aus dem angenommenen Steigungsverhältnisse berechnet und mit rother Farbe (Zinnober) eingeschrieben.

Die Differenzen zwischen Terrain und Gradientenhöhe, d. h. die Höhen der Aufträge und die Tiefen der Abträge oder die sogenannten Auf- und Abtragscoten, schreibt man am besten blau (Ultramarin) oder roth (Zinnober) ein.

Wegübergänge, Futtermauern, Wächterhäuser u. dgl. bezeichnet man mit rother, Brücken und Durchlässe, dann Bach-correctationen u. dgl., mit blauer Schrift.

### 3. Das Allignement- oder Richtungsverhältnis.

Unter den beiden Parallelen, zwischen welchen die Zahlen des Steigungsverhältnisses geschrieben werden, wird das Richtungsverhältnis durch eine gebrochene Linie derart angedeutet, dass ein Bogen links durch einen Bruch der Linie, welche die Gerade darstellt nach unten und ein Bogen rechts durch einen solchen nach oben für die ganze Länge des Bogens versinnlicht wird. Diese Linie wird roth ausgezogen und derart beschrieben, dass man sowohl die Längen der Bögen und Geraden sowie auch die Längen der Curvenradien ersehen kann.

### 4. Die Stationierung.

Unter der Linie des Richtungsverhältnisses werden innerhalb zweier Parallelen an die richtige Stelle jene Zahlen geschrieben, welche die Entfernungen der einzelnen mit Ordinaten versehenen Punkte vom Anfangspunkte der Linie aus bezeichnen.

### 5. Die Lage der Bahnhöfe.

Die Lage eines Bahnhofes wird durch einen breiteren rothen Streifen oben und unten von je einer dünnen rothen Linie eingesäumt in der Länge des Bahnhofes zwischen Gradienten und



Vergleichungsebene an passender Stelle dargestellt; in der Höhe der Gradienten werden die Enden des Bahnhofes durch roth-weiße Scheiben gekennzeichnet. Bei Wasserstationen erhalten diese Scheiben noch je ein weiß-blaues Fähnchen.

#### 6. Die Wächterhäuser.

Diese erscheinen durch roth-weiße Fähnchen in der Höhe der Gradienten dargestellt; dieses zeigt für ein Wächterhaus, welches sich links der Bahn befindet, nach links, für ein rechtsstehendes nach rechts.

#### 7. Die Grabenssohle der Parallelgräben.

Dieselben sind durch zwei zu einander parallele horizontale blaue Linien in der Länge der Gräben und zwar rechtsseitige Gräben gestrichelt, linksseitige strichpunktirt dargestellt.

#### 8. Die Wegumlegungen und Flusscorrectionen.

Die Wegumlegungen werden für die ganze Länge der Umlegung durch horizontale braune, die Flusscorrectionen auf die ganze Länge durch blaue Gerade angedeutet und mit der Beschreibung „Wegumlegung (Fluss- oder Bachcorrection) rechts, beziehungsweise links“ der Bahn versehen.

#### 9. Land-, Bezirks-, Gemeinde- und Culturgrenzen.

Am oberen Rande des Längenprofils werden zueinander und zum Rande parallele Gerade gezogen und die entstehenden Flächen zwischen denselben (und zwar die oberste für Länder, die folgende für Bezirke, dann Gemeinden und schließlich Culturen) durch die Ordinaten, welche an den bezüglichen Grenzen gezogen werden, untertheilt; in diese Theile werden die betreffenden Namen eingeschrieben.

### § 2. Querprofile.

Wie für das Längenprofil, so bestehen auch für die Ausfertigung der an allen charakteristischen Terrain- und Gradientenpunkten aufzunehmenden Querprofile bestimmte Vorschriften.

Der Maßstab ist aus dem vorigen Capitel zu entnehmen. In der Darstellung gibt man entweder die Terrainlinie schwarz und die in das Querprofil eingezeichneten Kunstprofile roth an und lässt die Flächen weiß; oder man zieht alle Linien schwarz aus und legt die Flächen, welche den Auf- und Abtrag darstellen, mit denselben Farben an, wie im Längenprofile.

Die Auf- und Abtragsnoten schreibt man blau, die Zahlen der Stationierung (in der Höhe der Bahnachse) schwarz ein. Die Maße, welche man zur Construction des Terrainprofils aufgetragen hatte, werden nicht eingeschrieben, weil sie für das Weitere keine Bedeutung haben.

Die in die Terrainprofile einzuzeichnenden charakteristischen Querprofile sind: Der Damm, der Einschnitt, der Anschnitt, die Überfahrt, der Durchlass, die Gallerie, der Tunnel, die Brücke und der combinierte Lehenbau, wenn Bahn, Weg und Bach nahe nebeneinander sich befinden.

### § 3. Situation oder Grundrifs.

Der Grundriss oder die Situation des Terrains, deren Darstellung an bestimmte Maße und Form gebunden ist, wird entweder bereits bestehenden Plänen entnommen oder falls solche nicht vorliegen, durch besondere Aufnahmen hergestellt und die Grenzen des Bahneigenthums ersichtlich gemacht.

Ein Beispiel für die Darstellung einer Situation zeigt Tafel II.

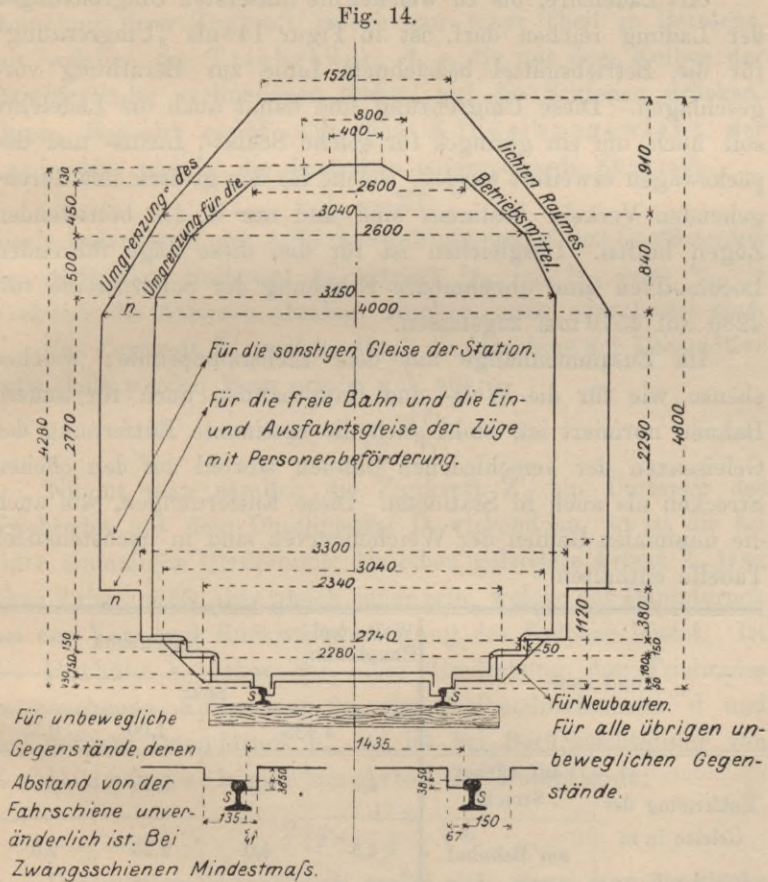
Das Bahnplanum legt man licht graublau, die neuen Wege braungelb an. Die Böschungen werden meist nach der gewöhnlichen Beleuchtungstheorie, nicht nach der Methode der Bergschraffirung schattiert und in den Aufträgen roth, in den Abträgen gelb oder auch in den Aufträgen grün, in den Abträgen braun angelegt. Stein-, Holz- und Eisen-Constructionen zeichnet man bezüglich roth (Zinnober), braun oder gelb und blau ein. Die Bezeichnung aller bereits bestehenden Objecte erfolgt mit schwarzer, die Bezeichnung aller neuen Objecte mit rother beziehungsweise blauer oder brauner Schrift.



Zur Darstellung des Grundrisses der einzelnen Objecte wie Niveauübergänge, Durchlässe, Brücken, Futtermauern, Wächterhäuser u. s. w. muss man natürlich mit der Construction dieser Objecte vertraut sein.

#### § 4. Lichtraumprofil, Geleise-Entfernung und Weichenradien.

Denkt man sich ein Eisenbahnfahrzeug über die Bahn bewegt, so darf weder ein Theil von ihm selbst noch von seiner



Ladung irgend wo an den Seiten unten und oben anstoßen. Demnach hat man allgemein bindende Bestimmungen getroffen,

bis zu welchen Entfernungen in den verschiedenen Höhen über der Schienenoberkante ein jeder Gegenstand nach allen Richtungen von der Geleisemitte ab bleiben muss und dann ferner festgestellt, wie weit der äufserste Theil eines Fahrzeuges und auch seiner Ladung nach allen Richtungen vorspringen kann.

Wenn in Figur 14 s, s die beiden Schienen einer normalspurigen Hauptbahn bedeuten, so muss jeder Gegenstand außerhalb der gezeichneten Linien (Umgränzungen) n, n, n bleiben.

Als Ladelehre, bis zu welcher die äufsersten Umgränzungen der Ladung reichen darf, ist in Figur 14 als „Umgränzung“ für die Betriebsmittel bezeichnete Linie zur Berathung vorgeschlagen. Diese Umgränzung und damit auch die Ladelehre soll noch um ein geringes für solche Schlaf-, Luxus- und Gepäckswagen erweitert werden, welche für den grofsen und durchgehenden Verkehr bestimmt sind und nur in den betreffenden Zügen laufen. Desgleichen ist für die, diese Züge führenden Locomotiven eine abnehmbare Erhöhung der Schornsteine von 4280 auf 4570 mm zugelassen.

Im Zusammenhange mit dem Lichtraumprofile, welches ebenso wie für die Welt- und Hauptbahnen auch für andere Bahnen normiert ist, steht auch die bestimmte Entfernung der Geleiseaxen der verschiedenen Bahnen sowohl auf den offenen Strecken als auch in Stationen. Diese Entfernungen, wie auch die minimalen Radien der Weichencurven sind in nachstehender Tabelle enthalten.

und zwar		Welt- und Hauptbahn	Nebenbahn		
		Spur			
		1,435	1,00	0,75	
Entfernung der Geleise in m	auf offener Strecke	4,0	3,5	2,75	2,0
	am Bahnhof	4,5	4,0	2,75	2,0
Weichenradius in m	auf offener Strecke	250	180	100	60
	am Bahnhof	180	100	75	40



**5. Capitel.***Zugkraft der Locomotive, dann Zugswiderstände und Wagenlast.***§ 1. Die Zugkraft der Locomotive.**

Die Zugkraft, welche eine Locomotive entwickeln kann, wird durch das Gewicht, durch die maschinelle Anlage und durch den Dampferzeugungapparat derselben bedingt.

Vom Gesamtgewicht der Locomotive kommt für die Bestimmung ihrer Zugkraft jedoch nur jener Theil in Betracht, mit welchem die Triebräder, d. s. die mit dem Kolben der Dampfcylinder verbundenen Räder, auf die Schienen drücken. Dieses Gewicht nennt man das Adhäsionsgewicht der Locomotive und ist die demselben entsprechende Zugkraft

$$Z_1 = Mf;$$

hierin bedeutet M das Adhäsionsgewicht und f den Coefficienten der gleitenden Reibung; er beträgt  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{7}$ ,  $\frac{1}{15}$  oder  $\frac{1}{18}$  je nachdem die Schienen staubig, trocken, nass oder beeeist sind.

Die Zugkraft  $Z_2$ , welche durch die Maschine der Locomotive entwickelt werden kann ergibt sich aus:

$$Z_2 = p_m \frac{d^2 s}{D}.$$

Nimmt man nämlich die Zugkraft  $Z_2$  am Umfange des Triebrades mit dem Durchmesser D wirkend an, so ist die bei einer einmaligen Umdrehung derselben geleistete Arbeit  $Z_2 D \pi$ ; diese Arbeit muß aber gleich jener sein, welche der Dampfdruck bei der Vor- und Rückwärtsbewegung des Kolbens leistet. Ist die Hubhöhe s, daher der einer Umdrehung des Triebrades entsprechende Kolbenweg  $2s$ , der Kolbendurchmesser d und der mittlere Dampfdruck  $p_m$ , so ist bei Berücksichtigung von Zwillingsmaschinen die Arbeit der Dampfkraft:

$$2 \cdot p_m \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 2s.$$

Der mittlere Dampfdruck ergibt sich, wenn man die Fläche des die Einströmungs-, Ausdehnungs- und Ausströmungsperiode des Dampfes im Cylinder darstellenden Diagramms in zwei gleiche

Theile theilt; die Theilungslinie schneidet auf der Ordinate den Wert von  $p_m$  ab; allerdings kommt nicht das ganze  $p_m$  an der Kurbel zur Wirkung, da ja ein Theil derselben zur Bewegung von Massen (Kolbenstange, Kreuzkopf, Bleuelstange) aufgebraucht wird.

An Stelle des mittleren Dampfdruckes kann man auch den Dampfdruck im Kessel in Rechnung ziehen, muß aber dann das Resultat mit einem Coefficienten  $k$  multiplicieren, welcher für Personenlocomotiven circa 0,5 für Güterlocomotiven 0,6 beträgt; hierdurch werden die verschiedenen Verluste an Kraft berücksichtigt.

Bei Verbundlocomotiven ist in der Gleichung für  $Z_2$  der Durchmesser  $d_n$  des Niederdruckcylinders einzuführen und sodann das ganze durch 2 zu dividieren:

$$Z_2 = p_m \frac{d_n^2 s}{2 D};$$

der Wert von  $p_m = kp$  — ausgedrückt durch den Dampfdruck in Kessel — ergibt sich aus dem Volumsverhältnisse zwischen Nieder- und Hochdruckcylinder  $\frac{v_n}{v_h} = i$  bei Berücksichtigung der folgenden Werte für den Coefficienten  $k$ :

$\frac{v_n}{v_h} = i =$		2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
für Personenlocomotiven	$k =$	0,44	0,424	0,408	0,392	0,376	0,310
für Güterlocomotiven		0,500	0,480	0,460	0,440	0,420	0,400

Die Zugkraft  $Z_3$ , welche der Dampferzeugungsapparat der Locomotive zu liefern im Stande ist, hängt von der Heizfläche  $H$  ab; diese ist die direkt erhitzte Fläche im Feuerbox mehr der Oberfläche der Siederohre. Diese Zugkraft ist in kg ausgedrückt durch:

$$Z_3 = \frac{75 N}{v}.$$



Hierin bedeutet  $N = a H$  den Nutzeffect<sup>1)</sup> und  $v$  die Geschwindigkeit in m/sec;  $a$  ist ein Erfahrungscoefficient, welcher die Kraft in kg pro Einheit der Heizfläche  $H$  angibt. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, nimmt dieser Coefficient mit der Geschwindigkeit der Locomotive zu; denn die Verbrennung und damit auch die Dampferzeugung wachsen je gröfser  $v$  wird, weil damit auch der Luftzug im Schornstein zunimmt.

Tourenzahl $n$ des Triebrades		1	2	3	4	4,5	Abgekürzte Bezeichnung für die Locomotive
Zwillingslocomotive	für Personenverkehr	3	4,1	4,7	5,2	—	$P_z^2$
Verbundlocomotive mit 2 Cylinder		3,5	4,7	5,4	6,0	—	$P_v^2$
Verbundlocomotive mit 4 Cylinder		—	5,5	6,1	6,4	6,5	$P_v^4$
Zwillingslocomotive	für Güterverkehr	2,6	3,6	4,1	—	—	$G_z^2$
Verbundlocomotive mit 4 Cylinder		3,4	4,4	4,7	—	—	$G_v^4$

Die Construction einer Locomotive soll nun derart sein, dass die Werte  $Z_1, Z_2$  und  $Z_3$  einander möglichst gleich sind und dass insbesondere  $Z_1 \geq Z_2$  ist; denn eine Vergrößerung von  $Z_2$  gegenüber  $Z_1$  würde nur ein schädliches Schleudern oder Gleiten der Triebräder zur Folge haben.

1) Der Nutzeffect ergibt sich approximativ auch wenn man das Adhäsionsgewicht mit einem bestimmten Factor multipliciert und zwar:

bei Schnellzugslocomotiven mit . . . . .	11
„ Personenzugslocomotiven mit . . . . .	9
„ Güterlocomotiven mit . . . . .	8
„ Tenderlocomotiven { 1,435 m Spur mit	7
„ Tenderlocomotiven { 1,00 „ „ „	6
„ Tenderlocomotiven { 0,75 „ „ „	4.

Durch ausgiebige Sandstreuung, wodurch die Reibung zwischen Räder und Schienen erhöht wird, kann man  $Z_1$  bis zu einer gewissen Grenze vergrößern. (Rihosek's Sandstreuer saugt den Sand unter die Räder.)

$Z_3$  hängt in erster Linie von der Dampfspannung im Kessel ab, kann aber auch durch die Stellung des Schieberkastens beeinflusst werden; es wird mehr Dampf beim Anfahren, Nehmen von Steigungen und Befahren scharfer Krümmungen in den Dampfzylinder eingelassen, als während der Fahrt auf einer geraden horizontalen Strecke. Dabei ist aber nicht zu vergessen, dass ein großer Dampfverbrauch ein rasches Sinken des Manometers und auch einen starken, stoßweisen und daher schädlichen Luftzug durch die Feuerung zur Folge hat.

Beispiele für die Ermittlung von Zugkräften:

2/4 gekuppelte Personenverbundlocomotive mit 2 Cylindern

( $2/4 P_v^2$ ) und 30,4 Tonnen Adhäsionsgewicht.

Durchmesser des Hochdruckzylinders .  $d_h = 46$  cm

„ „ Niederdruckzylinders  $d_n = 68$  cm

Hubhöhe . . . . .  $s = 60$  cm

Volumsverhältnis der Cylinder . . .  $i = 2,2$

Coefficient der gleitenden Reibung . .  $f = 0,15$

Dampfdruck im Kessel . . . . .  $p = 12$  Ath.

Heizfläche . . . . .  $H = 118$  m<sup>2</sup>

wobei die Rostfläche  $R = 2,2$  m<sup>2</sup> <sup>1)</sup>

Durchmesser des Triebrades . . . .  $D = 198$  cm

Geschwindigkeit in km/St. . . . .  $V = 90$

Daher in m/sec. . . . .  $v = 25$

Die Tourenzahl . . . . .  $n = \frac{15}{198 \cdot 3,141} = 4$

und somit  $a = 6$ .

<sup>1)</sup> Zwischen Heizfläche  $H$  und Rostfläche  $R$  besteht ein bestimmtes Verhältnis und zwar

bei Personenlocomotiven  $\frac{H}{R} = 60$

„ Güterlocomotiven  $\frac{H}{R} = 70$

„ Tenderlocomotiven  $\frac{H}{R} = 50$ .



$$Z_1 = 0,15 \cdot 30400 = 4560 \text{ kg}$$

$$Z_2 = \frac{68 \cdot 68 \cdot 60}{2 \cdot 198} 12 \cdot 0,424 = 3564 \text{ kg}$$

$$Z_3 = \frac{75 \cdot 6 \cdot 118}{25} = 2124 \text{ kg.}$$

Das Verhältnis zwischen den Werten  $Z_1$ ,  $Z_2$  und  $Z_3$  ist bei dieser Locomotive und bei der Geschwindigkeit  $V = 90 \text{ km/St.}$  nicht günstig; dasselbe gestaltet sich etwas besser, wenn man  $V = 45 \text{ km/St.}$  annimmt, weil dann der Wert von  $Z_3$  auf 3330 kg ansteigt.

Eine gute Übereinstimmung der Zugkräfte zeigt folgendes Beispiel:

3/3 gekuppelte Güterlocomotiven (3/3  $G_2^2$ ) mit einem Adhäsionsgewicht von 38,5 Tonnen.

Durchmesser des Cylinders . . . . .  $d = 45 \text{ cm}$

Hubhöhe . . . . .  $s = 63 \text{ cm}$

Coefficient der gleitenden Reibung . . . . .  $f = 0,15$

Dampfdruck im Kessel . . . . .  $p = 10 \text{ Ath}$   
 $k = 0,6$

Heizfläche . . . . .  $H = 125 \text{ m}^2$ ,

wobei die Rostfläche . . . . .  $R = 1,53 \text{ m}^2$

Durchmesser des Triebrades . . . . .  $D = 133 \text{ cm}$

Geschwindigkeit in km/St. . . . .  $V = 15$

Daher in m/sec. . . . .  $v = 4,2$ .

$$Z_1 = 0,15 \cdot 38500 = 5775 \text{ kg}$$

$$Z_2 = 10 \frac{45 \cdot 45 \cdot 63}{133} \cdot 0,6 = 5755 \text{ kg}$$

$$Z_3 = \frac{75 \cdot 2,6 \cdot 125}{4,2} = 5800 \text{ kg.}$$

## § 2. Zugwiderstände und Wagenlast.

Die Zugkraft einer Locomotive hat bei der Fortbewegung der letzteren mehrere Widerstände zu überwinden.

Ist die Bahn gerade und horizontal, so kommt nur der sogenannte Laufwiderstand ( $\varrho$ ) in Betracht, der sich aus Reibungen mannigfacher Art zusammensetzt. Zur Bestimmung der Größe dieses Widerstandes wurden auf Grund von Versuchen

(Auslaufversuche) empirische Formeln aufgestellt, die den Widerstand in kg pro Tonne angeben. Eine der ältesten Formeln dieser Art ist jene von Clark:

$$\rho = 2,4 + \frac{V^2}{1000}$$

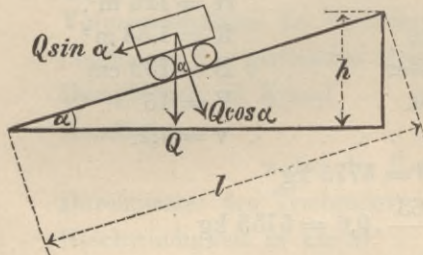
worin  $V$  die Geschwindigkeit in km pro Stunde bedeutet.

In den 80er Jahren wurde diese Formel durch eine Kommission in Erfurt auf ihre Richtigkeit hin geprüft und hierbei gefunden, dass  $\rho$  bei grossen  $V$  unverhältnismässig gross wird; es wurde auf Grund der angestellten Versuche die sogenannte Erfurter Formel mit folgender Zusammensetzung für grosse Geschwindigkeiten aufgestellt:

$$\rho = 2,4 + \frac{V^2}{1300}.$$

Bei einer geraden aber geneigten Bahn gesellt sich zum Laufwiderstand noch der Widerstand der Steigung  $w_s$  hinzu;

Fig. 15.



dieser Widerstand ist durch das Steigungsverhältnis [der Bahn genau gegeben (Fig. 15):

$$\begin{aligned} w_s &= Q \sin \alpha \\ &= Q \frac{h}{l}; \end{aligned}$$

hieraus ergibt sich der Widerstand in kg pro Tonne mit:

$$\frac{w_s}{Q} = \frac{h}{l} = m.$$

Liegt in der geneigten Strecke eine Bahnkrümmung, so reihet sich zu den vorhin genannten Widerständen noch der Kurvenwiderstand  $c$ . Auch für die Ermittlung der Grösse dieses Widerstandes existieren empirische Formeln; u. a.

$$c = \frac{1000}{\alpha R} \text{ in kg pro Tonne}$$

oder nach Röckel

$$c = \frac{650}{R-55} \text{ in kg pro Tonne}$$



und bedeutet hierin  $\alpha$  einen Coefficienten, der  
 für normalspurige Bahnen den Wert 1,5  
 „ Bahnen mit 1,00 m Spur „ „ 2,0 und  
 „ „ „ 0,75 m „ „ „ 4,0  
 besitzt; R ist der Radius der Kurve in m.

Dieser Widerstand ergibt sich durch Reibungen, die theils durch die Construction der Fahrbetriebsmittel, theils durch die Wirkung der Centrifugalkraft bedingt werden. Die Räder der Fahrbetriebsmittel sind mit den Achsen fest verbunden und müssen daher beide Räder einer Achse die gleiche Tourenzahl vollführen, wiewohl in Krümmungen das aufsen liegende Rad einen größeren Weg zurückzulegen hat als das innere; die Folge davon ist ein Vor- und Rückwärtsgleiten des einen oder des anderen Rades. Zu der hierdurch erzeugten Reibung gesellt sich noch jene hinzu, welche sich durch Hineinpressen eines starren, durch die Berührungspunkte der 4 Räder eines Wagens mit den Schienen gebildeten Rechteckes ergibt; es sind nämlich die Achsen eines Wagens, wenn er keine Lenkachsen besitzt, feststehend parallel zu einander<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Aus diesem Grunde muß daher zwischen dem Radius der Kurve und dem Achsstand der sie befahrenden Wägen ein durch den Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen festgesetzter Zusammenhang bestehen und zwar darf der Achsstand nicht größer sein als 3,9 m beziehungsweise 6,1 m, wenn diese Wagen noch Kurven von 180 m beziehungsweise 500 m Radius befahren sollen. Bei einem größeren Achsstand sind für das Durchfahren scharfer Krümmungen Lenkachsen erforderlich, die sich in Freilenkachsen und in zwangsläufige Lenkachsen untertheilen.

Die Freilenkachse, zuerst von Klose (1873) construiert, charakterisiert sich dadurch, dass zwischen Achshalter und Achslagergehäuse ein Spielraum von 10—25 mm frei gelassen wird und die Achsen derart durch ein Gestänge miteinander verbunden werden, dass sich die Achsen nach den Radius der Krümmung zu stellen vermögen. Die sogenannten Vereinslenkachsen dieser Art mit der Bezeichnung A<sub>1, 2, 3</sub> oder 4 und B<sub>1, 2, 3</sub> oder 4, erstere für allgemeine, letztere für beschränkte Verwendung, zeichnen sich dadurch aus, dass die Achslagergehäuse verschiebbar auf die Wagenfedern aufgehängt und zweckentsprechend miteinander verbunden sind.

Bei den zwangsläufigen Lenkachsen dreiachsiger Wagen werden die Achsen durch eine Kupplung derart mit einander verbunden, dass sich die beiden äußeren Achsen in ihrer Stellung passend nach der mittleren richten müssen.

Die Centrifugalkraft preßt die Wagen an den äußeren Schienenstrang und erzeugt dadurch auch wieder größere oder geringere Reibungen.

Durch die Construction der Bahn (Überhöhung des äußeren Schienenstranges gegenüber dem inneren und Spurerweiterung) sowie durch die konische Form der Radkränze trachtet man den Kurvenwiderstand möglichst zu verringern.

Bei schnellfahrenden Zügen kommt außer den besprochenen Widerständen auch noch der Luftwiderstand in Betracht, welcher nur von der Fahrgeschwindigkeit und der äußeren Form der Fahrzeuge abhängig ist. Dieser Widerstand drückt sich nach Thibault in kg durch

$$w = 0,0625 K G v^2$$

aus; hierin ist  $K = 1,10—1,43$  eine vom Verhältnisse der Länge des Zuges zu dessen Breite abhängende Constante,  $G$  die Fläche des Zuges in  $m^2$ , die der Luft entgegengesetzt wird und  $v$  die Geschwindigkeit in  $m/sec$ .

Sieht man vom Luftwiderstand, der sich bei Güterzügen nicht sehr fühlbar macht, ab, so ist der gesammte Widerstand, den eine Locomotive bei ihrer Bewegung zu überwinden hat, durch die Gleichung:

$$Z^{kg} = Q \overset{\text{Tonnen}}{(\rho + c + m)}$$

ausgedrückt, wenn  $m$  der Steigung auf 1000m Bahnlänge entspricht.

Wesentlich größer sind die Widerstände, wenn die Bewegung beginnt, weil hierbei den Massen erst eine Geschwindigkeit erteilt werden muß.

Strenge genommen ist der Laufwiderstand der Locomotive ein anderer als jener der Wägen und es existieren auch diesbezügliche empirische Formeln, u. a. von Prof. Sanzin:

$$\text{für } 2/4 P_v^2 \text{ Locomotiven } \rho_L = 3,8 + 0,0250 \overset{\text{km.St.}}{V} + 0,001 \overset{\text{km.St.}}{V^2}$$

$$\text{„ Wägen . . . . } \rho_W = 1,6 + 0,184 V + 0,00046 V^2,$$

von Prof. Stockert:

$$\text{für Locomotiven . . . } \rho_L = k + \overset{\text{m/sec.}}{\mu v}$$

$$\text{„ Wägen . . . . } \rho_W = 1 + \overset{\text{m/sec.}}{k v};$$

die Coefficienten  $\mu$  und  $k$  sind in der folgenden Tabelle enthalten:





Beispiel: Wie groß ist der Gesamtwiderstand  $W$ , den eine  $2/5$  gekuppelte Locomotive mit 60 Tonnen Adhäsionsgewicht, 40 Tonnen Tendergewicht und 200 Tonnen Wagenlast zu überwinden hat, wenn  $v = 25$  m/sec.,  $m = 10 \text{ ‰}$  und  $R_{\min} = 700$  m beträgt?

Es ergibt sich:

der Laufwiderstand für die Wagen . .	$Q_W = 200 \times 8 = 1600$	kg
„ den Tender . . .	$Q_T = 40 \times 8 = 320$	„
„ die Locomotive $Q_L = 60 \times 10 = 600$		„
		2520 kg
der Steigungswiderstand . . .	$(60 + 40 + 200) 10 = 3000$	„
„ Kurvenwiderstand . . .	$(60 + 40 + 200) 1,01 = 300$	„
„ Luftwiderstand . . . .	$(60 + 40 + 200) 0,5 = 1500$	„
		$W = 7320$ kg.

Die Locomotive müßte also eine Zugkraft von 7320 kg entwickeln.

Die Gesamtlast, welche eine Locomotive fortbringen kann, ist:

$$Q = \frac{\text{Tonnen} \quad Z^{\text{kg}}}{\rho + c + m};$$

wenn  $T$  das Gewicht des Tenders und  $L$  jenes der Locomotive bedeutet, so ergibt sich eine Wagenlast  $W$  mit:

$$W = Q - (L + T).$$

Man ersieht aus diesen Gleichungen, dass die Größe der Last, die einer Locomotive angehängt werden kann, um so kleiner sein muß je größer die Bahnwiderstände sind. Wo es angeht, wird man daher die Bahnen mit geringen Steigungen und flachen Krümmungen anlegen. Es ist dabei aber wohl zu bedenken, dass in einem hügeligen oder gebirgigen Terrain die Anlage einer möglichst geraden und wenig geneigten Bahn überaus große Baukosten zur Folge hätte, so dass sich die Anlage selbst bei sehr großem Verkehr nicht rentieren würde. Immer muß daher zwischen Verkehr und Bahnanlage ein gewisser Einklang bestehen, wenn der Locomotivbetrieb noch vorteilhaft



sein soll, und es stellt sich dieses ökonomische Gleichgewicht tatsächlich heraus, wenn man die in der auf Seite 16 gegebenen Tabelle angeführten, im Wege der Erfahrung ermittelten Grenzwerte im Steigungs- und Richtungsverhältnis beobachtet.

---

## 6. Capitel.

### *Wahl der Spurweite. Leistungsfähigkeit der Adhäsionsbahnen.*

#### § 1. Wahl der Spurweite.

Die Spurweite, d. i. die Lichtweite zwischen den Schienenköpfen, beträgt für eine Hauptbahn bis auf wenige Ausnahmen 1,435 m und ist dies die sogenannte normale Spurweite; Ausnahmen bilden unter andern die russischen Bahnen mit 1,525 m, zahlreiche amerikanische Bahnen mit verschiedenen Mafsen, die englische Great-Western-Bahn, welche ihre alte Geleisweite von 2,135 m noch auf einigen Strecken beibehalten hat, jedoch mit Einlegung eines dritten Schienenstranges auch für gewöhnliche Fahrzeuge befahrbar ist.

Nebenbahnen, welche in der Regel nur einen mäßigen Verkehr zu bewältigen haben, sind nur dann noch einigermaßen nutzbringende Unternehmungen, wenn die Bau- und Betriebskosten derselben ein gewisses Mals nicht überschreiten. Hierzu ist es aber unbedingt nothwendig, alle Bau- und Betriebseinrichtungen, selbst auf Kosten der Bequemlichkeit für Reisende, auf das unbedingt Nothwendigste zu beschränken. Für derartige Bahnen wird man daher im allgemeinen auch eine kleinere Spurweite beobachten, als für Hauptbahnen (0,75 m, 0,80 m, 1,00 m). Die Ansichten über die zweckmäßige Spurweite der Nebenbahnen sind jedoch noch sehr verschieden.

Neben den Baukosten sind noch andere Faktoren für die Wahl der Spurweite bestimmend, u. a. ob der Verkehr mit einem eigenen oder geliehenen Fahrparke erfolgt; im letzteren Falle, welcher bei kurzen Strecken eintreten kann, muss sich die Spurweite selbstverständlich nach dem entliehenen Fahrparke richten; ob eine eigene Reparaturwerkstätte vorhanden ist, oder ob die Reparatur der Fahrbetriebsmittel in Werkstätten fremder Bahnen vorgenommen werden muss; ob ein Anschluss der zu projectierenden Bahn mit einer bestehenden erfolgt, oder ein solcher durch Verlängerung der Linie zu erwarten ist; in diesem Falle wird man, falls die Frachtumladung wesentliche Auslagen verursachen würde, sich der Spurweite der bestehenden Bahn, an welche sich die zu projectierende anschließen soll, anpassen. Wenn sich voraussichtlich der Verkehr im Laufe der Zeit durch Hebung der Industrie, durch den Bau von Seitenlinien und dgl. hebt, wird man, entsprechend den zu erwartenden Einnahmen die Normalspur oder Schmalspur anwenden. Von großem Einflusse auf die Wahl der Spurweite für Nebenbahnen sind ferner die Staatsinteressen und zwar sowohl die militärischen als auch die volkswirtschaftlichen; besonders sind es die ersteren, welche nicht selten verlangen, dass Nebenbahnen, deren Verkehr eben noch die entsprechende Verzinsung des Anlagecapitals einer schmalspurigen Bahn ermöglichen würden, normalspurig ausgeführt werden.

Bei Bergbahnen, die lediglich dem Touristenverkehre dienen, ist man bestrebt, allen Insassen eines Wagens möglichst viel von der Aussicht genießen zu lassen; man wird die Schmalspur anwenden, damit auch die Wägen schmaler construirt werden können und daher keiner der Reisenden allzuweit von den Fenstern zu sitzen kommt.

## § 2. Leistungsfähigkeit der Adhäsionsbahnen.

Die Gröfse der Leistungsfähigkeit einer Bahn in Hinsicht des Verkehres wird zunächst von der Leistungsfähigkeit der Locomotiven und somit auch vom Gewicht derselben abhängen.



Bei einer gut construierten Locomotive steht die Zugkraft zum Dampferzeugungsapparat, den maschinellen Anlagen und dem Adhäsionsgewichte in einem bestimmten Verhältnis. Je schwerer die Locomotive, desto größer wird bei entsprechender Construction die Zugkraft.

Mit der Zunahme des Locomotivgewichtes muss auch die Stärke des Bahnoberbaues zunehmen, da insbesondere die Tragfähigkeit des Schienenprofiles sich dem Drucke der Räder anpassen muss. Es ist nicht von unbedeutendem Einflusse für die Leistungsfähigkeit einer Bahn, alle die Dauer der Fahr-schienen beeinflussenden Umstände klar zu stellen, um denselben nach Möglichkeit entgegenwirken zu können. Vor allem ist hierbei die unregelmäßige Abnutzung (Zerstörung) von der regelmäßigen (Abnutzung kurzweg) zu unterscheiden. Zu ersteren gehören die als Schienenbrüche bezeichneten Risse und Sprünge, welche den Schienenstrang nach der Quere ganz oder theilweise durchsetzen, dann die sogenannten Ausbrüche, nämlich Abbröcklungen kleiner Theile an einzelnen Stellen des Schienenkopfes, weiter jene kleine Mulden in der Lauffläche der Schienen, welche unter gleichzeitiger Verbreiterung des Kopfes auftreten und den Namen Druckflecken führen, ebenso die verschiedenartigen Ablösungen von Materialtheilchen in Folge von Schweißfehlern. Alle diese Formen der unregelmäßigen Abnutzung zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie gänzlich regellos und meist schon in der ersten Zeit des Betriebes hervortreten und dann fast immer die Auswechslung der beschädigten Schienen bedingen.

Der unregelmäßigen Abnutzung steht die regelmäßige gegenüber, welche sich, ihrem Namen entsprechend, nach einer gewissen Gesetzmäßigkeit vollzieht und in einer gleichmäßigen Erniederung beziehungsweise Verschmälerung des Schienenkopfes besteht.

Während die Formen der unregelmäßigen Abnutzung durch Materialfehler bedingt werden und gefährliche Zustände herbeiführen können, vollzieht sich die regelmäßige Abnutzung

als unvermeidliches Ergebnis der Reibung zweier Körper an einander nach ganz bestimmten Gesetzen und ist an sich ungefährlich, so lange sie wirklich ganz gleichmäÙig vor sich geht und eine gewisse Grenze nicht überschreitet.

Unter anderem hängt die regelmäÙige Abnützung der Schienen auch von der Anzahl und dem Gewichte der Achsen ab, welche über die Schienen laufen. Soweit es aus verschiedenen Aufzeichnungen zu entnehmen ist, dürfte sich die Bruttolast, welche 1 mm Abschleifen des Kopfes herbeiführt, bei Bahnen mit schwachen Steigungen (nicht mehr als 1 : 180) und großen Curvenradien für Strecken, auf welchen nicht gebremst wird, auf 10 bis 20 Millionen Tonnen stellen, je nach der Güte des Materiales und je nachdem die Verhältnisse etwas weniger oder ganz besonders günstig sind.

Auf Strecken mit einem mittleren Gefälle von 1 : 200 bis 1 : 150 und Curven von großen Halbmessern, wo theilweise gebremst wird, vermindert sich obige Bruttolast auf 6—7 Millionen Tonnen. Auf Bahnstrecken mit einem mittleren Gefälle von 1 : 60 bis 1 : 100 und Curven von etwa 500 m Radius, ist eine Bruttolast von 4 Millionen Tonnen und auf Gebirgsstrecken mit 1 : 40 und Curven von etwa 200 m eine solche von 1—2 Millionen Tonnen Verkehr nothwendig, um eine Abnützung von 1 mm des Schienenkopfes herbeizuführen.

Aus der bekannten Gleichung :

$$Q = \frac{Z}{\rho + c + m}$$

ersieht man, dass auch die Bahnwiderstände einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit einer Bahn nehmen; man darf jedoch mit Rücksicht auf die Baukosten gewisse, bereits bekannte Grenzwerte in den Steigungen und Krümmungsradien nicht überschreiten.

Vom Einflusse auf die Leistungsfähigkeit einer Bahn sind ferner die Niveauübergänge, bei welchen, um sowohl die StraÙenfuhrwerke und Passanten, als auch den Zug selbst vor



möglichen Beschädigungen zu hüten, die Fahrgeschwindigkeit vermindert werden soll.

Bei eingleisigen Bahnen wird noch die auf der Strecke vorkommende größte Stationsentfernung maßgebend für die Leistungsfähigkeit der Bahn selbst werden, weil diese die tägliche Anzahl der Züge nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\text{Tägliche Anzahl der Züge} = \frac{\text{Fahrzeit}}{\frac{2 \times \text{größte Stationsentfernung}}{\text{Geschwindigkeit in km pro Stunde}} + \text{Zeitverlust durch langsames Ein- und Ausfahren in den Stationen.}}$$

Die Aufenthalte in den Stationen, welche von der täglichen Arbeitszeit in Abzug zu bringen sind, um die Fahrzeit zu erhalten, ergeben sich für Güterzüge infolge der Eil- und Personenzüge, des Wassernehmens, des Rangierens und Expedierens erfahrungsgemäß mit 25 % der ganzen täglichen Arbeitszeit.

Es ist z. B. die mögliche Anzahl der täglich zu verkehrenden Züge auf einer eingleisigen Bahn mit Tag- und Nachtverkehr, der größten Stationsentfernung von 10 km, einer maximalen Geschwindigkeit von 20 km, und einem Zeitverluste durch langsames Ein- und Ausfahren der Züge in Stationen u. dgl. von 0,1 Rechnung tragend:

$$n = \frac{24 - 6}{\frac{2 \times 10}{20} + 0,1} = 16.$$

Ebenso wie die technische Anlage der Bahn hat auch die Betriebseinrichtung derselben den entsprechenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Bahn und wird in dieser Hinsicht die letztere zunehmen mit der richtigen Ausstattung der Bahnhöfe in Bezug auf Geleise, Rampen, Drehscheiben u. s. w., dann mit der Quantität und Qualität der Betriebsmittel, Brennmaterialie u. dgl.

Aus der folgenden Tabelle, in welcher die einzelnen Punkte, die auf die Leistungsfähigkeit einer Bahn Einfluss nehmen, enthalten sind, ist auch das Verhältnis zu ersehen, in welchem die Leistungsfähigkeiten der einzelnen Bahnkategorien zu einander stehen.

**Tabellarische Zusammenstellung der Daten für die Leistungsfähigkeit der Bahnen mit verschiedener Spur**

Post Nro.	und zwar	Welt- und Hauptbahn	Nebenbahnen mit				Anmerkung
			1,435	1,00	0,80	0,75	
			Spur				
1	Maschinengewicht	51	30	25	20	15	
2	HP N	8 M-408	8 M-240	7 M-175	6 M-120	5 M-75	
3	Zugkraft in kg (Z)	7286	4286	3751	2857	2143	
4	$v^{ms} = \frac{N \cdot 0,75 \cdot 60 \cdot 60}{1000 \cdot Z}$	4,2	3,5	3,4	3,2	2,7	
5	V km h <sup>-1</sup>	15,1	12,8	12,2	11,5	9,7	
6	Anzahl der Züge $n = \frac{A^1}{\frac{2E}{v} + a}$	16	12	8	7	6	
7	Arbeitsstunden pro Tag (A)	24	16	12	12	12	
8	Fahrstunden (A <sup>1</sup> )	18	13	10	10	10	
9	Angenommen für alle Bahnen m ‰	25 ‰	25 ‰	25 ‰	25 ‰	25 ‰	
10	$\varphi = 2,9 + \frac{v^2}{60}$	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	
11	$c = \frac{1000}{\alpha R}$	2,2	3,7	4,0	4,0	4,0	für R min.
12	Widerstand $\varphi + c + m$	30,4	31,9	32,1	32,1	32	
13	Zuglast in t	240	134	117	92	69	$Q = \frac{Z}{\varphi + c + m}$
14	Wagenlast in t	162	100	92	72	54	$W = Q - (L + T)$
15	Leistungsfähigkeit	2592	1200	735	504	324	= n W
16	Verhältnis der Leistungsfähigkeit	1	0,6	0,29	0,20	0,1	
		—	1	0,64	0,42	0,27	
17	Verhältnis der Baukosten	—	1	0,7	0,6	0,5	



## 7. Capitel.

### *Aufsergewöhnliche Eisenbahnsysteme.*

Von den aufsergewöhnlichen Eisenbahnsystemen, die gegenwärtig neben der gewöhnlichen Adhäsionsbahn in Verwendung stehen, sind die Seilbahnen, Zahnradbahnen, Bahnen gemischten Systemes und elektrische Bahnen zu nennen. Die 3 ersteren zeichnen sich in ihrer Einrichtung besonders dadurch aus, dass sie unter starken Steigungen zur Anlage gelangen, während die letzteren sich durch ihren Motor von den gewöhnlichen Locomotivbahnen unterscheiden. Schliesslich gehören hierher noch die Bahnen mit Betriebsmaschinen besonderer Art.

#### § 1. Seilbahnen.

Die Seilbahnen theilen sich in Aufzüge und Bremsberge, je nachdem der Ersatz der Locomotive durch stehende Maschinen oder lediglich durch die Schwerkraft erfolgt.

##### 1. Aufzüge.

Die Aufzüge charakterisieren sich dadurch, dass die Wagen mit stabilen Maschinen aufgezogen werden. Sie sind in ihrer Einrichtung sehr verschieden und dienen in ihrer einfachsten Form als Beförderungsanstalten von Rohmaterialien. Hiefür wird, abgesehen von noch einfacheren Anlagen, öfters ein Drahtseil ohne Ende, welches in Abständen von 20—100 m durch Holzpfeiler gestützt ist und dessen Richtung dabei mit Hilfe geneigter oder liegender Rollen beliebig verändert werden kann, über zwei liegende Scheiben an den Endpunkten der Bahn geschlungen, deren eine durch eine feststehende Dampf- oder Wasserkraftmaschine in Umdrehung versetzt wird, während die andere mit einer künstlichen Spannvorrichtung in Verbindung steht. Die Transportgefäße hängen am Seile und bewegen sich mit demselben durch die ganze Bahnlänge.

An Stelle dieser Scheiben mit dem Seile ohne Ende bedient man sich auch oft einer Trommel, um die das Seil geschlungen ist, und die durch eine stabile Maschine in Rotation versetzt werden

kann. Das Seil ist derart um die Trommel gelegt, dass sich das eine Ende abrollt, wenn sich bei der Drehung der Trommel das andere aufrollt; dadurch werden auch die an den Enden des Seiles angehängten Wagen, welche auf gewöhnlichen Geleisen stehen in die Tiefe gelassen beziehungsweise in die Höhe gezogen.

Wichtiger wie diese zur Beförderung von Materialien verwendeten Anlagen sind die einem Personen- oder gemischten Personen- und Güterverkehre dienenden Bahnen.

Die Zugseile, die bei derartigen Bahnen in Verwendung kommen, um die Fahrzeuge über die gewöhnlichen Schienenstränge der Adhäsionsbahn, welche auf den hohen Steilrampen liegen, hinaufzuziehen, sind Drahtseile und haben im allgemeinen einen Durchmesser von  $d = 30-40$  mm und pro Längengemeter meist ein Gewicht von soviel kg als der Durchmesser des Seiles cm beträgt.

Diese Drahtseile werden erzeugt, indem man eine Anzahl Drähte, gewöhnlich 6—8, um eine dünne Hanfschnurseele schlingt und dadurch sogenannte Litzen bildet, welche man abermals u. zw. auch 6—8 um eine dünne Hanfschnurseele zum Drahtseile schlingt.

Die Wahl des Drahtdurchmessers und die Anzahl der Litzen für das Seil muss so getroffen werden, dass das Seil die entsprechende Geschmeidigkeit besitzt, ohne dass einzelne Drähte vorzeitig abgenützt werden. Eine der günstigsten Anordnungen ist die Vereinigung von 6 Drahtlitzen zu 6 Drähten á 2 mm stark.

Mit Rücksicht auf die eingewundenen Hanfseelen beträgt der für die Berechnung der Tragfähigkeit des Seiles in Rechnung zu nehmende nutzbare Querschnitt:

$$\frac{\pi}{4} d^2 \frac{1}{1,7}.$$

Ist nun  $p$  die Beanspruchung pro  $\text{cm}^2$  beim Bruch und  $K$  der Sicherheitscoefficient, so ergibt sich der zulässige Zug, dem das Seil ausgesetzt werden darf, mit

$$Z = K \frac{\pi}{4} d^2 \frac{1}{1,7} p.$$



Aus dieser Gleichung kann man sich den nothwendigen Seildurchmesser ermitteln, wenn die Bruchfestigkeit  $p$  und die Zugkraft  $Z$  bekannt sind.

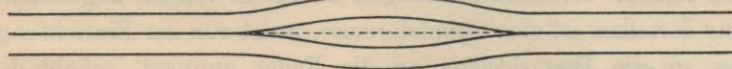
Für die Ermittlung der Zugkraft  $Z$  ist zu berücksichtigen, dass diese die Last und zwar den angehängten Wagen und das Seilgewicht unter den gewöhnlichen Bahnwiderständen nämlich jenen der Reibung, der Steigung und eventuell, wenn Curven vorhanden, auch den der Krümmung fortzubringen und außerdem noch den Seilwiderstand, welcher erfahrungsgemäß 12,5 kg pro 100 m Seillänge beträgt, zu überwinden hat.

Die Trommel oder die Scheiben, um welche das Drahtseil geschlungen ist, soll zur Schonung des Seiles einen möglichst großen Durchmesser, in der Regel gleich den 100 bis 150 fachen Seildurchmesser haben.

Der Oberbau ist immer in Eisen ausgeführt, um eine innigere Verbindung der Schienen mit den Schwellen zu erhalten. Im allgemeinen gleicht derselbe jenem der Adhäsionsbahnen, nur findet man oft die Schwellen eingemauert oder einbetoniert und in der Geleiseachse eine Zahnstange angeordnet, in welche ein heb- und senkbares Zahnrad eingreifen kann, um im Bedarfsfalle das Bremsen zu erleichtern.

Bei langen Aufzügen pflegt man in der Regel nur 3 Schienenstränge anzuordnen, welche sich in der Längsmittle der Bahn derart in vier Schienenstränge, Figur 16, theilen, dass ein Ausweichen der sich begegnenden Fahrzeuge möglich ist.

Fig. 16.



Der Unterbau wird in der Regel derart ausgeführt, dass das darauf liegende Geleise in den oberen Partien der Bahn ein größeres Gefälle aufweist als in den unteren Theilen; dadurch erzielt man ein Übergewicht des oberen Wagens durch die Stellung gegenüber dem unteren und hebt hiedurch theilweise die Wirkung des aufgerollten Seiles, durch welches der Zug des unteren Wagens vermehrt wird, auf.

Neben derartigen Aufzügen, von im allgemeinen mäfsiger Länge und meist gerader Geleisführung oder mit Curven von entsprechend grossen Radien, gibt es auch andere Anlagen, von grosser Ausdehnung und weniger einfacher Grundrissbildung. Als Beispiel hiefür können Tramwayslinien mit Seilbetrieb genannt werden, wie sie in mehreren Städten Amerikas, namentlich in den stark geneigten Strassen von San Francisco vorhanden sind.

Wieder anderer Art sind jene Strecken, welche als Theile einer längeren Adhäsionslinie erscheinen, zur Bewältigung übermäfsiger Steigungen, die entweder unvermeidlich waren oder aus besonderen Erwägungen beibehalten wurden. Früher waren, wie bereits erwähnt, derartige Anlagen öfters im Betriebe, allerdings bei Steigungen, welche von den jetzt gebräuchlichen Adhäsionsmaschinen ohne Schwierigkeit bewältigt werden können. Einen derartigen Fall stellt die London-Blackwall-Bahn dar.

Je länger die im Seilbetriebe befindliche Strecke wird und je mehr Krümmungen sie enthält, desto schwerer und steifer wird das verwendete Seil, um so gröfser werden die Bewegungshindernisse und um so gröfser die Gefahr eines Seilbruches. Es fällt dies dann besonders schwer ins Gewicht, wenn nur der Maschinist an der feststehenden Maschine den Gang des Bahnzuges zu regeln im Stande ist, weil er jetzt bei der gröfseren Ausdehnung und den Krümmungen der Linie die Übersicht über dieselbe mehr oder weniger verliert und deshalb nicht in der Lage ist, rechtzeitig durch Abstellen der Maschine u. dgl. einzugreifen. Um diesen Misständen möglichst vorzubeugen, hat man mehrere Bremsvorrichtungen an einem Wagen angebracht. Eine derselben ist eine Spindelbremse, meist von der Einrichtung, dass sie die Bremsbacken an die Räder anpresst, sobald der Griff losgelassen wird; dadurch ist der Bremser bemüssigt, während der ganzen Fahrt die Bremse nicht ausser Acht zu lassen. Weiters sind in der Regel noch zwei automatische Bremsen angebracht, von welchen eine in Wirksamkeit tritt, sobald die erlaubte maximale Geschwindigkeit überschritten ist, während die andere activiert wird, wenn die Spannung des Seiles durch Reifsen aufhört.



## 2. Bremsberge.

Die Bremsberge, hauptsächlich in Bergwerken angewendet, haben nahezu ganz dieselbe technische Einrichtung wie die Aufzüge, nur wird als bewegende Kraft das Übergewicht des oberen Wagens gegenüber den unteren benützt. Werden beladene Wagen abwärts und leere aufwärts befördert, so gibt die Beladung, im umgekehrten Falle aber Wasser das Übergewicht, welches in einem besonderen Theil des oberen Wagens untergebracht wird. Am unteren Ende der Bahn wird der Wagen entleert.

§ 2. Zahnradbahnen und Bahnen gemischten Systemes<sup>1)</sup>.

Wenn die Steigung einer Bahn zu groß ist, um sie als Adhäsionsbahn betreiben zu können, so kann man mit Vortheil von einer in das Geleise eingebauten Zahnstange Gebrauch machen; sie liegt in der Regel in der Mitte<sup>2)</sup> zwischen den Schienen und ist gegen diese erhöht. Je nach den Gefällsverhältnissen der Bahn wird man diese entweder durchaus oder nur streckenweise mit einer Zahnstange versehen. Dadurch erhält man reine Zahnradbahnen, beziehungsweise Bahnen gemischten Systems.

Bei allen Zahnstangen-Geleisen zeigt sich ein starkes Wandern der Schienen auf den Schwellen und des ganzen Gestänges zu Thal. Man wirkt diesem durch Verwendung möglichst langer Querschwellen und fester Verbindung dieser mit den Schienen und der Zahnstange entgegen und benützt außerdem kräftige Winkellaschen, Vorstofsbleche u. s. w. als

<sup>1)</sup> Zahnstangen kamen bereits bei den ersten Locomotivbahnen in Anwendung und zeigen die Fig. 16 a, b und c derartige Anordnungen.

Fig. 16 a.

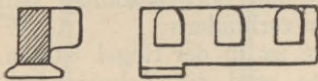


Fig. 16 b.

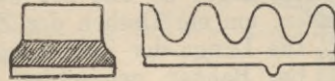
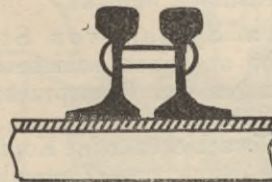
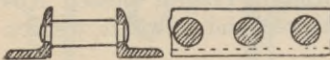


Fig. 16 d.

Fig. 16 c.



<sup>2)</sup> Für die Trait-Planches-Straßenbahn in Montreux in der Schweiz wurde die Riggenbach'sche Zahnstange in der Form Fig. 16 d nicht in der Gleismitte angeordnet, weil eine Wange der Zahnstange gleichzeitig auch als Laufschiene verwendet wird.



Vorbeugungsmittel. Bei Steigungen von über  $80 \text{ ‰}$  reichen diese Mittel aber nicht mehr aus, man muss vielmehr für die Schwellen in gemauerten oder aus Beton hergestellten Klötzen, deren Abstand je nach dem Gefälle der Bahn gröfser oder kleiner zu wählen ist, nach Bedarf unter Zuziehung eingemauerter Schienenstücke, besondere Stützpunkte schaffen. Figur 17.

Zur Unterstützung der Schienen und Zahnstangen dienen fast ausschliesslich eiserne Querschwellen, welche in festen Kleinschlag gebettet werden. Holzschwellen, Fig. 18, haben sich nicht so brauchbar erwiesen. Fig. 18 zeigt auch ein federndes Ende einer Zahnstange beim Übergange aus der Adhäsions- in die Zahnradstrecke einer Bahn gemischten Systems.

In Krümmungen pflegt man den Zahnstangen-Geleisen in gleicher Weise Schienenüberhöhung zu geben wie gewöhnlichen Geleisen, die Spurerweiterung hält man dagegen in Grenzen von 7—9 mm, weil die Zahnräder nicht soviel Spielraum haben dürfen wie Räder mit Spurkränzen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Form der Zähne; am zweckmäfsigsten ist die Evolventen-Verzahnung. Fig. 19. Je nach der Form der Zahnstangen unterscheidet man das System Riggenbach und dessen Abänderungen u. a. jener von Strub, das System Abt und Locher.

1. System Riggenbach. Dieses System, (Fig. 17, 20, 21, 22 und 23) hat eine Zahnstange, welche im allgemeinen aus 2  $\square$ -Form-Eisen gebildet wird, die in einem Abstände von 100 bis 140 mm liegen und den meistens 100 mm von einander gelegenen trapezförmigen Zähnen als Auflager dienen.

Sind die Wangen mit Innenleisten, Figur 23, versehen, so genügt es, die Zähne mit runden Zapfen in die gleichfalls runden Wangenlöcher zu stecken, während bei Fortfall solcher Leisten, Figur 20 und 22, die Zapfen und Löcher kantig sein müssen, um ein Drehen der Zähne zu verhindern.

Die Länge der Zahnstangenstücke ist in der Regel 3,00 m.

Bei Bahnen gemischten Systemes wird die Zahnstangen-einfahrt, Fig. 18 und 26, zweckmäfsig durch die Abt'sche Plattenstange bewirkt.

1a. System von Strub. Die Zahnstange von Strub besteht aus einem schienenartig geformten Träger, dessen Abmessungen den Beanspruchungen entsprechend gewählt werden Fig. 23a.

Die schienenartige Kopfform hat den Vortheil, dass genügend breite Zähne und Zangenbremsen verwendet werden können, welche das Aufsteigen und das Entgleisen der Fahrzeuge verhindern. Dieses System fand auf der Theilstrecke der Jungfraubahn: Kleiner Scheideg-Eigergletscher, auf der Zahnradbahn Triest-Opicina wie auf der Vesuvbahn Anwendung und ist weiter noch für andere Bahnen in Aussicht genommen.









Fig. 18.



Fig. 17.

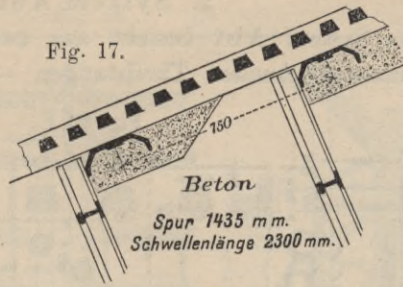


Fig. 19.

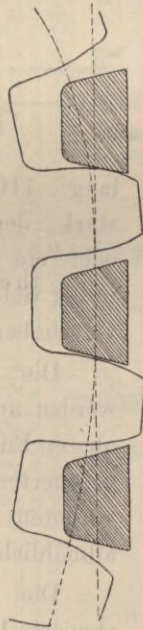


Fig. 21.

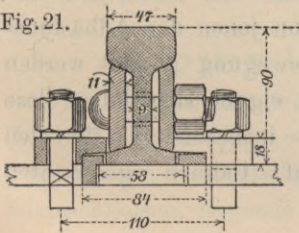
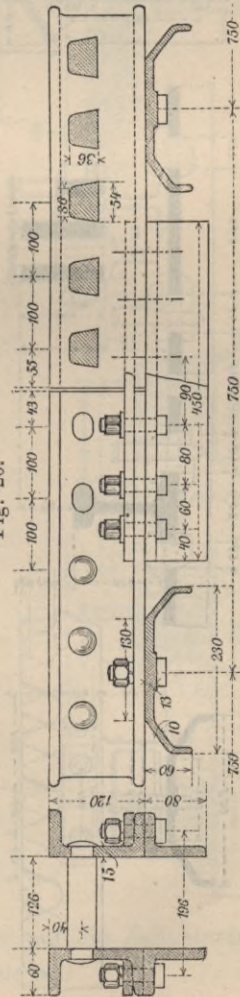


Fig. 20.



## 2. System Abt.

Das System Abt besteht aus zwei oder drei einzelnen nebeneinanderstehenden Theilstangen — Platten — 2,6—3 m

Fig. 22.

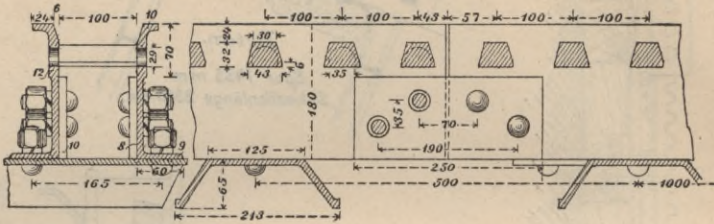


Fig. 23.

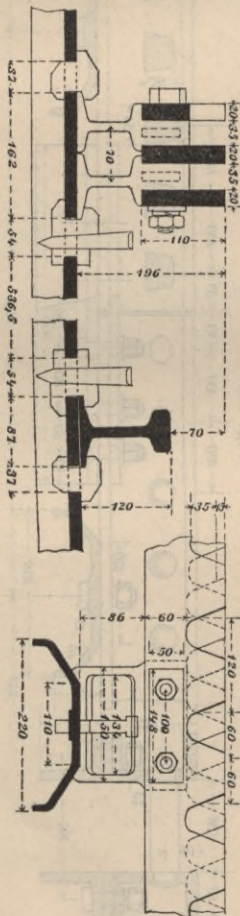
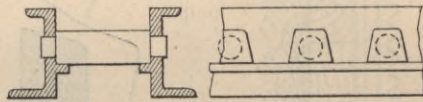


Fig. 24.

Fig. 25.

lang, 110 mm hoch, 15—25 mm stark, deren Zähne um die Hälfte oder ein Drittel der Zahntheilung in der Geleiserichtung gegeneinander verschoben sind. Figur 24—27.

Die Zahnstangen - Einfahrten werden auf Federn gelagert und am oberen Ende gelenkartig mit der festgelagerten Stange verbunden. Am vorderen Ende nimmt die Zahnhöhe allmählich ab. Figur 26.

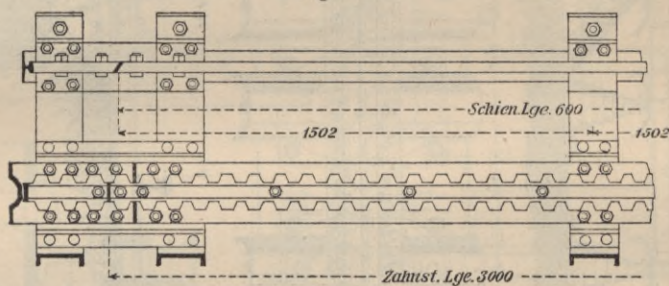
Die für dieses System construierte Locomotive hat den großen Vortheil, dass die Zahnräder unabhängig von jenen der Adhäsionsräder in Bewegung gesetzt werden können; es eignet sich daher diese Locomotive insbesondere für den Betrieb auf Bahnen gemischten Systemes.





Die Zahnstange ist aus Martinflusseisen, 3,00 m lang, besitzt 85,7 mm Zahntheilung und ist wie die 6,00 m langen Schienen an ihrem oberen Ende fest mit den in Granitplatten eingelassenen und in der Untermauerung verankerten  $\Gamma$ -förmigen Querschwellen verbunden; am unteren Ende ist dagegen Bewegung möglich.

Fig. 28.



#### 4. Bahnwiderstände bei Zahnradbahnen und Zugkraft der Locomotiven dieser Bahnen.

Die bei Adhäsionsbahnen in Anwendung gebrachte Formel für die Bahnwiderstände

$$Z = Q \left( \frac{q}{1000} + \frac{1}{\alpha R} + \frac{m}{1000} \right)$$

wird für die Anwendung bei Zahnradbahnen insofern eine Änderung erfahren, dass man für die Locomotive und Wagen gesonderte Werte des Reibungswiderstandes einführt, da durch die Anordnung der Zahnräder die Reibung, welche die Locomotive zu überwinden hat, wesentlich größer sein wird, als jene der Wagen.

Es wird daher wenn  $M$  das Gewicht der Locomotive,  $W$  die Wagenlast,  $q_1$  und  $q_w$  die bezüglichen Werte der Reibung bedeuten,

$$Z = M \left( \frac{q_1}{1000} + \frac{1}{\alpha R} + \frac{m}{1000} \right) + W \left( \frac{q_w}{1000} + \frac{1}{\alpha R} + \frac{m}{1000} \right)$$

für  $q_1$  und  $q_w$  gelten die in der folgenden Tabelle enthaltenen Werte.



$\rho$	Bei einer Spurweite von			Anmerkung
	1,435	1,00	0,75	
$\rho_1$	$n(4\sqrt{n} + 0,002 V^2)$	$n(4\sqrt{n} + 0,0025 V^2)$	$n(4\sqrt{n} + 0,003 V^2)$	n bedeutet die Anzahl der gekuppelten Achsen V die Geschwindigkeit in km in der Stunde.
$\rho_w$	$1,5 + 0,001 V^2$	$1,7 + 0,0013 V^2$	$2,0 + 0,0015 V^2$	

Wenn man nun die Zugkraft der Locomotive kennt, ergibt sich auch aus obiger Gleichung die bei den herrschenden Bahnwiderständen fortzubringende Last.

Die Zugkraft Z ergibt sich aus der Construction der Locomotive ebenso wie bei Adhäsionslocomotiven, nur ist der dort gefundene Wert noch mit jenem Factor u zu multiplicieren, welcher die Erhöhung der Zugkraft durch die Hebelübersetzung auf das Zahnrad ausdrückt.

$$\text{Es ist daher} \quad Z = \frac{k p d^2 l}{D} u.$$

Bei den Locomotiven auf der Rigibahn ist  $k = 0,5$ ;  $p = 10$ ;  $d = 27$ ;  $l = 40$ ;  $u = 3$ ;  $D = 63,6$

$$\text{daher} \quad Z = 3 \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 27^2 \cdot 40}{63,6} = 6877 \text{ kg.}$$

Nachdem man ferner pro  $m^2$  Heizfläche (d. i. die Oberfläche der Siederöhre mehr direct erhitze Fläche) 3,5 Pferdekkräfte rechnet, ist man auch leicht im Stande die Geschwindigkeit v einer Zahnradlocomotive zu rechnen.

Es beträgt z. B. bei der Locomotive der Rigibahn die Heizfläche  $42 m^2$ , daher ist

$$E = 42 \cdot 3,5 \cdot 75 = 11025 \text{ kgm pro sec.}$$

$$E = Zv \quad v = \frac{E}{Z} = \frac{11025}{6877} = 1,6 \text{ m pro sec.}$$

$$\text{oder } V = \frac{1,6 \times 60 \times 60}{1000} = 5,8 \text{ km pro Stunde; diese Ge-}$$

schwindigkeit, welche für den Verkehr zu gering ist, wird dadurch erhöht, dass man der Locomotive eine kleinere Last anhängt als die, welche der Vollaussnützung ihrer Zugkraft bei der maximalen Geschwindigkeit von 5,8 km pro Stunde entsprechen würde.

Verringert man die Last derart, dass sie einer Zugkraft von 6300—6400 kg entspricht, so kann man die Geschwindigkeit auf 6—7 km pro Stunde bringen.

##### 5. Vergleich zwischen Adhäsions- und Zahnradbahnen. Gefällverhältnisse bei Bahnen mit gemischtem Systeme.

Aus der folgenden Tabelle, deren Daten sich mit Hilfe der Gleichungen über die Bahnwiderstände ergaben, ist ersichtlich, dass die Wagenlast bei Adhäsionsbahnen und einer Steigung von 50‰ bereits um das 2,4 fache, bei 100‰ schon um das 4,8 fache geringer ist als bei Zahnradbahnen. Man wird demgemäß die Adhäsionsbahnen bis zu einer Steigung von 50‰ wohl nur bei geringem Güterverkehre noch rationell anwenden können und darüber hinaus jedoch der Zahnradbahn den Vorzug geben.

Allerdings ist auch die Wagenlast der Zahnradbahnen bei einem Gefälle von 25‰ mehr als zweimal so groß, als bei Adhäsionsbahnen, jedoch wird bei diesem Gefälle die größere Geschwindigkeit der Adhäsionslocomotive die Leistungsfähigkeit der Adhäsionsbahnen auf den Stand der Leistungsfähigkeit der Zahnradbahnen bringen.

Bahngattung	Maschinengewicht in Tonnen	Geschwindigkeit in km pro Stunde	Wagenlast in Tonnen bei 1,00 m Spurweite und der Steigung von					
			25	50	100	133	200	250
			‰					
Adhäsionsbahn	25	15	85	38	8	—	—	—
Zahnradbahn	23	7,5	183	93	39	24	9	3



Bei Bahnen gemischten Systemes ist es nothwendig das Gefälle  $X^{0/00}$  in der Zahnradstrecke derart zu bestimmen, dass bei dem festgesetzten Gefälle  $m^{0/00}$  der Adhäsionsstrecke und der jeder Strecke entsprechenden Geschwindigkeit  $v_a$  beziehungsweise  $v_z$ , sowie Reibungs- und Curvenwiderstände  $Q_a$  und  $Q_z$  bzw.  $c_a$  und  $c_z$  die Leistungsfähigkeit der Locomotive durchaus dieselbe ist.

Es muss daher

$$Q (Q_a + c_a + m^{0/00}) v_a = Q (Q_z + c_z + X^{0/00}) v_z$$

$$X^{0/00} = \frac{v_a}{v_z} (Q_a + c_a + m^{0/00}) - (Q_z + c_z).$$

Das Verhältnis  $\frac{v_a}{v_z}$  ist bei Güterverkehr in der Regel 2, bei Personenverkehr 3—5.

### § 3. Elektrische Bahnen.

#### A. Geschichtliches.

Der Gedanke auf dem Wege elektrischer Arbeitsübertragung den Betrieb von Bahnen zu bewerkstelligen wurde zuerst in Deutschland verfolgt, indem schon im Jahre 1841 der damalige Deutsche Bund für die Construction einer elektrischen Locomotive einen Preis ausschrieb.

Trotzdem sich die hervorragendsten Techniker um die Sache abmühten blieb die Preisausschreibung doch erfolglos und erst im Jahre 1867 als Werner Siemens die dynamoelektrische Maschine geschaffen hat, war die Möglichkeit der Lösung obengenannter Preisaufgabe gegeben.

Es bedurfte aber noch einer 12jährigen Entwicklungszeit bis man endlich im Jahre 1879 gelegentlich der Berliner Gewerbeausstellung an den Bau einer elektrischen Bahn schreiten konnte.

Wenn auch die Erfolge mit dieser nur 300 m langen Bahn gering waren, so hat Werner Siemens doch seinen schon 1867 gefassten Gedanken in Berlin eine elektrische Hochbahn zu erbauen neuerdings aufgegriffen, konnte aber die Concession für die Ausführung der geplanten Anlage nicht erlangen.

Die Firma Siemens & Halske erbaute nun eine elektrische Probefahrbahn für den Personenverkehr zwischen dem Bahnhofe und der Kadettenanstalt Lichterfelde und übergab dieselbe am 16. Mai 1881 dem Betriebe. Auf dieser Bahn wurden die ersten Motorwagen angewendet, welche zufolge elektrischer Umsteuerung nach beiden Richtungen hin fahren konnten und deren Geschwindigkeit man durch Vorschalten von Widerständen regelte. Die Stromzu- und Rückleitung wurde durch beide Fahrschienen besorgt; man hatte aber schon damals eine oberirdische Stromzuführung in Aussicht genommen.

Es wurden nun weitere elektrische Ausstellungs- und Versuchsbahnen erbaut, von welchen auch schon manche bleibend erhalten wurden, so z. B. die elektrische Bahn Mödling-Brühl, welche im Jahre 1883 eröffnet wurde. Diese Bahn hat theilweise einen eigenen Bahnkörper und benützt ansonsten die Strasse, hat eine maximale Steigung von 1:66 und einen minimalen Radius von 30 m. Die Stromzuführung, welche im Jahre 1903 in eine moderne umgewandelt wurde, bestand aus geschlitzten, oberhalb der Geleiseachse an Stangen isoliert aufgehängten Röhren, von welchen der Strom mittels Contactschiffchen abgenommen und durch schlaife Kabel den Motorwagen zugeführt und von diesen wieder zurückgeleitet wurde.

Der weiteren Entwicklung der elektrischen Bahnen in Europa stand die Schwerfälligkeit der oberirdischen Stromzuführung entgegen. Während man sich in Europa mit der Herstellung anderer Stromzuführungen abmühte, hatte man in Amerika die oberirdische Stromzuführung genau nach dem damals in Europa herrschenden Muster angenommen, die Leitungsanlage dort immer mehr und mehr verbessert und verändert, bis dieselben endlich soweit gediehen war, dass man sie selbst in schönen städtischen Strassen anwenden konnte.

Im Jahre 1885 wurde von van Depoele zum erstenmale eine Rolle angewendet; welche federnd gegen den sogenannten Arbeitsdraht nach aufwärts gedrückt wird; der Arbeitsdraht läuft in entsprechender Höhe oberhalb der Geleiseachse. Diese Anordnung wurde 1888 von Sprague in der Weise verbessert,



dass er die Contactrolle durch eine federnde schiefliegende Holzstange tragen und sie gegen die Leitung drücken liess.

Dieses verbesserte System oberirdischer Leitung wurde dann auch in Europa angewendet, erfuhr aber später durch Siemens & Halske eine weitere Verbesserung dadurch, dass an Stelle der Contactrolle der heute allgemein eingeführte Contactbügel angeordnet wurde.

Im Jahre 1889 wurde die erste elektrische Strafsenbahn mit unterirdischer Stromführung von Siemens & Halske in Budapest fertiggestellt.

In Europa beginnt erst vom Jahre 1893 an eine jährlich anwachsende Zunahme der elektrischen Bahnen, denn es konnten sich die Vortheile dieser Bahnen nur allmählich Anerkennung verschaffen und es mussten erst hartnäckige Hindernisse beseitigt werden.

Die Zulässigkeit einer raschen Wagen- oder Zugsfolge, die erreichbare hohe Gesamtgeschwindigkeit, die Möglichkeit große Steigungen mit elektrischen Bahnen zu überwinden und noch viele andere hauptsächlich wirtschaftliche Vortheile mussten die Entwicklung dieses neuen Verkehrsmittels zur Folge haben. Insbesondere eignet sich der elektrische Betrieb für Bergbahnen, denn die motorische Einrichtung hat ein geringes Gewicht, es brauchen keine Verbrauchsmaterialien mitgeschleppt zu werden und es ist die Möglichkeit vorhanden, die Arbeit des thalabfahrenden Zuges zur Rückgewinnung des elektrischen Stromes auszunutzen (das erstemal von Siemens & Halske bei der Zahnradbahn von Barmen bis zum Tolleturm im Jahre 1894 durchgeführt). Mit Vortheil findet man weiter den elektrischen Betrieb bei Hoch- und Untergrundbahnen in Anwendung. (Berlin 1902).

### ***B. Einrichtung elektrischer Bahnen.***

Jede elektrische Bahn besteht aus einer Bahnanlage, aus einer Kraft- oder Centralstation mit oder ohne Unterstationen, einer Stromzuführung und den Motorwagen oder den elektrischen Locomotiven.

## a) Die Bahnanlage.

Diese gleicht im allgemeinen einer gewöhnlichen Adhäsions- oder einer Zahnradbahn; sie hat aber (insbesondere in Städten) nicht immer einen eigenen Bahnkörper, sondern benutzt bestehende Strafsen als solchen. Die Schienen werden behufs besserer Leitung des Stromes an den Stößen durch stark verzinnete Kupferseile miteinander verbunden; die Schienenstränge führen den Haupttheil des Stromes zum negativen Pol des Generators zurück, während viele Kraftlinien, da keine Isolierung von der Erde besteht als sogenannte vagabundierende Ströme einen anderen Weg einschlagen.

Seit 1898 erfolgt bei den Strafsenbahnen, welche bis zur Oberkante der Schienen in den Fahrbahnkörper der Strafsen eingebettet sind, eine Verschweißung der Schienen an ihrem Stößen nach dem von V. Goldschmidt erfundenen Thermitverfahren (Aluminothermie).

Das häufig verwendete Schienenprofil zeigt Figur 12, 30 und 148 a.

Da es möglich ist die Zugkraft auf beliebig viele Achsen zu vertheilen und die Adhäsion bei elektrischen Bahnen an und für sich größer ist als bei Locomotivbahnen, können die ersteren unter viel größeren Steigungen (über 100<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) angelegt werden als die letzteren. — Noch größere Steigungen werden durch Anordnungen von Zahnstangen bewältigt (u. a. weist die erste im Jahre 1894 dem Betrieb übergebene Zahnradbahn von Barmen bis zum Tolleturm eine Steigung von 1:5,4 auf).

## b) Die Kraftstation.

Diese hat den für den Betrieb erforderlichen Strom zu liefern.

An Stelle der kleinen Maschinenstationen mit schnellgehenden Dampfmaschinen und mit Riemenübertragung auf die Dynamomaschine der ersten elektrischen Bahnen traten gewaltige Maschinenanlagen mit tausenden von Pferdekräften.

Statt des unmittelbaren Betriebes mit Gleichstrom, welcher in seiner Verwendungsausdehnung beschränkt ist, erwies sich für sehr verzweigte Bahnnetze der Drehstrom-Gleichstrom als



besonders vortheilhaft; bei diesem System wird der von dem Kraftwerke erzeugte hochgespannte Drehstrom in mehreren Unterstationen in Gleichstrom umgeformt. Durch eine derartige Anlage ist man in der Lage nicht nur den Strom für den Bahnbetrieb, sondern auch für die Beleuchtung zu liefern (elektrische Bahn- und Beleuchtungsanlagen in Wien).

Bei der Gernergrat- und Jungfraubahn erfolgt der Betrieb mittels Drehstrom, welcher durch entfernt gelegene Wasserkräfte gewonnen, mit hoher (circa 5000 Volt) Spannung in die Nähe der Bahnlinie geleitet und dortselbst in Drehstrom von 540 Volt geformt und als solcher den elektrischen Locomotiven beziehungsweise Motorwagen zugeführt wird.

In Österreich wurde der Drehstrombetrieb für Vollbahnen im Jahre 1898 durch die Firma Ganz u. Comp. angebahnt, welche damals ein Offert für den Betrieb der Valtellinabahn mit Drehstrom von 15000 Volt Primärspannung und 3000 Volt Gebrauchsspannung ausarbeitete; nach diesem Prinzip ist dann sowohl die oben genannte Bahn wie auch die Werkbahn der k. u. k. Munitionsfabrik in Wöllersdorf ausgeführt worden.

Durch die Benutzung von mehrphasigem Wechselstrom unter Anwendung sehr hoher Betriebsspannungen und die Möglichkeit denselben vortheilhaft in Wechselstrom oder Gleichstrom von niederer Spannung umzuwandeln, ist man in die Lage versetzt, große Entfernungen beherrschen zu können, so dass man nicht nur das Strafsenbahnnetz der Stadtbahnen ausdehnen, sondern auch Fernbahnen mit elektrischem Betrieb und großer Fahrgeschwindigkeit erbauen konnte.

Neben den maschinellen Einrichtungen gehört zur Kraftstation noch der übliche elektrische Zubehör als: Reguliervorrichtungen, Schalt und Messapparate, Blitzschutzvorrichtungen, Bleisicherungen etc. etc. Die meisten dieser Bestandtheile sind übersichtlich auf einem oder mehreren Schaltbrettern angeordnet, zu welchen auch die isolierten Kupferleitungen von den Polen der Dynamomaschinen führen. Das Schaltbrett, welches aus Marmor, Schiefer oder einem anderen unverbrennbaren Materiale

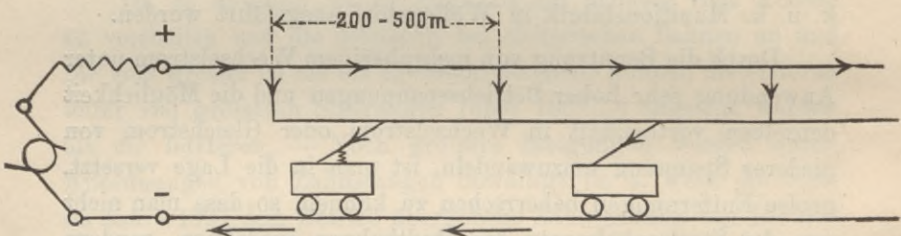
besteht, wird so aufgestellt, dass man stets auch die rückwärtige Seite desselben, sammt den Verbindungen in Augenschein nehmen kann.

### c) Stromzuführung.

Der in der Kraftstation erzeugte beziehungsweise umgeformte Strom, wird durch die Stromzuführung, welche durch Blitzschutzvorrichtungen und Bleisicherungen geschützt ist, den Motorwagen oder den elektrischen Locomotiven zugeführt und kehrt durch die Schienen beziehungsweise Stromschiene zum negativen Pol zurück.

Um Störungen, welche durch Drahtrisse oder dergleichen entstehen können, auf möglichst kurze Strecken zu beschränken und Schäden an Gas- und Wasserleitungen durch elektrolytische Wirkungen der vagabundierenden Ströme einzudämmen, wird die ganze Linie, wie in Figur 29 schematisch dargestellt, in Abschnitte von 200—500 m abgetheilt.

Figur 29.



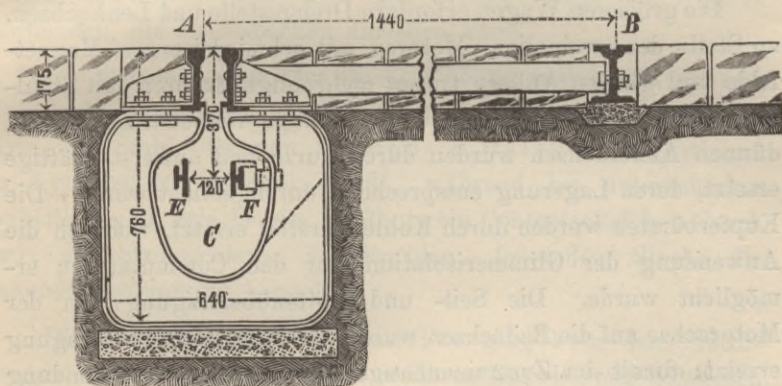
Diese Untertheilung wird dadurch bewerkstelligt, dass man von der Hinleitung, die ähnlich der Telegraphenleitung als ober- oder unterirdische Leitung seitwärts der Bahn angelegt ist, durch Speiseleitungen eine Arbeitsleitung mit Strom versieht und an den Verbindungsstellen der Leitungen Ausschalter anordnet.

Die Arbeitsleitung ist entweder oberirdisch oder unterirdisch; bei der ersteren befindet sich 5,5—6 m oberhalb der Geleisemitte ein 7 mm starker Siliziumbronzedraht oder Hartkupferdraht (Fahrdrabt genannt), welcher von Querdrähten



getragen wird, die zwischen Masten oder den die Bahn begleitenden Häusern gespannt sind. Die Verbindung zwischen Fahr- und Querdraht erfolgt durch Isolatoren, die mit Schalldämpfern versehen sind. Die unterirdische Arbeitsleitung findet in einem unter einem Schienenstrange angeordneten Canal aus Beton ihren Platz, Figur 30. Die den Canal C oben abschließende Fahr-  
 schiene A ist derart durchaus geschlitzt, dass durch den Schlitz ein vom Wagen herabgelassenes Contactschiffchen zwischen die für die Hin- und Rückleitung bestimmten Stromschienen E und F gelangen kann; diese sind aus Flußseisen hergestellt, bestehen bei der Wiener Strafsenbahn aus 13 m langen Theilen, die durch je drei starke Kupferseile mit einander verbunden sind. Die Stromschienen sind auf kräftigen Porzellanisolatoren aufgehängt.

Figur 30.



Der Übergang von der oberirdischen zur unterirdischen Leitung kann leicht vom Führerstande des Motorwagens aus durch heben beziehungsweise senken des Contactschiffchens oder Gleitbügels erfolgen.

Eine weitere Art der Stromzuführung, wie sie bei der Wiener Stadtbahn für die Erprobung des elektrischen Betriebes auf dieser Bahn nach einem Projecte von Siemens & Halske zur Anwendung kam, besteht in einer Stromzuführungsschiene,

welche in der Geleiseachse angeordnet ist, der Stromabnehmer wird von einem besonderen Rahmen getragen, der die nicht motorisch angetriebenen Achsen umfaßt.

#### d) Motorwagen, elektrische Locomotiven.

Neben den Bestandtheilen, die mehr oder weniger jedem Wagen eigen sind, hat ein Motorwagen noch die Motoren, Übertragungsvorrichtungen, Blitzschutzvorrichtungen, Bleisicherungen, die Leitung zwischen Motor und Arbeitsleitung, Widerstände, Schalterzubehörtheile u. s. w.

Im wesentlichen ist die Anordnung der heutigen Motorwagen dieselbe wie jene der ersten, jedoch hat sich eine vollständige Umgestaltung aller Theile vollziehen müssen, um die gegenwärtig geforderte Betriebstüchtigkeit zu erzielen.

Die größeren Wagen erfordern Drehgestelle und Lenkachsen, an Stelle der zweipoligen Motoren mit schmiedeisernem Magnetfelde und glatten Ankern traten mehrpolige Motoren mit Stahlgußgehäuse und Nutankern. Die anfangs verwendeten langen, dünnen Ankerachsen wurden durch kurze und äußerst kräftige ersetzt, deren Lagerung entsprechend durchgebildet wurde. Die Kupferbürsten wurden durch Kohlenbürsten ersetzt, wodurch die Anwendung der Glimmerisolation auf den Commutatoren ermöglicht wurde. Die Seil- und Kettenübertragung von der Motorachse auf die Radachsen wurde durch eine Zahnübertragung ersetzt; damit im Zusammenhange steht auch die Anwendung je eines Motors für jede Triebachse und die zweckmäßige Aufhängung des Motors auf dieselbe.

Der die Ein-, Aus- und Umschaltung der Motoren sowie der Widerstandsvorschaltung behufs Veränderung der Geschwindigkeit dienende Schalter oder Regler auch Controller genannt, ist eine stehende Steuerwalze mit magnetischer Funkenlöschung und abnehmbarer Kurbel.

Mit der Zunahme der Fahrgeschwindigkeit mußte auch die Sicherheit der Bremsen gleichen Schritt halten.



Vorerst verbesserte man die gewöhnlichen Handbremsen (Hebel- und Spindelbremsen); später hatte man um den Wagenführer zu entlasten Druckbremsen angewendet und zog die elektrische Arbeitsübertragung zur Schaffung der erforderlichen Druckkräfte heran, sodann griff man zu der schon 1880 von Werner Siemens angeregten Bremsung und bildete den Controller derart aus, dass es möglich wurde mit demselben Handgriff den Motor auch als Generator zu schalten und den Stromkreis desselben durch Widerstände zu schliessen, (elektrische Straassenbahnen Wiens) hierbei werden Hauptstrommotoren von der Leitung ab- und hierauf über einen stetig vergrößerten Widerstand parallel geschaltet. Nebenschlussmotoren haben dabei den Vortheil die elektrische Energie an den Fahrdraht abgeben zu können.

Selenoidbremsen bestehen aus einem Elektromagnet, dessen beweglicher Kern mit dem Bremsgestänge des Wagens verbunden, die Bremsbacken anziehen kann.

Die Stromabnahme oder die Verbindung zwischen Motor und Fahrdraht besorgt ein am Wagendache angebrachter federnder Arm aus Stahl, der von Siemens & Halske als Gleitbügel in Lyraform ausgebildet wurde, während bei unterirdischer Arbeitsleitung, wie bereits erwähnt, ein Contactschiffchen durch zwei die Stromschienen berührenden, federnden Bleche die leitende Verbindung herstellt.

Die elektrische Locomotive ging zwar dem Motorwagen voraus ist aber in ihrer weiteren Entwicklung denselben zurückgeblieben.

Die ersten derartigen Locomotiven fanden schon 1882 und 1883 für den Bergwerksbetrieb in Zankerode und Neustassfurt Anwendung. Die Franzosen haben 1894 begonnen den elektrischen Betrieb auf Vollbahnen einzuführen, wozu sie die Heilmann-Locomotive verwendeten. Der Grundgedanke, nach welchem diese Locomotive construirt ist, besteht darin, dass auf der Locomotive eine Stromerzeugungsanlage angeordnet ist, von welcher aus die Arbeitsübertragung auf beliebig viele

Triebachsen stattfinden kann, indem dieselben mit Elektromotoren angetrieben werden.

Die Nachteile dieser Locomotive sind insbesondere die große Last der Stromerzeugungsanlagen und der Vorräthe an Kohlen und Wasser.

Ähnliche Mängel weisen auch die Accumulatorenlocomotiven auf, welche die elektrische Kraftquelle — die schweren Bleiaccumulatoren — mit sich führen; solange die Aufspeicherung der elektrischen Kraft ein so großes Gewicht und so große Kosten verursacht, wie dies bei den gebräuchlichen Accumulatoren der Fall ist, können diese Locomotiven nur in einzelnen Fällen Anwendung finden.

Besser sind jene Locomotiven, welche den Strom aus einer Kraftstation durch Stromzuführung entnehmen und welche unter bestimmten Umständen, wie z. B. auf der Baltimore und Ohio-bahn mit Vortheil zur Anwendung kommen; dort hat die elektrische Locomotive, die mit Dampflocomotiven zugeführten Züge durch einen Tunnel zu führen.

#### § 4. Bahnen mit Betriebsmaschinen besonderer Art.

Der Wettbewerb in den Erfindungen von Motoren der verschiedensten Art hat sich in den letzten Jahren mit der wachsenden Ausdehnung der Verkehrsverbindungen von örtlicher Bedeutung mehr und mehr entwickelt. Wenn die bisherigen Ausbildungen zum Theile auch nur den Charakter von Versuchen beibehalten haben, so dürften doch in einigen Jahren manche der Systeme sich weiter vervollkommen haben.

Derartige Systeme sind u. a. jene, bei welchen Pressluft, Heißdampf, Heißwasser, Leuchtgas, Petroleum und Benzin, Natron und endlich Ammoniak verwendet wurden.

Das System mit Pressluft charakterisiert sich dadurch, dass in einer Centralstation mit Dampf- oder Wasserkraft atmosphärische Luft auf eine Spannung von 20—25 Atmosphären gebracht und in Stahlbehältern aufgespeichert wird, um dann



für den Betrieb der hiezu construierten Wagen verwendet zu werden.

Das System Mekarski ist als Hauptvertreter dieser Motoren zu erwähnen.

Das Wesen des Systemes mit Heißdampf besteht in der Anwendung von Verdampfungsröhren mit halbmondförmigem Verdampfungsraume, in welchem bei sehr engem Spalte eintretendes Wasser, wegen der bedeutenden Größe, welche die erhitzte Fläche im Verhältnisse zu der Wassermenge besitzt, fast augenblicklich verdampft und die Rohre als überhitzter Dampf von  $250^{\circ}$ — $300^{\circ}$  verlässt um sofort auf die Kolben der Dampfmaschine einzuwirken.

Das Heißwassersystem beruht auf der Thatsache, dass sich aus dem überhitzten Wasser immer neuer Dampf entwickelt, wenn durch den Abfluss bereits gebildeten Dampfes entsprechender Raum entsteht. Das System Lamm-Franc stellt einen solchen feuerlosen Dampfmotor dar, welcher seine Kraft aus einem mit Wasser von  $200^{\circ}$  Celsius gefüllten Behälter zugeführt erhält.

Die Verwendung der Explosivkraft des Leuchtgases, wie sie seit Jahren schon in den bekannten Gasmotoren zur Verrichtung mechanischer Arbeit benützt wird, zu motorischen Wesen im Strafsenbahnbetriebe ist seit dem Jahre 1893 Gegenstand eingehender Versuche und Besprechungen geworden.

Ebenso wie die Eisenbahnwagen das zu ihrer Beleuchtung verwendete auf 6 Atmosphären comprimierte Gas in Behältern mitnehmen, welche unter den Wagenboden am Untergestelle befestigt sind, führen die Strafsenbahnwagen ihren Gasvorrath in 6—10 Stück Behälter mit. Sie sind ähnlich den mit Pressluft betriebenen Wagen, doch ist der Gasbetrieb insofern von Vortheil, als bei gleichem Drucke im Gase die 13—17fache Energie aufgespeichert ist, wie in der Luft, weshalb man hier mit kleineren Behältern und geringerem Drucke auskommt. Die Motoren sind beim Wagen von Lührig an beiden Langseiten unter den Sitzplätzen so untergebracht, dass die Schwungräder nach aussen unter der Sitzlehne liegen. Durch eine auf



den Schwungkugelregulator wirkende, vom Wagenführer mittelst Tritthebel zu bedienende Steuervorrichtung sind drei verschiedene Geschwindigkeiten für den Motor zu erzielen. Die Zündung des Gases erfolgt durch kleine vom Motor aus bewegte elektromagnetische Zündapparate.

Die Petroleum- und Benzin-Maschine besteht im wesentlichen aus dem stehend angeordneten Arbeitscylinder, aus dem Petrol-Verdunstungsapparat, welcher Petrol von 0,68—0,70 specifischem Gewichte in Außenluft-Temperatur enthält, und von welchem der Motor selbstthätig jeweilig seine Füllung Petroldunst unter gleichzeitiger Aufnahme von atmosphärischer Luft aufsaugt, endlich aus der Brennerlampe, welche durch Erhitzung der mit dem Verbrennungsraume in Verbindung stehenden Glühstifte die Verbrennung des Arbeitsgemisches unterhält.

Die Cylinderköpfe erfordern in ihrem oberen Theile (Explosionsraum) Wasserkühlung.

Das Inbetriebsetzen des Motors erfolgt in 2—3 Minuten durch Anzünden der Lampe und Andrehung der Kurbel, die Abstellung durch Schließen des Gasregulierhahnes in wenigen Sekunden.

Die Natronlösungen besitzen die Eigenschaft, bei gewisser Concentration und dadurch bestimmten Siedepunkte, Wasserdampf unter Wärmeentwicklung aufzunehmen; sie können mithin benützt werden, den Auspuffdampf einer Maschine zu condensieren und durch die hierbei entstehende Erhitzung, Wasser zu verdampfen. Honigmann in Grevenberg bei Achen hat nach diesem Principe eine Locomotive construiert, wobei er den mit Wasser und Dampf gefüllten Kessel (Wasserkessel) in ein mit concentrirter Natronlauge gefülltes Gefäß (Natronkessel) setzte, in welches der gebrauchte Dampf geleitet wird, worauf die stark erhitzte Lauge ohne weitere Feuerung das Wasser im Dampfkessel verdampft.

Selbstredend ist hier auch eine feststehende Anlage erforderlich und zwar eine Kesselanlage, welche das heiße Wasser,



und eine Abdampfungsvorrichtung, welche die concentrirte Lauge liefert.

Der von der Railway-Ammonia-Motor-Company in New-York eingeführte von Mc. Mahon erfundene Ammoniak-Motor beruht in seiner Wirkungsweise auf der merkwürdigen Eigenschaft des wasserfreien Ammoniaks (Ammoniakon-Hydrat), unter dem Drucke einer Atmosphäre, dem gewöhnlichen Luftdrucke, bereits bei einer Temperatur von  $-39^{\circ}$  C. zu sieden und bei  $+27^{\circ}$  C. einen Dampfdruck von 10,5 Atmosphären zu entwickeln. Der Motor hat vielfache Ähnlichkeit mit einem Dampfmotor, enthält jedoch kein Feuer und das Gas tritt nach verrichteter Arbeit in dem Cylinder nicht in's Freie, sondern wird in das Anwärmewasser geführt und von demselben absorbiert; das Wasser hat die Eigenschaft das 1700 fache seines Volumens an Ammoniakdampf aufzunehmen.

Beim Baue des Arlberg-Tunnels wurde für die Materialzüge die Locomotive System Kraufs verwendet. Sie besitzt einen verhältnissmäßig größeren Dampfkessel als die sonstigen Locomotiven, der Schornstein ist verschliefbar.

Ehe die Locomotive in den Tunnel fuhr, wurde in derselben eine solche Dampfspannung erzeugt, dass es möglich war, ohne Feuerung die Fahrt in und aus dem Tunnel zu vollführen. Der Schornstein wurde während des Aufenthaltes im Tunnel geschlossen, so dass keine Verunreinigung der Luft durch die Locomotive im Tunnel erfolgen konnte.

## II. Abschnitt.

### Tracieren von Eisenbahnen.

Unter Tracieren von Eisenbahnen versteht man das Aufsuchen und Festlegen einer Eisenbahnlinie sowohl auf den Karten und Situationsplänen, wie auch auf dem Felde nach den Grundsätzen der Rentabilität und der technischen Construction als auch den Forderungen des Staates.

Demgemäfs wird man unterscheiden:

1. Eine commercielle Tracierung,
2. eine technische Tracierung und
3. eine politische Tracierung.

#### 1. Capitel.

##### *Commercielle Tracierung.*

##### § 1. Zweck der commerciellen Tracierung; Rentabilität.

Die commercielle Tracierung sucht alle jene Momente auf, welche auf die Rentabilität der Bahn von Einfluss sind; das Resultat dieser Untersuchungen bestimmt in großen Zügen die horizontale Projection der Bahn und deren Charakter sowohl in Bezug auf die Ausstattung des Baues als auch auf den einzuführenden Betrieb.

Es ist speciell die Aufgabe der commerciellen Tracierung die vermuthlichen Einnahmen der zu projectierenden Bahn zu ermitteln und dabei von vornherein die verschiedensten möglichen Richtungen in's Auge zu fassen, um schließlich zu der Überzeugung kommen zu können, dass das Unternehmen rentabel sein wird, d. h. dass durch die Einnahmen die Auslagen, welche



der Betrieb verursacht, gedeckt, das Anlagecapital entsprechend verzinst und nach einer bestimmten Anzahl von Jahren amortisiert wird, oder im allgemeinen der Gleichung

$$E = B + Z \text{ oder } E = \alpha E + \frac{p K}{100}$$

und hieraus

$$K = (1 - \alpha) E \frac{100}{p}$$

entsprochen wird; hierin bedeutet E die Einnahmen, B die Betriebsausgaben,

$$Z = \frac{p K}{100}$$

die erforderlichen Zinsen, K das Anlage- und Betriebscapital, p die Procente, welche dieses Capital zur Verzinsung und Amortisierung abwerfen soll und  $\alpha$  den Betriebscoefficienten, mit welchen die Betriebseinnahmen multipliciert die Betriebsausgaben geben, also

$$B = \alpha E.$$

Sollte eine entsprechende Verzinsung der Bahn voraussichtlich durch die Betriebseinnahmen nicht zu erreichen sein, hat jedoch der Staat besondere Interessen für die Ausführung der Bahn, so wird von Seite dieses dem Unternehmen durch Beiträge Hilfe geleistet.

Diese Beiträge sind entweder in der Form von à fonds perdus, durch welche der Unternehmung für den Ausbau der Bahn entsprechende Beträge verabfolgt werden, oder durch die Zinsgarantie, d. i. die Gewähr, dass das in einem Unternehmen angelegte Capital sich wenigstens zu einem bestimmten Zinsfusse rentiere mit der Maßgabe, dass der Staat bei geringerer Erträglichkeit für den Fehlbetrag aufkomme. Öfter kann die Sicherstellung auch von Seite Privater, in deren Interesse eine Bahn gebaut wird, durch die sogenannte Frachtengarantie erfolgen, indem sich diese der Unternehmung gegenüber verpflichten, jährlich eine entsprechende minimale Frachtenmenge zu expedieren.

## § 2. Bestimmung der Einnahmen aus dem zu erwartenden Verkehr und sonstiger Einnahmen.

Da der Bau einer Bahn in allen Fällen, in denen nicht militärische oder aber volkswirtschaftliche Rücksichten besonderer Art allein ausschlaggebend sind, als ein die Nutzbarmachung von Nationalvermögen bezweckendes und somit im gewissen Sinne als ein kaufmännisches Unternehmen betrachtet werden muss, so ist es unbedingt nothwendig unter Annahme der als Minimum verlangten Verzinsung das Maximum des aufwendbaren Bau- und Betriebscapitals von vorneherein zu bestimmen.

Es handelt sich dabei zunächst darum, die vermuthlichen Einnahmen, respective die Gröfse des vermuthlichen localen und directen, sowie auch des etwaigen Durchgangsverkehrs festzustellen.

Der locale und directe Verkehr, d. i. der Verkehr zwischen den Stationen einer und derselben Bahn untereinander, beziehungsweise der Verkehr zwischen den Stationen einer Bahn mit Stationen anderer Bahnen, steht selbstverständlich in engem Zusammenhange mit den localen Verhältnissen und wird ganz durch dieselben beherrscht, während der Transitverkehr von der Lage der zu erbauenden Bahn in Bezug auf das umliegende Bahnnetz von etwaigen Abschneidungen bestehender Routen u. s. w. abhängt.

### 1. Localer und directer Verkehr.

Bei Berechnung des vermuthlichen localen und directen Verkehrs aus den localen Verhältnissen wird häufig der ermittelte Landstraßen-Verkehr mit Berücksichtigung der erfahrungsmäßig nach jeder Bahnanlage erfolgten Steigerung desselben als Maßstab angenommen.

Die dazu nöthigen Daten wird man aus den Handelskammerberichten der letzten Jahre, durch Erkundigung sowohl bei Verwaltungs- und Steuerbehörden, als bei erfahrenen und ortskundigen Leuten, sowie bei Besitzern größerer Etablissements sich verschaffen können.



Es ist hiebei jedoch zu bemerken, dass das Aufsuchen der Daten aus den officiellen Berichten mühselig und zeitraubend ist, die von Privaten eingezogenen Angaben meistens nur mit der größten Vorsicht benützt werden können. Dazu kommt noch, dass die durch den Bahnbau in Rechnung zu ziehende Steigerung des Verkehrs oft nicht nur ganz ausbleibt, vielmehr bei einigermassen schlecht situirten Bahnanlagen nicht einmal der vorhandene Landstraßenverkehr der Bahn ganz zu Gute kommt.

Schnelle und sogar wahrscheinlichere Resultate werden durch eine bloße Schätzung nach den Betriebsergebnissen von Bahnen in ähnlicher Gegend erhalten. Untersuchungen in dieser Hinsicht wurden vom französischen Ingenieur Jules Michel für die verschiedenen Bahnen in Frankreich angestellt und die Resultate tabellarisch zusammengefasst.

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass in Frankreich auf jeden Einwohner der Stationsorte im Jahre 4—9, im Mittel 6,5 Passagiere und 1,4—3, im Mittel 2,1 Tonnen Güter entfallen und zwar geben die Ackerbau treibenden Gegenden den geringeren, die dichter bevölkerten Industrie- und Weinbau- gegenden den größeren Verkehr.

Bei Benützung der für die mittleren Verhältnisse geltenden Resultate muss noch für jeden bestimmten Fall Rücksicht genommen werden auf die besonderen Verhältnisse der einzelnen Ortschaften, die durch industrielle Etablissements oder durch Schiffsverkehr u. s. w. günstig auf den Verkehr wirken können. Andererseits sind etwaige Abzweigstationen nur mit einem nach den localen Verhältnissen abzuschätzenden Theil ihrer Einwohnerzahl in Rechnung zu ziehen.

Ähnliche Untersuchungen wurden von R. Richard und E. Makensen für deutsche Bahnen und O. v. Feldegg für österreichische Bahnen angestellt und ergaben, dass pro Einwohner der Verkehrsfläche, d. i. jenes Gebiet, dessen Einwohner voraussichtlich an dem Verkehre theilnehmen

in Deutschland 4,7 Passagiere und 2,9 Tonnen Güter

„ Österreich 1,2 „ „ 1 Tonne Gut entfallen.

In Italien hat Ambros Campiglio ebensolche Beobachtungen gemacht und hiefür folgende Gegenden unterschieden:

- a) sehr gewerbsreiche Gegenden mit 5,52 Passagiere und 1,32 Tonnen Güter pro Einwohner,
- b) verkehrsreiche Gegenden mit mittlerer Industrieentwicklung, mit 3,3 Passagiere und 0,75 Tonnen Güter pro Einwohner,
- c) Gegend mit Weinbau und getheiltem Grundbesitze mit 1,98 Passagiere und 0,50 Tonnen Güter pro Einwohner,
- d) Ackerbau und Großgrundbesitz mit 1,44 Passagiere und 0,40 Tonnen Güter pro Einwohner.

Aus allen Beobachtungen geht im allgemeinen hervor, dass das Verhältnis der Einwohnerzahl der Stationsorte, beziehungsweise der Verkehrsfläche unter Berücksichtigung des Landes und der Gegend zur Zahl der beförderten Reisenden, respective der beförderten Tonnengüter ein ziemlich constantes ist, so dass die Frequenz, respective die Einnahme einer Bahn sich nach der Größe der bezüglichen Einwohnerzahl und der Erwerbsquelle der Gegend, durch welche die Bahn führt, richtet.

Bei Nebenbahnen, welche den Zweck haben, eine Gegend ohne Bahnen mit einer Hauptbahn zu verbinden, wird der Verkehr der Zwischenorte untereinander gering sein.

Jules Michel glaubt daher, ohne einen großen Fehler zu machen, dass der ganze Betrieb solcher Bahnen darin besteht, Personen und Güter von und nach der Anschlussstation zu befördern.

Der Verkehr auf einer solchen Bahn in Personen-, respective Tonnenkilometer ist demnach gleich der Summe der Producte der auf jeder Station angekommenen und abgegangenen Personen, respective Güter und der Entfernung dieser Station von der Übergangsstation. Hieraus ergibt sich für den Verkehr pro Kilometer die allgemeine Formel

$$\gamma = \frac{2 \sum (p + g) d}{L} \dots \dots (1)$$



worin  $p$  die Zahl der von den einzelnen Stationen abgehenden Personen,  $g$  die halbe Summe der daselbst ankommenden und abgehenden Güter,  $d$  die Entfernung der betreffenden Station von der Anschluß-Station und  $L$  die Bahnlänge in Kilometer bezeichnet.

Man kann hier einfach die Zahl der abgehenden Personen einführen, da diese im allgemeinen gleich der ankommenden ist. Bei Güter ist dies nicht der Fall und da gibt die Hälfte der ankommenden und abgehenden Güter den richtigen Maßstab für die Frequenz der betreffenden Station.

Der Coefficient 2 ist eine Folge der Voraussetzung, dass der ganze Betrieb durch die Hauptbahn beherrscht wird und somit auch die ankommenden Personen und Güter in Rechnung gestellt werden müssen, da dieselben als nicht von einer Station der betreffenden Zweigbahn abgegangen sonst außer Betracht bleiben würden.

Um die Formel weiter zu entwickeln, kann man, da sowohl  $p$  als auch  $g$  in directem Verhältnisse zu der Einwohnerzahl stehen, daher setzen  $p = me$  und  $g = ne$ , worin  $m$  die Zahl der Passagiere und  $n$  die Zahl der Tonnengüter pro Einwohner bezeichnet, mithin

$$\gamma = \frac{2 \sum (m + n) e d}{L} = 2 \frac{m + n}{L} \sum e d . . . (2)$$

Denkt man sich die ganze Einwohnerschaft im Schwerpunkte ihres Bevölkerungsgebietes concentrirt und sei dessen Entfernung bis zur Übergangsstation  $s$ , so ist

$$\sum e d = s \sum e . . . . . (3)$$

$$\text{oder } \gamma = 2 (m + n) \frac{s}{L} \sum e . . . . . (4)$$

Um hieraus die Einnahmen pro Kilometer zu bestimmen, führt man den Durchschnittstarif pro Person, respective Tonne und km ein. Ist  $P$  der Tarifsatz pro Person und  $T$  pro Tonne, so betragen die Bruttoeinnahmen

$$E = 2 (m P + n T) \frac{s}{L} \sum e . . . . . (5)$$

Diese Formel wird jedoch nach R. Richard und E. Mackensen nur für verhältnissmässig kurze Bahnen brauchbare Werte geben; je länger die Bahn ist, um so weniger kann die Annahme, dass der Verkehr von den einzelnen Orten der Zweigbahn sich lediglich auf die Übergangsstation, respective Hauptbahn erstreckt zutreffen, da über eine gewisse Bahnlänge hinaus die von jeder Person, respective Tonne erfahrungsmässig zu durchlaufende Kilometerzahl innerhalb der betreffenden Bahn selbst liegt. Die Verdoppelung in der ursprünglichen Formel muss somit für diesen Fall zu grosse Resultate geben und gilt es daher, wenn man nicht wie Jules Michel nur kurze derartige Strecken vor Augen halten will, einen Coefficienten zu bestimmen, welcher an Stelle des Coefficienten 2 treten kann; hier ist zu bemerken, dass, je kürzer die Bahn und je grösser die im Durchschnitte von Personen und Gütern durchlaufene Kilometerzahl wird, dieser Coefficient zwischen den Grenzen 1 und 2 grösser werden muss. Ist K diese Kilometerzahl, so wird die empirische Formel

$$\left(1 + \frac{K}{L}\right) \dots \dots \dots (6)$$

diesen gestellten Anforderungen genügen.

Die Grenze 1 wird erreicht, wenn die Bahn gar keinen directen Verkehr hat, was bei unendlicher Länge oder bei Bahnen ohne jeden Anschluss gedacht werden kann; während die Grenze 2 dann erreicht wird, wenn die Bahn nur directen Verkehr hat, was bei Zweigbahnen mit nur einer Station der Fall sein würde.

Da K für Personen und Güter verschiedene Werte annimmt, für welche die Bezeichnung A, beziehungsweise B eingeführt werden soll, so wird

$$E = \left[ m P \left( 1 + \frac{A}{L} \right) + n T \left( 1 + \frac{B}{L} \right) \right] \frac{s}{L} \Sigma e \quad (7)$$

Für A und B wird man bei kleinen Bahnen nicht den Mittelwert von allen Bahnen nehmen können und sind daher Mittelwerte für die verschiedenen Bahnlängen zu bestimmen.



Für große Bahnlängen wurde in Gleichung 7 (von R. Richard u. E. Makensen) statt der Entfernung  $s$  des Schwerpunktes des Bevölkerungsgebietes von der Übergangsstation die der Bahnlänge entsprechende Kilometerzahl  $A$ , beziehungsweise  $B$  eingeführt:

$$E = \left[ m P A \left( 1 + \frac{A}{L} \right) + n T B \left( 1 + \frac{B}{L} \right) \right] \frac{\Sigma e}{L} \quad (8)$$

nach welcher Methode die Betriebseinnahmen für deutsche Bahnen berechnet wurden.

Bei dieser Berechnung wurde die Größe der Stationsorte berücksichtigt. Wenn  $m_1$  und  $n_1$  die Verhältniszahlen der Reisenden und Güter zu den Einwohnern bei Orten bis 500 Einwohner,  $\Sigma e_1$  die Summe der Einwohner in solchen Stationen, und  $m_2$ ,  $n_2$ ,  $\Sigma e_2$  die gleichen Werte für Stationsorte von 500 bis 1000 Einwohner u. s. w. bezeichnet, so wird die Formel 8 übergehen in

$$E = \Sigma (e m) P \frac{A}{L} \left( 1 + \frac{A}{L} \right) + \Sigma (e n) T \frac{B}{L} \left( 1 + \frac{B}{L} \right) \quad (9)$$

worin  $\Sigma (e m) = m_1 \Sigma e_1 + m_2 \Sigma e_2 + m_3 \Sigma e_3 +$

und  $\Sigma (e n) = n_1 \Sigma e_1 + n_2 \Sigma e_2 + n_3 \Sigma e_3 +$

bedeutet.

Hiebei wurden für  $m$  und  $n$  die folgenden statistischen Werte verwendet.

Station mit Einwohner von	Reisende pro Kopf der Einwohner (m)	Tonnen Güter pro Kopf der Einwohner (n)
500	43,8	17,0
500—1000	26,1	9,45
1000—2000	17,6	7,8
2000—5000	13,7	7,3
über 5000	9,1	3,2

Bei Abzweigstationen ist die Einwohnerzahl gleichmäßig nach der Zahl der Bahnrichtungen zu vertheilen.

## 2. Durchgangs-Verkehr.

Die Gröfse des Durchgangs- und Transitverkehrs ist von sehr verschiedenen Umständen abhängig und sind in jedem einzelnen Falle besondere Untersuchungen hiefür nothwendig. Wenn eine Bahn zur Abschneidung einer bestehenden Durchgangsrouten gebaut werden soll, so liefern die Betriebsergebnisse der letzteren die erforderlichen Angaben. Soll die Bahn dagegen einen noch nicht bestehenden Durchgangsverkehr in's Leben rufen, so wird der Vergleich mit ähnlich situierten Bahnen einen Anhaltspunkt geben. Jedenfalls muss man darauf Rücksicht nehmen, dass der Transitverkehr durch den Bau einer eventuell kürzeren Concurrenzlinie oft ganz verschwinden kann. Es ist somit meistens, wenn nicht gerade der Transit-Verkehr als Zweck der Anlage zu betrachten ist, besser denselben gar nicht oder wenigstens nicht allzu hoch in Rechnung zu ziehen.

## 3. Sonstige Einnahmen.

Neben den Einnahmen, die sich aus dem Güter- und Personen-Verkehre ergeben, sind noch weiter die Einnahmen für den Transport von Vieh, dann Reisegepäck u. s. w., ferner die Pächterträge für Böschungen, Restaurationen und dgl. zu berücksichtigen und für die Bestimmung der Totaleinnahme zu den ersteren dazu zu schlagen.

Aus statistischen Beobachtungen geht hervor, dass bei Berücksichtigung dieser Nebeneinnahmen, dann der Einnahmen für den Transitverkehr die Totaleinnahme pro Kilometer 1,13 E betragen, wenn E den aus der Gleichung 9 ermittelten Betrag bedeutet.

### § 3. Ermittlung der Betriebsauslagen und der Gröfse des aufwendbaren Bau- und Betriebs-Capitals.

Die Auslagen pro Kilometer Bahnlänge ergeben sich nach Pletfner unter Berücksichtigung der jährlich verkehrenden Züge und der sich dadurch ergebenden Nutzkilometer, d. s. die von den Zügen thatsächlich für den Transport durchlaufenen



Kilometer ohne Berücksichtigung der Verschiebungen, ebenfalls aus statistischen Beobachtungen.

Man hat gefunden, dass die Ausgaben pro Kilometer je nach dem Verkehr, dann der technischen Anlage der Bahn 40—80 % — im Mittel 60 % — der Betriebseinnahmen pro Kilometer betragen.

Demgemäß ergibt sich nach der eingangs aufgestellten Gleichung

$$K = (1-\alpha) E \frac{100}{P}$$

bei einer Verzinsung des Bau- und Betriebscapitals von 5 % das für die Bahnanlage pro km höchstens

$$K = 1,13 \times 0,4 \times 20 \times E = 9,04 E$$

verausgabt werden darf.

Kennt man die Anzahl der jährlich zu befördernden Passagiere  $\Sigma(e m)$ , und Tonnengüter  $\Sigma(e n)$ , dann die Anzahl der Personen  $p_1$ , beziehungsweise der Tonnengüter  $g_1$ , die erfahrungsgemäß in einem Personen- respective Güterwagen während der ganzen Fahrt untergebracht sind, sowie auch die Anzahl der durchschnittlich von einer Person, respective einer Tonne Gut zurückzulegenden Kilometer  $A$ , beziehungsweise  $B$  in Procente der ganzen Bahnstrecke ausdrückt, so kann man, wenn das Adhäsions-Gewicht  $M$  der einzuführenden Locomotive und die maßgebenden Steigungs- und Richtungsverhältnisse der Anlage bekannt sind, leicht die Zahl der Nutzkilometer und damit die Betriebsauslagen und den Betriebscoefficienten  $\alpha$  selbst ermitteln.

Es führt nämlich ein Personenwagen beim Durchlaufen der ganzen Strecke  $\frac{p_1 \cdot 100}{A}$  Personen und ein Güterwagen  $\frac{g_1 \cdot 100}{B}$  Tonnen-Gut.

Z. B. es sind durchschnittlich 10 Sitzplätze auf der ganzen Fahrt in einem Personenwagen besetzt, so wird, da die einzelnen Passagiere nur einen Procentsatz der ganzen Bahnlänge durchfahren, beim Durchlaufen eines Wagens durch die ganze Strecke ein Wechsel in den Passagieren eintreten müssen; wenn der Procentsatz  $A = 48$  wäre (d. i. bei einer Bahnlänge von circa

50 km), so würden auf ein und denselben Wagen beim Durchlaufen der ganzen Strecke  $10 : 0,48 = 21$  Passagieren untergebracht gewesen sein.

Im ganzen sind  $\Sigma(e m)$  Personen und  $\Sigma(e n)$  Tonnen im Jahre zu befördern und es müssen daher

$$P_w = \frac{A \Sigma(e m)}{100 p_1}$$

Personenwagen und

$$G_w = \frac{B \Sigma(e n)}{100 q_1}$$

Güterwagen im Jahre die ganze Strecke durchlaufen.

Wie bereits bekannt ergibt sich approximativ die Bruttolast  $B_r$ , die eine Locomotive mit dem Adhäsionsgewichte  $M$  und einem Tender mit dem Gewichte  $T$  unter den gegebenen Verhältnissen fortzubringen im Stande ist, aus

$$\frac{M}{7} = (M + T + B_r) (q + c + m)$$

$$B_r = M \frac{1-7(q+c+m)}{7(q+c+m)} - T.$$

Kennt man nun das Gewicht eines Personenwagens, welches für Wagen mit 40 Sitzplätze, von denen erfahrungsgemäß durchschnittlich nur 10 Plätze auf der ganzen Strecke besetzt sind, ca. 7 Tonnen beträgt, respective jenes eines Güterwagens, bei welchen erfahrungsgemäß durchschnittlich nur die Hälfte des Tragvermögens beim Durchlaufen der ganzen Strecke ausgenützt ist und daher rund 10 Tonnen ausmacht, so kann man sich die nöthige Anzahl Züge pro Jahr und damit die Nutzkilometer ermitteln.

Die Ausgaben pro Nutzkilometer ergeben sich ebenfalls aus statistischen Beobachtungen; man detaillierte dieselben in 4 Gruppen, wofür in Österreich folgende durchschnittliche Werte gefunden wurden:

- |   |      |         |
|---|------|---------|
| 1. für die Verwaltung . . . . .                         | 0,6  | Gulden. |
| 2. für die Bahnaufsicht und Bahnerhaltung               | 0,31 | „       |
| 3. für den Verkehrs- und commerciellen Dienst . . . . . | 0,41 | „       |



4. für die Zugförderung und Werkstätten 0,36 Gulden.  
 oder die Gesamtausgaben pro Nutzkilometer im Durchschnitte . . . . . 1,14 „

Damit ergeben sich zugleich die Gesamtausgaben, durch welche die Gesamteinnahmen dividirt den Betriebscoefficienten  $\alpha$  ergeben.

#### § 4. Bestimmung der allgemeinen Richtung der Bahn nach Maßgabe des Verkehrs.

In den vorigen Paragraphen wurde für die Berechnung der Einnahmen sowohl die Länge der Bahn, als auch die berührten Stationsorte von vornherein als feststehend angenommen.

Dies ist in dem Falle zulässig, wenn der Verkehr der Gegend sich auf einzelne gröfsere Ortschaften beschränkt, welche nach ihrer Lage die Richtung der Bahn und die Länge derselben, sowie die Stationsorte ohneweiters bestimmen. Anders gestaltet sich indes die Sache, wenn gröfsere Orte für die Bahnanlage in Frage kommen, deren Lage gegeneinander die Zweckmäßigkeit einer directen Verbindung derselben fraglich erscheinen lässt. In einem solchen Falle ist zu untersuchen, wie weit eine Verbindung aller dieser Orte die Rentabilität der Bahnanlage vermehrt oder vermindert, sowie eventuell, ob eine alle diese Orte direct berührende Bahn oder eine gerade Haupttrichtung mit anschließenden Zweigen nach einen oder mehreren Orten für das Unternehmen rentabel ist.

Man wird durch Rechnung nach den entwickelten Formeln zu einem directen Resultate kommen, indem man die Einnahmen berechnet für eine Bahn von  $L + l_1$  Kilometer und für zwei Bahnen, eine von  $L$  und eine andere von  $l_2$  Kilometer, wenn  $L$  die Länge der directen Bahn,  $l_1$  die Verlängerung durch den Umweg bei Berührung aller in Frage kommenden Orte gegen die directe Bahn,  $l_2$  die Länge der etwaigen Zweigbahn vorstellen.

In der Wirklichkeit wird man jedoch in diesem Falle die Gleichung 9 nicht so unbedingt anwenden können, da viele Nebenumstände, die einestheils auf locale Verhältnisse, anderntheils auf den unvortheilhaften Betrieb einer Sackbahn Bezug haben, in Rechnung gezogen werden müssen.



Bei vermuthlich gleichen Einnahmen wird man auch zu untersuchen haben, ob die Summe der jährlichen Betriebskosten und der Zinsen des Anlagecapitals für eine neue Linie A C B gröfser oder kleiner ist als dieselbe Summe für die directe Linie A B, die Zweigbahn nach C und den Abzweigsbahnhof.

Hat man schliesslich die Zweckmäfsigkeit des Baues einer Zweigbahn festgestellt, dann bleibt weiter zu erwägen, wie weit eine etwaige Ablenkung der Hauptbahn nach C hin trotzdem wünschenswert ist und lässt sich, je nachdem der Verkehr von C nach A oder nach B hin gröfser ist durch Rechnung feststellen, um wieviel der Abzweigsbahnhof näher nach A oder nach B hin anzulegen ist.

### § 5. Durchschnittliche Baukosten pro km Bahnlänge.

In folgender Tabelle sind die Durchschnittskosten pro Kilometer Länge der einzelnen Bahnkategorien in den verschiedenen Terraingattungen angeführt.

Im leichten und schweren Hochgebirge ist ein eventuell vorkommender Alpentunnel noch separat mit 1800—2000 fl. pro Meter Tunnel hinzuzuschlagen; bei zweigeleisigen Bahnen sind die Werte der Tabelle um  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  zu erhöhen. — Für die Ermittlung der nothwendigen Baukosten der Bahn wird man sich das Längenprofil nach dem Charakter des Terrains einteilen, für jeden Theil die entsprechenden Baukosten aus der Tabelle entnehmen und die Summe derselben bilden.

Charakter des Terrains		Baukosten pro Kilometer Bahnlänge				
		Welt- bahn	Haupt- bahn	Nebenbahn mit einer Spurweite von		
				1,435 m	1,00 m	0,75 m
in Gulden						
Ebene		90,000	65,000	25,000	15,000	10,000
leichtes *	Hügelland	110,000	75,000	30,000	20,000	12,000
schweres		130,000	100,000	40,000	25,000	15,000
leichtes	Mittelgebirge	160,000	120,000	50,000	30,000	20,000
schweres		200,000	140,000	60,000	40,000	30,000
leichtes	Hochgebirge	250,000	170,000	80,000	55,000	40,000
schweres		300,000	200,000	100,000	70,000	50,000



## 2. Capitel.

### *Technische Tracierung.*

Hat man die Linie der zukünftigen Bahn in großen Zügen bezüglich der zu berührenden Ortschaften und des aufzuwendenden Baucapitals festgelegt, so ist es nun Sache der technischen Tracierung, die günstigste Lage und Richtung der Bahn in Bezug auf Bau- und Betriebskosten zwischen den gegebenen Orten in engeren Grenzen aufzusuchen und alle diejenigen Aufnahmen und Erhebungen generell anzustellen, welche genügendes Material liefern, diese Kosten einigermaßen sicher überschläglich berechnen zu können, um darauf ein Urtheil über die Lebensfähigkeit des Unternehmens zu gewinnen. Im Falle letzteres bejahend ausfällt, ist nun in speciellm die Lage der Linie genau festzulegen, das Project für die Bauausführung im Detail auszuarbeiten und ein specificierter Kostenvoranschlag anzufertigen.

#### § 1. Generelle technische Vorarbeiten.

Die generellen technischen Vorarbeiten umfassen, wie soeben erwähnt, alle jene zumeist aus der Praxis herausgebildeten Operationen, auf Grund welcher man zur Durchführung der Detailtracierung schreiten kann.

Im allgemeinen werden hiebei folgende Punkte durchzuarbeiten sein:

##### 1. Bureaustudie.

###### *A. Studium vorhandener Karten.*

Die erste Croquierung einer Bahnlinie erfolgt mit Ausnahme von Höhenmessungen mittelst Aneroid im Bureau und wird daher Bureaustudie genannt.

Sie erstreckt sich vornämlich auf die Erhebung der generellen Niveauverhältnisse mit Hilfe bekannter Höhengoten, der vorhandenen Straßennivellements, der Schichtenlinien, wenn in den vorliegenden Karten solche vorhanden sind, der Erfahrungen über Gefälle der Wasserläufe und schließlich der mit dem Aneroid gemachten Messungen.

In die Karten wird die Trace in einer der folgenden Formen eingezeichnet.

a) Als eine Thaltrace.

Diese Trace verbindet zwei Orte desselben Thales, geht somit dem Thale entlang, ohne die Wasserscheide zu übersetzen und bleibt entweder als Paralleltrace stets auf einer Seite des Flusses, oder sie wechselt die Thalwand als Wechseltrace infolge von Terrainschwierigkeiten, oder man durchschneidet schliesslich mit der sogenannten durchschneidenden Trace der allgemeinen Richtung des Thales folgend wiederholt den Flusslauf.

b) Als eine Wasserscheidetrace.

Wird die Thaltrace fortgesetzt und bei Übersetzung der Wasserscheide in das jenseitige Thal geführt, so kommt man zum Begriffe einer Wasserscheidentrace.

Die ganzen Erwägungen bezüglich der Wahl der Hauptthäler für die Einlage derartiger Tracen beziehen sich auf den grösstmöglichen Verkehr bei dem billigsten Baue und Betriebe.

Im allgemeinen wird massgebend sein die Dichte der Bevölkerung eines Thales gegenüber dem anderen, wo ebenfalls die Trace geführt werden könnte, die Industrie, welche besteht, oder ob auf eine solche mit Rücksicht auf vorhandene Wasserkraft, Naturproducte und dergleichen zu hoffen, wo die bessere Verbindung zwischen den gegebenen Punkten möglich ist und wo schliesslich günstigere Culmination, orographische Verhältnisse, Gefälle, Terrainformationen u. s. w. obwalten.

Es liegt in der Regel die Versuchung sehr nahe, in dem gewählten Thale die Trace in die Thalsohle zu verlegen u. z. deshalb, weil daselbst in der Regel sich nicht nur die auszuführenden Erdarbeiten und Kunstbauten auf ein Minimum beschränken lassen werden, sondern weil sich auch dort jedenfalls viel günstigere Richtungsverhältnisse ergeben werden, als wenn die Trace an der Lehne fortgeführt wird.

Trotzdem gestattet die topographische Gestaltung des Terrains nicht immer, dieser Versuchung Folge zu geben, eines-theils weil die Thalsohle oft dicht mit Ortschaften, Gehöften oder Gebäuden besät ist, demnach die Bahn vermöge der kost-



spieligen Einlösung unnütz vertheuert würde in anderen Fällen wieder, weil der Charakter der Hochwässer in jenen Thälern so sein kann, dass er zu gewissen Zeiten den Bestand der Bahn selbst gefährden könnte.

Durch diese und ähnliche Verhältnisse ist man in sehr vielen Fällen gezwungen, bei Thallinien für die Führung der Trace eine der beiden Thallehnen zu wählen. Welche der beiden Thallehnen hiezu geeigneter ist, kann nur nach sorgfältiger Besichtigung und Prüfung bei Gelegenheit der späteren Recognoscierung entschieden werden.

Mafsgebend werden vornehmlich die Lage der Städte, Ortschaften, Bergwerke u. dgl., sowie die geologischen Verhältnisse sein.

Womöglich wählt man die Sonnseite, weil dort der Schnee früher schmilzt, die Schienen im allgemeinen trockener sind, was bessere Adhäsionsverhältnisse zur Folge hat und weil sich dort weniger Rutschterrain vorfindet. Um an Objecten zu sparen wird man unter gleichen Verhältnissen jener Thalseite den Vorzug geben, wo weniger Seitenbäche zu übersetzen sein werden und wo ein günstigeres Längenprofil für den Bau und Betrieb geboten wird. Auch wird das Hinterland, ob dieses mehr oder weniger vortheilhaft erscheint und eine vielleicht seinerzeit nothwendig werdende Abzweigung durch ein Seitenthal erfordern dürfte, beeinflussend sein.

Von Wichtigkeit ist ferner der Kostenpunkt des Bauterrains und das Vorhandensein von Baumaterialien auf der einen oder anderen Thalseite, welche während des Baues der Bahn gewonnen werden können, wie auch die Wirkung des Hochwassers, welche auf den beiden Thalseiten verschieden sein kann.

c) Als eine Sehnen-Trace.

Durch derartige Tracen, wie z. B. die Bahnstrecken Wien-Melk; Linz-Passau, Wien-Pressburg über Marchegg, die Moselbahn u. dgl. wird das Thal durch die Bahn um Baulänge zu sparen sehnenartig abgeschnitten.

## d) Als eine Quertrace.

Diese Tracen durchqueren mehrere Thäler und die dazwischen liegenden Wasserscheiden. Eine solche Trace zeigt ein äußerst unruhiges Längenprofil und hat große Bau-, wie auch große Betriebskosten zur Folge.

## e) Als eine Bergtrace.

Als derartige Tracen kann man im allgemeinen die Tracen jener Bergbahnen bezeichnen, die meist ohne besondere Entwicklung bei Anwendung des Zahnrad- oder Seilbahnsystemes den Berg hinaufsteigen.

## f) Als eine Plateautrace.

Diese Trace führt auf einem erstiegenen Plateau, wie z. B. die Karstbahn, hin.

Damit die eingezeichnete Linie möglichst klar hervortrete, werden die Flussläufe längs der Trace blau, die Wasserscheiden roth ausgezogen, die Wege braun angelegt und die vorhandenen oder ermittelten Höhengoten kenntlich gemacht.

Durch aufmerksames Studium der Karte, welches sich vornehmlich auf die Lage der Städte, Ortschaften, industriellen Etablissements, der Wasserläufe und Wasserscheiden, der Canäle, der Wege und etwa vorhandenen Eisenbahnen zu erstrecken hat, wird man in den meisten Fällen ersehen, dass nicht nur eine, sondern mehrere Linien (Varianten) möglich sind.

Schon gelegentlich der Bureaustudie wird man sich der einen oder anderen dieser Varianten mehr oder weniger anlehnen müssen. Entscheidend in der Wahl wird neben der Größe der voraussichtlichen Einnahmen und Baukosten, dann die Möglichkeit der Anlage von Zweigbahnen, wie die einer Bahnverlängerung noch die Länge der Bahn, die maßgebenden Richtungs- und Steigungsverhältnisse, die Procente der ganzen Länge, in welcher sich gerade und horizontale Strecken, sowie die verschiedenen Steigungen und Krümmungen befinden und schließlich die absolute Höhe der Culmination sein.



### *B. Principielle Behandlung der Culmination.*

Bei Gebirgsbahnen, wo es sich fast immer um Übergänge über Wasserscheiden handelt, wird eine eingehende Erwägung nothwendig, ob eine Herabminderung der Übersetzung durch Einschnitte oder durch Durchbrechung des Gebirgstockes nothwendig wird und eventuell in welcher Höhe über die Thalsohle dieselbe am vortheilhaftesten ist, oder ob vielleicht unter Anwendung größerer Steigungen eine Übersetzung des Sattels im Niveau gerathener wäre. Allgemein giltige Grundsätze lassen sich hiefür nicht aufstellen, denn jeder einzelne Fall erfordert eine andere, den localen Bau- und nachmaligen Betriebsverhältnissen am besten entsprechende Lösung.

In den meisten Fällen wird sich die Nothwendigkeit einer Herabminderung der Übersetzung der Wasserscheide, — Culmination genannt —, ergeben.

Werden hiefür Einschnitte angewendet, so empfiehlt es sich, dieselben höchstens 20—25 m tief zu projectieren, weil über diese Tiefe die Einschnitte fast durchweg feucht bleiben, daher die Schwellen im Sommer nachgeben und im Winter durch Einfrieren zu Schienenbrüchen Veranlassung geben. Weiters stellt sich bei einer Tiefe der Einschnitte von über 25 m, die Anlage eines Tunnels billiger, als der Einschnitt und ist derselbe für den Betrieb günstiger, als dieser.

Hat man sich für die Anlage eines Tunnels entschieden, so ist die Erwägung nothwendig, ob ein höher gelegener kürzerer oder ein tiefer gelegener, aber längerer Tunnel projectiert werden soll. Für die Beantwortung dieser Frage sind im allgemeinen folgende Factoren maßgebend:

1. Die Baukosten. Diese müssen selbstredend im Einklange mit den voraussichtlichen Einnahmen stehen.

2. Die Bauzeit. Es ist stets darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Herstellung des Tunnels in einer der Herstellung der ganzen Strecke entsprechenden Zeit erfolgt; liegt ein Tunnel höher, so wird er an und für sich kürzer, als ein tiefer liegender und außerdem ist bei ersteren auch eher eine Schachtbarkeit



möglich, d. h. man kann sich leichter durch Abtäufen von Schächten mehrere Angriffspunkte für die Arbeit schaffen.

3. Der nachmalige Betrieb. Überschreitet die Länge des Tunnels die größte Stationsentfernung, so ist diese bei eingleisigen Bahnen bestimmend für die mögliche Anzahl der täglich zu verkehrenden Züge.

4. Die Beschaffenheit der Rampen, d. s. die Zufahrten und Voreinschnitte zu den Tunnelmundlöchern; diese können sowohl in der Form des Terrains als auch in geologischen Eigenschaften maßgebend sein, ob ein Tunnel höher oder tiefer liegend projectiert werde.

5. Die örtliche topographische Lage des Mundloches. Diese kann beim höher oder niedriger gelegenen Tunnel vielleicht durch Lawinen u. dgl. gefährdet werden.

6. Die relativen Bauschwierigkeiten des oberen und unteren Tunnels. Der höher gelegene Tunnel wird pro Längenmeter mehr kosten als der untere, da das ganze Baumaterial höher transportiert werden muss, die Unterkünfte für die Arbeiter werden in höheren Regionen schwerer zu beschaffen sein, oft wird man dort nicht die nöthige Quantität Wasser für den Betrieb der Bohrmaschinen vorfinden u. dgl.

7. Die klimatischen Verhältnisse. Diese werden für Alpenüberschreitungen maßgebend sein und wird man die Baumgrenze praktisch als jene Höhe annehmen, über welche man nicht hinausgehen soll; darüber hinaus, wird der Betrieb wegen des Einflusses des Winters, wegen Reif u. dgl. erschwert.

## 2. Recognoscierung des Terrains.

Hat man die Bureaustudie gründlichst durchgeführt, so muss man durch Recognoscieren des betreffenden Gebietes im Hinblick auf die allgemeinen Steigungs- und Richtungsverhältnisse der in Aussicht genommenen Bahnlinie, sowie auf die localen Hindernisse und Erschwernisse, welche sich dem Bahnbau entgegenstellen können, prüfen und untersuchen, und soweit ein Localaugenschein dies möglich macht, sofort diejenigen Mittel erwägen, welche einzuschlagen oder zu gebrauchen wären,



um der zu tracierenden Bahn die möglichsten Vortheile in bau- und betriebsökonomischer Hinsicht zu sichern.

Der beste Weg, eine solche Recognoscierung vorzunehmen, ist eine aufmerksame Bereisung der Gegend, durch welche die Bahn geführt werden soll.

Als Führer auf dieser Reise dient die während der Bureau-studie entsprechend zubereitete Karte. Aufser dieser Karte hat man auch ein Notizbuch, ein gutes Fernrohr und ein Messband von 20 m Länge mit sich zu nehmen.

Die Recognoscierung selbst begreift nun die mit aller Muße vorgenommene Besichtigung der Landschaft, welche die Bahnlinie durchschneiden soll, in sich und erstreckt sich auf alle jene Erhebungen und Untersuchungen, welche den Bahnbau in bau- und betriebstechnischer Beziehung beeinflussen können. Hieher gehört nicht nur die topographische, sondern auch die geognostische Beschaffenheit des Terrains und in weiterer Folge die Beobachtung aller jener Verhältnisse, die geeignet sind, auf die nachmalige Rentabilität der Bahn einzuwirken.

Die in der Karte eingezeichnete Linie hat man nun während der Reise in ihren Haupttrichtungen zu verfolgen, und dabei namentlich sein Hauptaugenmerk darauf zu richten, ob nicht aus verschiedenen Rücksichten eine stellenweise Umlegung der à priori bestimmten Linie platzzugreifen hätte. Diese Rücksichten können localer Natur sein und ebensowohl durch topographische Verhältnisse, soweit dieselben auf der Karte nicht ersichtlich sind, als auch in geognostischen Verhältnissen ihren Grund haben.

Die Anlage der in der Nähe gröfserer Orte mit Rücksicht auf die localen Bedürfnisse und auf die Gestaltung des Terrains von vornherein projectierten Stationsplätze, die Bedingungen, unter welchen unvermeidliche Flussübersetzungen anzubringen sind, die Erhebung der höchsten Wasserstände in der von der Bahn durchzogenen Gegend, die Nothwendigkeit allfälliger Gebäudeeinlösungen und zahllose andere hierher gehörige Beobachtungen, werden bei diesen Erhebungen die Aufmerksamkeit auferordentlich in Anspruch nehmen. Weiters sind zu studieren



die geognostischen Verhältnisse der Gegend und deren Einfluss auf den Bau nach zwei Richtungen hin, insofern sie nämlich den Bau der Bahn erschweren können, durch ausgedehnte Felseneinschnitte, durch Gefahr für Rutschung, Erweichung u. s. w., oder als sie denselben verbilligen oder fördern können, durch die Möglichkeit der Gewinnung von Bausteinen, Schotter, Sand und anderen Materialien.

In den meisten Fällen dürfte es genügen, nach den stets vorhandenen äußeren Merkmalen, wie z. B. aus der Art der Vegetation oder aus der Betrachtung bereits bestehender Steinbrüche, Bergabstürzen, Straßeneinschnitten u. s. w. auf die allgemeine Bodenbeschaffenheit zu schließen.

In mächtigen Schichten von thonigen und schiefrigen Gesteinen, als die oberen Mergel und Thone des rothliegenden und bunten Sandsteines, die Mergel, die Keuperformationen und ein Theil der Schiefer der Juraschichten, sollen tiefe Einschnitte durchaus vermieden werden. Dies ist besonders dann erforderlich, wenn dieselben mit ausgedehnter Waldung bestanden, welche als Wasserreservoir zu betrachten sind, und unter denen das Gebirge satt getränkt zu sein pflegt. Ebenso geben schwächere Thonschichten im felsigen Gebirge durch die Bahnanlage unterschritten zu Rutschungen Veranlassung.

In felsigen Gebirgsarten der geschichteten Formationen ist dann ferner das Streichen und Einfallen der Schichten zu beobachten.

Ein Durchschneiden derselben in der Richtung des Einfallens ergibt günstige Resultate und große Baufestigkeit. Steile Böschungen zu beiden Seiten werden fast immer hier zulässig sein; auch für Tunnels wird in dieser Richtung der geringste Gebirgsdruck auftreten und zwar um so geringer, je steiler das Einfallen.

Bewegt sich in Thälern die Bahn im Streichen der Gebirgsschichten, so wird es sich empfehlen, die Seite der Schichtenköpfe a Fig. 32 aufzusuchen; die bergseitigen Böschungen sind dort fest und können steil gehalten werden, die Bahn ist auf dieser Seite wesentlich in Anschnitte zu legen.



Ist man durch die Bildung des Terrains und Lage der Ortschaften genöthigt, die Linie unter das Einfallen der Schichten zu legen, so wird schon bei wenig steilem Einfallen Aufmessung derselben und eine genaue Untersuchung nothwendig, welche Schichtenflächen wasserführend und leetig sind.

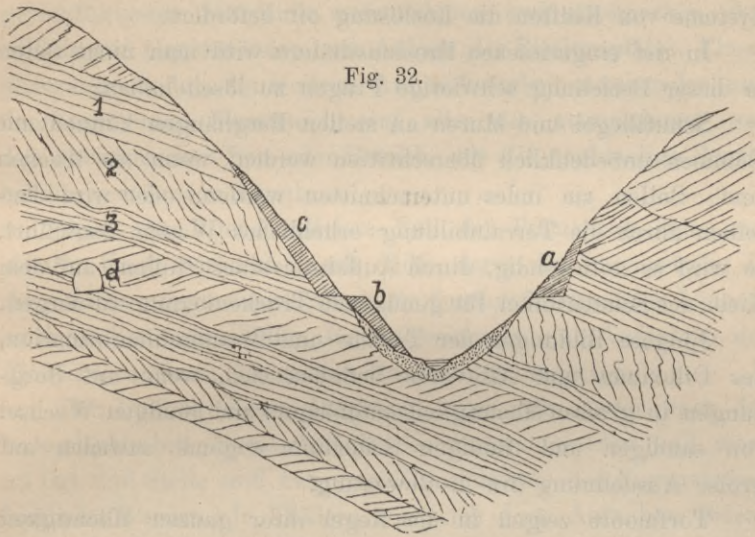


Fig. 32.

Die Bahn wird auf dieser Seite vorzugsweise in Anschüttung zu führen sein b Fig. 32.

Ist an vorspringenden Bergnasen ein tiefes Einschneiden zufallender Gebirgsschichten nicht zu umgehen, so sind flache Böschungen und Entwässerungsanlagen oberhalb derselben angezeigt c Fig. 32. Man wird in solchen Fällen zu untersuchen haben, ob nicht die Anlage eines Tunnels d zweckmäßiger ist. Ein solcher soll aber immer tief in den Berg unter diejenigen Schichten gelegt werden, welche wie in Fig. 32 die Schichten 1, 2, 3 am Gehänge, oder im Bette des Flusses, abgeschnitten sind.

In älteren sedimentären Gebirgen und insbesondere den Schiefen, muss außer auf die mineralische Beschaffenheit und die Lagerung ein besonderes Augenmerk auf „Lettenklüfte“,

Ablösungsflächen und Störungen, welche die Lagerung mehr oder weniger rechtwinklig durchsetzen, gehalten werden. Dieselben müssen um so sorgfältiger vermieden respective berücksichtigt werden, als ihr Einfallen gewöhnlich ein steiles, das Lettenmittel, dem auf den Schichtungsflächen häufig Wasser zugeführt wird, meist schmierig ist und ein Durchsetzen mehrerer Systeme von Klüften die Loslösung oft befördert.

In tief eingerissenen Erosionsthälern wird man nicht selten in dieser Beziehung schwierige Fragen zu lösen haben.

Schuttkegel und Muren an steilen Berghängen können mit Dämmen unbedenklich überschritten werden, wenn sie trocken sind. Sollen sie indes unterschritten werden, oder wird denselben durch die Terrainbildung erhebliches Wasser zugeführt, so wird es nothwendig, durch Auffahren eines Stollens auf dem Kiele der Schuttrinnen für genügende Trockenlegung zu sorgen.

Jüngere Bildungen der Tertiär- und Braunkohlenformation, des Diluviums und Alluviums befinden sich, wenn auf Berghängen in großer Mächtigkeit aufgelagert und häufigen Wechsel von sandigen und thonigen Schichten zeigend, zuweilen auf große Ausdehnung hin in Bewegung.

Torfmoore zeigen in der Regel ihrer ganzen Mächtigkeit nach die faserige Consistenz des Torfes. Wenn dieselben auch compressibel sind, so bieten sie dem Bahnbau doch keine besondere Schwierigkeiten, weil man namentlich bei flachen Mooren bis zu 4,00 m Tiefe die nothwendige Compression leicht erreichen kann.

Hat man seine Recognoscierungsreise in der soeben angedeuteten Weise vorgenommen, so wird man leicht in der Lage sein, auf der Karte diejenigen Stellen der Linie zu bezeichnen, wo aus den ebenerwähnten localen Rücksichten eine theilweise oder gänzliche Umlegung oder Verrückung der zuerst ins Auge gefassten Trace Platz zu greifen hat, oder wo ein besonderes Terrainstudium erforderlich sein wird, um die für den Bau und nachmaligen Betrieb vortheilhafteste Lage der Bahntrace aufzufinden; in jedem Falle wird es ferner möglich sein, an Ort und Stelle die räumliche Ausdehnung der später



nothwendigen Erhebungen festzusetzen und in die Karte einzutragen.

Diese Karte mit ihren sämtlichen Einzeichnungen, sowie mit den im Notizbuche eingetragenen Wahrnehmungen und Beobachtungen bildet die erste und wichtigste Grundlage für das eigentliche Tracieren; es sind daher alle, auch die scheinbar geringfügigsten Umstände aufzunehmen und anzumerken, den wichtigeren Gegenständen, wie Anlage der Stationsplätze, Flussübergänge u. dgl. die weiteste Aufmerksamkeit zuzuwenden und überhaupt seine Voraussicht auf alles das auszudehnen, was den ökonomischen Bau oder Betrieb, wie die nachmalige Rentabilität beeinflussen könnte.

Wäre für irgend welchen Fall der Tracierung keine geeignete Karte vorhanden, mit Hilfe derer die Bureaustudie in dem Mafse, wie vorausgesetzt, hätte durchgeführt werden können, so muss der eigentlichen Recognoscierung eine Aufnahme des Terrains in einem geeigneten Mafsstabe vorausgehen.

Der Umfang dieser Aufnahme wird sich immer nach der topographischen Beschaffenheit der Gegend richten und muss an Ort und Stelle und zwar mit Zuhilfenahme des Augenmafses, bestimmt werden. In Thälern wird sich diese Aufnahme jedenfalls über die ganze Thalbreite, zuzüglich der beiderseitigen Lehnen erstrecken müssen; sie hat im allgemeinen alles das zu umfassen, was nach der vorhergehenden Darstellung für eine Recognoscierungsreise zu wissen nothwendig ist. Der Lauf der Flüsse, die Strafsen, Wege, Gebäude, Schluchten u. dgl. sind vor allem festzustellen, und es sind in der anzufertigenden Situationskarte überdies auch alle jene Höhenverhältnisse ersichtlich zu machen, deren Aufnahme keine specielle geodätische Operation erfordert.

Sind die natürlichen Gefällsverhältnisse des Terrains derart, dass die Möglichkeit der Führung der Linie am ersten Anblicke zweifelhaft oder schwierig erscheint, so ist es unerlässlich, bei der ersten Recognoscierungsreise gleich einige Höhenmessungen vorzunehmen, nachdem ja in Folge der Unmöglichkeit der Anlage der Bahn alle übrigen Erhebungen zwecklos wären; jedoch



soll auch hierin, um nicht den Überblick über die ganze Arbeit zu verlieren, nicht zu weit gegangen werden und sollen bei den Höhenbeobachtungen überhaupt nur jene Punkte in Betracht gezogen werden, welche für die Gefällsverhältnisse der anzulegenden Bahn von entschiedener Wichtigkeit sind.

Man wird also bei stark ansteigenden Thälern etwa von Kilometer zu Kilometer einen Punkt der Thalsole, ferner die auf der Karte stets leicht auffindbaren Einmündungspunkte von Seitenthälern, weiters Gefällsbrüche der Thalsole, die sich beim ersten Anblick schon als solche ergeben, endlich in gewissen Entfernungen von der Thalsole stets ein oder mehrere Punkte der beiderseitigen Lehnen, namentlich solche, die sich auf den vorhandenen Karten leicht festlegen lassen, bezüglich ihrer Höhenlage in Betracht zu ziehen haben. Die diesfälligen Höhenmessungen, soweit sie eben für das Resultat der ersten Recognoscierungsreise maßgebend sein können, lassen sich am raschesten und zweckmäßigsten mit Hilfe des Aneroids vornehmen.

Schwieriger als in den Fällen, in welchen über die allgemeine Richtung der Trace kein Zweifel obwaltet, wie z. B. bei den Thaltracen oder bei Tracen in nach allen Seiten offenem, ebenem oder nur in langgedehnten Wellen sehr sanft ansteigendem Terrain, wird die Lösung der Recognoscierungsarbeiten, bei Wasserscheidentracen.

In diesem Falle hat man unter Berücksichtigung der früher betreffs der Wahl der Steigungsverhältnisse gemachten Bemerkungen zuvörderst eine Besichtigung der beiden Berglehnen, namentlich in dem oberen Theile der zwei Thäler, sowie eine Erhebung der Hochwasserstände für die in den Thalsolen fließenden Gewässer vorzunehmen.

Auf Grundlage der vorgenommenen Prüfung wird man zunächst entscheiden können, ob die Thallinie in den Thalsolen eine Zeit lang fortgeführt werden kann, an welchem Punkte sie dieselbe zu verlassen hat, welches der beiden Ufer der Bahnanlage die geringeren Hindernisse in den Weg stellt, ob und an welchen Punkten Flussübersetzungen angezeigt erscheinen,



um für die Bahnanlage das günstigere Ufer zu gewinnen. Weiters wird man ersehen, an welcher Berglehne und mit welchem Gefälle die Bahn daselbst fortgeführt werden soll, bis zu welchem Punkte der Wasserscheide man mit den angenommenen Maximalsteigungen der Bahn aufzusteigen vermag, beziehungsweise, ob und an welchem Punkte ein Durchbrechen der Wasserscheide mittels eines Tunnels nothwendig sein wird.

In vielen Fällen bieten sich, wie schon bei der Bureau-studie beobachtet, bei Überschreitung von Wasserscheiden mehrere durch Seitenthäler zu erreichende, höher und tiefer liegende Einsattlungen des Gebirgsrückens dar. Es wird sich daher die Recognoscierung der Linie nun auch darauf erstrecken müssen, die möglichen und zugänglichen Einsattlungen aufzusuchen, wie auch jede einzelne derselben in Bezug auf die mögliche Bauausführung, sowie auf die Betriebsverhältnisse der daselbst anzulegenden Linien (Varianten) zu prüfen und eventuell die verschiedenen möglichen Lösungen zu vergleichen.

Noch complicierter wird die Recognoscierung bei Quertracen; hier sowie im ausgesprochenen Hügellande, muss sich die Recognoscierung über ein weites Gebiet erstrecken, und die approximative Bestimmung der Höhen einer möglichst großen Anzahl solcher Punkte des Terrains als Einsattlungen, Thal-sohlen u. dgl. umfassen, welche für die Führung der Trace von Entscheidung sein können.

### 3. Vornivellement.

Hat man die Recognoscierung des Terrains mit Beachtung aller auf den Bahnbau Einfluss nehmenden Punkte durchgeführt und alle nothwendigen Ergänzungen und Berichtigungen in der Karte vorgenommen, so wird man bereits im Stande sein, sich ein annähernd richtiges Bild über die baulichen Verhältnisse der zu tracierenden Bahn bilden zu können.

Die rectificierte und ergänzte Karte bildet nun abermals den Führer für eine nächste, nicht minder wichtige Operation, dem sogenannten Vornivellement.

Mit dem Vornivellement einer Eisenbahntrasse verfolgt man im allgemeinen zwei Zwecke:

Dasselbe soll nämlich in erster Reihe ein annäherungsweise richtiges Bild der Höhenverhältnisse jener Linie liefern, welche sich bei der vorgenommenen Recognoscierung als scheinbar günstigste Trasse für die Führung der Bahn empfohlen hat; es soll aber auch anderseits die genaue Höhe einer Reihe von im Rayon der zu tracierenden Bahn liegenden und stets leicht auffindbaren Punkte geben, die bei der nachfolgenden Detailtracierung gewissermaßen als Operations- oder Fixpunkte zu dienen haben.

Zur Vornahme dieses Nivellements bedient man sich am besten eines kleinen Nivellier-Instrumentes mit einem Fernrohre von großer Sehweite und Latten mit ablesbarer Theilung.

Es ist für das Vornivellement eine Absteckung der bei der Recognoscierungsreise aufgefundenen, annäherungsweise in die Karten eingezeichneten Linie nicht unbedingt nothwendig, denn man wird sich vom Instrumente aus, mit Zuhilfenahme gewisser auf der Karte angegebener und am Felde sichtbarer Punkte auch ohne Signalstangen, Fahnen u. dgl. leicht soweit orientieren, um den Lattenträger in der Richtung der zu nivellierenden Linie Aufstellungspunkte für die Latte anweisen zu können. Nichtdestoweniger wird sich aber in schwierigen Fällen und bei ungeübtem Hilfspersonale empfehlen, eine flüchtige Absteckung der Winkelpunkte vorzunehmen, um nicht zu sehr von der ins Auge gefassten Linie abzuweichen.

Als Distanz für die einzelnen Visuren vom Instrumente bis zur Latte kann bei Verwendung eines entsprechend guten Fernrohres im Durchschnitte bei vollkommen genügender Genauigkeit ungefähr 150 m angenommen werden.

Die Messung dieser Entfernungen, welche nothwendig sind, um mit Hilfe der ermittelten Höhen das Gefälle aus  $\frac{H}{L} = \frac{1}{n} = \frac{m}{1000}$  zu ermitteln, erfolgen dem Zwecke entsprechend am raschesten mit dem meist bei den Nivellier-Instrumenten angebrachten Distanzmesser oder mittels des Schrittmasses.



## 4. Ermittlung der nothwendigen Baulänge.

Das Vornivellement ermöglicht eine weitere Rectification der in der Karte eingezeichneten Linie und gibt ein ziemlich genaues Bild der Gefällsverhältnisse längs der zu projectierenden Bahn. Damit wird man nun weiters im Stande sein, bei den angenommenen maßgebenden und maximalen Gefälle die zur Überwindung der Höhendifferenz zwischen den zu verbindenden Punkten nothwendige Baulänge  $L$  zu ermitteln.

Diese ergibt sich aus der Gleichung:

$$L = n h + \alpha n h + m b, \text{ worin } n h = l$$

die Baulänge darstellt, wenn das maßgebende Gefälle  $\frac{1}{n}$  auf der ganzen Strecke für die Überwindung der Höhendifferenz  $h$  beibehalten werden könnte,  $\alpha n h$  die Verminderung dieser Steigung berücksichtigt, die in Curven und Tunnels, dann auf lang andauernden Steigungen u. dgl., sowie vor und hinter den Stationen, theils um sozusagen eine Linie gleichen Widerstandes zu erhalten und theils um das Ein- und Ausfahren der Züge in Stationen zu erleichtern, nothwendig sein wird, und  $m b$  den horizontalen Strecken der Trace Rechnung trägt, die für Bahnhöfe bestimmt sind, wenn  $m$  die Anzahl der Bahnhöfe und  $b$  die durchschnittliche Länge derselben bedeutet.

Für  $\alpha$  setzt man erfahrungsgemäß im Hügellande 0,02, im Mittelgebirge 0,08 und im Hochgebirge 0,15.

Für die Unterbringung dieser Baulänge sind verschiedene Formen der Trace, die sich dem jeweiligen Terrain anpassen und zwar:

## a) Der directe Aufstieg.

Ist die Entfernung der zu verbindenden Punkte im Verhältnisse zur Höhendifferenz derselben so groß, dass die ermittelte Baulänge ohne weitere Entwicklung untergebracht werden kann, so wird man den directen Aufstieg anordnen; dies wird allgemein im Hügellande und oft auch im Mittelgebirge möglich werden. (Pusterthalbahn, Arlbergbahn, Dux-Bodenbach u. s. w).

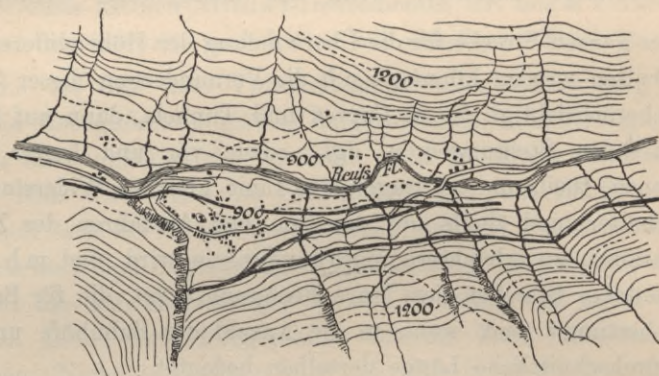
## b) Der diagonale Aufstieg.

Beim diagonalen Aufstiege schneidet die Trace die Fall-Linien des Terrains unter einem spitzen Winkel und behält die angenommene Richtung bis zur Erreichung des Endpunktes bei. (z. B. Triest-Nabresina),

## c) Die Spitzkehren Fig. 33.

Diese können als eine Aneinanderreihung von diagonalen Aufstiegen, die durch Bahnhöfe mit einander verbunden sind, betrachtet werden. Die Spitzkehren können Anwendung finden,

Fig. 33.



wenn man eine Entwicklung in sehr engen spitz zulaufenden Seitenthälern vornehmen muss; sie erschweren den Betrieb und sind daher nicht beliebt. (Luzern-Meiringen).

## d) Die Lehnserpentinien Fig. 34.

Werden die Bahnhöfe der Spitzkehren durch Curven ersetzt, so nennt man diese Form eine Lehnserpentine.

Bei der Anwendung dieser Form, welche unter andern bei der Brennerbahn vertreten ist, hat man darauf zu sehen, dass man bei der Wendung nicht zu sehr in den Berg hineinfahre, wodurch kostspielige Erdarbeiten entstehen würden. Es muss hiebei das Gefälle der Bahn und jenes der betreffenden Lehne,



Fig. 34.

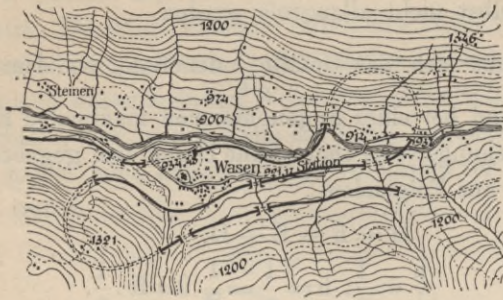
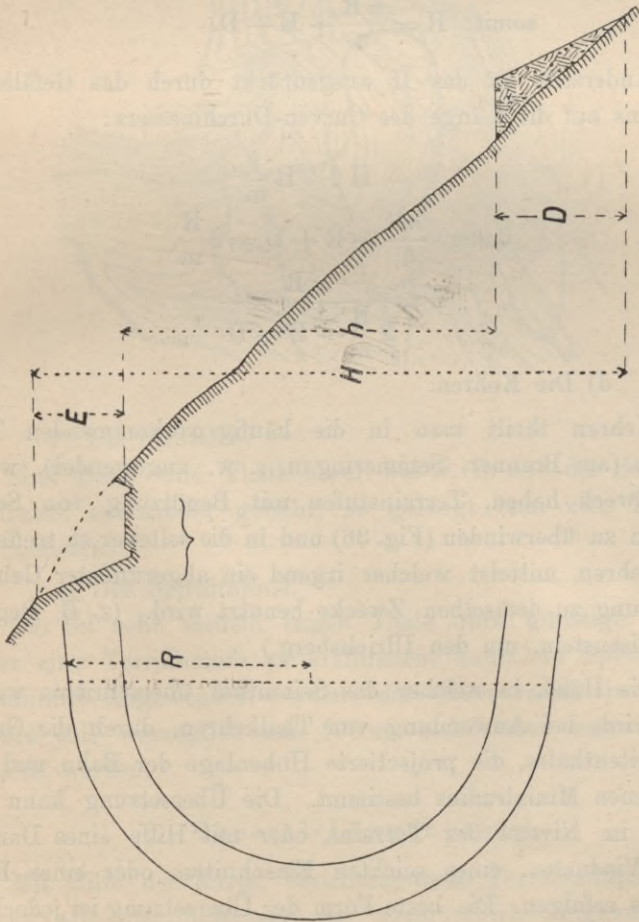


Fig. 35.



in einem passenden Verhältnisse stehen, damit die Auf- und Abträge dortselbst nicht allzugroß werden.

Es ergibt sich das Gefälle  $\frac{1}{n}$  der Bahn bei dem Gefälle  $\frac{1}{m}$  der Lehne und bei einer angenommenen maximalen Einschnittstiefe E, beziehungsweise Dammhöhe D und dem gegebenen Radius R, Fig. 35, aus Folgendem:

$$H = h + E + D,$$

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{n}; \quad h = \frac{l}{n} = \frac{1}{2} \cdot 2 \pi R \cdot \frac{1}{n},$$

somit:  $H = \frac{\pi R}{n} + E + D.$

Anderseits ist das H ausgedrückt durch das Gefälle des Terrains auf die Länge des Curven-Durchmessers:

$$H = 2 \cdot R \cdot \frac{1}{m}$$

daher  $\frac{\pi R}{n} + E + D = 2 \frac{R}{m}$

$$n = \frac{\pi R}{2 \frac{R}{m} - E - D}$$

#### d) Die Kehren.

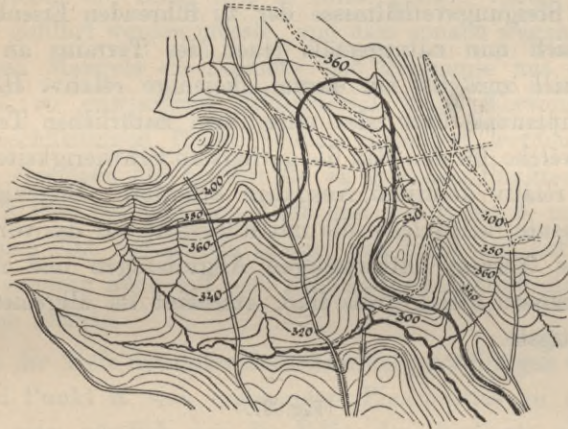
Kehren theilt man in die häufig vorkommenden Thalkehren (am Brenner, Semmering u. s. w. angewendet), welche den Zweck haben, Terrainstufen mit Benützung von Seitenthälern zu überwinden (Fig. 36) und in die seltener zu treffenden Bergkehren, mittelst welcher irgend ein abgerundeter Gebirgsvorsprung zu demselben Zwecke benutzt wird. (z. B. Deggen-dorf-Eisenstein, um den Ulrichsberg.)

Die Höhe, in welcher das Seitenthal überschritten werden soll, wird, bei Anwendung von Thalkehren, durch die Gestalt des Seitenthales, die projectierte Höhenlage der Bahn und dem gegebenen Minialradius bestimmt. Die Übersetzung kann entweder im Niveau des Terrains, oder mit Hilfe eines Dammes oder Viaductes, eines seichten Einschnittes oder eines Kehrtunnels erfolgen. Die beste Form der Übersetzung ist jedoch ein



Viaduct, da derselbe dem Wasserlaufe am wenigsten Hindernisse entgegengesetzt. Derartige Viaducte sollen eine Höhe von 40—45 m nicht überschreiten. Dämme und seichte Einschnitte sollen, wegen der sich ansammelnden Wassermenge in tieferen Partien des Seitenthales, nur in der Nähe der Pässe angewendet werden; auch sind hiebei noch entsprechende Vorsorgen für den Wasserabfluss zu treffen.

Fig. 36.



#### f) Die Schleifen.

Sind Berg- und Thalkehren, wie z. B. auf der Schwarzwaldbahn, aneinander gereiht, so gelangt man zum Begriffe der Schleifen.

#### g) Der Spiraltunnel.

Um bei sehr steilem engen Thale ohne günstige Seitenthäler eine Terrainstufe zu erklimmen, kann ein Spiral- oder Hebetunnel angewendet werden; der Curvenradius in diesem Tunnel soll womöglich mit 500 m, nicht aber unter 300 m gewählt werden.

### 5. General-Längenprofil.

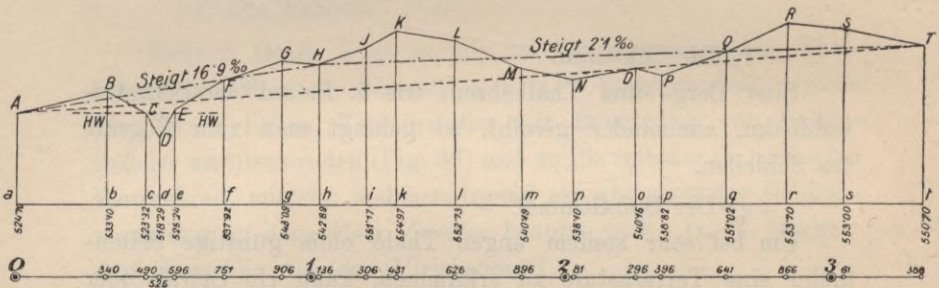
Mit Hilfe der Karte, beziehungsweise Terrainaufnahme, in welche alle Rectificationen der ursprünglich eingezeichneten

Trace vorgenommen und alle ermittelten Höhen ersichtlich gemacht wurden, ist man nun im Stande zur graphischen Darstellung der bekannten Höhen, also zur Construction des General-Längenprofiles zu schreiten.

Aus diesem kann man nun den ersten Überblick über die Steigungsverhältnisse des Terrains gewinnen, wenn man nämlich die Differenz der Höhengoten zwischen zwei Terrainbruchpunkten durch die horizontale Distanz dieser Bruchpunkte dividirt.

Die Steigungsverhältnisse der zu führenden Eisenbahnlinie passen sich nun naturgemäß jenen des Terrains an und es handelt sich zunächst nur darum, diejenige relative Höhenlage des Bahnplanums über oder unter dem natürlichen Terrain zu finden, welche für den Bau die geringsten Schwierigkeiten bietet und die relativ kleinsten Ausgaben erfordert. Diejenige Höhe der Gradienten, bei welcher die mit Rücksicht auf das vorhandene natürliche Terrain nothwendigen Abgrabungen und Anschüttungen nahezu gleich groß sind, erscheint im allgemeinen als die günstigste.

Fig. 37.



Um dies an einem Beispiele klar zu machen, sei in Fig. 37 das Längenprofil einer vornivellierten Linie, zwischen den zwei Punkten A und T, mit der Distanz von 3390 m angenommen. Die Höhengote A ist nach dem Profile mit 524,80, jene von T mit 551,05 ausgemittelt worden und sonach der Höhenunterschied zwischen diesen beiden Punkten 26,25 m und



die mittlere Steigung von A nach T  $T \frac{26,25}{3390} = \frac{1}{129,1}$  oder 7,7 mm pro laufenden Meter. Zieht man von A nach T eine gerade Linie, so stellt dieselbe diejenige Gradiante vor, welche mit Rücksicht auf den zwischen den Endpunkten A und T bestehenden Höhenunterschied für den Betrieb insofern die günstigste wäre, als sie die geringste mittlere Steigung aufweist. Nun zeigt aber das Längenprofil, dass unter Annahme dieser Linie als Gradiante die Bahn fast in ihrer ganzen Länge im Einschnitte geführt werden müsste, und dass sonach wegen des fast gänzlichen Mangels an Dämmen das gesammte aus den Einschnitten zu gewinnende Erdmaterial keine Verwendung in Dammschüttungen fände, sonach deponiert werden müsste. Weiters erreichen die Einschnitte an gewissen Punkten wie bei K und R eine beträchtliche Tiefe und von E bis N und von Q bis T auch eine bedeutende Länge, was nicht nur auf die Baukosten, sondern auch auf den nachmaligen Betrieb nachtheilig einwirken müsste.

Um die Tiefe des unter Annahme der geradlinigen Gradiante A T bei Punkt K sich ergebenden Einschnittes zu ermitteln, braucht man nämlich nur die Höhe der Gradiante an diesem Punkte unter Zugrundelegung der mittleren Steigung von 7,7 mm für die Länge von a bis k zu berechnen.

Es ist nämlich:

$$a k = 340 + 150 + 35 + 75 + 155 + 245 + 140 + 70 + 125 \\ = 1435 \text{ m.}$$

Die Gradiante steigt sonach von a bis k um:

$$1435 \times 0,0077 = 11,05 \text{ m}$$

und ihre Höhengote bei k wird gefunden, wenn man diese Steigung zur Ausgangscote bei a addiert, sonach:

$$524,80 + 11,05 = 535,85.$$

Nachdem die durch das Vornivellement an diesem Punkte gefundene Terraincote 554,97 ist, so würde die Tiefe des Einschnittes bei Punkt K:

$$554,97 - 535,85 = 19,12 \text{ m}$$

sein, wie dies annäherungsweise auch auf dem Profile mit dem Maßstabe abgemessen werden kann.

Ebenso ergibt sich die Länge des diesfälligen Einschnittes aus der Zeichnung von selbst zwischen den Punkten F und N mit 1485 m, wenn man die sämtlichen Zwischendistanzen von e, f, g . . . . n addiert.

Dieselben Maße lassen sich in gleicher Weise auch für den zweiten Einschnitt zwischen den Punkten Q und T berechnen. Diesen großen Einschnitten stehen nur die zwei kleinen und kurzen Dämme bei D und P gegenüber.

Obwohl diese Gradienten mit Rücksicht auf das Gefälle als äußerst günstig erkannt werden muss, ist sie für den Bau die nahezu ungünstigste.

Eine Änderung derselben erscheint daher absolut geboten.

Die für den Bau verwendbare Gradienten von A—T ergibt sich vielmehr, indem man zwischen A und T mit Berücksichtigung der Terraintoten eine gebrochene Linie derart einzeichnet, dass sich die ergebenden Auf- und Abträge einander decken.

Wenn auch zur Dammschüttung wegen der Bettung und Schienen, die über der Gradienten zu liegen kommen, weniger Erdmaterial benöthigt wird, als aus dem entsprechenden Einschnitte gewonnen wird, welcher überdies noch um die Höhe der Bettung und Schienen unter die Gradienten auszuheben ist, so ist es doch gerechtfertigt, die Ansichtsflächen des Dammes und des Einschnittes gleich zu machen, da aus den Einschnitten meist auch Baumaterialien gewonnen werden, welches man nicht in den Damm schüttet, sondern anderweitig verwendet.

Wird z. B. in dem vorliegenden Falle eine Linie von A nach H und von H nach T gezogen und stellt diese bei H gebrochene Linie die Gradienten dar, so ergeben sich bei K und R Einschnitte, deren Dimensionen bedeutend geringer sind, als jene unter der Annahme der früheren Gradienten gefundenen Einschnitte, und außerdem ergeben sich zwischen H und Q längere und nicht sehr hohe Dämme, zu deren Herstellung das



aus den oben erwähnten Einschnitten gewonnene Erdmaterial vortheilhaft verwendet werden kann.

Für diese neue Gradiente ist die Steigung von A nach H wie früher gleich der Differenz der Höhengoten von H und A getheilt durch die Distanz a h, sonach:

$$\frac{19,36}{1140} = \frac{1}{58,8}$$

oder 16,9 mm pro Meter, während die Steigung der Strecke H T sich aus denselben Factoren ergibt mit:

$$\frac{5,99}{2760} = \frac{1}{460,7}$$

oder 2,1 mm pro Meter.

Will man wieder die Tiefe des Einschnittes bei K berechnen, statt sie auf der Zeichnung mit dem Zirkel zu messen, so ergibt sich wie früher die Höhe der Gradiente bei K gleich der Höhe der Gradiente am nächstvorhergehenden Brechungspunkte H vermehrt um die Steigung von H bis K. Diese Steigung wird berechnet, indem man den Steigungscoefficienten der Gradiente 0,0021 m multipliciert mit der Distanz H K, und ist sonach gleich:

$$295 \times 0,0021 = 0,62$$

und die Cote der neuen Gradiente bei K:

$$544,06 + 0,62 = 544,68.$$

Nachdem die Terraincote bei K wie früher 554,97 ist, so ergibt sich die Tiefe des Einschnittes nach der neuen Gradiente mit:

$$554,97 - 544,68 = 10,29 \text{ m,}$$

während sie bei der früheren Lage der Gradiente 19,12 m war.

Die Länge dieses Einschnittes, die früher 1485 m war, ist unter Annahme der neuen Gradiente reduciert auf H M, d. i. ungefähr 700 m.

In gleicher Weise lassen sich auch für jede Gradiente die Dimensionen der Dämme und Einschnitte berechnen, wengleich für die erste Beurtheilung einer projectierten Gradiente bei einigermassen geübtem Auge in der Regel der Anblick des Profiles genügen, und zwischen mehreren möglichen

Gradienten diejenige zu bezeichnen gestattet wird, die unbeschadet anderer Umstände für den Bau die günstigste ist.

#### 6. Erwägungen bezüglich der Steigungen.

Die Rücksichten auf den gröfseren oder geringeren Umfang der auszuführenden Erdarbeiten, welche für die Einlegung der Gradienten soeben beobachtet wurden, sind aber nicht die einzigen, die hiebei in Betracht kommen; dieselben sind vielmehr auch auf die Leistungsfähigkeit der in Verwendung zu ziehenden Locomotive, sowie auf die Gröfse des Verkehrs und der voraussichtlichen Richtung, nach welcher die gröfseren Verkehrsmengen expediert werden, wie auch auf die Lage und Länge der Stationen auszudehnen.

Die Leistungsfähigkeit der Locomotiven steht, wie aus Früherem bekannt, im umgekehrten Verhältnisse zu dem Steigungswiderstande der Bahn.

Dieser Widerstand wird noch durch den Curvenwiderstand erhöht, wenn in der Steigung selbst eine Curve liegt. Soll nun die Leistungsfähigkeit der Locomotive, trotz des Hinzutretens dieses neuen Widerstandes, dieselbe bleiben, wie auf der geraden Strecke, so muss die Steigung auf die Länge der Curve entsprechend, wie später gezeigt wird, herabgemindert werden.

Bei lang andauernden starken Steigungen, wo es oft sehr schwer ist, den erforderlichen Dampfdruck und Wasserstand durch Heizung und Speisung des Kessels zu erhalten, werden von Zeit zu Zeit horizontale oder nur wenig geneigte Strecken in der Länge von ca. 200—300 m nothwendig, um dem Maschinisten Zeit und Gelegenheit zu geben, das Feuer der Maschine in Ordnung zu bringen und den Kessel mit Wasser zu versehen.

Solche Steigungen, Erholungssteigungen genannt, werden bei einem Gefälle von  $25 \text{ ‰}$  alle 4—5 Kilometer, bei Steigungen von  $15-20 \text{ ‰}$  alle 6—7 Kilometer nothwendig sein.

Ist der voraussichtliche Verkehr so beschaffen, dass auf der zukünftigen Bahn nur kurze oder verhältnismäfsig leichte Züge zur Beförderung gelangen werden, so wird man der Bahnlinie unter Annahme gleicher Richtungsverhältnisse gröfsere



Steigungen zu geben in der Lage sein, als wenn die Linie mit langen und schweren Zügen und denselben Locomotiven befahren werden sollte; die Grenze der maximalen Steigung lässt sich mit Rücksicht auf die Zugkraft der Locomotive, die zu fördernde Last und die vorhandenen Widerstände aus den bereits bekannten Formeln ermitteln.

Für die Bewältigung größerer Steigungen als diese, ist ein größerer Kraftaufwand und somit auch eine entsprechend stärkere Locomotive nothwendig.

Sind nun in einer Bahnlinie derartige größere Steigungen aus irgend welchen Rücksichten unvermeidlich, so soll man dieselben womöglich innerhalb einer Strecke vereinen und nicht etwa starke und andauernd sanfte Steigungen oder gar Gefälle mit einander abwechseln lassen.

Derartige Gefälle nach deren Passierung, man wieder die vorhin verlassene Höhe in der Fahrtrichtung erklimmen muss, nennt man verlorene Steigungen; sie sind nur dann gerechtfertigt, wenn die durch sie entstehenden Betriebsmehrauslagen nicht so hoch sind, dass sie die Zinsen des für den Bau eines Viaductes oder die größere Entwicklung der Linie nöthigen Capitals nicht übersteigen.

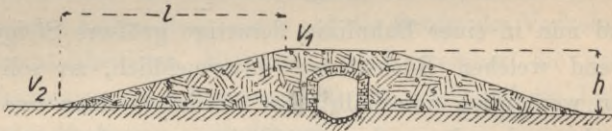
Man rechnet erfahrungsgemäß (nach statistischen Beobachtungen des Professors Franz Ritter von Ržiha) um 50000 Tonnen auf 1,00 m Heben und Senken 30 Fl. Betriebsauslagen und kann daher im gegebenen Falle leicht die Erhöhung der Betriebsauslagen ermitteln, die infolge der verlorenen Steigung erwachsen.

Ist der Verkehr in einer Richtung größer, als in der anderen, so kann die Gradiente den Verkehrsgrößen entsprechend mit einem größeren Gefälle in der Richtung desselben eingelegt werden; man kann in solchen Fällen das Gefälle derart einrichten, dass die nothwendige Zugkraft für die bezüglichen Verkehrsgrößen nach beiden Richtungen hin dieselbe ist.

Bei Bahnen in der Ebene kommt es oft vor, dass man z. B. bei Bahnkreuzungen, Überschreitungen von Flüssen und

vgl. genöthigt ist, eine Strecke mit größerer Steigung als die, welche der maximalen Zugkraft der Locomotive entspricht, zu projectieren; derartige Steigungen (Fig. 38), Anlaufsteigungen genannt, werden mit Hilfe der lebendigen Kraft des Zuges genommen. Im allgemeinen sind derartige Steigungen verpönt, da man unter gewissen Fällen nie sicher die Geschwindigkeit des Zuges bis zum Beginne der Steigung auf jene Höhe bringen

Fig. 38.



kann, die erforderlich ist, um mit Hilfe der lebendigen Kraft die Steigung zu nehmen. Zur Bestimmung jener Höhe  $h$ , welche bei einem Gefälle von  $m/1000$  mit einer gegebenen Locomotive genommen werden kann, soll  $Q$ , die fortzubewegende Last,  $\rho$  den Reibungs- und  $c$  den Curvenwiderstand,  $l$  die Länge der Rampe,  $v_1$  die normale und  $v_2$  die maximale Geschwindigkeit der betreffenden Locomotive und  $g$  die Wirkung der Schwere bedeuten:

$$Q_{(\text{kg})} \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = Q_{(\text{Tonnenen})} (\rho + c) l + Q_{(\text{kg})} h_{(\text{Meter})}$$

$$\frac{h}{l} = \frac{m}{1000}; l = \frac{1000}{m} h$$

$$Q_{(\text{kg})} \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = Q_{(\text{Tonnenen})} (\rho + c) \frac{1000}{m} h + Q_{(\text{kg})} h$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = (\rho + c) \frac{h}{m} + h$$

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g \left( \frac{\rho + c + m}{m} \right)} \text{ (in Meter).}$$

## 7. Eintheilung in Betriebsstrecken.

Der Verkehr auf Bahnen, welche theils im flachen Lande, theils im Gebirge liegen, kann nicht mit Vortheil in beiden



Strecken mit gleichen Locomotiven und Zugkräften aufrecht erhalten werden. Während man oft in der Lage ist, im Interesse einer billigeren Bahnunterhaltung im flachen Lande, leichtere Maschinen anzuwenden, ist man meist gezwungen, trotz Benutzung der schwersten Locomotiven, eine Reduction der Zugstärken im Gebirge eintreten zu lassen.

Da es unbequem sein würde, von den am Fusse der Gebirgsstrecken angebrachten Zügen, den entsprechenden Theil der Achsen auszusetzen und diese so lange anzusammeln, bis sie einen neuen Zug bilden, ist es zweckmässig, die Steigungen der Gebirgsstrecke so zu wählen, dass man je nach den zu überwindenden Terrainschwierigkeiten, mit einer Theilung des angebrachten Zuges in zwei, drei oder mehr Theile, passende Zugstärken bekommt.

Es ist zu empfehlen, die Hauptreparaturwerkstätte an der Stelle der Bahn anzulegen, an welcher diese Theilung der Züge vorzunehmen ist, da hier sämtliche Locomotiven der Bahn zusammentreffen, also am leichtesten revidiert, respective repariert werden können.

Bei Bahnen mit gleichmässigen Steigungen wird man, wenn die Entfernung zwischen den Endpunkten der Bahn so gross ist, dass sie mit derselben Maschine und demselben Personale nicht in einem Zuge zurückgelegt werden kann, diese ebenfalls in Betriebsstrecken von 200 bis 250 km eintheilen, an deren Enden die nothwendigen Anlagen für Unterbringung von Personale, Locomotiven und dgl. projectiert werden müssen.

8. Rücksichtnahmen auf die Aufrechthaltung bestehender Communicationen, auf den Abfluss der Gewässer, auf Gebäude im Rayon der Bahn.

Bestehende Communicationen müssen, soweit als thunlich, aufrecht erhalten werden; durchschneidet eine Bahn bestehende Strassen oder Wege, so muss auch nach Anlage der Bahn die Möglichkeit vorhanden sein, auf diesen Strassen von einer Bahnseite auf die andere kommen zu können. Dies kann entweder im Bahnniveau oder unterhalb des Geleises oder oberhalb desselben

geschehen. Übersetzungen im Bahnniveau sind aus Rücksichten für die Sicherheit des Betriebes so viel als möglich zu vermeiden, und sollen namentlich bei großen und stark frequentierten Straßen nicht in Anwendung kommen. Bei Übersetzungen oberhalb oder unterhalb des Bahnniveaus ist dagegen in den meisten Fällen eine Minimal-Höhendifferenz, wie selbe bereits für Durchfahrten angegeben, zwischen der Bahn und der Straße, mit Rücksicht auf die Höhe der Fahrzeuge geboten; bei Übersetzungen oberhalb der Bahn (Überfahrten) ist mit Rücksicht auf die Höhe einer Locomotive ein Höhenunterschied von 5,00 m nothwendig.

Durchschneidet eine Bahnlinie dieselbe Straße in nicht allzugroßen Entfernungen von einander mehreremal, so kann, um eine wiederholte Kreuzung zu vermeiden, eine theilweise Umlegung der Straße Platz greifen, und soll in diesem Falle, wenn die umgelegte Straße mit der Bahn parallel läuft, möglichst darauf Bedacht genommen werden, dass sie bei Annahme des gleichen Niveaus möglichst abseits der Bahn, wenn dies aber nicht möglich ist, soweit als thunlich 2 m unter- oder oberhalb des Bahnniveaus zu liegen komme, um beim Begegnen eines Straßenfahrwerkes mit einem Bahnzuge dem Scheuwerden der Pferde vorzubeugen.

Im allgemeinen sind namentlich in stark bevölkerten Landstrichen bezüglich der Aufrechthaltung bestehender Communicationen vielerlei Rücksichten maßgebend.

In jedem besonderen Falle ist zu erwägen, ob die Kosten der Herstellung wiederholter Bahnkreuzungen, Durchfahrten, Überfahrten oder Straßenumlegungen sich höher oder niedriger herausstellen, als die behufs Vermeidung derselben zu bewirkende Bahnlegung unter Änderung der bereits in Aussicht genommenen Steigungs- und Richtungsverhältnisse.

Fließende Gewässer sind in einem womöglich rechten oder dem rechten nahekommenen Winkel zu übersetzen, damit die nothwendigen Brückenconstructions nicht unnöthiger Weise vertheuert werden; an solchen Stellen muss ferner die Gradienten so hoch gelegt werden, dass zwischen dem Hochwasser des



Flusses und der Unterkante der Brückenträger ein freier Raum von mindestens 0,6 m Höhe bleibt, damit der Brückenträger durch die vom Hochwasser zuweilen mitgeführten Gegenstände nicht beschädigt werde. Bei gewölbten Objecten soll der Gewölbsanlauf nicht unter dem Hochwasserspiegel des Flusses liegen.

Wird der zu übersetzende Fluss als Communicationsmittel benutzt, also von Schiffen oder Flößen befahren, so ist die Gradiente selbstverständlich so hoch über den Hochwasserspiegel zu legen, dass die größten auf dem betreffenden Flusse verkehrenden Schiffe ungehindert unter der Brücke passieren können.

Um auf natürliche Art die entsprechende Höhenlage zu erreichen, empfiehlt es sich für diese Übersetzungen solche Stellen auszusuchen, wo durch die Terrainbildung, wie vorspringende Berge, dieselbe von selbst gegeben ist.

Ausgebildete Serpentinaen im Flusse soll man nie zur Übersetzungsstelle wählen, da dort die Ufer stets in Bewegung sind.

Durchschneidet die Trace das Inundationsgebiet eines Flusses, oder läuft sie entlang desselben fort, so muss die Gradiente ebenfalls mindestens 0,6 m über dem ermittelten Hochwasserstande des Flusses zu liegen kommen.

In Fällen, wo infolge der herrschenden Windrichtung ein Wellenschlag des ausgetretenen Wassers zu befürchten ist, sowie bei breiten und tiefen Überflutungen, muss diese Höhe entsprechend mehr betragen.

Die Führung einer Bahn im Inundationsgebiete eines Flusses oder durch Teiche oder Sümpfe soll der vielen nothwendigen Schutz- und Consolidierungsbauten wegen, wenn halbwegs thunlich, vermieden werden.

Begegnet die Bahnlinie demselben Wasserlaufe in kurzen Entfernungen mehreremale, so ist in Erwägung zu ziehen, ob nicht durch eine Umlegung des Flussbettes, beziehungsweise durch Herstellung eines Durchstiches die wiederholte Überbrückung vermieden werden kann.

Nachdem selbstverständlich die Offenhaltung der bestehenden Wasserläufe mit den hiefür aufzuwendenden Bauwerken die Kosten des Bahnbaues erhöhen, ist es auch angezeigt, die Bahnlinie durch Einschaltung von Bögen so zu führen, dass, unbeschadet anderer Rücksichten, nicht allzuviele für den Wasserfluss nothwendige Bauwerke, und namentlich nicht allzu kostspielige Brücken oder Flussumlegungen herzustellen seien.

Eine weitere Rücksicht bei Führung der Bahntrace ist den im Bahnbereiche stehenden Gebäuden, Gehöften und anderen baulichen Anlagen zuzuwenden. Was die Gebäude betrifft, so hat man stets die größtmöglichste Schonung bestehender Baulichkeiten, sowohl wegen der mit der Einlösung verbundenen Kosten, wie auch aus Rücksicht für die Besitzer der Baulichkeiten, im Auge zu halten. Wo immer thunlich, wird man also Eisenbahnlinien so führen, dass möglichst wenig Gebäude davon berührt werden. Die Voraussicht muss sich übrigens noch weiter erstrecken, indem es nicht genügt, dass die Gebäude von der Bahn nicht durchschnitten werden, sondern dieselben sollen auch noch auferhalb des durch baupolizeiliche Vorschriften festgesetzten feuergefährlichen Rayons zu stehen kommen; ist dies in einem speciellen Falle nicht möglich, so ist die Versetzung dieser Baulichkeiten, wie bereits erwähnt, in einen feuersicheren Zustand gesetzlich vorgeschrieben, und es wird somit von Fall zu Fall stets eine vergleichende Rechnung darüber anzustellen sein, ob nicht die Umlegung der Trace an solchen Stellen für den Bau weniger Mehrkosten verursachen würde, als die Einlösung und Demolierung der im Wege befindlichen Gebäude, beziehungsweise die Versetzung derselben in einen feuersicheren Zustand.

Dasselbe gilt selbstverständlich von anderen in die Nähe der Bahn zu liegen kommenden feuergefährlichen Objecten, wie Pulvermühlen, Holzlagerstätten, Brettersägen, gröfsere Holzbrücken etc., deren Umgehung oft ein eingehendes Studium erfordert.

Mit dem hier bemerkten sind selbstverständlich nicht alle localen Erschwernisse erschöpft, die sich der ökonomischen und



zweckmäßigen Anlage einer Bahnlinie entgegenstellen können, sondern es sind dies vielmehr nur die allergewöhnlichsten, die in größerem oder geringerem Maße alle Bahntracen beeinflussen, in vielen Fällen durch andere Localvorkommnisse compliciert werden können, und für deren Beurtheilung, Erkenntnis und Bekämpfung oft besonderer Scharfsinn, Erfahrung und ausgedehntes Localstudium nothwendig werden.

#### 9. Beachtung eines eventuell nothwendig werdenden zukünftigen zweiten Geleises.

Ist es wahrscheinlich, dass nach einer gewissen Reihe von Jahren der Verkehr über das gegenwärtige Güterquantum hinausgewachsen sein wird, dann entsteht die Frage, wie weit bei der ersten Anlage des Bahnkörpers auf die spätere Herstellung des zweiten Geleises Rücksicht zu nehmen ist.

In vielen Fällen stellt man von vornherein den ganzen Bahnkörper gleich für zwei Geleise her, so dass man eintretenden Falles nur noch das Legen des zweiten Geleises zu besorgen hat. Es wird bei dieser Anordnung für eine Reihe von Jahren ein nicht unbedeutendes Capital todt niedergelegt, was nur dann gerechtfertigt erscheinen kann, wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit schon in kurzer Zeit das zweite Geleise nothwendig werden wird, so dass die Zinsen des mehr aufzuwendenden Capitals bis zu dieser Zeit geringer bleiben, als die entstehenden Mehrkosten, welche die nachträglichen Erweiterungsbauten gegenüber einer einheitlichen Ausführung des Bahnunterbaues für beide Geleise erforderlich machen.

Wo das voraussichtlich in Bezug auf den ganzen Bahnkörper nicht zutrifft, wählt man auch wohl häufig einen Mittelweg, indem man den für eine zweigeleisige Bahn durchweg erforderlichen Grund und Boden gleich von vornherein erwirbt und ebenso gleich bei der ersten Anlage die größeren Bauwerke für zwei Geleise einrichtet, speciell größere Brücken, Viaducte, Tunnels u. s. w., deren Erweiterung mit besonderen Schwierigkeiten und Kosten verbunden und unter Umständen nur bei Unterbrechung des Betriebes auszuführen sein würden.



Nur unter solchen Verhältnissen, welche wenig Aussicht auf die spätere Nothwendigkeit eines zweiten Geleises bieten und welche die äußerste Einschränkung der Anlagekosten erheischen, sollte man von der letzteren Anordnung abgehen, wenigstens aber immer den Grund und Boden von vornherein für die Anlage der zwei Geleise erwerben, da hiefür verhältnismäßig nur geringe Opfer zu bringen sind, welche leicht bei nothwendig werdenden Ankauf besonders in der Nähe der Bahnhöfe durch die verschiedensten erschwerenden Umstände aufgewogen werden.

Ist die Entscheidung dahin ausgefallen, dass der Unterbau der Bahn nur für ein Geleise auszuführen ist, eine spätere Erweiterung für das zweite Geleise aber möglichst leicht bleiben soll, so empfiehlt es sich, einzelne gröfsere Bauwerke, wenigstens in den Fundamenten, für das zweite Geleise vorzurichten und als Mittellinie der Bahn nicht die der eingeleisigen, sondern die der zweigeleisigen Bahn anzugeben und für diese die günstigste Lage zu ermitteln. Ob nun die Bahnlinie vorerst links oder rechts der ausgesteckten Doppelbahnachse ausgeführt werden soll, ist nicht ohneweiters für die ganze Strecke, sondern von Station zu Station zu bestimmen und selbst zwischen diesen kann durch die Terrainverhältnisse ein Wechsel zur Vermeidung gröfserer Baukosten zweckmässig erscheinen.

Es kommen auch Fälle in der Praxis vor, die es zweckmässig erscheinen lassen, eine Bahn auf gröfseren Strecken theils eingeleisig, theils zweigeleisig auszuführen. Dies kann bei einer gewissen Gröfse des Verkehrs durch die Steigungsverhältnisse der Bahn bedingt werden und wird dann angewandt, wenn eine Bahn mit schwachen Steigungen in eine solche mit starken Steigungen übergeht.

#### 10. Eintheilung und Disposition der Stationen.

Die Anlage der Stationen ist nicht immer ohne Einfluss auf die allgemeine Führung der Trace, namentlich dort, wo diese gröfsere Städte oder Ortschaften berührt oder an Knoten-



punkten von Thälern und Verkehrswegen vorbeizieht; eine richtige Wahl derselben kann ferner dort von größter Bedeutung werden, wo die spätere Herstellung von Zweigbahnen zu Fabriken und dgl. oder in Seitenthälern in Aussicht genommen, oder wo infolge der Steigungsverhältnisse der neuen Linie die Nothwendigkeit der Errichtung von Maschinenwechselstationen voraussichtlich eintreten wird.

Es ist somit nicht nur von Vortheil, sondern in vielen Fällen auch eine dringende Nothwendigkeit, dass die Art, Lage und Beschaffenheit der Stationen, welche zur Aufnahme von Personen und Frachten, oder aber als bloße Kreuzungsstellen zu dienen haben, auch den Bedürfnissen der Zugförderung entsprechen.

Mit Rücksicht auf die verschiedenen Bedürfnisse, welchen die Stationen zu dienen haben und welche die Lage, Ausdehnung und räumliche Anordnung derselben bestimmen, kann man die Bahnstationen in sieben verschiedene Kategorien eintheilen, und zwar:

1. Hauptstationen, das sind Stationen, die in der Regel an den Endpunkten der Bahnen oder in unmittelbarer Nähe großer Städte gelegen sind, von welchen aus Bahnzüge nach verschiedenen Richtungen abgehen können, und an welchen infolgedessen im allgemeinen ein großer Zusammenfluss von Reisenden und Güter stattfindet.

Im allgemeinen wird auf solchen Stationen der Frachtdienst von Personendienst vollkommen getrennt; das eingehendste Studium der voraussichtlichen Verkehrsverhältnisse muss dem Entwurfe des Stationsprojectes vorausgehen und ist bei Festsetzung der Ausdehnung dieses letzteren allein maßgebend. Bei der Verschiedenheit der hier möglichen Fälle können die Dimensionen auch nicht annäherungsweise angegeben werden.

2. Abzweigstationen, das sind Stationen auf der currenten Bahn, von welchen sich aus der Hauptbahn eine Flügelbahn nach einer Richtung abzweigt.

3. Maschinenwechselstationen. Diese Stationen werden an den Enden der Betriebsstrecken projectiert und haben, wie bereits bekannt, aufer den für sonstige Stationen nothwendigen Gebäude, noch die für den Maschinendienst nöthigen Baulichkeiten als Remisen, Wasserreservoirs, Kohlendepots etc. und häufig auch eine Reparaturwerkstätte zur Vornahme von kleineren Reparaturen an Maschinen und Wagen.

4. Zwischenstationen sind solche, welche in der Nähe von Städten zweiten und dritten Ranges oder größeren Ortschaften, ferner an Kreuzungspunkten von Landstraßen, oder endlich an Einmündungen von Thälern sowohl für den Personen- als für den Güterverkehr errichtet werden.

5. Wasserstationen dienen zur Versorgung des Tenders mit Wasser, und werden meist mit anderen Stationen zusammenfallen, mit Abzweig- und Maschinenwechselstationen fast immer verbunden und unter den sub 4 erwähnten Zwischenstationen, entsprechend den Erfahrungen derart vertheilt, dass die Entfernung der Wasserstationen im Hochgebirge oder bei Steigungen von  $25\text{‰}$  nicht mehr als 10—12 km, im Hügellande oder bei Steigungen von  $14\text{—}15\text{‰}$  20—25 km, im Flachlande oder bei Steigungen von  $5\text{‰}$  30—35 km betragen.

In erster Linie ist aber auf das Vorhandensein einer genügenden Quantität geeigneten Wassers, sowie die Möglichkeit einer zweckentsprechenden Placierung der Wasserpumpen und der Reservoirs Bedacht zu nehmen.

Von Einfluss ist ferner der Fassungsraum des in Gebrauch zu ziehenden Tenders, wie auch die herrschenden Bahnwiderstände.

Die Entfernung der Wasserstationen lässt sich auch durch Rechnung ermitteln, wenn man berücksichtigt, dass die von der Locomotive beim Durchfahren einer bestimmten Strecke geleistete Arbeit ebenso groß sein muss, als jene welche der im Tender mitgeführten und innerhalb dieser Strecke verbrauchten Wassermenge innewohnt.

Ist  $Z$  die Zugkraft der Locomotive,  $I$  der Inhalt des Tenders in Litern,  $a$  die mit einem Liter zu leistende Arbeit,  $E$  die



Länge der Strecke, auf welcher während der Fahrt das im Tender mitgeführte Wasser verbraucht wird, und  $K = 0,75$  ein Coefficient, welcher verschiedene erfahrungsgemäße Verluste berücksichtigt, so muss  $Z E = I a K$  oder  $E = \frac{I a K}{Z}$  sein.

Der gewöhnliche Fassungsraum des Tenders ist bei Tenderlocomotiven und bei einer Spurweite von

0,75 m	1,00 m	1,435 m
1,00—1,750 m <sup>3</sup> oder	1,75—2,5 m <sup>3</sup> oder	2,5—4,5 m <sup>3</sup> oder
100—1750 l	1750—2500 l	2500—4500 l

bei Schlepptendern 8—11 m<sup>3</sup> in neuerer Zeit sogar 20—22 m<sup>3</sup> und in Amerika 28—32 m<sup>3</sup>.

Erfahrungsgemäß sind ferner pro Pferdekraftstunde bei trockenen Schienen 12, bei beheizten 15 Liter Wasser nothwendig, welche unter Berücksichtigung eines Sicherheitscoefficienten (normale Nebenverluste, Einflüsse der Winterkälte), auf 20 Liter erhöht werden. Somit ist  $a = 13500$  kgm, wovon aber wegen der Wartezeit in Stationen ohne Wasserspeisung und dgl. nur  $\frac{3}{4} \cdot 13500 = 10125$  kgm anzunehmen sind.

Bei ungleichen Bahnwiderständen ist die Arbeit der Zugkraft bei Überwindung der einzelnen Widerstände zu ermitteln und die algebraische Summe der Arbeiten erst dem  $I a K$  gleichzusetzen.

Welkner construierte eine empirische Formel, nach welcher sich die Anzahl m<sup>3</sup> Wasser  $W$  pro km Bahnlänge bei einer gesammten Zuglast  $Q$  eine Geschwindigkeit  $V$  in km pro Stunde und bei einer Steigung von  $m$  ‰ ergibt:

$$W = 0,000065 Q (5 + 0,0015 V^2 \pm m);$$

jedoch gibt diese Formel etwas zu kleine Werte.

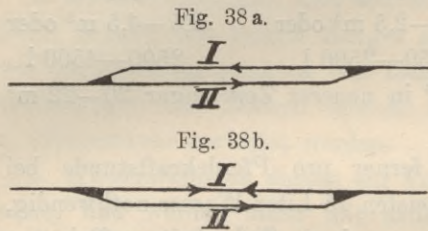
Je nach der Bedeutung der Wasserstation verfügt sie über ein Wasserquantum von 50—100 m<sup>3</sup> und muss eine solche Anordnung getroffen sein, dass die Füllung der Tender möglichst rasch erfolgt. (§ 61 der T. V. mindestens 1 m<sup>3</sup> pro Minute.)

6. Haltestellen werden in der Regel an solchen Punkten der Bahn angelegt, wo ein Frachtverkehr gar nicht vorhanden und der Personenverkehr nicht bedeutend ist.

In vielen Fällen werden Haltestellen bei Localbahnen an ein Wächterhaus verlegt und erfordern ansonsten keine weiteren baulichen Anlagen.

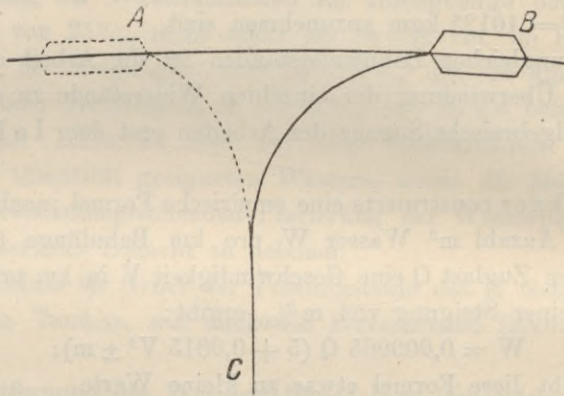
7. Ausweichen. Wenn auf einer eingleisigen Bahn die Entfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stationen gegenüber der Entfernungen der anderen Stationen sehr groß ist, so legt man zwischen diesen Stationen in die currente Bahn eine sogenannte Ausweichstelle ein, die weder für den Personen-

noch für den Frachtverkehr benützt wird, sondern lediglich für die Kreuzung der Züge dient. Eine solche Ausweiche besteht gewöhnlich nur aus einem doppelten Geleise (Fig. 38a oder 38b) von der Länge der längsten



Züge und einem mit den nöthigen Signalapparaten versehenen Wächterhause.

Fig. 39.



Schließlich ist noch die Bezeichnung Kopfstation (Fig. 39) zu erwähnen, bei welcher die Weiterführung des einfahrenden Zuges nicht in seiner Richtung stattfinden kann, z. B. von A nach B und von B nach C; sie ist die naturgemäße Form der Stationen, dem Anfangs- und Endpunkte der Linie.

Was die Lage der Stationen im allgemeinen betrifft, so wird man trachten, dieselben immer möglichst nahe an die



Ortschaften anzurücken und so zu placieren, dass sie von diesen leicht zugänglich und der Entwicklung des Ortes nicht hinderlich sind. Man wird ferner zum Zwecke der möglichsten Verminderung der Erdarbeiten, welche die Herstellung ausgedehnter Stationsplateaus erfordert, die Stationen, wenn immer thunlich, in das Niveau des natürlichen Terrains legen, und bei der Wahl des Platzes auch stets auf die Möglichkeit einer nachmaligen Erweiterung der Station Rücksicht zu nehmen haben.

Also sind tiefe Einschnitte, Einengungen durch steile Wände und Wasserläufe, dann hohe Dämme, letztere auch wegen der nothwendigen tiefen Fundierung der Objecte für die Anlage von Stationen zu meiden.

Es ist weiters aus Rücksichten für die Sicherheit des Betriebes sehr wünschenswert, ein Gefälle auf Stationen gänzlich zu vermeiden, oder wenn dies aus anderen Gründen nicht thunlich ist, diese letzteren doch so weit abzuschwächen, dass das Entrollen eines Wagens auf dem Gefälle nicht zu befürchten steht. Als äußerste Grenze soll bei der Anlage von Stationsplätzen ein Gefälle von  $\frac{1}{500}$  ( $2 \text{ ‰}$ ) nicht überschritten werden.

Weiters sollen Stationen niemals in Curven gelegt werden. Ein- und Ausfahrtsbögen der Stationen sollen, wenn sie unvermeidlich sind, Radien von wenigstens 500 m Länge haben.

Ferner ist darauf Bedacht zu nehmen, die Stationen stets an solchen Orten anzulegen, von welchen ankommende Züge bereits aus weiteren Entfernungen sichtbar sind, also nicht knapp vor Tunnels, tiefen Einschnitten und dgl.

Ist dies zu erreichen, so sind Bögen auch von kleineren Radien vor und nach der Station gerade nicht absolut nachtheilig, ja sie können manchmal noch dadurch nützlich sein, dass sie bei einfahrenden Zügen durch die Erhöhung des Reibungswiderstandes gewissermaßen als Bremsen wirken, und so die Züge zur langsameren Einfahrt zwingen. Dasselbe gilt auch von den Steigungen vor und nach den Stationen.

Die minimale Länge einer Ausweiche, d. i. die Länge  $L$  (Fig. 40), wird bestimmt durch die Länge des längsten Zuges  $L_1$ , und durch die Länge  $L_3$ , welche für die Anlage der Weichen nothwendig wird; — es ist  $L = L_1 + 2 L_3$ .



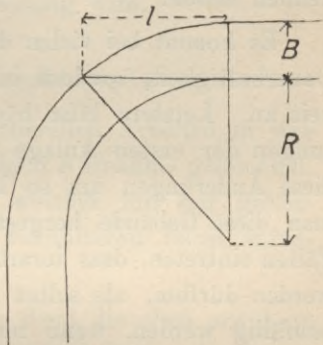


11. Zufahrten zu den Stationen.

Eisenbahn-Zufahrtstraßen sind jene Straßen, welche die Verbindung der Bahnhöfe mit dem bestehenden Straßennetze herstellen.

Wenngleich auch derartige Straßen in ihren Richtungs- und Steigungsverhältnissen den bestehenden Straßennetze und der gewählten Lage des Bahnhofes anzupassen sind, so darf man doch über gewisse maximale, beziehungsweise minimale Grenzen in denselben nicht hinausgehen. Die maximale Steigung soll  $\frac{1}{30}$  nicht überschreiten. Der minimale Radius  $R$  hat sich nach den

Fig. 41.



längsten Fuhrwerken  $l$ , welche auf diesen Straßen verkehren werden, zu richten; — es ergibt sich derselbe aus (Fig. 41) mit:

$$l^2 + R^2 = (R + B)^2; \quad R = \sqrt{\frac{l^2 - B^2}{2B}}$$

12. Art der Ausführung der einzelnen Bauobjecte.

Die Art und Weise der Bauausführung der einzelnen Objecte, die Construction und das zu verwendende Material für dieselben kommen bei der Wahl der Linie allerdings nur sehr wenig oder gar nicht in Frage, üben aber einen nicht unerheblichen Einfluss aus, einerseits auf die Dauer und Sicherheit der Bahnanlage, anderseits auf die Kosten derselben.

Für Bauwerke — mit Ausnahme der Brücken, für welche letztere u. a. in Österreich Bestimmungen durch die Verordnung des k. k. Eisenbahnministeriums vom Jahre 1906 gegeben sind — bestehen im allgemeinen in Bezug auf Art und Weise ihrer Ausführung einschränkende Bestimmungen nicht; es ist daher ganz besonders am Platze, über die Bauausführung der einzelnen Objecte das Nähere schon bei den generellen Vorarbeiten festzusetzen.

Nur selten lassen sich für eine neue Bahn alle die einschlägigen Verhältnisse so übersehen, dass mit Sicherheit die erforderliche Anordnung und namentlich die Gröfse der Bahnhofsbauten von vornherein bestimmt werden können. Hier muss erst die Erfahrung sprechen und das Erforderliche erkennen lassen.

Es kommt bei vielen dieser Gebäude nicht so sehr auf die Dauerhaftigkeit, sondern in erster Linie auf ihre Zweckmäfsigkeit an. Letztere läfst häufig schon nach kurzer Zeit Änderungen der ersten Anlage wünschenswert erscheinen und sind diese Änderungen um so leichter ausführbar, je provisorischer man diese Gebäude hergestellt hat. Es kann sogar in vielen Fällen eintreten, dass derartige Änderungen schon früher nöthig werden dürften, als selbst die provisorischsten ersten Anlagen baufällig werden, wenn nicht mit diesen von vornherein weit über das erste Bedürfnis hinausgegangen wird; letzteres ist in den meisten Fällen nicht ökonomisch.

Es sind daher für solche Baulichkeiten in dieser Hinsicht jedenfalls allgemeine Bestimmungen von vornherein zu treffen, und erscheint es gerathen, die ersten Anlagen solcher Objecte in Fachwerk zu erbauen.

Mit den im vorstehenden § beschriebenen Arbeiten sind die generellen Vorarbeiten im grofsen und ganzen durchgeführt; bei der angenommenen Kronenbreite des Bahnkörpers, die der entsprechenden Bahnkategorie angepasst sein muss, ist man nun auch in der Lage, sich ein Bild über die Gröfse der Erdbewegung zu bilden, und kann sich schliesslich einen überschläglichen Kostenvoranschlag über die ganze Anlage zusammenstellen.

## § 2. Detailtracieren.

Die Detailtracierung oder die speciellen Vorarbeiten für die Bauausführung umfassen alle jene Operationen, durch welche



die günstigste Lage der durch die generellen Vorarbeiten in engeren Grenzen festgesetzte Linie genau ermittelt und für die Bauausführung vorbereitet wird.

Es erfordert dies eine theilweise Wiederholung der in den vorhergehenden Paragraph beschriebenen Arbeiten, wobei allerdings eine grössere Genauigkeit nothwendig wird.

### 1. Anfertigung des Schichtenplanes.

Die Trace, die man bei den generellen Arbeiten in eine Landkarte oder in einer eigenen flüchtigen Aufnahme gezeichnet, wird nun in einem Schichtenplane, welcher mit der grösstmöglichen Genauigkeit längs der zukünftigen Bahn aufzunehmen ist, construiert.

Als Führer für diese Feldarbeiten dient die oben erwähnte Karte, in welche die Trace eingezeichnet und entsprechend verschoben und rectificiert wurde.

Die Tangenten an die Curven der Trace werden mit Hilfe der beim Vornivellement errichteten Fixpunkte durch das Ausstecken ihrer Schnittpunkte, den sogenannten Winkelpunkten, am Terrain ersichtlich gemacht. Hiezu wird im coupierten Terrain die Benützung eines Instrumentes nothwendig, während in der Ebene bei einiger Übung ein einfacher Feldstecher ausreicht.

Diese Linie, Standlinie genannt, dient als Basis für die nun folgenden Operationen.

Rechts und links dieser Linie wird das anschliessende Terrain in einer der jeweiligen Gestaltung und Eigenthümlichkeit desselben entsprechenden Breite von ca. 3—500 m aufgenommen und der Schichtenplan desselben angefertigt. Während bei den generellen Vorarbeiten im allgemeinen der Mafsstab der Specialkarten oder bei selbstgemachten flüchtigen Aufnahmen ein Mafsstab von 1:10,000 bis 1:30,000 ausreicht, ist hier ein solcher von 1:2500 (mindestens 1:2880) nothwendig und sind die Schichten in der Regel in Höhen von 1 bis 2 m, ausnahmsweise an sehr steilen Hängen von höchstens 5,00 m

in dem Plane einzutragen. In seltenen Fällen wird man auch in die Lage kommen, einzelne Theile der Linie in einem größeren Maßstabe aufzutragen.

Für die Anfertigung des Schichtenplanes empfiehlt es sich, entweder eine entsprechende Anzahl von Querprofilen aufzunehmen oder alle für die Darstellung des Terrains wichtigen Punkte nach Lage und Höhe zu bestimmen, diese auf das Papier aufzutragen und darnach die Schichtencurven zu construieren. Die Aufnahme steiler Hänge kann mit Vortheil durch den „Photographischen Theodoliten“ erfolgen.

## 2. Construction der Null- oder Leitlinie, des Bahnpolygons und der Bahnlinie.

Für das Aufsuchen der günstigsten Linie im Schichtenplane, geht man von denjenigen Punkten aus, welche für die Höhe und Richtung der Bahn bestimmend sind. Solche Punkte sind in jeder Bahntrace durch örtliche Verhältnisse, auch wohl durch die Lage der Hauptbahnhöfe und dgl. gegeben.

Man nimmt nun eine Länge  $l$ , welche einer Höhe  $h$  gleich der Schichtenhöhe bei der maßgebenden Steigung  $\frac{1}{n}$  entspricht, die aus der Gleichung:

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{n}$$

ermittelt werden kann, zwischen den Zirkel und schneidet mit dieser Länge von einem in einer Schichtenlinie als festliegend anzusehenden Punkte die nächste Schichtenlinie; indem man von den neu erhaltenen Punkt in der allgemeinen Bahnrichtung dieses Verfahren fortsetzt, erhält man durch Verbinden der Schnittpunkte die Null- oder Leitlinie. Wenn man dieser mit der Bahnlinie folgen könnte, würden, wenn die Schichtenhöhen entsprechend gering sind, keine Erdarbeiten entstehen, da diese Linie dann in die Oberfläche des Terrains zu liegen käme.



In einigermaßen coupiertem Terrain wird diese Linie indes so viele und so nahe aneinander liegende Bruchpunkte aufweisen, dass man in dieselbe nicht einmal Curven mit den zulässigen minimalsten Radius einlegen könnte, ohne dass sich dieselbe übergreifen würden.

Man sucht sich daher eine Linie auf, welche in ihren Richtungsverhältnissen den Anforderungen entspricht und der mit alleiniger Rücksicht auf die maßgebende Steigung construirten Leitlinie möglichst nahe kommt. Diese ebenfalls gebrochene Linie wird das Bahnpolygon genannt.

Legt man in diesen Linienzug nun die der Größe der Winkel angepassten Curven, ohne die minimale Grenze der Radien zu überschreiten, oder dieselben, wenn nicht nothwendig zu erreichen, ein, so erhält man die Bahnlinie.

Die so gewonnene Bahnlinie wird dann in Theile (Stationen genannt) von 100 m Länge mit Zwischenstationen von 50 m Länge getheilt, und ein provisorisches Längenprofil angefertigt.

Mit Hilfe dieses kann man wünschenswerte Verschiebungen der Linie erkennen und in den Plänen versuchsweise vornehmen. Diese Verschiebungen sind solange fortzusetzen, bis sich nach den anzustellenden, vergleichenden Berechnungen unter den vorhandenen Verhältnissen die günstigste Lage der Linie ergeben hat.

### 3. Übertragung der Bahnlinie auf das Terrain.

Nach entgeltiger Festlegung der definitiven Bahnlinie am Schichtenplane, wird zur Übertragung derselben auf das Terrain geschritten. Man versteht darunter die Gesammtheit der Operationen, welche nothwendig sind, um die Bahnlinie durch aufgestellte Stangen, eingeschlagenen Pföcken und dgl. am Terrain sichtbar zu machen.

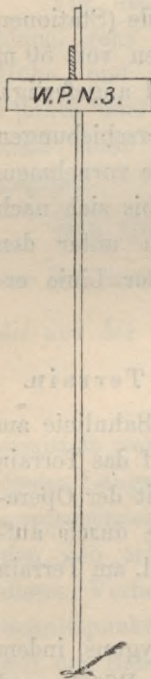
Man beginnt mit dem Ausstecken des Bahnpolygons, indem man die Winkelpunkte durch entsprechend starke Pföcke und auf circa 2,00 m davon entfernt, durch weit sichtbare Signale (Fig. 42) bezeichnet; für das Auffinden dieser Punkte am

Terrain, correspondierend jenen auf dem Schichtenplane, wird die Standlinie gute Dienste leisten.

Sind die Winkelpunkte nicht zugänglich, oder liegen dieselben zu ungünstig, z. B. erheblich höher oder tiefer, als die Bahnachse, so müssen sie durch Hilfspunktpunkte ersetzt werden. Ist die Verbindungslinie zweier Winkelpunkte von bedeutender Länge, so ist es wünschenswert, innerhalb derselben noch in gewissen Entfernungen Zwischenpunkte zu bestimmen; diese Punkte wird man einfach durch Einvisieren mit Tracierstangen von einem der beiden Endpunkte finden und durch Stangen (Fig. 43) bezeichnen.

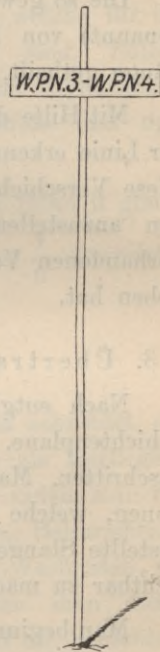
In ausgedehnten Ebenen kommt jedoch häufig der Fall vor, dass die Eisenbahntrace eine sehr lange gerade Linie von

Fig. 42.



mehreren Kilometern bildet, die aus dem Plane nur durch zwei einmessbare Punkte gegeben ist. Ist die Entfernung dieser Punkte so groß, dass ein in dem einem Punkte aufgestelltes Signal von dem anderen Punkte nicht gesehen werden kann, und handelt es sich darum, für diese Linie eine Reihe von Zwischenpunkten am Felde abzustecken, so geschieht dies am einfachsten nach der bekannten Methode des Einrichtens mit Tracierstäben aus der Mitte.

Fig. 43.



In dem Falle, als die Entfernung so groß ist, dass man auch hiermit nicht ausreicht, kann man versuchsweise eine andere Methode einschlagen, die darin besteht, dass man von dem einem Punkte A (Fig. 44)

in der muthmaßlichen Richtung gegen B eine Gerade A C aussteckt und diese so lange fortsetzt, bis man von irgend einem



Punkte C derselben eine in B aufgestellte Signalstange erblickt. Während des Absteckens der Geraden A C mittelst Tracierstäben wird die Länge A C gemessen, dann von C eine Gerade gegen B abgesteckt, die Länge B C und ebenso der Winkel A C B gemessen und der Winkel C B A berechnet. Es ist nämlich:

$$\overline{A B} = \sqrt{\overline{A C}^2 + \overline{B C}^2 - 2 \overline{A C} \cdot \overline{B C} \cos A C B}$$

und:

$$\cos C B A = \frac{\overline{A C}^2 + \overline{B C}^2 - \overline{A B}^2}{2 \overline{A C} \cdot \overline{B C}}$$

Kommt man dann in B an, so stellt man dort das Instrument auf, richtet dasselbe in die Richtung der Geraden B C ein, dreht hierauf das Rohr am Horizontalkreise um den berechneten Winkel und erhält dann die Visur in der Richtung der gesuchten Geraden B A. Diese Methode ist ziemlich umständlich und erfordert bezüglich der Längen- und Winkelmessungen eine sehr große Genauigkeit, da ein kleiner Fehler in der Bestimmung des Winkels C B A bei einer größeren Länge der Linie B A schon eine sehr fühlbare Abweichung der Richtung zur Folge haben wird.

Ein anderer Fall, der eintreten kann, ist der, dass die zwei Punkte, zwischen welche eine Gerade ausgesteckt werden soll, durch einen Wald oder durch ein anderes Hindernis voneinander getrennt sind, und man somit von einem Punkte zum anderen ebenfalls nicht sehen kann. In diesem Falle kann man die Aufgabe in folgender Weise lösen: Man steckt von A in einer beliebigen Richtung gegen B eine Gerade A x (Fig. 45), so aus, bis man die Signalstange in B in Sicht bekommt; dann errichtet man von B aus auf diese Gerade ein Perpendikel B C und misst dessen Länge, sowie die Länge A C. Wenn man nun von irgend einem Punkte D der Hilfslinie A C auf letztere ein Perpendikel D y errichtet, so verhält sich:

$$\overline{A D} : \overline{D E} = \overline{A C} : \overline{B C}$$

und daraus:

$$\overline{D E} = \frac{\overline{A D} \cdot \overline{B C}}{\overline{A C}}$$

Misst man nun die Länge  $AD$ , so kann man die Länge des Perpendikels  $DE$  aus obiger Gleichung ermitteln und auf dem Perpendikel  $Dy$  auftragen, und bestimmt auf diese Weise einen Punkt  $E$  der Geraden  $AB$ .

Fig. 44.

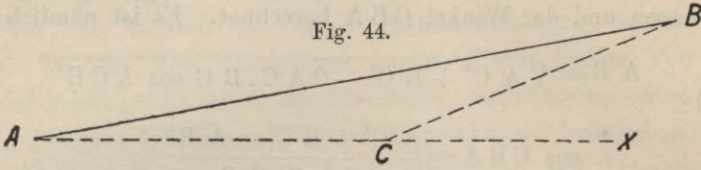


Fig. 45.

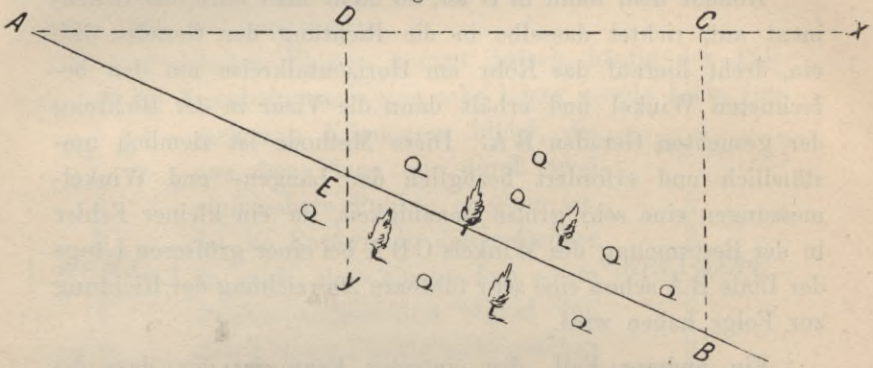
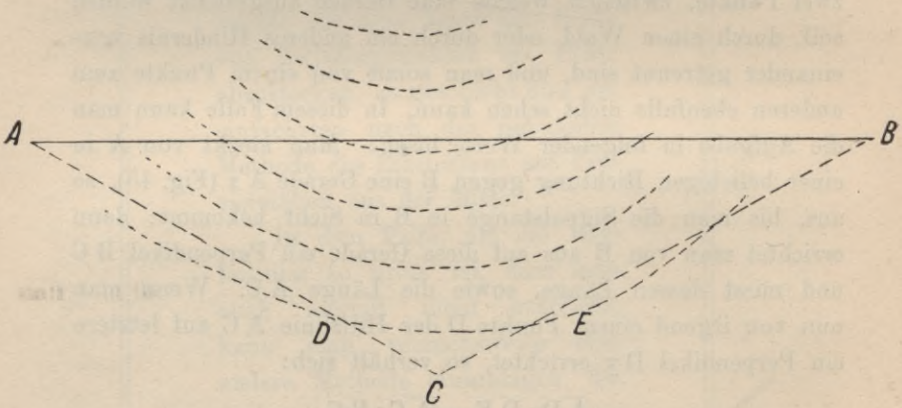


Fig. 46.



Sind ferner die Punkte  $A$  und  $B$  (Fig. 46) durch eine Anhöhe voneinander getrennt und der eine vom anderen aus unsichtbar, so wählt man einen Punkt  $C$  zwischen beiden so, dass



man von ihm aus beide Punkte sehen kann. Dann wird in der Geraden CA ein Stab D und in der Geraden CB ein Stab E eingesetzt. Liegen diese drei Stäbe D, C und E unter sich in einer Geraden, so liegen sie auch in der Geraden AB; nachdem dies im allgemeinen nicht zutreffen wird, so ist der Stab C und mit ihm auch die beiden anderen D und E, so lange versuchsweise zu verschieben, bis die drei Stäbe in einer Geraden liegen.

Es ist klar, dass es derartiger Aufgaben in der Praxis viele gibt, und man hat in jedem Falle, nach den gerade vorliegenden Umständen die passendste Lösung zu wählen.

Sind von einer Geraden zuerst mit freiem Auge und mit Zuhilfenahme von Tracierstangen mehrere Punkte bestimmt, so schreitet man zum Einvisieren dieser Punkte mit Zuhilfenahme des Universal-Instrumentes.

Durch die Winkelpunkte, auf deren Festlegung die größte Sorgfalt zu verwenden ist, sind die eigentlichen Fixpunkte der ganzen Trace gegeben.

Hierauf erfolgt das Einlegen der Bögen.

Wenn zwischen zwei sich schneidenden Geraden ein Kreisbogen eingeschrieben werden soll, so müssen diese zwei Geraden zu dem Kreisbogen Tangenten bilden, und man nennt daher den Winkel, den diese Geraden miteinander einschließen, den Tangentenwinkel.

Der zwischen zwei Gerade einzulegende Kreisbogen wird durch die Größe des Tangentenwinkels, sowie durch die Länge des gewählten Bogenhalbmessers bestimmt.

Die Ermittlung des Tangentenwinkels geschieht durch directe Messung am Terrain mit Zuhilfenahme eines Instrumentes mit getheiltem Horizontalkreise, auf dem  $\frac{1}{3}$  Grade direct und mit Hilfe des Nonius noch wenigstens 20 Secunden abzulesen sein sollen. Die Ablesung wird wie bei allen Winkelmessungen auf beiden Nonien vorgenommen und aus beiden Ablesungen das Mittel gerechnet.

Aus den gemessenen Winkeln und dem gegebenen Radius des Kreisbogens lässt sich nun jeder beliebige Punkt desselben

mit Hilfe der trigonometrischen Funktionen berechnen und so dann auf das Feld übertragen.

Im folgenden wird nur das Abstecken der Kreisbögen besprochen und die Übergangscurven, d. s. Parabelbögen, welche den allmählichen Übergang aus der Geraden in die Kreisbögen vermitteln, ganz außer Acht gelassen, weil dieselben — Gebirgsbahnen mit ganz scharfen Curven ausgenommen — bei diesen Arbeiten noch nicht berücksichtigt zu werden brauchen und erst beim Legen des Oberbaues ausgesteckt werden müssen.

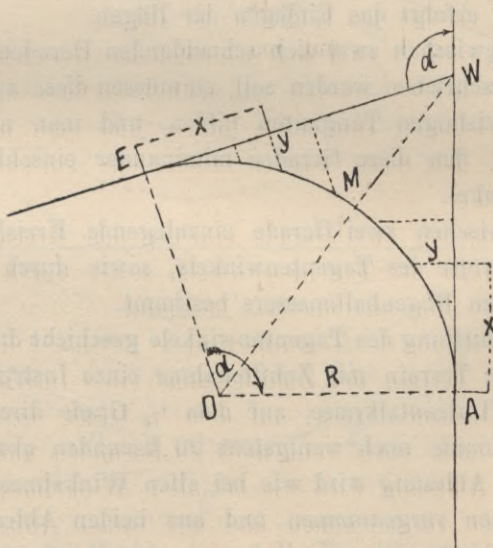
Für das Ausstecken von Curven am Felde hat man verschiedene Methoden erdacht, von denen die in der Praxis am meisten gebrauchten die folgenden sind:

*a) Das Abstecken der Curve von der Tangente aus.*

Die Tangentenlänge (Fig. 47) einer Curve ist:

$$AW = EW = R \cdot \tan \frac{\alpha}{2};$$

Fig. 47.



hiernach ist der Anfangs- und Endpunkt des Bogens stets leicht zu finden. — Für die von diesen beiden Punkten aus auf der



Tangente abgesetzten Abscissen  $x$  sind die zugehörigen Ordinaten des Bogens:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2} \text{ oder } y = \frac{x^2}{2R} + \frac{x^4}{8R^3} + \frac{x^6}{32R^5} + \dots$$

woraus  $y$  für jedes beliebige  $x$  berechnet werden kann. Das dritte Glied der Gleichung ist jedoch meistens so klein, dass es ganz vernachlässigt werden kann; für kurze Ordinaten genügt auch schon allein das erste Glied  $y = \frac{x^2}{2R}$ . Die Werte von  $y$  sind für verschiedene Werte von  $x$  und  $R$  berechnet und in Tabellen — u. A. von Kröhnke, Hecht, Knoll, Sarrazin, Overbeck, Hanhart und Waldner — zusammengestellt oder es sind die Werte  $y = \frac{x^2}{2R}$  auf dem gewöhnlichen Rechenschieber ablesbar.

Wird die Abmessung der Ordinaten infolge der Terrainbeschaffenheit zu ungenau, so ist das Einlegen von Hilfstangenten erforderlich, deren Berechnung durch Theilung des Centriwinkels einfach zu bewirken ist.

ZweckmäÙsig bestimmt man auch noch die Mitte  $M$  des Bogens direct von  $W$  aus, indem man den Winkel  $AWE$  halbiert und den Wert:

$$\begin{aligned} MW &= \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R \\ &= R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}, \end{aligned}$$

welcher auch in den Tabellen meistens schon berechnet ist, absteckt. Die ausgesteckte Bogenmitte bietet für die weiteren Arbeiten eine Controle.

**b) Abstecken der Curven von der Sehne aus.** (Fig. 48).

Bei dieser Methode halbiert man die Sehne

$$AE = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

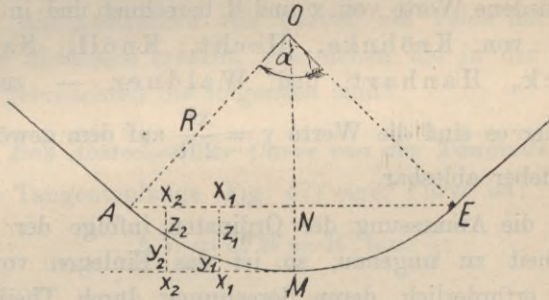
und beginnt mit dem Abstecken des Bogens von dem Halbierungs-

punkte N aus, unter Benutzung der vorerwähnten Tabellen, aus welchen die Werte  $y_1, y_2$  etc. zu entnehmen sind, während

$$\begin{aligned} Z_1 = MN - y_1 &= R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) - y_1 \\ &= R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} \text{ etc.} \end{aligned}$$

leicht zu berechnen sind.

Fig. 48.



### c) Abstecken der Curven mit Hilfe des Universal-Instrumentes.

Das Wesen dieser Methode beruht auf dem Satze: „Gleiche Sehnen haben gleiche Peripheriewinkel“. Hat man nämlich eine Messkette von der Länge  $s$ , so findet man den dieser Sehnenlänge entsprechenden Peripheriewinkel durch die Bezeichnung:

$$\sin \alpha = \frac{s}{2R}$$

Um die Curve abzustecken, stellt man das Universal-Instrument im Tangentenpunkte A (Fig. 49) auf, nimmt von der Richtung auf W ausgehend den Winkel  $\alpha = W A a$  und macht  $A a = s$ , indem man das eine Ende der Messkette in A festhält und das andere in der Richtung A a einfuchtet, es ist dann a ein Punkt der Curve. Macht man weiter den Winkel  $b A a = a A W = \alpha$ , hält wieder ein Ende der Messkette in a fest und fluchtet das andere in der Richtung A b ein, so ist b ein zweiter Punkt der Curve. Ebenso findet man alle weiteren Punkte.









Theilt man, wenn von einem Bogen der Anfangspunkt A (Fig. 52), der Endpunkt E und der Winkelpunkt W gegeben sind, die beiden Tangenten WA und WE in eine gleiche Anzahl gleicher Theile, und verbindet man den Anfangs- und

Fig. 51.

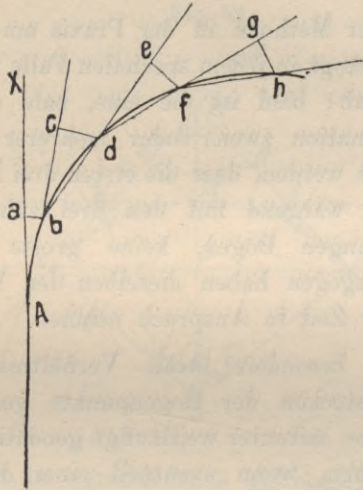
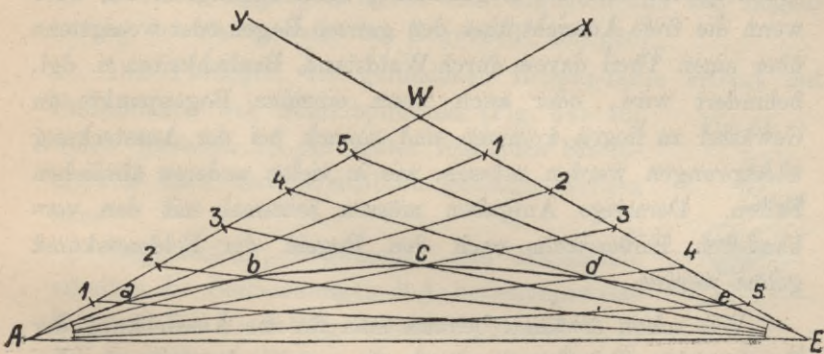


Fig. 52.



Endpunkt des Bogens mit den Theilungspunkten der gegenüberliegenden Tangenten, so ergeben die gleichnamigen Verbindungslinien  $\overline{A1}$  und  $\overline{E1}$ ,  $\overline{A2}$  und  $\overline{E2}$ ,  $\overline{A3}$  und  $\overline{E3}$  u. s. f. . . . Schnittpunkte a, b, c u. s. w., die nahezu im Kreisbogen liegen

und als Bogenpunkte angenommen werden können. Diese Methode kann im offenen und ebenen Terrain angewendet werden, wenn der Bogen nicht zu lang und das gleichzeitige Einwinken eines Figuranten von A und E aus in die an den Endpunkten 1, 2, 3 . . . mit Tracierstäben markierten Linien  $\overline{A1}$ ,  $\overline{A2}$ ,  $\overline{A3}$  . . .  $\overline{E1}$ ,  $\overline{E2}$ ,  $\overline{E3}$  . . . möglich ist.

Welche dieser Methode in der Praxis am zweckmässigsten anzuwenden ist, hängt in jedem speciellen Falle von den örtlichen Schwierigkeiten ab; bald ist die eine, bald die andere, bald auch eine Combination zweier oder mehrerer am Platze. Es mag nur bemerkt werden, dass die ersten drei Methoden genaue Resultate geben, während mit den drei zuletzt angeführten, besonders bei langen Bögen, keine grosse Genauigkeit zu erlangen ist. Dagegen haben dieselben den Vortheil, dass sie erheblich weniger Zeit in Anspruch nehmen.

Oft können besondere locale Verhältnisse, bevor zum eigentlichen Ausstecken der Bogenpunkte geschritten werden kann, verschiedene, mitunter weitläufige geodätische Operationen nothwendig machen, wenn eventuell einer der für die Aussteckung maassgebenden Punkte des Bogens, wie z. B. der Winkelpunkt oder der Bogenanfang nicht zugänglich ist, oder wenn die freie Aussicht über den ganzen Bogen oder wenigstens über einen Theil davon durch Waldstand, Baulichkeiten u. dgl. behindert wird, oder auch wenn einzelne Bogenpunkte in Gewässer zu liegen kommen und sonach bei der Aussteckung übersprungen werden müssen, wie in vielen anderen ähnlichen Fällen. Derartige Aufgaben müssen jedesmal mit den vorhandenen Hilfsmitteln nach den Regeln der Feldmessenkunst gelöst werden.

Wie schon erwähnt, benutzt man für die Aussteckung der Bogenpunkte Tabellen, wodurch die sonst sehr zeitraubenden Rechnungsoperationen erspart werden. Solche Tafeln enthalten in der Regel für alle vorkommenden Tangenten — beziehungsweise Centriwinkel, sowie für den Radius 1000 m oder 1,00 m:





In diesem Falle muss man, falls die Absteckung der Bögen nach den gezeigten Methoden auf die abzusteckenden Tangenten gegründet werden soll, diese Tangenten im Plane so genau als möglich construieren, da eine falsche Lage der kurzen Geraden eine große Abweichung der ausgesteckten Bogenpunkte von der gewünschten Lage zur Folge haben könnte. Man construirt hier auf dem Plane zuerst die Bögen und legt an diese nicht durch bloßes Anlegen des Lineals, sondern nach einer genauen geometrischen Construction die Tangenten.

#### 4. Stationieren und Nivellieren.

Die am Felde in ihren Geraden und Bögen ausgesteckte definitive Trace wird nun stationiert. Man versteht darunter die Messung der tracierten Linie (Bahnachse) und deren Einteilung in gleiche Abstände, sogenannten Stationslängen (zu 100 m) und Profillängen (zu 1000 m).

Diese durch 5 cm dicke und 45–60 cm lange Fußpflocke und durch Schreibpflocke markierten Punkte heißen Stationen, beziehungsweise Profile und werden mit fortlaufenden Nummern meist derart bezeichnet, dass der Pflock am Beginne der Trace mit 0, die weiteren Stationspunkte mit 1, 2, 3 u. s. f. und die Profile mit  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  u. s. w. beschrieben werden.

Durch die Stationierung werden nicht nur für die genaue Bezeichnung der Lage der einzelnen im Bahnkörper zu errichtenden Objecte und dgl. leicht mess- und auffindbare Anhaltspunkte gewonnen, sondern auch der nachmaligen Berechnung der zur Herstellung des Bahnplanums nothwendigen Erdbewegung eine Grundlage geschaffen.

Man verwendet zum Stationieren meist eine Messkette, deren Länge in der Stationslänge aufgeht.

Das Stationieren beschränkt sich aber nicht nur auf das Einmessen und Festlegen der einzelnen Hektometerpflocke am Felde, sondern erstreckt sich auch gleichzeitig auf eine durch Augenschein sich ergebende Bestimmung derjenigen Punkte, welche für die Herstellung von Bahnobjecten jederart maßgebend sind, endlich auch auf jene Punkte, wo eine Änderung



in der Form des Terrains eintritt, die für die Berechnung der Erdbewegung von Einfluss sein kann.

In dieser Hinsicht hat man sonach während der Stationierung einer Bahntrace die Hauptpunkte einer von der Trace durchschnittenen Strafe, Wasserläufe, Flüsse, Gräben etc., sowie alle jene Punkte der zukünftigen Bahn einzumessen und festzulegen, in welchen die Form des Terrains sich in einer für das freie Auge schon sichtbaren Weise ändert. Die Einmessung und Festlegung aller dieser Punkte geschieht durch Beziehung derselben auf die unmittelbar vorangehenden Hektometerpunkte, und werden die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hektometern gelegenen Zwischenpunkte mit den fortlaufenden Buchstaben a, b, c . . . . auf Schreibpflöcken bezeichnet, und deren Distanz von dem vorhergehenden Hektometerpflock während der Messung der Hektometerdistanzen bestimmt und vorgemerkt.

Wenn die Einmessung der Hektometerpflocke eine rein mechanische Arbeit ist, so erfordert die Bestimmung und Festlegung der Zwischenpunkte schon eine gewisse Erfahrung und Überlegung, da man leicht in den Fehler verfällt, zu viele für den Verlauf der weiteren Studien unwichtige Zwischenpunkte aufzunehmen, und dadurch die Übersichtlichkeit des Profiles zu schädigen oder bei weniger geübtem Auge solche Punkte zu übergehen, die für die nachmalige Ausarbeitung des Detailprojectes vielleicht gerade von Bedeutung sind. Um solche Fehler zu vermeiden, hat man sich den Zweck der Stationierung stets vor Augen zu halten. So wird man beispielsweise bei einer Strafe, die im Niveau des natürlichen Terrains liegt, etwa nur die Strafenmitte einmessen und die Strafenbreite vormerken, während, wenn die Strafe z. B. am Damme liegt, deren ganzer Querschnitt einzumessen, beziehungsweise auszupflocken sein wird.

Von einem Flussbette hat man nicht nur die Uferpunkte, sondern den ganzen Querschnitt des Bettes aufzunehmen und endlich auch solche Zwischenpunkte zu bestimmen, aus deren Höhenlage die Hochwassercoten des Flusses abgeleitet werden können.

Als Zwischenpunkte erscheinen ferner auch die Bogenhauptpunkte, und zwar Bogenanfang-, Ende- und Mitte-, bei größeren Bögen auch die Viertelpunkte.

Über den Fortgang des Stationierens und Einmessens aller Stationspunkte wird in Form eines Protokolles genaue Vermerkung geführt, und in demselben außer der Entfernung der Punkte untereinander, noch für jeden Zwischenpunkt der Grund für dessen Einmessung angemerkt.

Ein solches Stationierungsprotokoll kann etwa folgendermaßen beschaffen sein:

**Stationierungsprotokoll für die Strecke**

von

nach

Benennung der Punkte	Bezeichnung		Entfernung		Anmerkung
	Stationspunkte	Zwischenpunkte	vom Anfange	vom vorhergehenden Punkte	
Anfangspunkt	0	—	—	—	Spitze der Abzweigungsweiche im Stationsplatze
	1	—	100	100	
	2	—	200	100	
Strafse von . .	3	a	204	4	Strafse 12 m breit
		b	209,3	5,3	
		c	215,0	5,7	
Feldweg . . .	3	a	300	35,0	Gemeindegrenze
		b	312,7	12,7	
		c	318,9	6,2	
Mühlbach . . .	3	d	346,3	27,4	3,5 m breites Holzgerinne
		e	348,9	2,6	
			351,8	2,9	
Bogenanfang		B A	377,4	25,6	Bogen von 750 m Radius
	4		400	22,6	

Zur Vornahme der Stationierung benöthigt man, wenn mit Ketten gemessen wird, vier Arbeiter, sowie einen verlässlichen Figuranten. Von den Arbeitern sind zwei bei der Kette und einer beim Tragen und Einschlagen der Pflöcke beschäftigt,

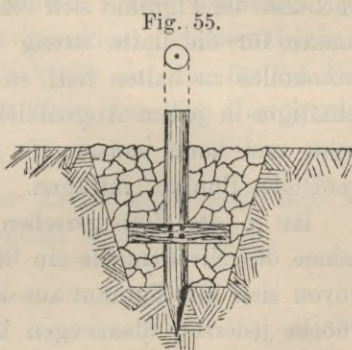


während der vierte die für das Einvisieren der Kettenstäbe nothwendigen Tracierstangen versetzt und wieder wegnimmt. Der Figurant besorgt das Einvisieren der Kettenstäbe, und beschreibt mit einem Zimmermannsblei oder mit Ölfarbe die nach Angabe einzuschlagenden Stations- und Zwischenpflöcke, bestimmt deren genaue Lage an der gespannten Kette, mit Rücksicht auf den vorhergehenden Hektometerpflock, und ruft Bezeichnung und Distanz der Pflöcke dem, der das Stationierungsprotokoll führt zu, woselbst diese Angaben, sowie die übrigen die Lage der Stationspunkte betreffenden Bemerkungen eingetragen werden.

Bögen werden in gleicher Weise wie die Geraden stationiert, wobei wie bereits bemerkt, die Hauptbogenpunkte als Zwischenpunkte behandelt und mit ihrer conventionellen Bezeichnung B A, B E, B M, beibehalten werden. Die Längen werden dabei nach den Sehnen zwischen den einzelnen Bogenpunkten gemessen, weshalb bei scharfen Bögen, d. h. bei solchen mit kleineren Halbmesser, um den Messungsfehler möglichst zu verringern, vor der Messung eine entsprechend große Anzahl von Bogenpunkten auszupflocken ist, und als Messeinheit eine kürzere Kettenlänge, etwa 10 m, verwendet werden soll. Nachdem übrigens die genaue Länge des Bogens aus den Tafeln bekannt ist, so kann ein allfälliger Messungsfehler bei Ankunft am Bogenende stets richtig gestellt werden.

Da bei der Bauausführung die Pflöcke fast sämtlich verloren gehen, so ist es nothwendig, zur Fixierung der Mittellinie an geeigneten Punkten, namentlich an den Übergängen der Aufträge in die Abträge, und an Stellen wo Bauwerke projectiert werden zu beiden Seiten der Bahn, womöglich in gleichen Abständen von der Mittellinie,

10 bis 15 cm starke mit Erdkreuz (Fig. 55) versehene Fixpfähle



einzugraben, mit deren Hilfe später jederzeit die Achspunkte wieder gefunden werden können, und welche gleichzeitig das Nivellement sicherstellen. Diese Fixpunkte sind in den Plänen mit Angabe ihrer Höhe, sowie der Mafse für ihre Lage einzutragen. Ebenso können auch die Winkelpunkte, für welche es sich empfiehlt, in einem Protokolle Skizzen anzufertigen, fixiert werden.

Ist die Stationierung in dieser Weise beendet, so schreitet man zum Nivellieren der Linie, wobei die Höhen der sämtlichen Stations- und Zwischenpunkte zu bestimmen sind.

Dabei geht man wieder am besten nach der Methode des Nivellierens aus der Mitte vor.

Der Lattenträger ist zu diesem Behufe mit einer Abschrift des Stationierungs-Protokolles, auf dem alle Stations- und Zwischenpunkte mit ihrer Bezeichnung und ihren Entfernungen eingetragen sind, versehen, und stellt sich mit der Latte an jeden dieser Punkte, streng der Reihenfolge des Protokolles folgend, gegen das Instrument gewendet so auf, dass die Latte vollkommen vertical steht und seinen Körper vorne in zwei Theile theilt. Um für den unteren Theil der Latte einen festen Stützpunkt zu haben, schlägt er in geringer Entfernung des Stationierungspflöckes einen kleineren, etwa 20 cm langen, sogenannten Niveaupflock, bis auf den Kopf in die Erde, und stellt dann die Latte auf diesen Niveaupflock. Nachdem der Figurant sich bezüglich der einzelnen Aufstellungspunkte für die Latte streng an die Reihenfolge des Stationsprotokolles zu halten hat, so kennt der beim Instrumente Beschäftigte in jedem Augenblicke den Punkt, an dem die Latte steht, und kann sonach die jedesmalige Ablesung in dem betreffenden Punkte eintragen.

Ist in der Zeit zwischen der Stationierung und der Vornahme des Nivellements ein Stationierungspflock verschwunden, wovon sich der Figurant aus der Bezeichnung der vorgefundenen Pflöcke jederzeit überzeugen kann, so darf er denselben nicht überspringen, was zu Irrthümern im Nivellement-Protokolle Anlass geben könnte, sondern muss denselben nach den An-



gaben des Stationierungsprotokolles wieder einmessen und die Latte daselbst aufstellen.

Selbstverständlich hat man zum Zwecke der Controle der Arbeit, so oft dies nur immer möglich ist, sich auf die eventuell vorhandenen Fixpunkte, deren genaue Höhe aus dem Nivellement bekannt sein muss, zu beziehen, allfällige kleine Abweichungen durch Vertheilung zu berichtigen, und bei größeren Differenzen das Nivellement zu wiederholen. Sind solche sichere Fixpunkte nicht vorhanden, so muss das Nivellement durch ein zweites Nivellement controliert werden, wobei eventuell nur die für die Bestimmung der Visurhöhe an Überstellungspunkten nothwendigen Visuren, aber keine Zwischenvisuren zu machen sind.

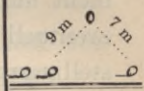
Tiefe Einschnitte, Gräben, Schluchten und dgl., deren Nivellement eine Überstellung des Instrumentes nothwendig machen würde, können übersprungen und deren Tiefe nachträglich durch directe Messung bestimmt werden. Die Resultate dieser Messungen sind in diesem Falle in der Rubrik „Pflöckhöhe“ des Nivellementsprotokolles so vorzumerken, als wenn die betreffenden Höhen, respective Tiefen, wirklich mit dem Instrumente bestimmt worden wären.

Das Nivellement ist in der Regel nur auf Centimeter genau zu machen und können sonach mit hinreichender Sicherheit hiezu Ableselatten verwendet werden. Die Aufnahme von Millimetern mit Einstellatten ist zwecklos und der Gebrauch solcher Latten verursacht, im Hinblicke auf die für das Einstellen der Scheiben nothwendige Zeit, nur eine Verzögerung im Fortschritte der Arbeit.

Zur leichteren Übersicht der Arbeit kann man sich ein Nivellement-Protokoll nach folgendem Muster anlegen:

## Nivellement

von . . . . . nach . . . . .  
aufgenommen am . . . . .

Bezeichnung des Stand- punktes	Distanz		Lattenhöhe			Visur-	Pflock-	Anmerkung	Skizzen
	Ein- zeln	zu- sam- men	vor- wärts	Mitte	rück- wärts	Höhe			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fixpfahl A					0,76	100,76	100,00	A. Am Saume	
1	187	187	1,92		0,95	99,79	98,84	der Strafe	
2	132	319	1,32		1,05	99,52	98,47	beim 5. Lin-	
3	105	424	1,73		1,29	99,08	97,79	denbaum 9 m feldwärts.	
Fixpunkt a				3,10			95,98	a. am Feld-	
4	128	532	1,94		1,37	98,51	97,14	weg nach	
5	172	704	1,77		1,52	98,26	96,74	Rohrbach, steinernes Kreuz, untere Stufe, rechte Ecke.	
Fixpunkt b				1,95			96,31	b. Stufe	
6	195	899	0,98		1,01	98,29	97,28	rechts am	
7	138	1037	0,45		0,95	98,79	97,84	Dorfwirts- hause in	
8	179	1216	1,84		0,78	97,73	96,95	Rohrbach.	
9	225	1441	1,53		1,04	97,24	96,20		
Pfahl c			1,12		0,75	96,87	96,12	c. am recht-	
10	189	1630	1,23		1,08	96,72	95,64	seitigen Brücken- geländer.	
Fixpunkt B	197	1827	1,71				95,01	B Rothes	
			<u>17,54</u>		<u>12,55</u>			Kreuz am Ein- gange zum ersten Gehöft.	
				4,99					

## 5. Anfertigung des Detail-Längenprofils.

Ist das Nivellement beendet und auch controliert, so kann man zum Zeichnen des Detail-Längenprofils schreiten.



Die Einlegung der Gradienten in dieses Längenprofil erfolgt im allgemeinen nach denselben Grundsätzen, wie sie bei der gleichen Arbeit des General-Längenprofils beobachtet wurden und wird nur im Detail insofern einigermaßen abweichen, als nunmehr die im Vornivellement nur annäherungsweise geschätzten Distanzen zwischen den einzelnen Punkten durch genau gemessene Längen ersetzt werden, und die Linie im allgemeinen auch durch Einlegen von Bögen und nach Vornahme anderer aus dem Detailstudium sich ergebenden Verlegungen und Verrückungen eine gröfsere Länge erhalten hat.

Außerdem werden durch das Detailstudium der Linie verschiedene neue Punkte rücksichtlich ihrer Lage und ihrer Höhe in das Längenprofil einbezogen, welche für die Bestimmung der Höhenlage der Gradienten an diesen Orten von Einfluss sein können, endlich kann in dieser Hinsicht nunmehr auch mit mehr Sicherheit und Voraussicht, als dies bei Abfassung des Generalprofils möglich war, auf die geognostische Beschaffenheit des Terrains Rücksicht genommen werden, insofern als beispielsweise die Detailstudien ergeben können, dass an gewissen Punkten, im Hinblick auf die Beschaffenheit des Bodens, Einschnitte zu vermeiden, an anderen Orten wieder, um Einschnittsmaterialien zu gewinnen, deren Herstellung angezeigt wäre und dgl.

Nachdem das Detaillängenprofil auch die genau ermittelten Coten der Hochwasserstände bei Flussübergängen und in Inundationsgebieten, sowie die genauen Höhen der von der Bahn durchschnittenen Strafsen und Wege enthält, so ergeben diese Coten mit Rücksicht auf die an solchen Punkten zu errichtenden Bauobjecte auch die Minimalhöhe der Bahn daselbst, welche bei Bestimmung der definitiven Gradienten im Auge zu halten ist.

Weiters wird man, um eine Linie gleichen Widerstandes zu erhalten, die Steigungen in Curven und Tunnels derart herabsetzen, dass die Summe der gesammten Widerstände womöglich stets dieselbe bleibt.

Mit Hilfe der bereits bekannten Gleichungen ist man in der Lage, die Steigung  $x\text{‰}$  in einer Curve mit dem Radius  $R^1$

zu ermitteln, damit in dieser die Zugkraft  $Z$  dasselbe zu leisten im Stande ist, wie in einer Strecke mit dem Radius  $R$  und der Steigung  $m$  ‰:

$$Z = Q \left( \varrho + \frac{1}{\alpha R} + m \right)$$

$$Z = Q \left( \varrho + \frac{1}{\alpha R_1} + x \right)$$

$$\varrho + \frac{1}{\alpha R} + m = \varrho + \frac{1}{\alpha R_1} + x$$

$$x = m + \frac{1}{\alpha R} - \frac{1}{\alpha R_1}; \quad x = m + \frac{R_1 - R}{\alpha R R_1}$$

Im Tunnel wird im allgemeinen auch der Reibungswiderstand  $f$  der gleitenden Reibung, wie auch jener der rollenden Reibung ( $\varrho_1 = 0,9 \varrho$ ) ein anderer als der auf der offenen Strecke sein; nimmt man auf letzterer trockene Schienen, im Tunnel feuchte Schienen an, so tritt bezüglich:

$$\frac{M}{7} = Q \left( \varrho + \frac{1}{\alpha R} + m \right)$$

$$\frac{M}{10} = Q \left( \varrho_1 + \frac{1}{\alpha R_1} + x \right)$$

$$7 \left( \varrho + \frac{1}{\alpha R} + m \right) = 10 \left( \varrho_1 + \frac{1}{\alpha R_1} + x \right)$$

$$x = \frac{7}{10} \left( \varrho + \frac{1}{\alpha R} + m \right) - \left( \varrho_1 + \frac{1}{\alpha R_1} \right)$$

Das Gefälle vor und hinter den Stationen ist auf mindestens 15 ‰ herabzumindern.

Die Gefällsbrüche werden durch Curven, deren Radien 1000—2000 m betragen, abgerundet; zwischen zwei Gegenfälle muss eine Horizontale von mindestens der Länge eines Zuges eingeschaltet werden.

Unter Berücksichtigung aller dieser und anderer localer Umstände wird die definitive Gradientenlinie als gebrochene Linie in das Längenprofil so eingezeichnet, dass die Bruchpunkte an leicht auffindbaren Stellen am Terrain, etwa an Hektometerpunkten und dgl., zu liegen kommen, und die Entfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bruchpunkten runde Zahlen sind. Wird dann noch das für jede Bruchlinie geltende



Steigungsverhältnis in pro mille ausgedrückt, so ist dadurch die Berechnung der Höhengoten der Gradienten an den Bruchpunkten, sowie an allen Zwischenpunkten wesentlich erleichtert.

Ist die Gradienten definitiv eingezeichnet, und sind deren successiven Steigungscoefficienten, sowie deren Coten an den Bruchpunkten bestimmt, so werden die Gradientecoten an allen im Längenprofile ersichtlich gemachten Stations- und Zwischenpunkten aus den Distanzen und den Steigungscoefficienten berechnet, und diese Coten neben den oben erwähnten Terraincoten, wie aus dem Beispiele ersichtlich, eingetragen. Aus der Differenz zwischen den Terrain- und Gradientecoten ergibt sich sofort die Höhe des Dammes, oder die Tiefe des Einschnittes an jedem einzelnen Punkte der Trace, und zwar liegt, wie leicht ersichtlich, die Bahn im Einschnitte, wenn die Terraincoten größer sind als die Gradientecoten, und im Damme oder Auftrag, wenn diese größer sind als jene.

Diese Differenzen, welche im Längenprofile eingeschrieben werden, müssen selbstverständlich, wenn die einzelnen Längen und Höhen nach den gewählten Maßstäben mit entsprechender Genauigkeit aufgetragen wurden, mit den am Profile mit Maßstab und Zirkel abzugreifenden Längen übereinstimmen.

Auf Grundlage des gezeichneten Längenprofiles wird häufig noch ein geschriebenes Längenprofil verfasst, d. h., es werden alle im Längenprofile enthaltenen Terrain- und Gradientecoten, sowie die Steigungscoefficienten der Gradienten und die Entfernung der Stations- und Zwischenpunkte nach folgendem Formulare in eine Tabelle zusammengestellt. (Siehe pag. 164).

Dabei werden die Angaben für die Columnen 1, 2, 3 und 4 aus dem Stationierungsprotokolle, jene für Colonne 5 aus dem Nivellementsprotokolle und jene 7 aus dem gezeichneten Längenprofile genommen, daraus die Gradientecoten an jedem Punkte für die Colonne 6 berechnet, und die Differenzen zwischen den in den Columnen 5 und 6 vorgemerkten Coten in Colonne 8, beziehungsweise 9, eingetragen. In Colonne 10 werden die allgemeinen localen Bemerkungen über die Natur des Bodens in den Einschnitten und dgl. vorgemerkt.

## Geschriebenes Längenprofil der Trace

von . . . . . nach . . . . .

Stations- Punkte	Zwischen- Punkte	Ent- fernung		Höhen- coten		die Bahn steigt oder fällt	Coten der		Anmerkung
		Ein- zeln	Zu- sam- men	des Ter- rains	der Gra- diente		Ein- smitte	Dämme	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Das geschriebene Längenprofil dient dazu, bei Begehung der Strecke und namentlich während der Ausführung des Baues an jedem Punkte der Trace die Höhe, beziehungsweise Tiefe der Gradienten über oder unter dem Terrain bestimmen zu können, ohne gezwungen zu sein, das gezeichnete, dieselben Daten enthaltende Längenprofil mit sich führen zu müssen.

Außerdem sind auch für die sämtlichen auf die Richtungsverhältnisse der Bahn bezugnehmenden Angaben, die im Längenprofile ersichtlich gemacht werden, und zwar die Anfangs- und Endpunkte aller Bögen, die Richtung der letzteren, d. h. nach rechts oder nach links, in der Richtung der Bahn und für jeden Bogen der Tangentenwinkel, der Radius, die Tangentenlänge und der Bogenabstand in folgender Tabelle zusammenzufassen: (Siehe pag. 165).

Weiters sind die Bestimmungen der im Bahnkörper herzustellenden Unterbauobjecte mit Rücksicht auf ihre Lage, ihre Natur und ihre Hauptdimensionen zu treffen. Unterbauobjecte sind diejenigen Bauwerke, welche in der Bahnachse oder in unmittelbarer Nähe derselben für den Abfluss der von der Bahn



durchschnittenen, fließenden und Niederschlagsgewässer, ferner für die Aufrethaltung der betreffenden Communicationen, endlich für die Consolidierung des Bahnkörpers in den Damm- und Einschnittböschungen herzustellen sind.

### Richtungsverhältnisse der Trace

von . . . . . nach . . . . .

Lage				Gerade lang	des Bogens						Anmerkung
von		bis			Länge	Richtung	Radius	Tangenten- winkel	Tangenten- länge	Abstand	
Hekto- meter	Meter	Hekto- meter	Meter								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Was die Lage und die Dimensionen der für den freien Wasserabfluss nothwendigen Brücken und Durchlässe betrifft, so kann eine passende Entscheidung oft erst nach eingehenden und ausgedehnten Terrainstudien und Erhebungen getroffen werden, und es erfordern die diesfälligen Untersuchungen, namentlich bei größeren Brückenanlagen, oft vielseitige Erfahrung. Die Größe der Durchflussöffnungen bei solchen Brücken kann erst nach Kenntnis des Normalprofils des Flusses bestimmt werden. Unweit der Bahn bestehende, denselben Fluss übersetzende Straßenbrücken können für diese Beurtheilung mitunter als Anhaltspunkt dienen, insoweit solche Brücken sich für alle vorgekommenen Fälle von Hochwässern als hinreichend erwiesen haben.

Die für den Abfluss des Niederschlagswassers nothwendigen Durchlässe sind in der Regel an den tiefstgelegenen Terrain-

punkten zu errichten, und müssen oft der Festsetzung der Durchflussweiten dieser Objecte ausgedehnte Erhebungen über das Gebiet, dessen Niederschlagswasser durch einen solchen Durchlass abfließen soll, und über die mittleren Niederschlagsmengen vorangehen.

Leichter ist im allgemeinen eine Bestimmung über die Lage und Form der für die Aufrechthaltung der bestehenden Communicationen zu errichtenden Bauobjecte zu treffen und je nach localen Umständen und der Wichtigkeit der unterbrochenen Verbindung zu entscheiden, ob eine Übersetzung im Niveau, eine Durchfahrt oder eine Überfahrt herzustellen angezeigt ist, und welche Dimensionen diesen Objecten eventuell zu geben wären, oder ob die Übersetzung nicht gleich verlegt und mit einer anderen unweit davon herzustellenden Übersetzung verbunden werden könne. Auch hiefür sind locale Erhebungen oft in weiterem Umfange zu pflegen.

Was die für die Consolidierung der Böschungen, sowie des Bahnkörpers nothwendigen Bauwerke, wie Futter- und Stützmauern, Dammpflasterungen, Entwässerungen und andere hieher gehörige Anlagen betrifft, so kann eine Entscheidung hierüber auch erst nach genauer Prüfung der örtlichen Verhältnisse, sowie der geologischen Beschaffenheit des Terrains getroffen werden.

Sind nach eingehender Prüfung an Ort und Stelle Lage, Natur und Dimensionen der herzustellenden Bauwerke bestimmt, so handelt es sich zunächst um die Art der Bauausführung, beziehungsweise die zu wählende Form der Objecte, insofern Brücken, Durchlässe, Überfahrten und Durchfahrten aus Mauerwerk gewölbt oder nur mit gemauerten Pfeilern und Widerlagern, mit eisernen Trägern oder eventuell ganz aus Holz herzustellen kommen.

Beim Übersetzen von breiten und namentlich tiefen Thälern und Schluchten, wobei man trachten muss am jenseitigen Hange mit derselben Höhenlage anzukommen, werden oft eingehende Erwägungen nothwendig, ob man Dämme, Viaducte oder Brücken mit Anschlussdämmen projectieren soll.



Welches Object von diesen am zweckmässigsten erscheint, bestimmt im allgemeinen der Kostenpunkt, die Bauzeit, dann die Bauwerke, welche im Dämme selbst errichtet werden müssen, ferner ob man nicht vielleicht durch ein aus Einschnitten gewonnenes Material zum Baue des Dammes gezwungen ist, ob nicht vielleicht durch den Damm der Stromstrich eine unnatürliche Richtung bekommt, wodurch Inundierungen und Dammbüche erfolgen können u. dgl. m.

Im allgemeinen sind Dämme für das Traversieren von Thälern nicht beliebt, weil hohe Dämme lange Bauwerke in denselben für die Aufrechthaltung der Passage und Wasserläufe erfordern, welche viele Instandhaltungsarbeiten nothwendig machen und im Falle Hochwassers oft Verstopfungen ausgesetzt sein können.

In der Nähe von Ortschaften, namentlich dort, wo viel Hochwasser zu erwarten ist, dann wo weicher Untergrund vorhanden und das Dammmaterial selbst weich und zum Rutschen geeignet ist, wird man keinen Damm, sondern einen Viaduct projectieren.

Ähnliche Überlegungen und vergleichende Kostenberechnungen werden auch bei tiefen Einschnitten Platz greifen müssen, wo je nach der Tiefe des Einschnittes und der Natur des auszugrabenden Erd- und Felsmaterials eventuell ein Tunnel billiger herzustellen sein kann, als der Einschnitt.

Die Entscheidung in diesen, sowie in vielen anderen auf die Art und Beschaffenheit der Unterbauobjecte bezughabenden Fragen kann nur nach reiflicher Localuntersuchung und auf Grund ausgedehnter Erfahrungen und oft umfassender Kostenberechnungen gefällt werden, und es lassen sich allgemeine Normen hiefür nicht aufstellen.

Die sämmtlichen für die Anlage des Bahnkörpers herzustellenden Unterbauobjecte sind, wenn deren Lage, Größe und Form erwogen und bestimmt sind, an den entsprechenden Punkten, die bezüglich ihrer Lage stets auf die vorhergehenden Hektometerpunkte einzumessen sind, in das Längenprofil

einzuzeichnen, und wie aus dem Beispiele ersichtlich, zu beschreiben.

Dieselben Eintragungen und Vormerkungen werden an den betreffenden Stellen auch in der Situation der Linie gemacht.

### 6. Lage der Wächterhäuser.

Die Wächterhäuser werden längs der Bahn so vertheilt, dass die dieselben bewohnenden Wächter eine möglichst freie und weite Aussicht nach beiden Seiten auf die Bahn haben und gewisse eine besondere Aufmerksamkeit erfordernde Strecken oder Bauobjekte leicht besichtigen und begehen können.

Nachdem die Wächterhäuser vorerst den Zweck haben, dem für die Bewachung der Bahn nothwendigen Wächterpersonale Unterkunft zu gewähren, so vertheilt man dieselben so, dass sie auf jeder Wächterstrecke den einer besonderen Aufsicht bedürftigen Objecten und Punkten möglichst nahe kommen. Solche Punkte sind insbesondere Wegübersetzungen im Niveau, deren Barrièren behufs Vermeidung von Unglücksfällen eine beständige Bewachung und Bedienung erfordern.

Folgen sich zwei Wegübersetzungen in kurzen Entfernungen, so können beide durch einen einzigen Wächter überwacht und bedient werden, wobei der Wächterposten nächst der mehr frequentierten Übersetzung zu errichten und der Schranken der zweiten Übersetzung mit einer Zugvorrichtung von diesem Posten aus zu versehen ist. Die Länge einer Zugvorrichtung soll in gerader Richtung 700 m nicht überschreiten, und muss in Bögen wegen der erhöhten Reibung des Zugdrahtes entsprechend reducirt werden.

Kommen Wegübersetzungen nur in beschränkter Anzahl vor, so sind dieselben zuvörderst mit Wächterposten zu versehen und zwischen denselben die weiteren Wächterhäuser so zu vertheilen, dass deren Entfernung untereinander eine möglichst gleichmäßige ist und je nach den besonderen localen und voraussichtlichen Betriebsverhältnissen der Bahnlinie zwischen ein und zwei Kilometern beträgt.





Als Stationierungspunkt (Colonne 1) der Bauwerke wird stets die Mitte des Objectes genommen; die übrigen Colonnen dieser Tabelle, beziehungsweise die Art, wie dieselben auszufüllen sind, bedürfen kaum einer besonderen Erwähnung.

### 8. Aufnahme der Querprofile.

Die specielle Projectierung des Bahnkörpers und die genaue Berechnung der zu bewegenden Erdmassen erfordern die Aufnahme von Querprofilen an den ausgepflochten Punkten der definitiven Trace, da die Schichtenpläne immerhin leicht Differenzen ergeben können, welche für die genannten Zwecke nicht zulässig sind.

Diese Querprofile, welche sich auf ca. 20—30 m rechts und links der Bahn erstrecken müssen, werden im unverzerrten Mafsstabe aufgetragen. Man benutzt sie zum Einzeichnen des Bahnkörpers und der Nebenanlagen mit allen etwaigen Stützmauern und sonstigen Constructionen. Ebenso werden in dieselben die Resultate der angestellten Bodenuntersuchungen eingetragen, nach welchen die Neigungen der Böschungen zu bestimmen sind. Nach diesen Querprofilen werden auch die Tabellen aufgestellt, welche die Mafse des zu jeder Seite der Bahnachse erforderlichen Terrains enthalten und für die Bestimmung der Grenzen des zukünftigen Bahneigenthums dienen.

---

Eine weitere Bearbeitung des Projectes besteht in der Ausführung der Detailprojecte für die sämtlichen herzustellen den Unterbau- und Hochbauobjecte, sowie Weg- und Flussumlegungen, dann den detaillierten Stationsplänen, die Aufstellung der Vorausmafse für sämtliche Herstellungen, Arbeiten und Lieferungen, die Abfassung der Pläne für die nothwendigen Grundeinlösungen unter Angabe der Besitzer und Qualität des Bodens, endlich die Aufstellung der detaillierten Kostenvoranschläge nach den jeweiligen Arbeits- und Materialpreisen auf Grundlage der aufgestellten Detailprojecte für alle wie immer



gearteten Arbeitsleistungen und Lieferungen bis zur definitiven Inbetriebsetzung der projectierten Bahn.

Was die Specialprojecte für Unterbau- und Hochbaubjecte und dgl. betrifft, sei bemerkt, dass es fast überall Gebrauch ist, sogenannte Normalien für dieselben aufzustellen, die einerseits die Arbeiten wesentlich vereinfachen, anderseits dazu beitragen, eine wünschenswerte einheitliche Behandlung der Projecte herbeizuführen.

Für Parallelwege und Wegumlegungen ist nur im coupierten Terrain eine weitere Bearbeitung erforderlich, in der Ebene genügt es die Breite derselben in die Situation einzuzichnen. Im ersteren Falle werden die Parallelwege in die Querprofile neben dem Bahnkörper eingetragen.

In gleicher Weise verfährt man bei der Projectierung etwaiger Flusscorrectionen. Nur in den Fällen, in welchen dieselben gröfsere Dimensionen annehmen, pflegt man dafür ein besonderes Project in Situation, Längen- und Querprofilen anzufertigen.

Für die Wegübergänge im Niveau sind Specialprojecte mit den zugehörigen Rampen auf besondere Blätter zu verfassen.

### § 3. Berechnung der Baukosten.

Einen wesentlichen Theil der technischen Vorarbeiten für einen Bahnbau bildet die Ermittlung des für denselben erforderlichen Anlagecapitals.

Während bei den generellen Vorarbeiten für die Aufstellung des Kostenvoranschlages, wobei im allgemeinen derselbe Weg einzuschlagen ist wie für den speciellen Kostenvoranschlag, die aufzuwendenden Kosten für die einzelnen Bautitel mehr in summarischer Weise berechnet werden, geschieht dies in dem speciellen Kostenvoranschlage auf Grund der Einzelprojecte, welche eine genaue Berechnung der zu bewegenden Erdmassen, der zu beschaffenden Materialien und der einzelnen Arbeits-

leistungen zur Ausführung der projectierten Anlagen gestatten, im Detail.

Die Gesamtkosten einer Bahnanlage setzen sich, wie aus dem 1. Abschnitt, 3. Capitel zu entnehmen, aus mehreren, ihrer Natur nach sehr verschiedenen Beträgen zusammen, von welchen jedoch nur die Grundeinlösung und die Erdarbeiten näher betrachtet werden sollen.

### 1. Grundeinlösung.

Die Berechnung der zum Baue der currenten Bahn erforderlichen Grundflächen erfolgt nach den aus dem Längenprofile entnommenen Höhen des Auf- und Abtrages an den Bruchpunkten des Terrains. Die erforderliche Terrainbreite ergibt sich aus der Summe der Breite des Unterbauplanums, welches sich wieder nach der Bahnkategorie richtet, der Horizontalprojection der Böschungen entsprechend der Erdgattung, der Breite eventuell nothwendiger Parallelgräben, Parallelwege, Schneedämme, Materialgräben und dgl.

Auch mit Hilfe des Planimeters lassen sich die Grundflächen direct aus dem Längenprofile bestimmen, indem man die einzelnen Auf- und Abträge, soweit dieselben auf gleichwertigem Boden liegen, planimetriert, die so erhaltene Fläche mit einem der Neigung der beiden Böschungen und der Verzerrung des Längenprofiles entsprechenden Coefficienten multipliciert und diesem Producte noch den constanten Theil des Querprofiles, d. i. das Planum, Seitengräben, Banketts u. s. w. multipliciert mit der Länge hinzufügt. Dieses Verfahren bietet den Vortheil, dass aus den Planimeterzahlen gleichzeitig die Böschungflächen leicht ermittelt werden können.

Das für die Bahnhöfe erforderliche Terrain richtet sich nach der Ausdehnung des Bahnhofes selbst.

Die Werte der einzelnen Grundstücke werden am besten durch ortskundige Taxatoren ermittelt und festgestellt.

Für Wirtschafterschwernisse und Umwege sind bei stark parzelliertem Terrain 20—30 % des Gesamtwertes, bei weniger



parzelliertem 10—15% und für Cultur — und Nutzenschädigung 8—10% zu rechnen.

Die Kosten für die Leitung des Grunderwerbgeschäftes, Diäten und Reisekosten, dann Eingrenzung und dgl. richten sich nach den jeweiligen Verhältnissen.

## 2. Erdarbeiten.

### A. Berechnung der Erdmassen.

Die Kosten dieses Titels untertheilt man zweckmäfsig in:

1. Die Kosten für Passierbarmachung der Linie, Interimsbrücken u. s. w., Rodungs- und Abräumungsarbeiten, welche sich den localen Verhältnissen entsprechend ergeben.

2. Die Kosten für die Bewegung der Erdmassen und der Herstellung des Bahnkörpers. Die Berechnung dieser erfolgt nach Maßgabe der Damm- und Einschnittprofile, bei welchen die Neigungen der Böschungen der Natur der verschiedenen Boden- respective Felsarten entsprechend bestimmt werden.

Für die Inhaltsberechnung der Querprofile des Bahnkörpers gibt es verschiedene Methoden.

Bei horizontalem Terrain und für den generellen Kostenvoranschlag auch bei nicht stark geneigtem Terrain erfolgt die Bestimmung des Flächeninhaltes der Querprofile nach Tabellen, in welchen die Inhalte der Normal-Profile für alle in Frage kommenden Höhen berechnet und aus welchen für die aus dem Längenprofile zu entnehmenden Höhen, der Inhalt des Profiles direct abzulesen ist. Der Fehler, welcher durch Vernachlässigung der Neigung des Terrains bei der Aufstellung des generellen Kostenvoranschlages entsteht, wächst mit der Planumbreite und der Höhe des Profiles und wird kleiner, je steiler die Böschung wird.

Es genügt jedoch für den generellen Kostenvoranschlag, dass man die Neigung des Terrains nur in stark coupierten Partien berücksichtigt und auch hier für den praktischen Gebrauch nur wenige Tabellen für Neigungen bis höchstens 1:10 rechnet.

Für diese Tabellen genügt ferner die Berechnung der Flächeninhalte in ganzen Quadratmetern für Höhen respective Tiefen von halben zu halben Metern, da eine grössere Genauigkeit von den generellen Längenprofilen nicht zu erwarten ist.

Für den specificirten Kostenvoranschlag dagegen wird das Detaillängenprofil die für den Zweck der Ermittlung von Profilsflächen nothwendigen Daten mit grösserer Genauigkeit geben.

Bei coupiertem Terrain genügt dieses Verfahren für den specificirten Kostenvoranschlag nicht; hier geschieht vielmehr die Berechnung der Erdmassen auf Grund der für die specielle Bearbeitung des Projectes aufgenommenen Querprofile. Die Ermittlung des Flächeninhaltes dieser Profile, welche gewöhnlich aus einer mehr als vierseitigen Figur bestehen, kann auf verschiedenen Wegen stattfinden.

Ein Verfahren besteht z. B. darin, dass man die gebrochene Terrainlinie durch eine Gerade ersetzt, welche so gelegen ist, dass der Inhalt des durch dieselbe mit den Schnittlinien der Begrenzungsflächen des Bahnkörpers erhaltenen Viereckes gleich dem Inhalte der ursprünglichen Figur ist; bei dieser Construction bedient man sich mit Vortheil des Satzes: Inhalte von Dreiecken mit gleichen Grundlinien und gleichen Höhen sind gleich.

Der Inhalt des so gewonnenen Viereckes kann dann leicht ermittelt werden.

Ein weiteres Verfahren zur Ermittlung der Inhalte der Querprofile besteht in der Anwendung der Planimeter, namentlich des Amsler'schen Polarplanimeters. Um eine entsprechende Genauigkeit zu erzielen, muss beim Gebrauche des letzteren das Papier glatt ohne Falten und Wellen fest aufliegen. Der Fehler wird unter Voraussetzung sorgfältiger Arbeit bei einmaligen Umfahren der Figur von Amsler zu  $0,1\%$ , von Jordan zu  $0,5\%$  angegeben; derselbe wird jedoch grösser, wenn der Pol innerhalb der zu umfahrenden Figur steht.

Die Inhaltsermittlung der Profile kann nun ferner durch directe Berechnung aus den gegebenen Dimensionen erfolgen; hiebei vermeidet man zwar einige Fehlerquellen der früheren



Methoden, jedoch ist diese Art sehr weitläufig und zeitraubend und findet daher seltener Anwendung.

Bei Bahnen, welche die spätere Bestimmung für zwei Geleise haben, jedoch vorerst nur eingleisig ausgeführt werden sollen, und daher die im Längenprofile angegebene Höhe die Mittellinie des zweigleisigen Bahnkörpers darstellt, mithin hier nicht die wahre Mittellinie des Profiles ist, kann auch der Inhalt desselben nicht genau richtig sein.

Da jedoch die Mittellinie des eingleisigen Bahnkörpers in der Regel nur 2,00 m von der des zweigleisigen entfernt ist, so kommt dieser Fehler nur bei sehr steilen Hängen in Betracht. Es ist dann, je nach der Neigung des Terrains, die aus dem Längenprofile entnommene Höhe um ein dieser Entfernung entsprechendes Stück zu corrigieren und hiernach der Inhalt des Profiles zu ermitteln.

Die Berechnung des cubischen Inhaltes des Bahnkörpers erfolgt nach Ermittlung des Inhaltes der Querprofile im allgemeinen nach vier Methoden, von welchen jedoch nur die allgemein angewendete angeführt werden soll.

Der Cubikinhalte  $J$  des zwischen zwei Querprofilen mit den Flächen  $F_1$  und  $F_2$  gelegenen Theiles des Bahnkörpers ist gleich der halben Summe der beiden Flächen multipliciert mit dem Abstände  $l$  dieser beiden Flächen von einander also:

$$J = \frac{F_1 + F_2}{2} l.$$

Diese Methode ist in der Praxis am verbreitetsten; der Fehler, welcher hiebei begangen wird, ist für generelle Kostenvoranschläge belanglos.

Der Fehler, welcher hiebei gemacht wird, nimmt mit dem Quadrate der Höhendifferenz, dann direct mit der Entfernung und mit der Neigung der Böschung ab und wächst mit der Neigung des Terrains.

Für den specificirten Kostenvoranschlag wird der hiebei gemachte Fehler nur dadurch in zulässige Grenzen gebracht, dass man die Profile in wechselndem Terrain sehr nahe aneinander legt.

Für die Aufzeichnung der berechneten Massen bedient man sich, um die Arbeit zu vereinfachen und übersichtlich zu gestalten, folgenden Formulares:

### Erdbewegungsprotokoll

für die Strecke von . . . . . nach . . . . .

Stationspunkt		Entfernung in Metern	Anschüttungshöhe	Abgrabungstiefe	Profilfläche		Verglichene Fläche	Cubikinhalt des				Anmerkung
Hektometer	Meter				im Damme	in Einschnitte		Dammes		Einschnittes		
								Einzeln	Zusammen	Einzeln	Zusammen	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

In den Columnen 1 und 2 trägt man die genaue Lage der Nullpunkte, d. h. der Anfangs- und Endpunkte der Einschnitte und Dämme, welche sich leicht aus dem Längenprofile berechnen lassen, und zwischen denselben der Reihenfolge nach die Stationierung aller jener Punkte ein, an welchen Querprofile aufgenommen und berechnet wurden; die hiezu ermittelten Querprofilflächen schreibt man in derselben Zeile in Colonne 6, beziehungsweise 7 ein; in Colonne 4 und 5 werden die entsprechenden, aus dem Längenprofile entnommenen Daten vorgemerkt.

Die in der Stationierung von zwei aufeinanderfolgenden Querprofilpunkten bestehende Differenz gibt diese Entfernung untereinander, und wird als solche in der Mitte zwischen den beiden Zeilen in der Colonne 3 eingetragen.

Ebenso gibt das arithmetische Mittel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Querprofilflächen die für die Massenberechnung



zu verwendende, sogenannte verglichene Fläche, welche ebenfalls in der Mitte zwischen den beiden Zeilen in Colonne 8 vorzumerken ist. Multipliciert man die verglichene Fläche mit der in derselben Zeile in Colonne 3 eingeschriebenen Distanz zwischen den zwei Querprofilen, so gibt das Product den Cubikinhalte desjenigen Damm- oder Einschnittstheiles, der zwischen diesen beiden Querprofilen eingeschlossen ist; man setzt dasselbe in die bezeichnete Zeile in Colonne 9, beziehungsweise 11, ein; addiert man alle zwischen 2 Nullpunkten gelegenen Theilproducte in der Colonne 9, beziehungsweise 11, zusammen, so erhält man den Cubikinhalte des ganzen Dammes, respective Einschnittes, der zwischen den Nullpunkten eingeschlossen ist, und merkt diese Summe in Colonne 10, beziehungsweise 12, vor. Selbstverständlich sind für alle Nullpunkte die Eintragungen in den Columnen 4, 5, 6 und 7 gleich 0.

Wenn man dieselbe Rechnungsoperation für alle der Reihe nach auf einer Bahnlinie sich abwechselnd folgenden Dämme und Einschnitte fortsetzt, so erhält man die Massen der sämtlichen Dämme und Einschnitte in den Columnen 10 und 12 und aus deren Summe die für die Herstellung des ganzen Bahnkörpers nothwendigen Erdbewegungen, und zwar die Abgrabungsmassen und Anschüttungsmassen getrennt.

Außer für die currente Bahn sind aber oft noch Erdbewegungen für sogenannte Nebenarbeiten, und zwar für Fluß- und Wegregulierungen, Wegrampen, Wächterhausplateaus und dergl., auszuführen, und werden dieselben auf Grund der bestehenden Objecte, und wenn nöthig mit Zuhilfenahme von Querprofilen, für jedes Object getrennt berechnet und der Reihenfolge nach mit genauer Stationierung und Angabe der Arbeitsgattung, ob Anschüttung oder Abgrabung, in eine Zusammenstellung aufgenommen; wenn man deren Summe zu den in dem Erdbewegungsprotokolle ausgewiesenen Massen addiert, so erhält man die Gesamtsumme der für die Herstellung der Bahn nothwendigen Erdbewegungen, nach Auftrags- und Abtragsmassen geschieden.



### **B. Massendisposition.**

Nach vollendeter Berechnung der zu bewegendenden Erdmassen erfolgt die Aufstellung des Vertheilungsplanes derselben, der sogenannten Massendisposition oder Erdvertheilung. Sie bezweckt, die Kosten der Erdbewegung auf das kleinste Mafz zu beschränken.

Zunächst hat man diejenigen zwingenden Momente aufzusuchen, welche der Erdbewegung bestimmte, nicht überschreitbare Grenzen setzen. Solche Hindernisse bilden gröfsere Bauwerke, namentlich Tunnels, Viaducte etc., deren Fertigstellung der Erdtransport nicht abwarten darf; ferner grofse Dämme und Einschnitte, deren Vollendung erst gegen das Ende der Bauausführung zu erwarten steht. Solche gegebene Trennungspunkte für den Erdtransport zerlegen die Bahnlinie in gröfsere Transportsabtheilungen, innerhalb deren eine Ausgleichung der Massen anzustreben ist.

Die Materialgräben und Ablagerungsplätze, welche sich bei eventuellem Mangel oder Überflusse an Erdmaterial nothwendig machen, werden an den betreffenden Stellen im Längenprofile mit besonderer Farbe bezeichnet, und die veranschlagten Kosten an Grundentschädigung, Gewinnung und Transport für den Cubikmeter der Entnahme oder Ablagerung daneben notiert. Nach diesen vorbereitenden Arbeiten wird der Plan für die Vertheilung der Massen entworfen. Dies kann auf zweifache Weise geschehen, entweder durch Rechnung oder auf graphischem Wege mit Hilfe des Massennivellements.

#### **a. Vertheilung der Massen durch Rechnung.**

Bei diesem Verfahren werden möglichst viele Dispositionen versucht, die jedesmaligen Ausführungskosten berechnet und durch Vergleichung derselben, welche eventuell weiter mögliche Verbesserungen in die Hand gibt, schliesslich die günstigste Vertheilung und Bewegung der Erdmassen festgestellt. Die gefundenen Resultate — sowohl die Massen als die Transportsweiten — werden in einem eigenen Längenprofile mit Angabe



der einzelnen Massen eingetragen, die einander entsprechenden Einschnitts- und Dammmassen mit gleichen Farbentönen angelegt und die Transportrichtungen derselben neben den Transportweiten durch kleine Pfeile bezeichnet. Außerdem wird die festgestellte Massendisposition in das folgende Formular eingetragen:

Strecke		Cubikinhalt des		Verdrängung des Dammkörpers durch Objecte	Nebenarbeiten, Cubikinhalt der		Zusammen		Art der				Somit nothwendige Abgrabung, Cubikmeter	Erdkategorien	Verführungsdistanz	Anmerkung
von	bis	Einschnittes	Dammes		Abgrabung	Anschüttung	Zur Verfügung stehende Abgrabungsmassen	Nothwendige Anschüttungsmassen	Verwendung der vorhandenen Abgrabungsmassen		Bedeckung der nothwendigen Anschüttungsmassen					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	Cub.-m	Wo-hin	Cub.-m	Wo-hin	14	15	16	17

Über die Art der Ausfüllung dieser Tabelle ist Folgendes zu bemerken: In den Columnen 1 und 2 werden die Anfangs- und Endpunkte der Dämme in der Reihenfolge, wie die Einschnitte und Dämme aufeinander folgen, und in Column 3, eventuell 4, die aus dem Erdbewegungsprotokolle ersichtlichen Cubikmassen der aufeinander folgenden Einschnitte oder Dämme eingetragen.

Befindet sich in einem Dämme ein Unterbaubject, so kommt dessen Volumen dem Bahnkörper zu gute, und ist in der betreffenden Zeile, Column 5, vorzumerken.

Die auf einer Damm- oder Einschnittsstrecke vorkommenden Nebenarbeiten sind mit ihren Massen, und zwar nach Abtrags- und Auftragsmassen getrennt, in den Columnen 6 und 7 einzuschreiben. Wenn man hierauf die in den Columnen 3 und 6 oder

die in den Columnen 4 und 7 verzeichneten Massen addiert, wobei von letzterer Summe die in Colonne 5 vorgemerkten, verdrängten Massen zu subtrahieren sind, so erhält man die Summe derjenigen Abgrabungs- oder Anschüttungsmassen, die auf der Strecke zwischen den zwei in den Columnen 1 und 2 verzeichneten Profil- bezw. Nullpunkten auszuführen sind; man trägt diese Summe in Colonne 8, eventuell 9 ein, und bekommt nunmehr diejenige Masse, deren Vertheilung, bezw. Bedeckung, vorzunehmen ist.

Die für die Vertheilung getroffenen Dispositionen werden in den Columnen 10 und 11, eventuell 12 und 13, eingetragen. Es seien z. B. zwischen zwei Punkten des Längensprofils im ganzen nach Colonne 8 Abgrabungen in der Menge von 15 618 m<sup>3</sup> zu machen, und es wäre diese Masse nicht ganz in den zwei anstossenden Dämmen zu verwenden, sondern es müsste ein Theil davon oberhalb des Einschnittes deponiert werden, so würden die diesfälligen Eintragungen in Colonne 10 und 11 etwa folgendermaßen lauten:

3978 m<sup>3</sup> in den vorhergehenden Damm,

7832 m<sup>3</sup> in den folgenden Damm,

3808 m<sup>3</sup> oberhalb des Einschnittes zu deponieren.

---

15 618 m<sup>3</sup>.

Wenn nun der auf diesen Einschnitt folgende Damm sammt Nebenarbeiten nach Colonne 9 eine gesammte Anschüttungsmasse von beispielsweise 21 342 m<sup>3</sup> erfordern würde, so könnte die Deckung dieses Bedarfes in Colonne 12 und 13 etwa in folgender Weise ersichtlich zu machen sein:

7832 m<sup>3</sup> aus dem vorhergehenden Einschnitte,

5318 m<sup>3</sup> aus dem folgenden Einschnitte,

8192 m<sup>3</sup> aus dem Materialgraben, für Anschüttung der Rampe und des Wächterhausplateaus (Colonne 7)

---

21 342 m<sup>3</sup>

und müssten in der Verwendungsart der Abgrabungsmassen des folgenden Einschnittes bei der nächsten Post in den Columnen



10 und 11 die hier angenommenen  $5318 \text{ m}^3$ , als in den vorhergehenden Damm verwendet, ausgewiesen werden.

Es ist in dieser Weise für jede Theilstrecke die Verwendung, eventuell die Bedeckung, ersichtlich zu machen, wobei ein allfälliger Überschuss an Material durch Deponierung ausgeglichen und ein Mangel an solchem durch Materialgräben gedeckt wird. Wenn die Vertheilung in der Art durchgeführt ist, so sind dadurch die nothwendigen Elemente für die Berechnung der Erdbewegung geschaffen.

Jede Erdarbeit begreift nämlich die zwei Factoren des Abgrabens oder Gewinnens und des Transportes in sich und sind aus der Vertheilung diese zwei Factoren zu entnehmen und in den Columnen 14 und 16 in der Weise vorzumerken, dass in Colonne 14 alle wie immer gearteten Abgrabungsmassen und in Colonne 16 die für jede Theilquantität giltige Verführungsdistanz eingetragen wird. Auf das frühere Beispiel zurückgreifend würden somit die Massen 3978, 7832 und 3808 in Colonne 14, und zwar die ersten zwei Summen mit den dazugehörigen Verführungsdistanzen bis zu dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Damme und die letzte Summe mit der mittleren Verführungsdistanz bis zum Deponierungsplatze figurieren und diese drei Distanzen an den betreffenden Stellen in Colonne 16 einzuschreiben sein, während bei der folgenden Post der Anschüttungsmasse in der Colonne 14 nur die letzte Summe von  $8192 \text{ m}^3$  mit der zugehörigen Verführungsdistanz in Colonne 16 zu erscheinen hätte, weil die erste Summe von  $7832 \text{ m}^3$  bereits in der vorhergehenden Post aufgenommen wurde und die zweite Summe von  $5318 \text{ m}^3$  bei Vertheilung der Masse des folgenden Einschnittes erscheint.

Ist diese Arbeit für die ganze Bahnstrecke durchgeführt, so gibt die Summe der sämmtlichen in Colonne 14 vorgemerkten Massen die Gesamtquantität der für diese Bahnstrecke nothwendigen Erdarbeiten mit den in Colonne 16 ersichtlich gemachten, für jede Theilquantität anzuwendenden Verführungsdistanzen.

Wenn man nun ferner in Colonne 15 bei jeder Theilquantität der abzugrabenden Erdmassen die in der Natur durch Sondierungen zu erhebende Erdkategorie vormerkt, insoferne dieselbe auf den Gestehtpreis der Arbeit und in einem gewissen, wenn auch geringeren Grade auf den Transportpreis von Einfluss ist, so sind damit alle Elemente vereinigt, welche für die Berechnung der Kosten der Erdarbeiten maßgebend sind.

Eine gründliche Durchführung dieses Verfahrens erfordert — abgesehen von einfachen Verhältnissen — viel Arbeit und Ausdauer.

#### b. Vertheilung der Massen auf graphischem Wege.

Das Massen- und Vertheilungsprofil löst die Aufgabe auf directem Wege. Dasselbe wurde von dem bayrischen Ingenieur Bruckner erfunden und von Culmann, Bauernfeind, Eikemeyer und Launhardt weiter ausgebildet.

Trägt man die Gröfsen der Querprofile im Abstände der letzteren als Ordinaten auf und verbindet die Endpunkte der Ordinaten miteinander, so entspricht die zwischen zwei Ordinaten liegende Fläche der zwischen den betreffenden Profilen liegenden Masse. Man nennt daher diese Figur das Massenprofil. Man erhält durch dasselbe über die Gröfse und Lage der Massen eine viel vollständigere Vorstellung, als durch das Längenprofil.

Wenn in einem Profile gleichzeitig Auf- und Abtrag vorkommt, so ist es zweckmäfsig, beides getrennt aufzutragen; außerdem ist aber noch die Differenz beider Massen aufzutragen, da die Differenz offenbar der Masse entspricht, welche in der Längsrichtung der Bahn zu transportieren ist, während die kleinere von beiden Massen durch Quertransport verführt wird. Die Abtragsprofile vergrößert man beim Auftragen um die Auflockerung.

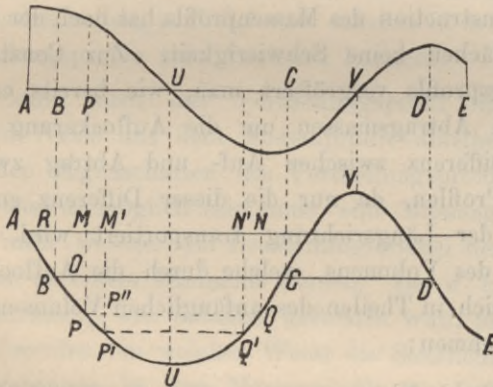
Trägt man die zwischen einem bestimmten, als Anfang gewählten Punkte und einem beliebigen Profile liegende Gesamtmasse an letzterem als Ordinate auf, (wobei indes Auf- und Abtrag mit entgegengesetztem Vorzeichen einzuführen sind) indem man so vorgeht, dass man die Abscissenachse, sobald man



die letzte Ordinate für den vorhergehenden Damm oder Einschnitt gezogen hat, parallel zu sich bis zum Ende der Ordinate verschoben denkt und von dort aus die weiteren Ordinaten entsprechend dem Zeichen (Damm + nach aufwärts, Einschnitt — nach abwärts) aufträgt, so entsteht durch die Verbindung der Endpunkte der Ordinaten eine neue Curve, welche das Vertheilungsprofil genannt wird. Dasselbe hat folgende Eigenschaften:

1. Je nachdem das Vertheilungsprofil steigt oder fällt, entspricht demselben im Längenprofile ein Damm oder Einschnitt. Die aufsteigende Linie nennt man Verbrauchslinie, die absteigende Bezugslinie. Ist das Massenprofil an einer Stelle horizontal, so liegt die Bahn im Terrain.

Fig. 56.



2. Die Punkte, in welchen die Tangenten an das Vertheilungsprofil horizontal sind, oder die sogenannten Maximal- und Minimalpunkte, entsprechen den Punkten, in welchen Auftrag in Abtrag übergeht, oder den sogenannten Übergangspunkten.

3. Die Differenz zweier Ordinaten ist der zwischen den entsprechenden Profilen liegenden Masse gleich. So z. B. ist  $MP - RB = OP$  die zwischen B und P liegende Abtragsmasse. (Fig. 56).

4. Jede durch das Massenprofil gezogene Horizontale theilt das Massenprofil in eine Anzahl von Bergen und Thälern, innerhalb deren die Massen sich jedesmal genau ausgleichen. Jede solche Horizontale wird deshalb Massengleiche genannt, und jede zwischen ihr und der Profillinie eingeschlossene Erhebung oder Senkung bildet eine kleine Transportsabtheilung — „Transportsection“ — für sich. In den Bergsectionen muss zu diesem Zwecke ein Rückwärtstransport, in den Thalsectionen ein Vorwärtstransport stattfinden.

Wenn in Figur 56 über die Punkte A und E hinweg nicht transportiert werden kann, so wird man beispielsweise den Abtrag BU für den Auftrag CU, den Abtrag DV für den Auftrag CV verwenden können, und der Abtrag AB sowie jener DE wird seitlich abzulagern sein.

Die Construction des Massenprofils hat nach der Berechnung der Profillflächen keine Schwierigkeit. Zur Construction des Vertheilungsprofils vergrößert man, wie bereits erwähnt, die berechneten Abtragsmassen um die Auflockerung und bildet nun die Differenz zwischen Auf- und Abtrag zwischen den einzelnen Profilen, da nur die dieser Differenz entsprechende Masse in der Längsrichtung transportiert wird. Die Vergrößerung des Volumens, welche durch die Auflockerung eintritt, lässt sich in Theilen des anfänglichen Volumens folgendermaßen annehmen:

Sand, Kies . . . . .	0,01
Dammerde, Gerölle . . . . .	0,03
Thonige Erde . . . . .	0,05
Fester Thon, Lehm, Mergel . . . . .	0,07
Milder Felsen . . . . .	0,10
Mittelfester Felsen . . . . .	0,17
Fester Felsen. . . . .	0,25

Die Rechnungsergebnisse stellt man zum Zwecke der Benützung beim Auftragen der Ordinaten etwa in der folgenden Weise tabellarisch zusammen:



Tabelle für das Massen- und Vertheilungs-Profil.

Bezeichnung	Profil	Fläche			Volumen			Volumen-Differenz		Summe der Volumina	Anmerkungen
		Auftrag	Abtrag		Auftrag	Abtrag		Auftrag	Abtrag		
			wirklicher	reduzierter		wirklicher	reduzierter				
VI. Transports-Abtheilung, Erdtransport	56	23,0	0,2	0,2	203,8	1,8	1,9	201,9	—	+ 11630,0	Die Abträge sind um 30% vergrößert.
	56 b	22,0	0,2	0,2	660,7	46,9	48,3	612,4	—	+ 11831,9	
	56 c	5,2	4,6	4,7	18,4	831,0	855,9	—	837,5	+ 12444,3	
	56 d	—	51,8	53,4	—	410,4	422,7	—	422,7	+ 11606,8	
	57	—	41,8	43,1	—	—	—	—	—	+ 11185,1	

Gebirgsmassen, welche für die Dammbildung nicht verwendet werden sollen, z. B. Schotter müssen in der Tabelle und im Vertheilungsprofile zum Ausdruck kommen.

Man kann auch das Vertheilungsprofil in vollständig graphischer Weise aus dem Massenprofile ableiten.

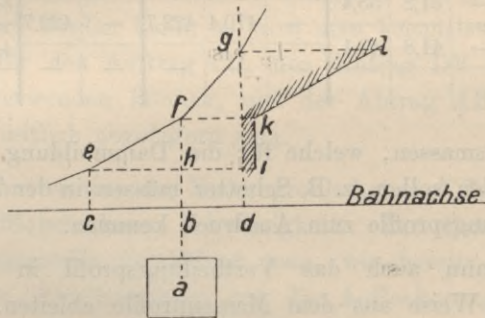
Aus den Eigenschaften des Vertheilungsprofils folgt unmittelbar, dass es möglich sein muss, eine Massengleiche einzuzichnen, nach welcher die Herstellungskosten der Einschnitte und Dämme zu einem Minimum werden. Bevor jedoch dargelegt werden kann, wie dieselbe gefunden wird, muss zunächst angegeben werden, in welcher Weise die Seitenentnahmen und Seitenablagerungen in dem Massenprofile zur Darstellung gebracht werden, und wie die Transportkosten zum Ausdruck kommen.

Eine Seitenentnahme wird im Vertheilungsprofile neben der betreffenden Verbrauchslinie und zwar gleichfalls durch eine aufsteigende Linie („Entnahmelinie“) dargestellt. Die Entfernung zwischen beiden entspricht der Transportweite zwischen der Entnahme und Schüttstelle.

Wird also die Seitenentnahme parallel zur Bahnachse angelegt, so ist die Entnahmelinie parallel der Verbrauchslinie (siehe Taf. III die Entnahme bei Station 23).

Findet dagegen die Seitenentnahme nicht parallel zur Bahnachse, sondern wie Fig. 57 im Grundrisse darstellt, seitlich der Mittellinie von einem Punkte  $a$  aus statt, von welchem die Transporte in den Bahndamm  $cd$  nur über den Punkt  $b$  hinweg erfolgen können, so wird für den zugehörigen Theil einer Vertheilungsprofilinie  $efg$  die Entnahmelinie durch die Linie  $ikl$  dargestellt, für welche  $fk$  und  $hi = ab$ , ferner  $gl = ab + bd$  und  $ei = ab + bc$  ist.

Fig. 57.



In analoger Weise ist die Ablagerungslinie festzustellen.

Zweckmäßig ist es, wie bereits erwähnt, bei Seitenentnahme und Ablagerung die Kosten, welche durch den Grunderwerb für die Fläche des Materialgrabens oder der Fläche für die Deponierung entstehen, auf den Cubikmeter der zu bewegenden Masse zu vertheilen, dieselben dem Preise für das Lösen, Laden und Transportieren hinzuzufügen, und dann die Linien für die Seitenentnahmen oder Ablagerungen in den diesen Kostensummen entsprechenden Transportentfernungen im Vertheilungsprofile aufzutragen. Es wird dadurch der Vortheil erzielt, dass man im letzteren nur noch mit Transportkostenlängen zu rechnen hat.

Weiters ist für die Bestimmung der richtigen Lage der Massengleiche noch die Kenntniss der Transporttheorie nothwendig.

Die Massentheilchen eines Körpers  $A$  seien in parallelen Geraden so weit zu transportieren, dass sie einen neuen Körper



B bilden. Hierbei komme ein Theilchen mit dem Volumen  $m$  von  $a$  nach  $b$ ; die Länge des Weges  $a b$  sei  $x$ , und die Abstände der Punkte  $a$  und  $b$  von einer beliebigen auf der Transportrichtung senkrechten Ebene  $x_1, x_2$ . Die Transportkosten sind dem Producte aus Volumen und Transportweite proportional; man kann also die Transportkosten  $K$ , wenn  $\beta$  einen Erfahrungs-Coefficient bedeutet, setzen:

$$K = \beta \sum m x = \beta (\sum m x_1 + \sum m x_2).$$

Ist das gesammte Volumen  $M$ , die Entfernung der Schwerpunkte beider Körper  $l$  und die Abstände derselben von der Normalebene  $l_1, l_2$ , so ist:

$$\sum m x_1 = M l_1, \quad \sum m x_2 = M l_2, \quad \text{also } \sum m x = M (l_1 + l_2) = M l,$$

mithin  $K = \beta M l$

d. h. die Transportkosten sind proportional dem Producte aus der zu transportierenden Masse und der Entfernung der Schwerpunkte des Auf- und Abtrages.

Man nennt dieses Product das Transportmoment.

Sehr häufig bestimmt man das Transportmoment dadurch, dass man die Schwerpunkte des Auf- und Abtrages im Längenprofile nach dem Augenmaße bestimmt, und alsdann ihre Entfernung mit der Masse multipliciert. Für oberflächliche Kostenanschläge wird dies genügen. Genauer ließen sich die Schwerpunkte nach dem Augenmaße im Massenprofile bestimmen, da sie hier mit den Schwerpunkten der die Massen darstellenden Flächen zusammenfallen. Am einfachsten aber erhält man das Transportmoment durch das Vertheilungsprofil in folgender Weise:

Die zwischen den unendlich nahen Profilen  $M, M'$  (Fig. 56) liegende Masse ist:

$$M' P' - M P = P' P''.$$

Zieht man durch  $P$  und  $P'$  die Horizontalen  $P Q, P' Q'$ , durch  $Q$  und  $Q'$  die Ordinaten  $N Q, N' Q'$ , so gleichen sich die zwischen  $M$  und  $M'$ ,  $N$  und  $N'$  liegenden Massen aus, so dass  $P Q$  als Transportweite der zwischen  $M$  und  $M'$  liegenden Masse angenommen werden kann. Das Transportmoment des Massenelementes ist:

$$P' P'' \cdot P Q = \text{Fläche } P Q Q' P'.$$

Das gesammte Transportsmoment ist daher, wenn  $BC$  die Massengleiche ist, gleich der Fläche  $BU C$ , d. h. das Transportsmoment ist gleich der vom Vertheilungsprofile durch die Massengleiche abgeschnittenen Fläche.

Den Flächeninhalt bestimmt man entweder durch Rechnung in der bekannten Weise, oder, was meist das rätlichste ist, mit Hilfe des Planimeters.

Dividirt man das Transportsmoment durch die Transportmasse, so erhält man den Abstand der Schwerpunkte des Auf- und Abtrages oder die sogenannte mittlere Transportsweite.

Berücksichtigt man nun ferner die Kosten des Auf- und Abladens ( $\alpha$ ) und statt der ganzen Masse  $M$  die Cubikeinheit, so ist

$$K = \alpha + \beta l.$$

Sowohl  $\beta$  wie  $\alpha$  sind vom Transportmittel abhängig. Mit wachsendem  $l$  geht man vom Schubkarren zum Handkippkarren, zum Pferdekippkarrentransport, endlich zum Transport mit Arbeitsbahnen („Menschen-, Pferde- oder Locomotivbetrieb“) über.

Nach verschiedenen Angaben hat Professor Launhardt Durchschnittswerte dieser Kosten ermittelt und folgende Formeln zusammengestellt:

Schubkarren	$K = 6,20 + 0,05 l,$
Handkippkarren	$K = 9,20 + 0,035 l,$
Pferdekippkarren	$K = 12,90 + 0,025 l,$
Arbeitsbahnen	$K = 21,50 + 0,011 l.$

Obige Gleichungen geben die Kosten für  $1 \text{ m}^3$  Material auf horizontaler Bahn in Kreuzern ö. W.

Bei geneigten Bahnen ist auch der Einfluss der Neigung zu berücksichtigen.

Hiezu denke man sich eine ideale Weglänge  $l_0$  auf horizontaler Bahn, für welche die Transportkosten pro Masseneinheit ebenso groß sind, als für die Weglänge  $l$ , welche in der Steigung  $s$  gelegen ist. Diese ideale Weglänge  $l_0$  heißt die reducierte Transportsweite. Näherungsweise bestimmen sich nach Winkler die reducierten Transportsweiten für die verschiedenen Transportmittel aus folgenden Gleichungen:



für den Schubkarrentransport:

$$l_0 = (1 + 13 s + 325 s^2) l \quad \text{für Steigung}$$

$$l_0 = (1 + 9 s + 106 s^2) l \quad \text{für Gefälle}$$

für den Handkippkarrentransport:

$$l_0 = (1 + 20 s + 350 s^2) l$$

für den Pferdekippkarrentransport:

$$l_0 = (1 + 25 s + 520 s^2) l.$$

Transport auf Interimsbahnen u. zw. durch Menschen betrieben innerhalb einer Steigung von  $\frac{1}{40}$ :

$$l_0 = (1 + 80 s + 3870 s^2) l.$$

Im Gefälle, wo die Arbeiter auf den Wagen stehen und den Lauf derselben nur durch Bremsen regeln:

$$l_0 = (0,112 - 38 s - 83 s^2) l.$$

Durch Pferde betrieben und hiebei pro Pferd 1 bis 4 Wagen gerechnet:

$$l_0 = (1 + 93 s + 6900 s^2) l.$$

Mit Bezug auf die Formel  $K = \alpha + \beta l$  ergeben sich daher bei beliebiger Steigung die Kosten pro  $m^3$  in Kreuzer ö. W mit:

1) für Schubkarren  $K = 6,20 + (0,05 + 0,65 s + 21,5 s^2) l,$

2) „ Handkippkarren  $K = 9,20 + (0,035 + 0,7 s + 12,250 s^2) l,$

3) „ Pferdekippkarren  $K = 12,90 + (0,025 + 0,625 s + 13,0 s^2) l.$

Bei felsigem Materiale ist überdies ein 20%iger Zuschlag in Rechnung zu nehmen.

Für Interimsbahnen mit Locomotivbetrieb mit Locomotiven von 5 Tonnen Gewicht ergeben sich näherungsweise die Transportkosten pro  $m^3$  Material mit:

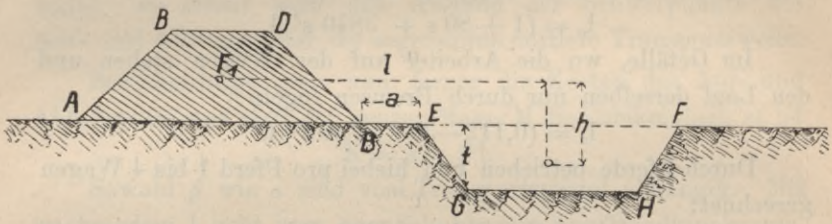
$$K = (0,0018 + 0,2 s + 5 s^2) l \text{ in der Steigung,}$$

$$K = (0,0018 + 0,05 s + 3 s^2) l \text{ im Gefälle.}$$

Für die Anwendung auf die graphische Massenvertheilung empfiehlt es sich, die Kosten für die einzelnen Transportarten nach den gegebenen Formeln zu rechnen, und die Minimalwerte für die verschiedenen Transportlängen und Steigungen in einem Längenmaßsstabe derart einzuschreiben, dass man durch Anlegen dieses Maßstabes gleich die hiefür geltende Kostenziffer ablesen kann.

Bei Seitenentnahmen und Seitenablagerungen ist das Material in der Regel nur auf kurze Distanzen zu verführen, hingegen oft auf bedeutende Höhen zu heben (Fig. 58). Es bietet daher der Transport in kürzester Linie oft eine zu große Steigung, so dass es zweckmäßiger erscheint, das Material auf einem Umwege zu transportieren, um dabei die günstigste Steigung erlangen zu können.

Fig. 58.



Nach der allgemeinen Form der Gleichungen für die reduzierte Transportlänge ist:

$$l_0 = (1 + A s + B s^2) l,$$

weitere ist das Steigungsverhältnis

$$s = \frac{h}{l}$$

somit:

$$l_0 = l + A h + B \frac{h^2}{l}.$$

Die günstigste Wahl des Umweges ist offenbar an das Minimum der reduzierten Transportweite gebunden, daher dieses zu bestimmen ist:

$$\frac{d l_0}{d l} = 1 - \frac{B h^2}{l^2} = 0$$

$$l = h \sqrt{B}; \quad \frac{h}{l} = \frac{1}{\sqrt{B}} s$$

$$l_0 = h \sqrt{B} + A h + \frac{h^2 B}{h \sqrt{B}}$$

$$l_0 = h \sqrt{B} + A h + h \sqrt{B}$$

$$l_0 = h (A + 2 \sqrt{B}).$$



Mit Zugrundelegung des bei der Seitenentnahme oder Ablagerung gewöhnlich angewendeten Schubkarrentransportes ergibt sich, da  $A = 13$  und  $B = 325$ , die gesuchte reducierte Transportweite mit:

$$l = 50 h \text{ oder näherungsweise}$$

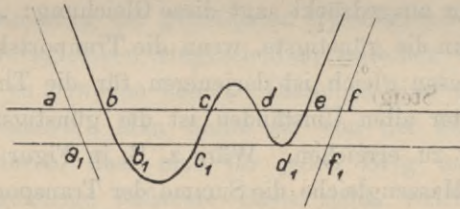
$$l_0 = 30 H, \text{ wenn } H \text{ die Höhe}$$

des Dammes vorstellt.

Durch Einführung der reducierten Transportweiten ist nun hinsichtlich der Massendisposition keine Rücksicht mehr auf etwaiges Gefälle der Transportrichtung zu nehmen, sondern so zu verfahren, als ob alle Transporte auf horizontaler Bahn stattfänden.

Nach Kenntnis des Vorangeführten ist man nun im Stande, innerhalb der einzelnen Transportsections die Ermittlung der günstigsten Massengleiche vorzunehmen.

Fig. 59.



Sollen nach Maßgabe einer beliebigen, durch ein Verteilungsprofil gelegten Horizontalen oder Massengleichen  $af$  (Fig. 59) die Transporte ausgeführt werden, so müssten dieselben innerhalb der einzelnen Transportsections bis zu folgenden Grenzen stattfinden:

1. von  $b$  nach  $a$  (Seitenablagerung)
2. „  $b$  „  $c$
3. „  $d$  „  $c$
4. „  $d$  „  $e$
5. „  $f$  „  $e$  (Seitenentnahme).

Wird dagegen die Massengleiche in einer anderen, jedoch benachbarten Lage gewählt, so hat man für die nach einer

Seite ab-, nach der anderen hinzukommende kleine Differenz der Masse gerade jene Transportweiten in Rechnung zu ziehen.

Verschiebt man z. B. die Massengleiche a f um  $1 \text{ m}^3$  nach aufwärts, so ist je  $1 \text{ m}^3$  Masse weniger auf die bezüglichen Entfernungen b a, d c und f e, dagegen  $1 \text{ m}^3$  mehr auf die Längen b c und d e zu transportieren. Die Differenz der diesen Längen entsprechenden Transportkosten gibt sonach die Ersparnis an, welche bei jener Verschiebung der Massengleiche gemacht werden kann. Wird also diese Differenz für eine Lage der Massengleiche bei Verschiebung nach beiden Richtungen zu Null, so ist die günstigste Massengleiche gefunden.

Dieser Fall tritt ein, wenn:

$$(a b) + (c d) + (e f) = (b c) + (d e)$$

wird, worin die eingeklammerten Ausdrücke die Transportkosten für die gleichlautenden Längen (incl. Grunderwerb und Lösen des Bodens für Seitenentnahme und Ablagerung) bezeichnen. Dieselben werden an dem Transportmaßsstabe abgelesen.

In Worten ausgedrückt sagt diese Gleichung: „Die Massengleiche ist dann die günstigste, wenn die Transportkostensumme für die Bergbasen gleich ist derjenigen für die Thalbasen.“

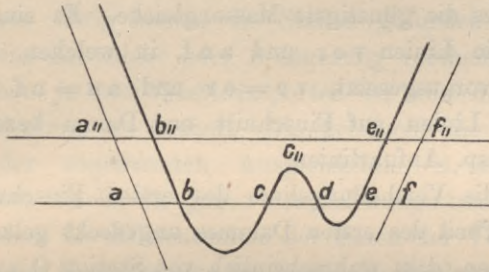
Nicht unter allen Umständen ist die günstigste Lage der Massengleiche zu erreichen. Wäre z. B. in Figur 59 bei der Lage a f der Massengleiche die Summe der Transportkosten für die Thalbasen größer als die für die Bergbasen, so würde man die Massengleiche herunterrücken müssen. Geschähe dies bis zu der Lage  $a_1 f_1$  und wäre dann das gewünschte Resultat noch nicht erreicht, so könnte ein weiteres Herunterschieben der Massengleiche nicht erfolgen, weil die Massen unterhalb der Thalbase b c sich untereinander billiger ausgleichen, als dies bei Benutzung der Ablagerung bei  $a_1$  und der Entnahme bei  $f_1$  möglich ist. Diese äußerste Lage der Massengleiche nennt man daher „Grenzgleiche“ oder auch „Grenze“.

Wären umgekehrt in Figur 60 die Transportkosten für die Bergbasen größer als für die Thalbasen, so würde man die Massengleiche nach oben, wenn nöthig auch über den Punkt c, hinaus verschieben müssen bis zu der Lage  $a_{11} f_{11}$ , für



welche stattfinden soll  $(b_{''} a_{''}) + (f_{''} e_{''}) = (b_{''} e_{''})$ ; in dieser Gleichung bezeichnen wieder die eingeklammerten Ausdrücke, die den betreffenden Längen entsprechenden Kosten. Diese letztere Grenzgleichung würde in diesem Falle gleichzeitig die günstigste Massengleichung sein, weil für diese die Transportkosten ein Minimum werden.

Fig. 60.



Zur Bestimmung der günstigsten Massengleichung werden zunächst die Grenzgleichungen eingezeichnet, zwischen welchen sich die Versuche zu bewegen haben. Dieselben sind auf Tafel III mit gg bezeichnet. Man findet sie von der Station 0 bis  $12 + 50$ , dadurch, dass man für jeden Berg und für jedes Thal die zugehörige äußerste Basis zieht, welche noch die Profillinie zu beiden Seiten trifft, wobei von der möglichst extremen Lage der Grenzgleichung unter Einschluss etwa zwischenliegender Berge und Thäler auszugehen ist. Zwischen Station  $12 + 50$  und 23 wird die Grenzgleichung gg dadurch gefunden, dass die Kosten für den Transport von Station  $12 + 50$  bis Station 23 mit 67 Heller gleich den Kosten der Ablagerung bei Station 12 mit 24 Heller und denen für die Entnahme bei Station 23 mit 43 Heller werden. Ohne die Annahme der Seitenentnahme und Ablagerung würde die Grenzgleichung um so viel höher liegen, dass der letzte Punkt der Profillinie bei Station 23 noch getroffen würde. Diese Grenzgleichung gg ist gleichzeitig die günstigste Massengleichung, weil sie die günstigste Massenverteilung angibt, da ein Verschieben derselben eine

Vertheuerung der Herstellungskosten des Dammes und des Einschnittes mit sich bringt.

Die Anzahl der Grenzgleichen gibt ohneweiteres die Anzahl der Transportsectionen, im vorliegenden Falle = 6.

Um nun auch die günstigste Massengleiche auf der ersten Strecke des Profiles von Station 0 bis 13 zu finden, zeichnet man zunächst bei jedem Einschnitte und jedem Damme für sich mit ausschließlicher Rücksicht auf die benachbarten Theile des Massenprofiles die günstigste Massengleiche. Es sind dies auf Tafel III die Linien  $v e r$  und  $a n f$ , in welchen, horizontale Transporte vorausgesetzt,  $v e = e r$  und  $a n = n f$  ist. Man nennt diese Linien auf Einschnitt und Damm bezogen, Vertheilungs- resp. Anfuhrlinien.

Durch die Vertheilungslinie des ersten Einschnittes wird ein großer Theil des ersten Dammes ungedeckt gelassen, es ist das ein Zeichen, dass wahrscheinlich von Station 0 an eine Entnahme stattfinden muss. Die Kosten derselben werden durch die dort eingezeichnete Entnahmelinie dargestellt. Im zweiten Damme dagegen überschneiden sich die Vertheilungslinien des vorhergehenden und folgenden Einschnittes, sie disponieren also über die Dammassen doppelt, mithin ist es klar, dass für die Herstellung dieses Dammes voraussichtlich keine Entnahme stattfinden darf.

Zieht man in gleicher Weise bei jedem Damme für sich die günstigste Abfuhrlinie, so fällt dieselbe für den ersten Damm mit der Grenzgleiche  $g g$  zusammen, wenn auf die etwaige Entnahme keine Rücksicht genommen wird. Für den zweiten und dritten Damm wird dieselbe durch die Linien  $a n f$  gefunden.

Durch die Anfuhrlinien des ersten und zweiten Dammes wird über einen großen Theil  $a g$  des dazwischen liegenden ersten Einschnittes doppelt disponiert, mithin ist für diesen keine Ablagerung erforderlich, vielmehr würde noch mehr Masse in demselben erwünscht sein. Die Abfuhrlinien des zweiten und dritten Dammes überschneiden sich jedoch auf der zwischen ihnen liegenden Bezugslinie nicht, lassen mithin einen Theil  $f a$  des Einschnittes unverwendet. Es ist dies also eine Stelle, an



welcher möglicherweise eine Ablagerung stattfinden muss. Die Gesamtkosten derselben mögen 26 Heller pro  $m^3$  betragen und ist dementsprechend die Ablagerungslinie in der IV. Section gezeichnet.

Durch die Vertheilungs- und Abfuhrlinien sind also zwei weitere Stellen, an welchen vielleicht Quertransporte stattfinden werden, bestimmt. Ganz allgemein werden durch ersteren, wenn sie auf den zwischen ihnen liegenden Verbrauchs- oder Bezugslinien Massen übrig lassen, die Stellen gefunden, an welchen vielleicht eine Entnahme oder Ablagerung vortheilhaft ist.

Zwischen je zwei Quertransporten ist nun die günstigste Massenvertheilung zu suchen. Es geschieht dies durch Einzeichnen der sogenannten Ausgleichlinie, d. h. derjenigen Horizontalen, welche die ganze Ausgleichungsstrecke so durchschneidet, dass die Kostensumme der Basen der Vorwärtstransportegleich der Kostensumme der Basen der Rückwärtstransporte ist. In dem gegebenen Beispiele Taf. III ist dies für die Strecke von 0 bis  $7 + 50$  der Linie 11 der Fall, denn für dieselbe ist die Summe der Kosten für die Vorwärtstransporte nach dem Maßstabe für die Transportkosten  $= 29,0 + 25,7 + 26,0 = 80,7$  und die Summe der Kosten für die Rückwärtstransporte  $= 43,2 + 37,5 = 80,7$  Heller.

Ebenso findet man die Ausgleichungslinie *i i* für die Strecke von Station  $7 + 50$  bis zur Ablagerung bei Station 12, für welche wieder die Summe der Kosten für die Vorwärtstransporte  $36,2 + 24,0 = 60,2$  und die Summe der Kosten der Rückwärtstransporte  $26,0 + 34,2 = 60,2$  Heller ist.

Die so gefundenen Ausgleichungslinien geben jedoch noch nicht die richtige Vertheilung der Massen an, weil durch sie über den Theil *i i* des zweiten Einschnitts doppelt vertügt wird. Hieraus geht hervor, dass bei Station  $7 + 50$  keine Ablagerung stattfinden darf, vielmehr hier noch mehr Massen erwünscht wären. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die beiden Ausgleichungslinien zu combinieren und eine neue Ausgleichungslinie zwischen Station 0 und der Ablagerung bei Station 12 zu suchen. Diese ist die Linie *k k*, denn für dieselbe findet statt



Summe der Kosten der Vorwärtstransporte  $29,0 + 28,1 + 33,2 + 24,0 = 114,3$  Heller und die Summe der Kosten der Rückwärtstransporte  $41,5 + 35,8 + 37,0 = 114,3$  Heller; durch die Schnitte dieser Linie mit der Massenprofillinie in den Punkten  $k k$  sind die Grenzen der Transportsectionen genau bestimmt. Dieselben können direct in das Längenprofil übertragen werden. Würden mehr als zwei Ausgleichungslinien zu combinieren sein, so würde man zunächst diejenigen zwei benachbarte, welche den größten Verticalabstand haben, miteinander verbinden müssen, weil durch die Combinationen dieser die größte Ersparnis erzielt wird und diese bei allen weiteren Combinationen ihren Einfluss geltend macht. Hiedurch findet man schliesslich die absolut günstigste Ausgleichungslinie.

Für die Strecke von Station  $12 + 50$  bis  $23$  wurde bereits durch die Grenzgleiche die günstigste Massenvertheilung gefunden. In dieser VI. Section sind jedoch noch mehrere Berge und Thäler, welche durch die Ausgleichungslinie  $g g$  nicht geschnitten werden, für dieselben sind also die Transportsectionen noch nicht bestimmt. Man legt deshalb eine sogenannte Ausgleichungslinie zweiter Ordnung ein, welche genau nach der obigen Regel so bestimmt werden muss, dass die Summe der Kosten für die Rückwärtstransporte gleich der Summe der Kosten der Vorwärtstransporte wird. Betrachtet man die Linie  $m m$ , so ist bei einer Verschiebung derselben um  $1 m^3$  nach unten im ersten und zweiten Thale  $1 m^3$  weniger zu bewegen, mithin werden die Kosten von  $38,6 + 53,8 = 92,4$  Heller gespart, dagegen im ersten Berge  $1 m^3$  mehr zu bewegen und außerdem noch  $1 m^3$  über die ganze Länge von Station  $13$  nach  $23$  zu transportieren. Es stehen also obiger Ersparnis die Mehrausgaben von  $27,2 + 65,2 = 92,4$  Heller gegenüber; die Mehrausgabe ist demnach gleich der Ersparnis, mithin gibt die Linie  $m m$  die günstigste Massenvertheilung an. In gleicher Weise wird die Ausgleichungslinie dritter Ordnung  $m' m'$  gefunden.

Nummehr sind die durch die Schnitte dieser Linien mit der Vertheilungsprofillinie alle Transportsectionen bestimmt und können in das Massenprofil eingetragen werden.



Entsprechend den aus der graphischen Darstellung zu entnehmenden Entfernungen sind die geeignetsten Transportmittel und damit die Kosten für den Transport der Massen zu bestimmen.

#### § 4. Das Entwickeln im Gefälle.

Wenn die Trace an einer Berglehne zu führen ist, und nach der topographischen Beschaffenheit des Landes weder über die allgemeine Richtung noch über die Gefällsverhältnisse ein Zweifel möglich ist, so würde die Aufnahme eines Schichten- oder Höhenplanes für die genaue Bestimmung der Lage der Trace einen unnöthigen Aufwand an Kosten und Zeit verursachen, ohne die Lösung der Aufgabe wesentlich zu erleichtern.

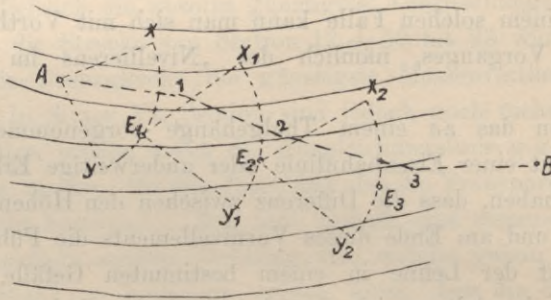
In einem solchen Falle kann man sich mit Vortheil eines anderen Vorganges, nämlich des „Nivellierens im Gefälle“ bedienen.

Wenn das an einem Thalgehänge vorgenommene Vornivellement einer Eisenbahnlinie oder anderweitige Erhebungen ergeben haben, dass die Differenz zwischen den Höhengoten am Anfange und am Ende dieses Vornivellements die Führung der Trace auf der Lehne in einem bestimmten Gefälle möglich macht, so handelt es sich zunächst darum, zwischen den zwei gegebenen Endpunkten der Trace diejenigen Punkte auf dieser Lehne zu finden, welche der Reihenfolge nach in dem gewünschten Gefälle liegen. Könnte man die Trace durch diese Punkte führen, so würde sie im Terrain selbst liegen, und sonach die nothwendigen Erdarbeiten auf ein Minimum reducieren.

Ein zwischen den Punkten A und B, (Fig. 61) vorgenommenes Nivellement hätte z. B. ergeben, dass zwischen A und B, eine Linie im Gefälle von 1:100 zulässig ist, so sind zunächst diejenigen Punkte an der Lehne zwischen A und B zu bestimmen, welche in diesem Gefälle von 1:100 liegen, und in welcher letzteren demgemäß die zukünftige Gradienten im Niveau des Terrains läge. Es seien ferner die Punkte 1, 2 und 3 Punkte des gemachten Vornivellements, und aus dem generellen Längensprofile sei mit Rücksicht auf die in dem bestimmten Gefälle von

1:100 eingezeichnete Gradienten die Nothwendigkeit hervorgegangen, die Trace wegen des Umfanges der Erdarbeiten in allen Punkten wesentlich zu verschieben, beziehungsweise mehr dem Terrain anzupassen. Die absolute Höhengcote von Punkt A, der als tiefster Einsattlungspunkt eines Bergrückens, oder als Endpunkt eines Stationsplatzes, als Mundöffnung eines Tunnels, oder in anderer Weise vollkommen unverrückbar als Punkt der Trace und Anfangspunkt der Entwicklung bestimmt erscheint, sei bekannt. Stellt man in diesem Punkte ein Nivellierinstrument auf, misst die Instrumentenhöhe und addirt man dieselbe zur bekannten Höhengcote des Punktes A, so erhält man die

Fig. 61.



Visurhöhe des Instruments an diesem Punkte. Soll nun in einer bestimmten Entfernung von A, etwa von 50 m, ein Terrainpunkt B (Fig. 62) gefunden werden, der gegen A im gewünschten Gefälle von  $\frac{1}{100}$  liegt, so wird die Lattenhöhe l dieses vom Instrumente in A anvisierenden Punktes B offenbar gleich sein müssen der Instrumentenhöhe i, vermehrt um das Gefälle zwischen A und B, nämlich:

$$\frac{50}{100} = 0,5 \text{ d. i. } l = i + 0,5.$$

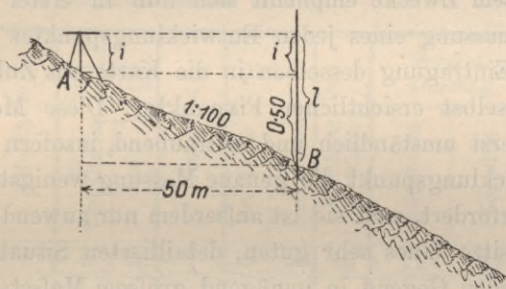
Diese Lattenhöhe kann sonach für eine bestimmte Entfernung von A im voraus bestimmt und die Scheibe einer Nivellierlatte darauf eingestellt werden; man kann hierauf einen Figuranten mit dieser eingestellten Scheibe von A aus in der Richtung



der zu entwickelnden Trace gegen B (Fig. 61) bis auf die angenommene Entfernung von 50 m schicken, und ihn vom Instrumente in A aus, in dem mit dem Halbmesser von 50 m um A zu beschreibenden Kreisbogen solange nach rechts oder links einwinken, bis in irgend einem Punkte das Fadenkreuz des Fernrohres die Scheibe der Nivellierlatte gerade halbiert.

Dieser Punkt heißt Entwicklungspunkt und wird von dem Figuranten mit einem Pflöcke versehen, den man als ersten Entwicklungspunkt, etwa mit  $E_1$  bezeichnet.

Fig. 62.



Entsprechen in dem Bogen  $x y$  mehrere Terrainpunkte der Lattenhöhe  $l$ , so entscheidet man vom Instrumente aus auf Grundlage der allgemeinen Form des Terrains, sowie der allgemeinen Richtung der Trace, welcher Punkt mit Rücksicht auf die weitere Entwicklung am geeignetsten ist, und nur dieser Punkt wird markiert.

Bei diesen und allen folgenden Entwicklungspunkten wird das analoge Verfahren wie beim Punkte A wiederholt.

Die Lattenhöhe  $l$  im Punkte  $E_1$  von der früheren ermittelten Visurhöhe in A abgezogen gibt selbstverständlich die Pflöckhöhe von  $E_1$ .

Was das Messen der Entfernungen für die Entwicklungspunkte betrifft, so wird hiefür häufig das Schrittmaß angewendet; Kettenmessungen sind jedoch jedenfalls insofern vorzuziehen, als sie hier stets ohne besonderen Zeitverlust vorge-

nommen werden können, und eigentlich nur eine Vermehrung des Arbeiterpersonales um einen oder zwei Arbeiter bedingen.

Um für die Bahntrace die genaue Lage mit Rücksicht auf ihre Geraden und Bögen bestimmen zu können, ist es nothwendig, zuvörderst die Lage dieser Entwicklungspunkte gegeneinander auf einer genauen Karte der Gegend einzutragen, und dann in diese Karte diejenige aus Geraden und Kreisbögen zusammengesetzte Linie einzuzichnen, welche sich den Entwicklungspunkten am meisten nähert, also die für das betreffende Terrain relativ günstigste Trace darstellt.

Zu diesem Zwecke empfiehlt sich nun in erster Linie die directe Einmessung eines jeden Entwicklungspunktes am Felde selbst und Eintragung desselben in die Karte mit Zuhilfenahme gewisser daselbst ersichtlicher Fixpunkte. Diese Methode ist jedoch äußerst umständlich und zeitraubend, insofern als sie für jeden Entwicklungspunkt die genaue Messung wenigstens zweier Distanzen erfordert, und sie ist außerdem nur anwendbar, wenn man im Besitze eines sehr guten, detaillierten Situationsplanes der betreffenden Gegend in genügend großem Mafsstabe ist, auf dem man eben die Einmessungen von vorhandenen, unverrückbaren Punkten, wie Strafsenkreuzungen, Gebäuden' u. dergl. vornehmen kann. Der Mafsstab von 1 cm = 30 m bis 50 m soll für diese Einmessungen nicht überschritten werden, da ja die einzumessenden Distanzen selbst, wie auch die Entfernungen der einzelnen Entwicklungspunkte niemals groß sein dürfen.

Ist eine solche Detailkarte nicht vorhanden und will man die Arbeit der Aufnahme ersparen, so kann man denselben Zweck durch eine trigonometrische Aufnahme der Entwicklungspunkte erreichen, die mit der Operation der Entwicklung selbst verbunden wird. Man hat zu diesem Behufe einfach bei jeder Aufstellung des Instrumentes denjenigen Winkel zu messen, den die Visuren nach dem nächstvorhergehenden und dem nächstfolgenden Entwicklungspunkte mit einander bilden, denn es ist einleuchtend, dass wenn man diese Winkel, sowie die Distanzen der einzelnen Entwicklungspunkte von einander kennt, das rich-



tige Netz dieser Entwicklungspunkte jederzeit construiert werden kann.

Die Resultate der Winkelmessungen werden mit den gleichzeitig vorzunehmenden und vorher beschriebenen Operationen der Entwicklung in ein gemeinschaftliches Manuale eingetragen, das etwa folgendermaßen eingerichtet sein kann, und für die nachmaligen Zimmerarbeiten die wünschenswerte Uebersicht und Controle bietet:

**Protokoll für die Entwicklung der Trace**

von . . . . . nach . . . . .  
vorgenommen am . . . . .

Entwicklungspunkt	Distanz in Metern		Pflöckhöhe	Die Gradienten steigt, fällt		Visurhöhe	Höhe		Richtung des Winkels	Winkelablesung		Bruchwinkel	Anmerkung
	Einzel	Zusammen		im Verhältnisse	um		der Latte des Instrumentes	Rückwärts		Vorwärts			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A			150,00	fällt $\frac{1}{100}$		150,76		0,76	links	113°41'	242°17'	128°36'	
E <sub>1</sub>	50		149,50		0,50		1,26						

Bezüglich des Auftragens der einzelnen Entwicklungspunkte ist zu bemerken, dass bei aller Genauigkeit in der Messung der Bruchwinkel am Felde und im Auftragen sich Fehler einschleichen, und dass bei einer längeren Entwicklung die einzelnen Fehler in der Winkelauftragung sich am Schlusse zu einem ganz namhaften Gesamtfehler summieren.

Um dieser Eventualität vorzubeugen, ist es im allgemeinen empfehlenswert, mit dien Winkelmessungen von Fall zu Fall auch directe Einmessungen mehrerer hiezu geeigneter Entwicklungspunkte vorzunehmen.

Hat man in dieser Weise ein der Natur möglichst entsprechendes Bild der gegenseitigen Lage dieser Entwicklungspunkte, beziehungsweise einen Plan der ganzen gebrochenen Entwicklungslinie vor Augen, so unterliegt es keiner Schwierigkeit, in diese gebrochene Linie diejenige aus Geraden und aus Kreisbögen zusammengesetzte Linie einzuzichnen, welche sich der gebrochenen Linie am meisten nähert, also mit ihr in Wirklichkeit nahezu dieselben Gefällsverhältnisse besitzt.

Diese Linie wird die entwickelte Linie der Bahntrace genannt.

Da diese Linie kürzer ausfallen wird als die Verbindungslinie der Entwicklungspunkte, so wird sie auch ein größeres Gefälle als diese aufweisen. Daraus folgt, dass man stets in einem geringeren Gefälle entwickeln soll, als dasjenige ist, das man der definitiven Trace zu geben beabsichtigt. Für diese Abschwächung des Entwicklungsgefälles lässt sich keine Regel aufstellen; sie hängt ganz von der Natur und Beschaffenheit des Terrains ab, und wird um so größer, je zahlreicher und schärfer die Ecken der gebrochenen Entwicklungslinie sind.

Im allgemeinen können die Daten der folgenden Tabelle in dieser Hinsicht Anhaltspunkte geben :

soll ein Gefälle $n$ der Bahn erzielt werden von	so muss das Gefälle für die Entwicklung der Trace betragen:
1 : 40	1 : 45
1 : 60	1 : 75
1 : 80	1 : 100
1 : 100	1 : 130
1 : 150	1 : 170
1 : 200	1 : 220
1 : 300	1 : 315
1 : 500	1 : 510



### **3. Capitel.**

#### *Politische Tracierung.*

##### **§ 1. Zweck der politischen Tracierung.**

Die politische Tracierung hat den Zweck alle jene Gesetze und Verordnungen zu erwägen und zu beurtheilen, welche bei der Wahl der Trace in Frage kommen.

Derartige Gesetze und Verordnungen werden in allen Ländern erlassen, um die verschiedensten Interessen zu wahren; vor allem bezwecken sie: die Wahrung des Vorhaltsrechtes des Staates, die Wahrung der strategischen, öffentlichen und persönlichen Verkehrsinteressen, die Wahrung der öffentlichen Sicherheit, wie auch die Sicherheit der angelegten Capitalien.

##### **§ 2. Gesetzliche Bestimmungen.**

Die in Oesterreich auf den Bahnbau Bezug habenden Gesetze und Bestimmungen sind einzeln in der Staatsdruckerei erhältlich und außerdem noch in Sammlungen wie z. B. „Sammlung der auf das Eisenbahnwesen Bezug habenden Gesetze, Verordnungen und Indicate“ — herausgegeben von „Dr. Victor Röll“ enthalten. Unter andern sind:

##### **1. Concessions-Gesetz.**

Durch die Genehmigung der zur Erlangung der Concession nothwendigen Vorlagen, wird jede Bahnunternehmung daran gebunden, alle jene Orte, die in demselben enthalten sind, auch thatsächlich mit der Bahn zu berühren; die Zahl der Geleise, die Spurweite, dann die maximalen Steigungen und minimalen Radien einzuhalten, und dann seinerzeit nach Herstellung der Bahn den angegebenen Verkehr, die Zahl und Art der Züge, wie auch die maximalen Tarife zu beobachten, außerdem sind auch alle weiteren von den betreffenden Behörden gemachten Vorschriften, wie Vorsichtsmafsregeln gegen Feuersgefahr u. dergl. genau zu erfüllen.

Ferners wird durch dieses Gesetz die Concessionsdauer, d. i. die Zeit bestimmt, nach Ablauf welcher das Eigenthum der Unternehmung an der Eisenbahn selbst, an dem Grunde und Boden und den Bauwerken, welche dazu gehören, ohne Entgelt und unmittelbar an den Staat übergeht. Der Unternehmung verbleibt jedoch das Eigenthum an allen ausschließlich zu dem Transportgeschäfte bestimmten Gegenständen, Fahrnissen, Vorrichtungen und Realitäten.

## 2. Bestimmungen über das Zusammentreffen des Eisenbahn- und Bergbaubetriebes.

Um den Gefahren für die Sicherheit des Lebens und des Eigenthums zu begegnen, welche sich aus dem Bergbaubetriebe in der Nähe von Eisenbahnen ergeben können, insbesondere um den Bergbau- sowie den Eisenbahnbetrieb in einer Weise zu regeln, wodurch gegenseitige Störungen vermieden und Collisionen verhütet werden, wurde Folgendes bestimmt:

Zunächst sind alle Vorkehrungen, welche nach Vorstehendem nothwendig sind, von jener Unternehmung durchzuführen oder einzuhalten, welche später kommt.

Schürfungen und oberirdische Bergbaue, sowie die davon herrührenden Halden müssen von Eisenbahnen in solcher Entfernung gehalten werden, dass Haldenstürze den Eisenbahnbetrieb in keiner Weise stören oder hindern; Schächte, Stollen oder oberirdische Bergbauobjecte haben mindestens 38,00 m von Gebäuden, 29,00 m von Stationsplätzen, 6,00 m von den betreffenden Böschungsrändern der Erdwerke und 12,00 m von den Grundwerken der Viaducte und Brücken der Eisenbahnen abzustehen.

Dieselben Entfernungen sind auch bei der Anlage von Eisenbahnen in der Nähe schon bestehender Schächte, Stollen oder anderer oberirdischer Bergbauobjecte und deren Halden zu beobachten.

Unterirdischer Bergbau darf nur in solcher Nähe von Eisenbahnen geführt werden, oder Eisenbahnen in der Nähe dieses,



dass dadurch weder die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs noch jene des Bergbaubetriebes eine Beeinträchtigung oder Gefahr erleidet. Unter den Bahnkörper soll stets ein Kern von einer Breite bis zu 38,00 m stehen bleiben und für den Bergbau nicht ausgenützt werden. Sind zur Durchführung des Bergbaubetriebes Stollen durch diesen Kern nothwendig, so müssen diese den zur Sicherheit erforderlichen festen Ausbau mittelst gewölbter Mauerung erhalten.

Gegenwärtig findet zwischen den Parteien häufig ein eigenes Übereinkommen, welches auch von der Regierung genehmigt wird, statt.

Nach diesem kann der vorhin erwähnte Gang auch mit Holz ausgekleidet werden, oder man kann sogar den ganzen Kern abbauen, vorausgesetzt, dass dieser so tief liegt, dass durch den Einsturz des unterirdischen Ausbaues am Tage keine Einsenkung wahrnehmbar wird.

### 3. Tracenführung in der Nähe von Gebäuden.

Neben der bereits im 1. Abschnitte erwähnten nothwendigen feuersicheren Herstellung hat man bei der Tracierung noch zu beachten, dass die Trace von bestehenden Hochbauten, beziehungsweise Neubauten der Anrainer von der Trace im allgemeinen mindestens 9,5 m, wenn gegen die Bahn sich kein Ausgang aus dem Gebäude befindet oder 19,00 m, wenn ein Thor der Bahn zugewendet ist, abzustehen habe.

---

### III. Abschnitt.

## Der Erdbau.

### 1. Capitel.

#### *Ausführung der Erd- und Felsarbeiten.*

Der Gegenstand des vorliegenden Capitels bildet die Ausführung der Erdarbeiten, d. h. die technische Disposition zur Einleitung und Durchführung des Baues.

Der Erfolg der Arbeiten wird hier vor allem durch geschickte Dispositionen und weniger durch tüchtige Einzelleistungen bedingt.

Am meisten tritt dies beim Transporte des Bodens hervor, sowohl wegen seiner Bedeutung an sich, als auch wegen seines Einflusses auf die übrigen Arbeiten.

Im allgemeinen kann man die Erdarbeiten in folgende Abtheilungen untertheilen:

1. Vorbereitende Arbeiten.
2. Lösen des Bodens oder Gewinnungsarbeiten.
3. Transport des Bodens.
4. Schüttung des Bodens.

#### § 1. Vorbereitende Arbeiten.

##### 1. Bodenuntersuchungen.

Die Bodenuntersuchungen haben bereits für die Feststellung des Projectes und die speciellen Vorarbeiten große Wichtigkeit und besitzen auch ihren besonderen Wert für die Ausführung



der Erdarbeiten, indem die durch sie gewonnenen Resultate die Arbeitsdispositionen und die zu ergreifenden Sicherheitsmafsregeln, wenn auch nicht immer bestimmen, so doch beeinflussen und die Möglichkeit einer genauen Abschätzung der Arbeiten gewähren.

Die Ausdehnung der Untersuchung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, nach dem Wechsel der Bodenklassen, der Schichtenbildung und der Wasservertheilung. Oft sind die Verhältnisse so einfach und sind durch die geognostischen Erforschungen oder allgemein so bekannt, dass es besonderer Ermittlungen nicht bedarf, oft aber machen sie umfangreiche Arbeiten notwendig. Es handelt sich dabei nicht allein um die Bestimmung des Bodenmaterials, dessen Festigkeit u. dgl., sondern vorzugsweise auch um die Bestimmung der Schichten und den Wassergehalt.

Wo schon früher natürliche Bewegungen stattgefunden haben, werden dieselben leicht wieder eintreten, wenn eine künstliche Veränderung in der Bodenvertheilung vorgenommen wird. Wo solche Stellen natürlicher Rutschungen durch die wellenförmige Oberfläche des Terrains oder durch die oberhalb bewegter Massen leicht entstehenden Klüfte und plötzlich vorspringende steile Böschungen oder in anderer Weise sich kennzeichnen, bedarf es einer sorgfältigen Untersuchung und Bestimmung der Rutschflächen. Nicht minder wichtig ist es, die Ausdehnung der früheren Bodenbewegung und ihren Einfluss auf den natürlichen Lauf des Wassers, auf die Cohäsion des Bodens festzustellen, da alle diese und ähnliche Momente von Wichtigkeit sind für die zum Schutze der Arbeiten zu treffenden Sicherungsmafsregeln.

Muldenförmige Bildungen geben nach Art ihrer Entstehung, nach der Wasserabsonderung, nach dem Zustande des Materials und nach der Lagerung der Schichten, die oft nur durch gegenseitiges Stützen im Gleichgewichte erhalten werden, ebenfalls leicht Veranlassung zu Rutschungen, wenn sie von der Bahntrace getroffen und angeschnitten oder beschüttet werden.

Solche Stellen sind daher sorgfältigst zu untersuchen.



Bei Seen, Sümpfen, Moränen, Torfmooren u. dgl. kommt es nur auf die mit Sondiereisen auszuführenden Ermittlungen der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes und dessen Beschaffenheit an. Häufig finden sich Torflager von Sandschichten überdeckt, als Ablagerung fließender Gewässer und genügt in diesen Fällen nicht die Untersuchung nur auf die zuerst ange-troffene feste Bodenart auszudehnen, sondern es ist auch zu ermitteln, ob dieselbe die zum Tragen der Eisenbahnlasten erforderliche Mächtigkeit besitzt.

Bei wenigstens 1 Meter Mächtigkeit kann man in der Regel die Schichte als tragfähig annehmen.

Untersuchungen in der letztgenannten Art sind in einfacher Weise zu leiten und auszuführen. Ungleich schwieriger ist die rationelle Anordnung der Bodenuntersuchungen in hügeligem und gebirgigem Terrain. Hier kommt es nicht auf die große Anzahl einzelner Schürfungen in regelmäßigen Intervallen an, sondern auf die Erkennung derjenigen Bodenverhältnisse, welche eine sorgfältige Behandlung bei Ausführung der Arbeiten verlangen, um Unfällen vorzubeugen.

Sollen die Bodenuntersuchungen zunächst die Kenntnis derjenigen Verhältnisse schaffen, welche zur Herstellung eines rationellen Baues berücksichtigt werden müssen, so haben sie außerdem noch den Zweck, Resultate zu liefern, welche eine genaue Veranschlagung der Baukosten ermöglichen.

Was nun die specielle Ausführung der Bodenuntersuchungen betrifft, so besteht diese, außer in einfachen Abgrabungen und Sondierungen mit Sondiereisen, vorzugsweise in Bohrungen und Abteufen von Versuchsschächten.

Die Bohraparate müssen so eingerichtet sein, dass sie das Material aus den betreffenden Bodenschichten möglichst unvermischt und in großen Stücken zu Tage fördern. Bohrlöcher durch leicht bewegliche Schichten, wie Sand, Kies, Schlamm füllen sich in den unteren Theilen leicht mit den aus den oberen Schichten herabfallenden Materialien. Wo es in solchen Fällen auf genaue Resultate ankommt, muss daher die Bohrung in Röhren ausgeführt werden, ebenso bei Bohrungen unter Wasser



oder halbflüssigen Substanzen, zur Vermeidung des Zuschlammens des Bohrloches und der Auflösung des Materials.

Um durch Bohrungen die Neigung der einzelnen Schichten zu erkennen, sind wenigstens an zwei Stellen des Querprofils die Untersuchungen anzustellen.

Ergaben in den verschiedenen Profilen die Resultate eine Übereinstimmung in der Mächtigkeit der Aufeinanderfolge und den Einfallen der Schichten, so wird man auf eine regelmäßige Bildung schliessen können, im anderen Falle auf Verwerfung und Verschiebung und wird man dann zur Feststellung der Lagerungsverhältnisse die Untersuchung, wenn es die Umstände nothwendig machen, weiter fortzusetzen haben.

Die Lage der wasserführenden Schichten ist mit Ausnahme der obersten Schichte, weil von hier sich das Bohrloch mit Wasser füllt, durch Bohrungen nur annähernd zu ermitteln; es ist also schwer über deren Lage und Wasserreichthum Aufschluss zu erhalten. Ebensowenig genügen Bohrungen da, wo es auf eine genaue Kenntniss der Bodenkatgorien und ihren Festigkeitsgrad, sowie auf die Schwierigkeit der Bearbeitung und auf alle die Verhältnisse, welche die Disposition und die Kosten der Arbeiten bestimmen, ankommt. In allen wichtigen Fällen ist es daher zu empfehlen, durch Abteufen von Schächten mit  $1\frac{1}{2}$ — $2\text{ m}^2$  Querschnitt die Bodenschichten zu durchbrechen und blofszulegen, um deren Beschaffenheit im natürlichen Zustande direct erkennen und untersuchen zu können.

Die Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen geschieht durch Schrift oder Zeichnung oder durch beides gleichzeitig.

## 2. Einrichtung der Baustellen. Beschaffung der Geräthe. Geometrische Arbeiten. Rücksichtnahme auf das Setzen der Dämme.

Zu den weiteren Vorbereitungen für die Ausführung der Erdarbeiten gehören zunächst diejenigen administrativen Einrichtungen, welche sich auf die Organisation der Arbeiter, ihre



Unterbringung und Verpflegung, die Sicherheitspolizei, Gesundheitspflege, sowie das Zahlungs- und Rechnungswesen beziehen.

Es muss ferner für die Zugänglichkeit, Abgrenzung und Einrichtung der Baustellen, die Beschaffung der nöthigen Werkzeuge und Geräthe vorgesorgt werden und müssen die nothwendigen geometrischen Arbeiten am Felde zur Ausführung kommen.

Die Herstellung der Zufuhrwege zu den Baustellen beschränkt sich auf diejenigen Wege, welche zur Herbeischaffung der erforderlichen Geräthe und Materialien verlangt werden.

Die Abschließung der Baustelle gegen das anliegende Terrain hängt von landespolizeilichen Bestimmungen und den Eigenthumsverhältnissen ab. Die Einrichtung der Baustellen richtet sich nach dem Umfange der betreffenden Arbeiten. Bei kleineren Arbeiten, welche in kurzer Zeit und mit einfachen Mitteln zu vollenden sind, bedarf es meist keiner besonderen Baulichkeiten.

Bei umfangreicheren Arbeiten tritt zunächst die Frage nach Herstellung von Bauhütten, Bureaus, Werkstätten u. dgl. auf. Wo Pferde zum Transport von Boden verwendet werden, müssen wenn nicht in der Nähe der Baustelle schon vorhandene Räumlichkeiten für deren Unterbringung zu benützen sind, Stallungen mit Futterkammern u. dergl. erbaut werden.

Wo eine große Concentrierung von Arbeitern stattfindet, erfordert die Gesundheitspflege noch die Anlage und Ausstattung von Lazaretten.

Mitunter wird es sich empfehlen, die zu Bauzwecke erforderlichen Gebäude so herzustellen, dass sie für definitive Zwecke später zu verwenden sind; sonst wird man bewohnte Räume höchstens in ausgemauerten Fachwerken, Magazine, Werkstätten, Schuppen u. dgl. in der einfachsten Form aus Holz herstellen.

Der Bedarf an Geräthen richtet sich nach der getroffenen Arbeitsdisposition, nach der Art des Transportes, nach dem Umfange der Arbeiten und der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit.



Die geometrischen Arbeiten, welche der Inangriffnahme des Erdbaues vorangehen müssen, bestehen im Abstecken der Trace, im Aufstellen der Markierpfähle, Bezeichnung von Höhenpunkten u. dgl., welche die mit der speciellen Beaufsichtigung des Baues und Anstellung der Arbeiter beauftragten Aufsichtsorgane zu ihrer Instruction bedürfen. Bei den speciellen Vorarbeiten wird, wie bekannt, die Mittellinie der Bahn ausgesteckt, stationiert und nivelliert; es kommt daher nur darauf an, etwa verlorene Zeichen zu ersetzen und falls eine längere Zeit zwischen der Beendigung der Vorarbeiten und dem Beginne des Baues verflossen ist, auch eine Revision der ganzen Trace vorzunehmen.

Weiters ist die genaue Profilierung aller zur Ausführung gelangenden Erdwerke vorzunehmen.

Mit Rücksicht auf das Setzen der Dämme, ist das Profilieren derselben so vorzunehmen, dass diese von vornherein entsprechend höher geschüttet werden oder die Planumsbreite bei Einhaltung der projectirten Planumshöhe um so viel breiter gehalten wird, daß ein späteres Nachhöhen möglich ist, ohne dadurch die profilmäßige Planumsbreite einzuschränken. Es beträgt erfahrungsgemäß die Setzung:

$$\text{bei Steinschüttung } \frac{h}{40},$$

$$\text{bei Sandschüttung } \frac{h}{23}, \text{ bei Dammerde } \frac{h}{14},$$

$$\text{bei Lehm und Thon } \frac{h}{12},$$

wenn  $h$  die Höhe des Dammes bedeutet.

## § 2. Lösen des Bodens oder Gewinnungsarbeiten.

### 1. Classificierung des Bodens und Arten der Gewinnungsarbeiten.

Die Bodenarten werden entsprechend dem Grade der Schwierigkeit der Bearbeitung derselben in vier verschiedene Kategorien eingetheilt:

Zur 1. Kategorie (Ia) rechnet man reinen trockenen Sand, Dammerde und ähnliche lockere Materialien, die einen so geringen Zusammenhang in ihren einzelnen Theilen zeigen, dass es zu ihren Lösungen keines besonderen Arbeitsaufwandes bedarf.

Als Übergang (Ib) zur nächsten Kategorie können leichte Lehmarten, welche sich mit dem Spaten noch bequem stechen lassen, ferner durch Beimischungen gebundener Sand, feiner Kies und Torfmoore betrachtet werden.

Die Arbeiten, welche zur Lösung dieser Bodenarten ausgeführt werden, nennt man Grabarbeiten und man bedient sich hiezu der gewöhnlichen Schaufeln und Spaten.

Ein Mann kann in einem solchen Erdreiche loslösen, u. zwar:

$$\begin{array}{l} \text{in Ia} \\ \text{„ Ib} \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{pro Tag} \\ \text{pro Tag} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 12 \text{ m}^3 \text{ oder pro m}^3 \text{ 0,08} \\ 8 \text{ „ „ „ „ 0,12} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Tagesschichten.}$$

Zur 2. Kategorie rechnet man alle jene Bodenarten, bei welchen, ehe sie mit der Schaufel gefasst werden können, in der Regel noch eine besondere Auflockerung nothwendig ist. Hierher gehören vorzugsweise die Thonarten, schwerer Letten und Lehm, Mergel, ferner mit losen Steinen durchsetzter Boden, grober Kies. Auch diese Kategorie kann man in 2 Unterabtheilungen: IIa) Letten, Lehm, feiner Kies und IIb) die Thonarten und Mergel untertheilen.

Die Arbeiten für die Gewinnung oder Loslösung dieser Bodenarbeiten werden Hackarbeiten genannt und man bedient sich hiezu der Spitzhaue, der Breit- oder Lettenhaue, des Erdkeiles und des Schlägels. Der Erdkeil und der Schlägel werden beim Unterschremmen zäher Massen angewendet.

Ein Mann kann in einem solchen Erdreiche loslösen, u. zwar:

$$\begin{array}{l} \text{in IIa} \\ \text{„ IIb} \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{pro Tag} \\ \text{pro Tag} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 6,00 \text{ m}^3 \text{ oder } 1 \text{ m}^3 \text{ in } 0,16 \\ 5,00 \text{ „ „ „ 1 „ „ 0,2} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Tagesschichten.}$$

Zur 3. Kategorie zählt man alle jene Bodengattungen, für deren Gewinnung die Brechstange, der Stahlkeil und eiserne Schlägel verwendet werden müssen. Diese Kategorie wird ebenfalls nach der Schwierigkeit der Bearbeitung in zwei Gruppen IIIa und IIIb getheilt und man zählt hieher festen Lehm,



festen steinigen Mergel, Conglomerate, weiche Sandsteine in dünnen Lagen, kleinbrüchigen Schiefer und Gerölle.

Die für die Gewinnung dieses Materials nothwendigen Arbeiten nennt man Brech- oder Hereintreibearbeiten.

Im allgemeinen wird der Boden, der diese Arbeiten erfordert, nicht direct zu Tage liegen, sondern von einem leichter zu bearbeitenden Materiale, Abraum genannt, bedeckt sein. Dieser Abraum ist stets so zu beseitigen, dass das Wasser, welches sich vielleicht ansammeln könnte, von der Arbeitsstelle abfließt.

Ein Mann kann in einem solchen Erdreiche loslösen, u. zwar:

IIIb	} pro Tag	} 3,00 m <sup>3</sup> oder 1 m <sup>3</sup> in 0,3	} Tagesschichten.
IIIa			

Zur 4. Kategorie zählt man alle jene Bodengattungen, bei deren Gewinnung man sich der Sprengmittel bedienen muss. Man untertheilt diese Kategorie in IVa: d. s. Felsarten in Bänken von nicht zu großer Mächtigkeit, IVb: Felsarten in geschlossenen Bänken und IVc: sehr feste, schwer schiefbare Massengesteine der ältesten Formationen als Granit, Gneis, Quarz, Syenit und Porphyr.

Ein Mann kann in einem solchen Erdreiche loslösen, u. zwar:

IVa	} pro Tag	} 1,5 m <sup>3</sup> oder 1 m <sup>3</sup> in 0,7	} Tagesschichten.	
IVb				} 1,0 „ „ 1 „ „ 1,0
IVc				} 0,5—1,0 m <sup>3</sup> od. 1 „ „ 1—2

Zur Aufnahme der Sprengladungen kommen durch Hand- oder Maschinenarbeit hergestellte Bohrlöcher zur Anwendung.

Die hiezu verwendeten Bohrer haben meist meiselartige Schneiden, mit denen sie zermalmend auf das Gestein wirken. Bei Handarbeiten benützt man entweder Bohrer, die von einem Arbeiter gedreht und von 1, 2 oder 3 Männern mit Fäustel eingetrieben werden (ein-, zwei und dreimännisches Bohren) oder die sogenannten Stofsbohrer, die an längeren Stangen angeschweift und mit diesen niedergestofsen werden; für die Handhabung der letzteren sind je nach der Schwere des Bohrers 2—4 Mann nothwendig.

Die Bohrer, welche entsprechend der Lochtiefe und des Lochdurchmessers angewendet werden, haben praktisch folgende Ausmaße:

ein-,	zwei-,	dreimännisch;	Stofsbohrer
$\frac{25}{30}$	$\frac{30}{40}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{50}{60}$ mm,
für eine Lochtiefe $t$ von:			
45,	75,	100;	250 cm;

hiebei soll die Länge des Bohrers  $l = t + 0,5$  m betragen.

Die Schneide des Bohrers ist um ca.  $\frac{1}{10}$  breiter zu halten als der Durchmesser der Stange.

Es gibt runde und eckige, gewöhnlich 6—8 eckige Bohrer; die runden sind einfache Eisenstangen, nur an der Schneide, gestählt die eckigen dagegen durchaus.

Die runden Bohrer sind zwar in der Anschaffung billiger, jedoch den eckigen gegenüber nicht ökonomisch; sie fransen sich oben auf und lassen sich bei der Handhabung schwerer drehen als die letzteren.

Die Fäustel, die zur Anwendung gelangen, sollen für einmännisches Bohren 4, für zweimännisches Bohren 8 und für dreimännisches Bohren 12 kg wiegen und einen Helm von 0,25, 0,75—0,8, beziehungsweise 1,00 m Länge haben.

Neben Bohrer und Fäustel kommen beim Bohren von Bohrlöchern noch die Raumnadel, der Raumlöffel, der Ladestock und der Wischer in Verwendung.

Im allgemeinen hat man hinsichtlich der Ladung und Anlage der Bohrlöcher folgende Punkte zu beachten:

1. Zweck der Sprengung ist die Zertrümmerung des Bodens und nicht der Wurf, daher sind Überladungen zwecklos.
2. Einbruchsschüsse sollen unter  $45^\circ$  angelegt sein.
3. Die Vorgabe soll normal zur Bohrlochachse stehen und  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  der Bohrlochtiefe betragen.
4. Die vorgehenden Schüsse sollen für die nachfolgenden freie Seiten schaffen.



5. Der Abstand der Bohrlöcher soll gleich der Vorgabe oder bei elektrischen Zündungen 1,5 bis 2 mal der Vorgabe sein.
6. Die Ladung soll  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  der Bohrlochstiefe ausfüllen.
7. Richtung und Tiefe der Bohrlöcher hängt von der Gröfse der freien Flächen, von der Form der Gesteine und vom Baue des Felskörpers ab.
8. Die Ladung soll stets im geschlossenen Gesteine und nicht in Lassen gelagert werden.

## 2. Abtragungsmethoden.

Die Art und Weise der Abgrabung des Bodens richtet sich nach der Form des Terrains, nach der Gebirgsbeschaffenheit, der verfügbaren Zeit und schliesslich nach der Art und Weise der Förderung.

Man soll vor allem trachten, die nothwendige räumliche Anordnung zu finden, d. h. eine genügend grofse Zahl Angriffspunkte zur Entnahme der Erde schaffen, um jede erforderliche Anzahl von Transportgefäfsen gleichzeitig beladen zu können; weiter soll die getroffene Disposition die billigste Art der Gewinnung der Massen und deren Förderung zulassen und sorgfältigst für entsprechende Entwässerung sorgen. In wasserreichen Gebirgen wird häufig der Erdgewinnung eine umfangreiche Entwässerung vorangehen müssen.

Die Abgrabungen können nach einem der folgenden Baupysteme erfolgen:

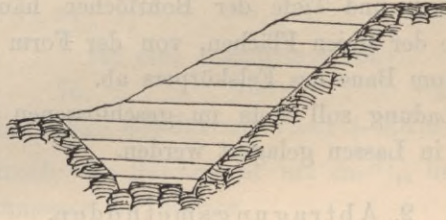
### a. Lagenbau.

Der Arbeitsvorgang, der bei diesem Systeme eingehalten wird, besteht in schichten- oder lagenweisen Abgrabungen (Fig. 63); man kann jede folgende Schichte sofort in Angriff nehmen, wenn man mit der vorhergehenden entsprechend weit vorgeschritten ist, so dass man um so mehr Arbeitsreihen beschäftigen kann, je tiefer und damit in den höheren Theilen auch je breiter der Einschnitt ist.

Dieses System empfiehlt sich bei leicht zu bearbeitendem Boden und bietet die Vortheile einer grofsen Aufrollungslinie,

einer verhältnismäßig guten Entwässerung und die Möglichkeit einer Verbindung des Geleises für den Erdtransport über den Berg.

Fig. 63. (1:500)

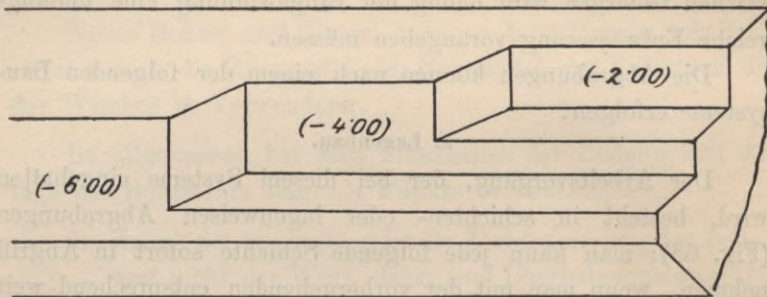


Die Nachteile, die diesem Systeme anhaften, sind vornehmlich die Nothwendigkeit der fortwährenden Verlegung der Geleise für den Erdtransport, und, dass dieses System nur in mildem Erdreiche vortheilhaft angewendet werden kann; auch ist die Geleiseverbindung über den Berg nur bei seichten Einschnitten möglich.

#### b. Terrassenbau.

Der Terrassenbaue unterscheidet sich vom Lagenbaue dadurch, dass die Lagen in 2—5 m hohe Terrassen übergehen. (Fig. 64.)

Fig. 64. (1:400)



Dieses System empfiehlt sich bei günstig geschichteten Felsen, eignet sich für die meisten Transportarten und hat weiter die Vortheile einer großen Aufrollungslinie, einer günstigen Entwässerung und schließlich — bei entsprechender Abschrägung



der Stufen — noch die Möglichkeit der Herstellung einer Geleisverbindung für den Erdtransport über den Berg.

Als Nachtheil dieses Systemes, welches man bei langen tiefen Einschnitten und günstig geneigten Schichten anwendet, ist die Nothwendigkeit der oftmaligen Umlegung der Geleise für den Erdtransport zu nennen.

### c. Kopfbau.

Nimmt man die ganze Querschnittsfläche des Einschnittes in Angriff und geht man schichtenweise, wie es in Fig. 65 angedeutet erscheint, vom Beginne bis zum Ende des Einschnittes vor, so kommt man zum Begriffe des Kopfbaues.

Fig. 65. (1:500)

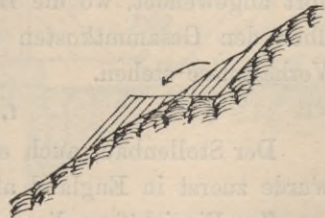


Die Vortheile dieses Systemes sind gute Entwässerung und permanente Lage des Transportgeleises, dagegen hat dasselbe eine geringe Aufrollungslinie, infolgedessen langsamen Baufortschritt und ermöglicht keine Verbindung des Transportgeleises über den Berg.

Dieses System empfiehlt sich bei kurzen Einschnitten, namentlich bei Voreinschnitten zu Tunnels und bei steiler Schichtenbildung.

Eine Abart des Kopfbaues ist der Seitenbau, welcher bei der Herstellung von Anschnitten Verwendung findet. (Fig. 66).

Fig. 66. (1:500)

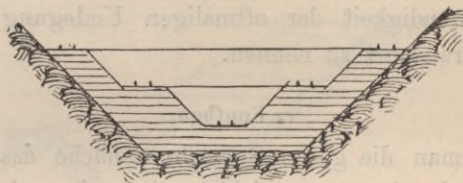


### d. Strossenbau.

Beim Strossenbaue wird das Material des Einschnittes stufenförmig von einem bis zum anderen Ende (Fig. 67) abgetragen.

Günstige Entwässerung, große Aufrollungslinie, Verwendung verschiedener Förderergeräte bilden die Vortheile dieses Systemes.

Fig. 67. (1:400)



Die Anwendung erfolgt bei Herstellung größerer Einschnitte.

#### e. Röschenbau.

Der Röschenbau charakterisiert sich dadurch, daß man entlang der Mitte des herzustellenden Einschnittes einen Schlitz, Rösche genannt, aushebt, diesen ausbölt und durch denselben das gewonnene Material in die an der Sohle der Rösche bereitgestellten Fördergefäße wirft.

Dieses System zeichnet sich durch günstige Entwässerung und einheitliche Fördersohle in der Höhe der Gradienten von einem bis zum anderen Einschnittsende aus; außerdem wirkt bei der Gewinnung der Massen die Schwerkraft mit.

Es ist jedoch, um einen Einsturz zu verhüten, der Herstellung der Rösche eine besondere Sorgfalt zuzuwenden; ein weiterer Nachtheil ist die häufige Verschüttung der Geleise bei Gewinnung der Massen.

Dieses System wird bei ausgedehnten tiefen Einschnitten dort angewendet, wo die Herstellungskosten der Rösche gegenüber den Gesamtkosten des Einschnittes im entsprechenden Verhältnisse stehen.

#### f. Stollenbau.

Der Stollenbau, auch englischer Einschnittsbetrieb genannt, wurde zuerst in England angewendet.

Zur Einrichtung dieses Betriebes wird längs der Bahnachse ein Stollen in der Höhe der künftigen Einschnittssohle getrieben, in welchem die Erdwagen aufgestellt und beladen werden.



Über diesen Stollen werden der Länge nach an verschiedenen Stellen Schächte mit einer trichterförmigen Erweiterung des oberen Theiles hergestellt. Indem nun die Arbeiter den Boden an den Wänden der Trichter abarbeiten, fällt derselbe durch die Schächte in die im Stollen bereitstehenden Wagen und wird mit diesen entfernt.

Die Schächte werden meist gleich beim Beginne der Arbeit mit in Angriff genommen, um mit Hilfe derselben den Stollenbetrieb forcieren zu können.

Damit das gewonnene Material nicht direct von der Höhe des Schachtes in die Wagen fällt, wird die Einmündung des Schachtes in den Stollen durch Pfosten abgedeckt, welche beim Füllen der Wagen mit Brechstangen seitwärts geschoben werden. (Fig. 68.)

Ehe man beim Abteufen des Schachtes zum Durchschlage, d. i. zur Verbindung des Schachtes mit dem Stollen gelangt, muß das gewonnene Erdreich durch den Schacht zu Tage gefördert werden und verwendet man hiezu mit Vortheil den Haspel. (Fig. 69.)

Fig. 68. (1:100)

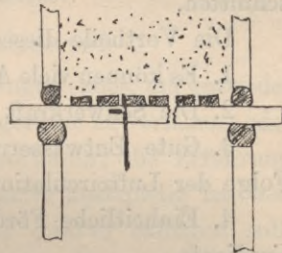
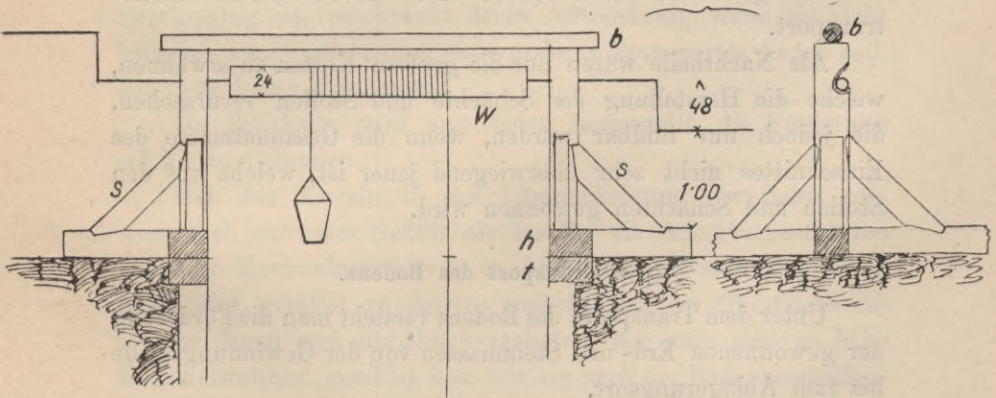


Fig. 69. (1:130)



Um sich bei diesem Systeme die Achse der Bahn auch in den Stollen an jenen Stellen, wo ersterer vom Schachte aus

vorgetrieben wird, auf einfache Weise bestimmen zu können, geht man in folgender Weise vor:

Am Tage wo die Bahnlinie durch Pflöcke markiert ist, legt man genau in diese Richtung eine Latte, heftet an diese 2 Senkel, lässt diese an der Sohle des Schachtes, damit sie ruhig bleiben, in ein Gefäß mit Wasser hängen und bestimmt sich durch Visur über die Senkelschnüre die Richtung des Stollens.

Die Querschnittsdimensionen des Schachtes sind rund 2,75 m Länge und 1,75 m Breite.

Dieses System empfiehlt sich bei tiefen ausgedehnten Einschnitten.

Die Vortheile dieses Systemes sind:

1. Es können viele Arbeits-Angriffspunkte geschaffen werden.
2. Die Schwerkraft wirkt bei der Gewinnung mit.
3. Gute Entwässerung und Austrocknen des Materials in Folge der Luftcirculation durch die Schächte.
4. Einheitliche Fördersohle in der Höhe und Richtung der Gradienten.
5. Kann man gewisse Partien, welche Materialien enthalten, die z. B. erst zu einem bestimmten Zeitpunkte benöthigt werden, auch bis dahin unberührt lassen, ohne den Gang der Arbeit zu stören.
6. Eignet sich dieser Betrieb besonders für den Locomotivtransport.

Als Nachtheile wären nur die großen Kosten zu erwähnen, welche die Herstellung der Schächte und Stollen verursachen, die jedoch nur fühlbar werden, wenn die Gesamtmasse des Einschnittes nicht sehr überwiegend jener ist, welche aus den Stollen und Schächten gewonnen wird.

### § 3. Transport des Bodens.

Unter dem Transporte des Bodens versteht man die Förderung der gewonnenen Erd- und Steinmassen von der Gewinnungsstelle bis zum Ablagerungsort.

Für die Einleitung der Förderung ist im allgemeinen zu beachten, dass sich an der Gewinnungsstelle kein Haufenwerk



ansammle, keine Arbeitsverrichtung eine andere störe und die Förderung rasch und thunlichst billig bewerkstelligt werde.

Man unterscheidet folgende Arten der Förderung:

1. Werfen mit der Schaufel,
2. Förderung mit dem Karren, und zwar mit Schubkarren oder Handkarren, dann mit Kippkarren, welch' letztere wieder von Menschen oder Pferden bewegt werden können,
3. die Förderung mit Erdwägen auf Schienen, wobei wieder entweder Menschen, Pferde oder Locomotiven als Motoren verwendet werden können, und
4. aufsergewöhnliche Förderungssysteme.

#### 1. Werfen mit der Schaufel.

Das Werfen mit der Schaufel wird angewendet, um entweder das Material auf die übrigen Transportgeräte zu verladen, oder dasselbe auf kurze Distanzen zu transportieren; die Erfahrung zeigt, dass der Transport mit der Schaufel kostspielig ist, und auf keine gröfseren Distanzen als auf 3,00 m erfolgen soll. Ein Überwerfen mit der Schaufel, um das Material auf eine gröfsere Distanz zu transportieren, ist nicht rationell.

#### 2. Transport mit Karren.

##### a) Hand- oder Schubkarren.

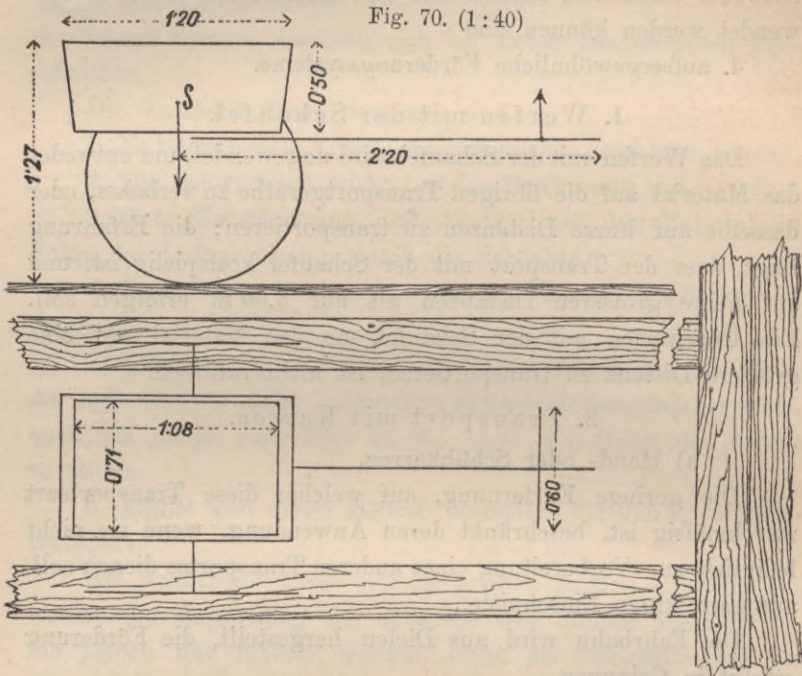
Die geringe Entfernung, auf welcher diese Transportsart zweckmäfsig ist, beschränkt deren Anwendung, wenn sie nicht lediglich zur Vorbereitung eines anderen Transportes dienen soll, auf ganz kurze Einschnitte.

Die Fahrbahn wird aus Dielen hergestellt, die Förderung erfolgt in Colonnen.

Hat das Terrain in der Längenrichtung der Bahn kein wesentlich stärkeres Gefälle als das für die Schubkarrenfahrten zulässige Maximalgefälle von ca. 1:14, so wird man die Fahrten annähernd parallel zu dieser, zunächst auf der Oberfläche des Bodens legen und allmählich vertiefen, bis man eine so hohe Einschnittswand gebildet hat, wie sie nach der Bodenbeschaffenheit noch zulässig und für die Entnahme des Bodens zweckmäfsig ist. Hiernach erfolgt die Erweiterung des Einschnittes

unter seitlicher Verschiebung der Fahrten und bei tieferen Einschnitten die Wiederholung desselben Verfahrens, bis man durch schichtenweises Abarbeiten das Planum hergestellt hat. (Lagenbau).

Bei starkem Längengefälle des Terrains kann man, um eine größere Längsentwicklung für die Fahrten zu erhalten, diese rechtwinklig zur Bahnrichtung legen und den Einschnitt etagenweise vom Kopfe abarbeiten (Kopf- und Seitenbau).



An den Schüttstellen wird der Auftrag meist durch die Kopfschüttung im vollen Profile vorgetrieben.

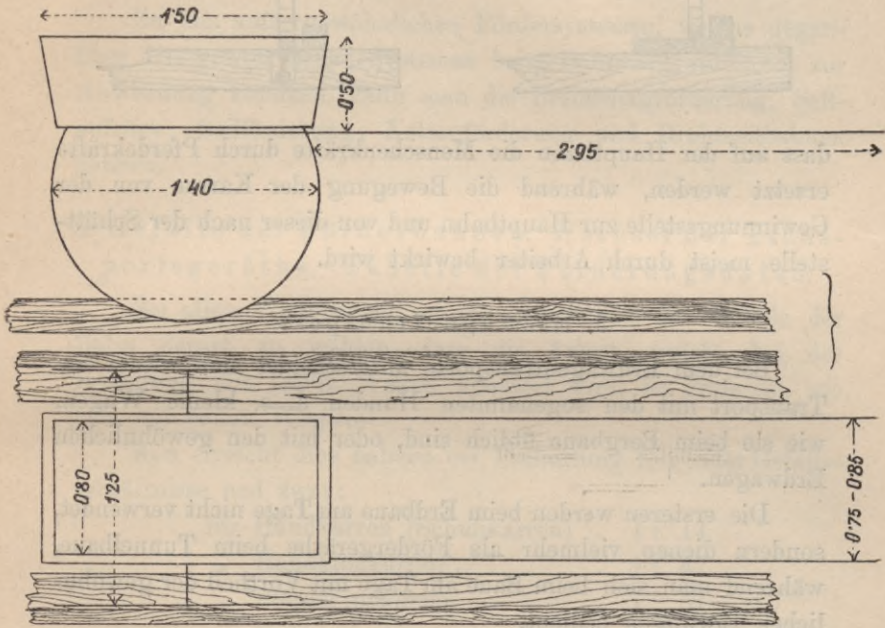
b) Hand- und Pferdekippkarrentransport.

Hiebei geschieht die Förderung des Bodens nicht wie beim Schubkarren-Transporte in Colonnen, sondern es werden die Karren, sobald sie von den dazugehörigen Arbeitern beladen sind, einzeln von den Ladestellen auf die nach der Schüttstelle führende Bahn und auf dieser weitergefahren.



Die schematische Anordnung und die praktischen Dimensionen der Handkippkarren sind aus Fig. 70 ersichtlich. Der Schwerpunkt S soll etwas hinter der Achse liegen, damit die den Karren ziehenden Arbeiter nicht an den Boden gedrückt werden.

Fig. 71. (1 : 40)



Kurz vor der Schüttstelle endet die aus Bohlen gebildete Fahrbahn in eine, aus dicht aneinander schließenden quer gelegten Bohlen bestehende Plattform, auf welcher die Karren umgekippt und gewendet werden. Mit dem Vorrücken der Schüttung wird diese Plattform, indem die Bohlen hinten fortgenommen und vorne vorgelegt werden, ebenfalls vorgerückt, so dass die Kippkarren immer bis an den Schüttkopf gefahren werden können.

Im Einschnitte pflegt man bei dieser Förderung meist den Terrassenbau anzuordnen.

Der Pferdekippkarrentransport unterscheidet sich vom Handkippkarrentransport zunächst in einer anderen Form der Karren (Fig. 71) und der Bahn (Fig. 72 und 73) und weiters dadurch,

Fig. 72. (1:20)

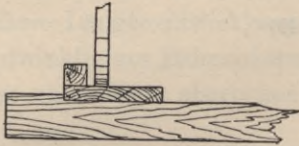
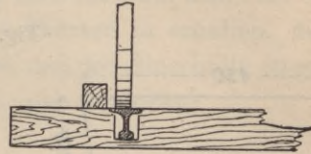


Fig. 73. (1:20)



dass auf der Hauptbahn die Menschenkräfte durch Pferdekräfte ersetzt werden, während die Bewegung der Karren von der Gewinnungsstelle zur Hauptbahn und von dieser nach der Schüttstelle meist durch Arbeiter bewirkt wird.

### 3. Erdwagentransport.

Bei dem Erdwagentransporte unterscheidet man wieder den Transport mit den sogenannten Hunden d. s. kleine Wagen, wie sie beim Bergbaue üblich sind, oder mit den gewöhnlichen Erdwagen.

Die ersteren werden beim Erdbaue am Tage nicht verwendet, sondern dienen vielmehr als Fördergeräte beim Tunnelbaue, während man sich beim Baue am Tage mit Vortheil der gewöhnlichen Erdwägen bedient.

Um ein rasches Entleeren dieser Wagen zu ermöglichen, kann man die Langseite derselben abnehmbar oder die Wagen zum Kippen einrichten.

Die günstigste Transportsweite ist je nach dem Motor verschieden und beträgt bei Anwendung von Menschenkraft ca. 300 m, bei Pferden 1500 m und bei Locomotiven und einer Cubatur bis 50 000 m<sup>3</sup> 500—2000 m; bei einer größeren Cubatur kann man auch die Distanz von 2000 m überschreiten.

Die Förderung mit gewöhnlichen Erdwägen erfolgt auf Interimsgeleisen; dadurch werden die Reibungswiderstände, welche die Fahrzeuge zu überwinden haben, wesentlich geringer als bei den übrigen Transportsarten, weiter wird eine derartige Förder-



bahn durch den Einfluss des Wetters in ihrer Benützung nur in unerheblicher Weise berührt und machen schliesslich die Anwendung der Dampfkraft zur Fortbewegung der Transportwagen an Stelle der animalischen Kräfte möglich.

#### 4. Aufsergewöhnliche Förderungssysteme.

Zu den aufsergewöhnlichen Fördersystemen, welche gegenüber den gewöhnlichen Systemen beim Bahnbaue vereinzelt zur Anwendung kommen, kann man die Bremsbergförderung, Seilauzüge, Seilförderung, Kettenförderung und Drahtseilbahnen nennen.

#### 5. Gefälle der Förderbahnen. Wechsel der Transportgeräthe. Tabelle der Förderungsdaten.

Bei allen Förderungen ist es vortheilhaft, das Gefälle der Bahn derart zu wählen, dass die Arbeit, welche bei der Bewegung mit leeren Wagen geleistet wird, so groß sei, wie jene mit vollen Wagen.

Man erreicht dies nahezu bei Einhaltung folgender Gefällsverhältnisse und zwar:

für Handkarren (Schubkarren) . . . . .	1 : 14
„ Handkippkarren . . . . .	1 : 47
„ Pferdekippkarren . . . . .	1 : 57
„ Erdwagen . . . . .	1 : 238

Bei ausgedehnten Erdarbeiten ist es ferner, um ökonomisch zu arbeiten, nothwendig, jene Distanzen, bei welchen ein Wechsel der Transportart entsprechend dem Arbeitslohne eintreten soll, zu bestimmen. Damit im Zusammenhange bestimmt man sich auch den Transportpreis  $x$  pro  $m^3$ , wenn man den Preis  $P$  kennt, der im Accordwege für den Motor pro Tag ausbezahlt wird.

Die Anzahl ( $n$ ) der Fahrten, welche während der täglichen Arbeitszeit gemacht werden können, ergibt sich aus:

$$n = \frac{\text{Arbeitszeit (A)}}{\frac{2 \times \text{Distanz (D)}}{\text{Geschwindigkeit (v)} + \text{Aufenthalt für das Beladen und Eintladen (a)}}$$

Ist  $i$  der Inhalt eines Fördergeräthes, so muss:  
 $n i x = P$   
 sein und:  
 $x = \frac{P}{n i}$

Die täglichen Auslagen für den Motor  $P$  sind durchschnittlich für:

Handkarren . . . . .	2 K	40 h
Handkippkarren . . . . .	5 „	30 „
Pferdekippkarren . . . . .	7 „	— „
Erdwagen mit Locomotivbetrieb	50 „	— „

Bei Locomotivbetrieb, wobei z. B.  $q$  Wagen auf einmal gezogen werden, geht die Gleichung

über in:  
 $n i x = P$   
 $q n i x = P$  und  $x = \frac{P}{q n i}$

Soll nun jene Transportweite bestimmt werden, bei welcher man von einem minderen Transportmittel zu einem ausgiebigeren überzugehen hat, so braucht man nur in die Gleichung:

$$x = \frac{P}{n i} = \frac{P \left( \frac{2D}{v} + a \right)}{A i}$$

die den beiden Transportmitteln entsprechenden Werte von  $P$ , bzw.  $P_0$ ,  $i$  und  $i_0$ ,  $v$  und  $v_0$ ,  $a$  und  $a_0$  einzuführen, die Werte einander gleichzusetzen und daraus die Distanz  $D$  zu berechnen:

$$\frac{P \left( \frac{2D}{v} + a \right)}{A i} = \frac{P_0 \left( \frac{2D}{v_0} + a_0 \right)}{A i_0}$$

$$D = \frac{P_0 i a - P i_0 a_0}{2 P i_0 v - 2 P_0 i v_0}$$

Die folgende Tabelle enthält neben anderen Werten auch solche, welche für die Anwendung dieser Gleichung zu wissen notwendig sind.



Tabelle.

u. Z.		Handkarren	Hand- kippkarren	Pferde- kippkarren	Erdwagen mit		
					Menschen-	Pferde-	Loco- motiv-
		Betrieb					
Zugkraft $z =$		13,3	$2 \times 13,3$	60	13,3	60	Mf
Geschwindigkeit $v$ in m pro Min.		45	60	75	45	75	125
Aufenthalt bei jeder Tour in Min.		1—3	5—8	10—15	5—8	10—15	15—20
Maximale Distanz in m		120	4—500	1500	300	1500	min. 500
Reibungswiderstand $\rho$		0 088	0,033	0,025	0,007	0,007	$\frac{0,007}{\text{Wagen}}$ $\frac{0,012}{\text{Maschin.}}$
Inhalt u. zwar	gewachsen	0,06	0,35	0,50	1,2	1,2	1,2
	lose	0,10	0,41	0,60	2,0	2,0	2,0
Gewicht in kg	Netto	120	630	1000	3000	3000	3000
	Tara	30	170	200	1000	1000	1000
	Brutto	150	800	1200	4000	4000	4000

## § 4. Schüttung des Bodens.

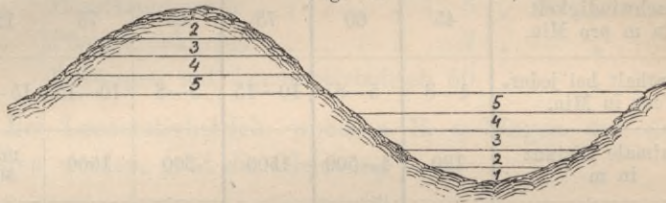
Bei der Disposition der Arbeiten für die Schüttung des Bodens ist, abgesehen von einer schnellen und billigen Ausführung, besondere Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Auftragsmassen die erforderliche Festigkeit besitzen,

Man unterscheidet im allgemeinen folgende Methoden der Schüttung:

### 1. Lagenschüttung.

Die Schüttung der Dämme in annähernd horizontalen Lagen, (Fig. 74) bietet die größte Garantie für die Solidität des Dammes. Das Material wird durch das Ausbreiten in einzelnen Lagen ausgetrocknet, was namentlich bei den untersten Schichten von großem Vortheile ist; die einzelnen Schichten werden durch das Befahren mit den Fördergeräthen fest.

Fig. 74.

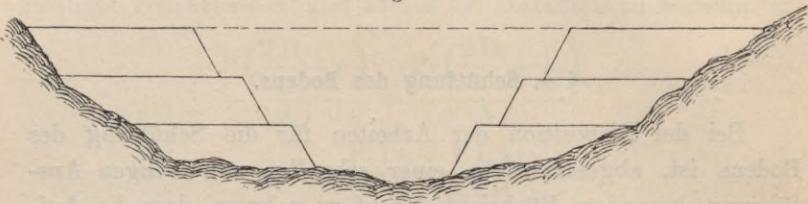


Diese Methode findet meist Anwendung wenn das Schüttungsmaterial nass ist.

### 2. Terrassenschüttung.

Die Terrassenschüttung (Fig. 75) wird von beiden Seiten der Terraineinsenkung derart in Angriff genommen, dass ein erforderliches Object im Damme unbekümmert um den Fortgang der Schüttung hergestellt werden kann. Diese Methode empfiehlt sich dann, wenn im Damme ein Object herzustellen ist, und das Erdmaterial von Einschnitten, die vor und hinter dem Damme liegen, in diesem disponiert wurde.

Fig. 75.



### 3. Kopfschüttung.

Die Kopfschüttung (Fig. 76) erfolgt meist im Einklange mit der correspondierenden Abgrabung bei kurzen Dämmen.

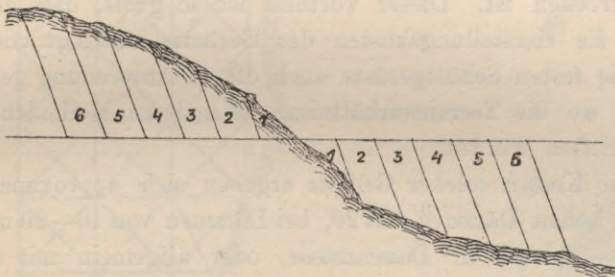


## 4. Seitenschüttung.

Am vortheilhaftesten in Bezug auf die Schnelligkeit und die Kosten der Ausführung ist die seitliche Entladung.

Bei dieser Schüttung, — namentlich dort, wo die Terrainverhältnisse den Locomotivtransport gestatten, angewendet — geht man in der Weise vor, dass man vom Auf- und Abtragswechsel aus zunächst in geringer Höhe über dem Terrain ein langes zur Aufstellung und Entladung ganzer Wagenzüge ausreichendes Geleise herstellt, von hier aus die Wagen seitlich entladet und mit dem Fortschreiten der Schüttung das Geleise seitlich verschiebt.

Fig. 76. (1:200)



Da bei dieser Methode das Geleise häufig gehoben und seitlich verschoben werden muss, so ist es ökonomisch die Schüttung in möglichst hohen Schichten auszuführen. Wie weit man hierin gehen darf, hängt von der Beschaffenheit des Schüttmaterials ab.

Zeigt das zu überschüttende Bahnterrain in der Richtung der Bahnachse ein so starkes Gefälle, dass die für den Erdtransport auf Interimsbahnen mit Locomotiv-, Pferde- oder Handbetrieb zulässigen Maximalsteigungen nur mit Aufwand bedeutender Arbeiten oder gar nicht zu erreichen sind, so kann es vortheilhaft sein, einen Seilbetrieb einzurichten.

In solchen Fällen ist auch folgende Methode zweckmäfsig anzuwenden.

### 5. Vollschüttung.

Bei dieser Methode wird ein festes Schüttgerüste (Fig. 77) annähernd bis zur Höhe des Planums errichtet und die Wagen oben entladen. Das verschüttete Holz des Gerüsts ist der Erhaltung des Dammes nach den Erfahrungen nicht nachtheilig, man nimmt im Gegentheile an, dass ein verschüttetes Holzgerüst dem losen Dammaterialie besonders in der ersten Zeit, wo die schädlichen Bewegungen zu befürchten sind, einen gewissen Zusammenhang gebe.

Solche Gerüste haben für den Betrieb der Erdarbeiten den großen Vortheil, dass das häufige, auf frischen Schüttungen unvermeidliche Heben und Stopfen der Fördergeleise ganz wegfällt und die Bahn, von der Benetzung durch Regen abgesehen, stets trocken ist. Dieser Vortheil ist so groß, dass er nicht selten die Herstellungskosten des Gerüsts aufwiegt und deshalb die festen Schüttgerüste auch oft da Anwendung gefunden haben, wo die Terrainverhältnisse die anderen Methoden nicht ausschließen würden,

Die Kosten solcher Gerüste ergeben sich approximativ bei 5,00 m hohen Dämmen mit 20, bei Dämmen von 10—20 m Höhe mit 24—32 h pro m<sup>3</sup> Dammmasse, oder allgemein mit 6—7 k pro m<sup>2</sup> Ansichtsfläche der zu übersetzenden Einsenkung.

Diese Methode gestattet ferner noch die ungehinderte Herstellung nothwendiger Objecte im Damme, ohne dass der Gang der Schüttung gehemmt wird.

## 2. Capitel.

### *Erdwerke.*

Die Construction der Erdwerke umfasst beim Bahnbaue insbesondere die Herstellung der Dämme, Einschnitte und Anschnitte, dann weiters noch die Bahngräben, Plateaus für Wächterhäuser u. dgl.

Für die Durchführung einer zweckentsprechenden Construction der Erdwerke ist natürlich die Kenntnis des Bodens,



Fig. 77. (1 : 400)

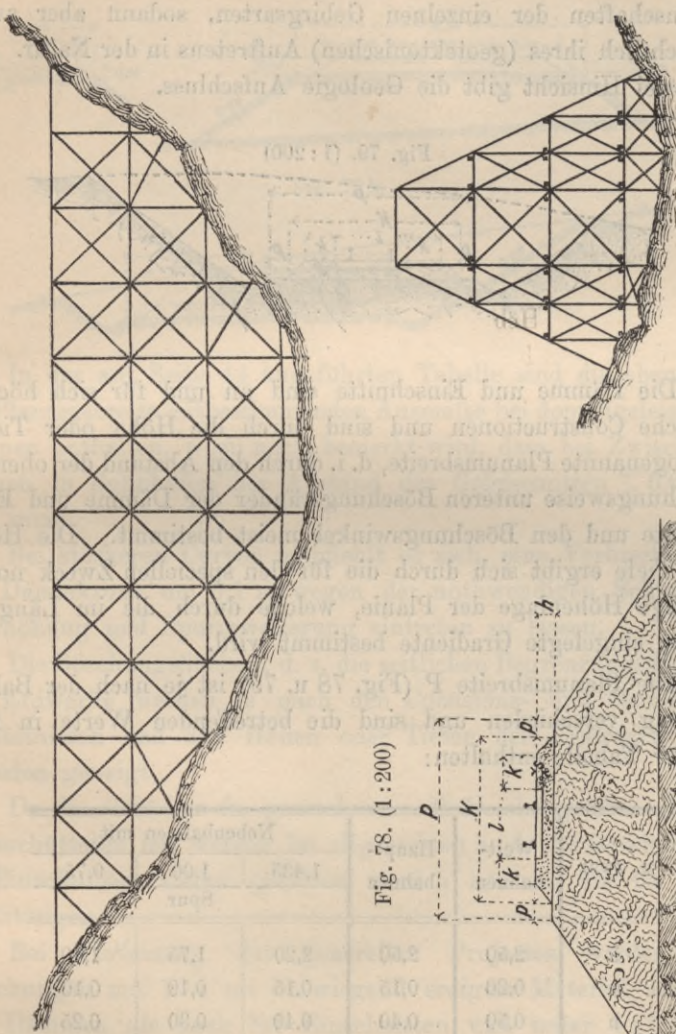
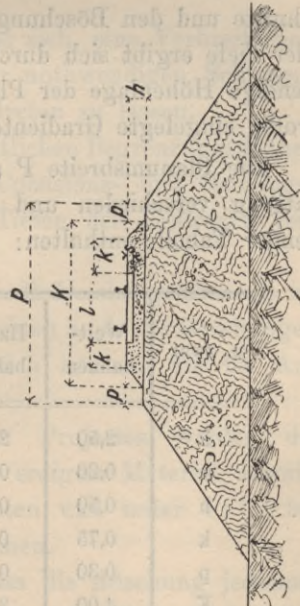
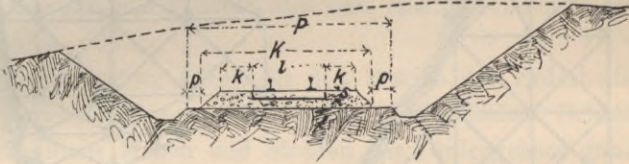


Fig. 78. (1 : 200)



welcher für die Herstellung derselben verwendet wird notwendig und zwar in doppelter Beziehung, nämlich hinsichtlich der speciellen hier in Betracht kommenden (petrographischen) Eigenschaften der einzelnen Gebirgsarten, sodann aber auch hinsichtlich ihres (geotektonischen) Auftretens in der Natur. In beiderlei Hinsicht gibt die Geologie Aufschluss.

Fig. 79. (1 : 200)



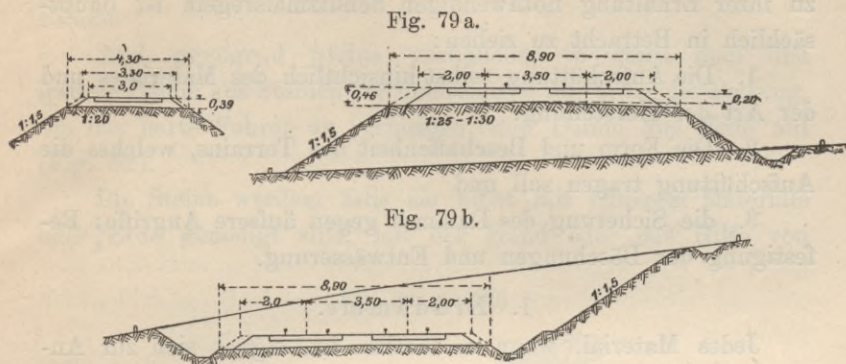
Die Dämme und Einschnitte sind an und für sich höchst einfache Constructionen und sind durch die Höhe oder Tiefe, die sogenannte Planumsbreite, d. i. durch den Abstand der oberen, beziehungsweise unteren Böschungsränder der Dämme und Einschnitte und den Böschungswinkel meist bestimmt. Die Höhe oder Tiefe ergibt sich durch die für den speciellen Zweck notwendige Höhenlage der Planie, welche durch die im Längensprofile eingelegte Gradiente bestimmt wird.

Die Planumsbreite P (Fig. 78 u. 79) ist je nach der Bahngattung verschieden und sind die betreffenden Werte in folgender Tabelle enthalten:

u. zwar	Weltbahnen	Hauptbahnen	Nebenbahnen mit		
			1,435	1,00	0,75
			Spur		
l	2,50	2,50	2,20	1,75	1,40
s	0,20	0,15	0,15	0,10	0,10
h	0,50	0,40	0,40	0,30	0,25
k	0,75	0,50	0,40	0,30	0,25
p	0,30	0,25	0,10	0,10	0,10
K	4,00	3,50	3,00	2,35	1,90
P	5,60	4,80	4,00	3,15	2,60



Die Figuren 79 a und 79 b zeigen Querschnittsabmessungen ausgeführter Bahnen.



In der auf Seite 44 angeführten Tabelle sind die ebenfalls die Planumsbreite mitbestimmenden Ausmase bei doppelgleisigen Bahnen enthalten, wozu noch bemerkt wird, dass bei Zwischensteigen in Bahnhöfen der Abstand der Geleisemitten  $\geq 6,00$  m sein muss.

Bei stärkeren Curven empfiehlt es sich, eine Verbreiterung der Dammkrone um 0,1 m wegen der nothwendigen Schienenüberhöhung und Spurerweiterung eintreten zu lassen.

Die Böschungflächen, d. s. die seitlichen Begrenzungsflächen der Erdwerke werden je nach den Cohäsions- und Reibungsverhältnissen und den Höhen oder Tiefen der Erdwerke verschieden geneigt.

Da die Cohäsion im gewachsenen Erdreiche größer als im angeschütteten ist, werden im allgemeinen auch die Böschungen in Einschnitten steiler gehalten werden können, als bei Anschüttungen.

Bei Verfassung des generellen Projectes werden die Böschungen mit 1:1 bei vorwiegend erdigem Material sowohl bei Dämmen als auch bei Einschnitten und unter  $1:\frac{3}{4}$  bei Steinmaterialien und Felsen angenommen.

Für das Detailproject jedoch muss die Böschung jedesmal entsprechend dem Materiale, aus welchem das Erdwerk besteht, festgesetzt werden.

### § 1. Construction der Dämme.

Bei der Construction der Dämme und bei der Wahl der zu ihrer Erhaltung nothwendigen Schutzmafsregeln ist hauptsächlich in Betracht zu ziehen:

1. Die Aufschüttung selbst hinsichtlich des Materiales und der Art der Herstellung.
2. Die Form und Beschaffenheit des Terrains, welches die Aufschüttung tragen soll und
3. die Sicherung des Dammes gegen äufsere Angriffe: Befestigung der Böschungen und Entwässerung.

#### 1. Erddämme.

Jedes Material, wenn es trocken ist, eignet sich zur Anschüttung und zwar ist Sand, Kies und Gerölle am besten; Flugsand muss eine Bedeckung mit Muttererde (Damm- oder Gartenerde) nebst einer Besamung erhalten, um vom Winde nicht fortgetragen und vom Wasser nicht fortgeschwemmt zu werden.

Dammerde ist zur Anschüttung nicht gut brauchbar.

Die fetten Bodenarten (Thon, Lehm) sind nur im trockenen Zustande zu verwenden; die Einwirkung des Wassers muss jedoch durch Bedeckung verhindert werden.

Bei Anschüttungen aus Thon und Lehm werden die Böschungen, um das Abrutschen zu verhindern, aus besserem Materiale gebildet, wozu es aber nöthig ist, den Kern der Anschüttung abzutrepfen.

#### 2. Steindämme.

Bei einer Anschüttung aus verwitterbarem Gesteine halten sich die Böschungen anfangs steil, flachen sich jedoch allmählich ab und das Setzen hält oft längere Zeit an, indem sich die Hohlräume durch das Verwittern erst nach und nach ausfüllen. Zweckmäfsig ist es, bei der Schüttung die Hohlräume mit feinerem Materiale auszufüllen.

Um das Steinmaterial vor dem Verwittern zu schützen und die Böschung leichter regulieren zu können, pflegt man die Steinschüttungen mit einer Schichte Muttererde zu bekleiden (Fig. 80, 81).



Festes Gestein ist ein vorzügliches Material zu Anschüttungen, weil es sich äußerst wenig setzt und steile Böschungen zulässt.

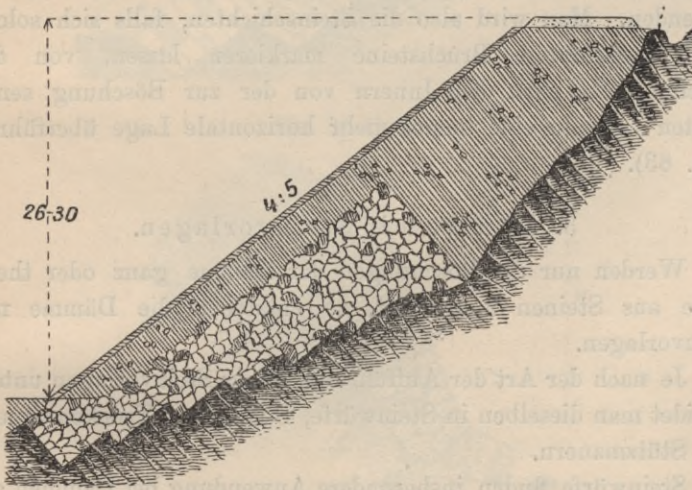
Sind genügend Steine vorhanden, so stellt man den ganzen Damm aus Steinen her und schüttet nur unter der Bettung, um das harte Fahren zu vermeiden, den Damm aus Erde auf (Fig. 82).

Die Steine werden, falls sie nicht mit feinerem Materiale oder Erde gemengt sind, mit der Hand oder mit Hilfe von

Fig. 80. (1 : 200)



Fig. 81. (1 : 300)



Brechstangen einigermaßen geordnet; die Zwischenräume aber bleiben unausgefüllt. Man nennt eine solche Anordnung einen

Steinsatz, eine Steinpackung oder Steinschichtung im Gegensatze zu der bloßen Steinschüttung oder dem Steinwurfe. An den Böschungen werden indes die Steine möglichst regelmäsig und mit möglichst engen Fugen gepackt, um die Böschung thunlichst steil halten zu können und eine glatte Oberfläche zu erhalten. Es ist aber nöthig, dass diese äußere Decke in innigem Verbande mit dem Innern ausgeführt wird, da sonst beim Setzen ein Lösen und Aufblähen dieser Decke eintritt. Trotzdem aber wartet man mit der Regulierung der Böschung gern, bis sich der Damm zum größten Theile gesetzt hat. Die größten Steine verwendet man an der Böschung, die kleinsten in der Mitte des Dammes. Man kann auch den inneren Theil aus Gerölle bilden, wobei eine Packung natürlich entfällt. Die Lagerfugen irgendwelcher Steinconstruction sollen möglichst senkrecht auf dem größten Hauptdrucke stehen; nur in diesem Falle würde, falls keine Reibung vorhanden ist, eine Verschiebung nicht eintreten. Demnach sollen die Lagerfugen an der Böschung möglichst senkrecht auf derselben stehen. In der Mitte eines symmetrischen Steindammes wirkt der größte Hauptdruck vertical; hier wird man also eine horizontale Schichtung anwenden. Man wird also die Steinschichten, falls sich solche durch lagerhaftere Bruchsteine markieren lassen, von der Böschung aus nach dem Innern von der zur Böschung senkrechten Lage in eine immer mehr horizontale Lage überführen (Fig. 83).

### 3. Dämme mit Steinvorlagen.

Werden nur die Böschungen der Dämme ganz oder theilweise aus Steinen hergestellt, so entstehen die Dämme mit Steinvorlagen.

Je nach der Art der Aufführung dieser Steinvorlagen unterscheidet man dieselben in Steinwürfe, Steinsätze, Trockenmauern und Stützmauern.

Steinwürfe finden insbesondere Anwendung bei Dämmen am Wasser zur Sicherung des Dammfusses, indem die Steine einfach an ihre Bestimmungsstelle geworfen oder geschüttet werden.



Fig. 82. (1:200)

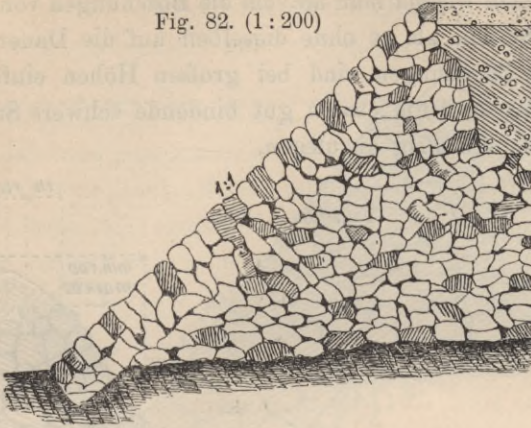


Fig. 83. (1:200)

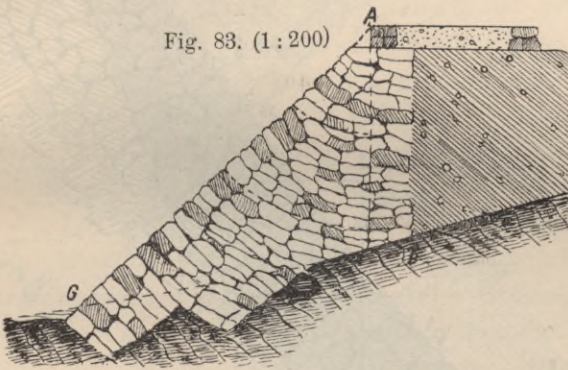
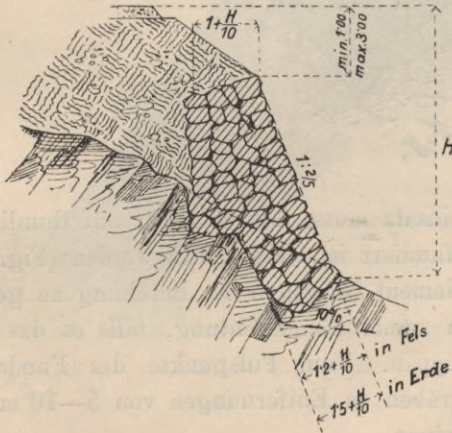
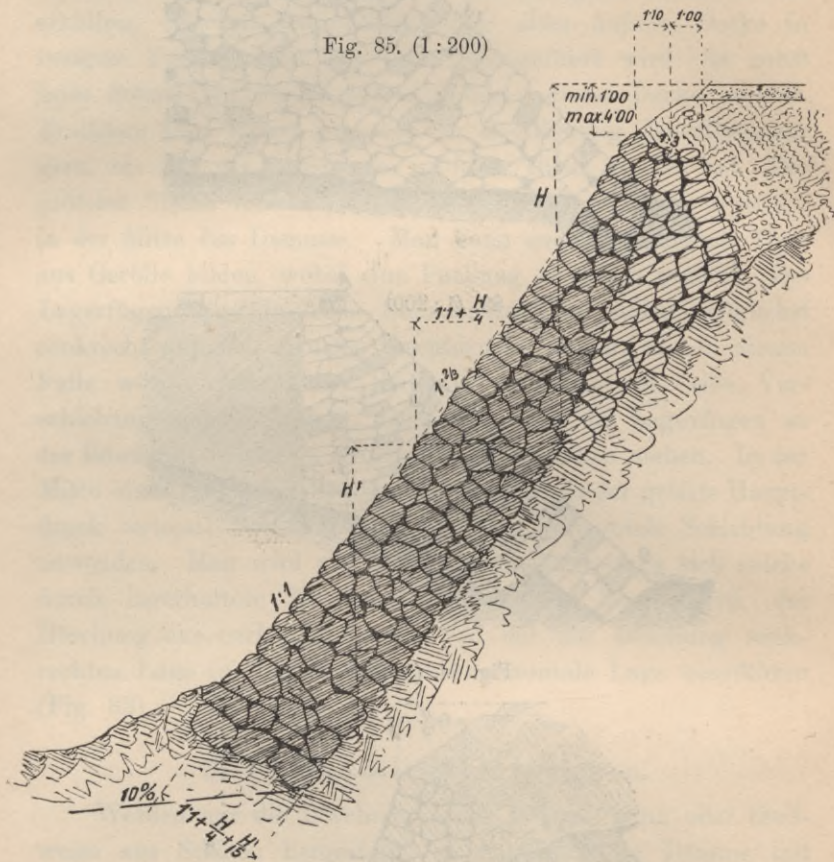


Fig. 84. (1:200)



Steinsätze wendet man an, um die Böschungen von Dämmen steiler zu halten, als es ohne dieselben auf die Dauer möglich wäre. Die Böschungen sind bei großen Höhen einfüßig, bei kleineren bis zu 10 m, wenn gut bindende schwere Steine vorhanden sind,  $\frac{4}{5}$ füßig anzulegen.

Fig. 85. (1 : 200)



Jeder Steinsatz muss, falls er nicht auf thunlichst horizontalem Boden fundiert ist, eingeklinkt werden (Fig. 83—87).

Das Fundament ist gegen die Böschung zu geneigt auszuführen und in seiner Längsrichtung, falls es das Terrain verlangt, abzutreten. Vom Fußpunkte des Fundamentes sind Wasserabzuggräben in Entfernungen von 5—10 m unter 10% Gefälle anzuordnen.



Fig. 86. (1:100)

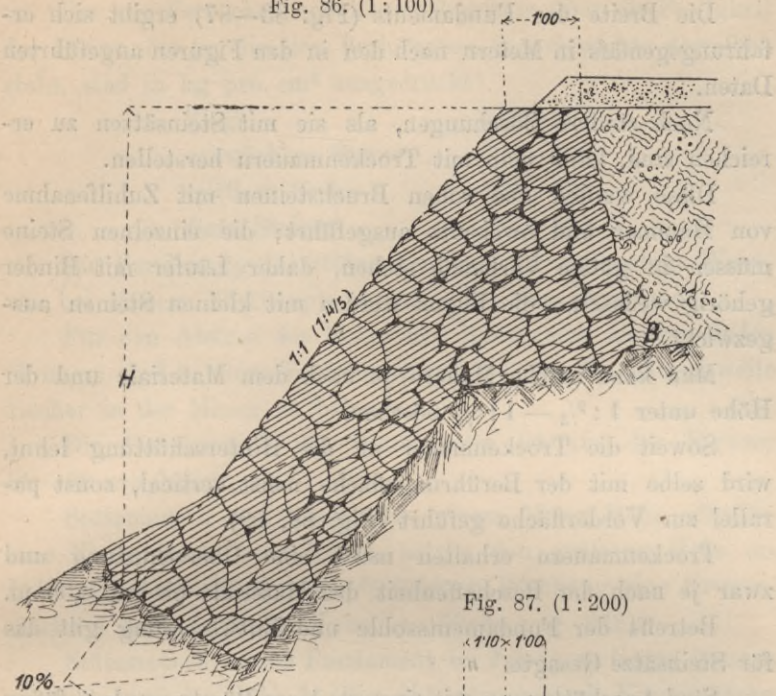


Fig. 87. (1:200)



Die Breite des Fundaments (Fig. 83—87) ergibt sich erfahrungsgemäß in Metern nach den in den Figuren angeführten Daten.

Noch steilere Böschungen, als sie mit Steinsätzen zu erreichen sind, kann man mit Trockenmauern herstellen.

Diese werden aus rohen Bruchsteinen mit Zuhilfenahme von Hammer und Zweispitz ausgeführt; die einzelnen Steine müssen in gutem Verbande stehen, daher Läufer mit Binder gehörig wechseln; die Fugen werden mit kleinen Steinen ausgezwickt.

Man kann solche Mauern je nach dem Materiale und der Höhe unter  $1 : \frac{2}{3}$  —  $1 : \frac{2}{5}$  böschen.

Soweit die Trockenmauer an die Hinterschüttung lehnt, wird selbe mit der Berührungsfläche meist vertical, sonst parallel zur Vorderfläche geführt (Fig. 88, 89).

Trockenmauern erhalten meist eine Überschüttung und zwar je nach der Beschaffenheit des Materials bis zu 3,00 m.

Betreffs der Fundamentssohle und Entwässerung gilt das für Steinsätze Gesagte.

Sind Anschüttungen mit einer steileren Böschung als  $\frac{2}{5}$ füßig herzustellen, so wendet man Stützmauern an. Diese sind aus lagerhaften Bruchsteinen, Ziegeln oder Quadern in Mörtel aufgeführt und erhalten, entsprechend dem Erddrucke, ihre Dimensionen.

Einen großen Einfluss auf die Stabilität jeder Futtermauer hat das Gewicht derselben.

Dieses ist pro  $m^3$  und zwar:

bei Ziegelmauern	1,4	Tonnen
leichten	} Steinmauern	1,8 "
mittleren		2,2 "
schweren		2,6 "

Das Gleichgewicht kann gestört werden:

a) durch den Umsturz (Drehung um eine untere Kante),  
 b) Gleiten der Steine übereinander, wenn die Fugen eine zur Krafrichtung ungünstige Lage haben, und

c) durch Zerdrücken der Steine bei hohen Mauern und schlechtem Materiale.



Die aus Versuchen erhaltenen Resultate über die Festigkeit der Steine, die im directen Verhältnisse zum Gewichte derselben steht, sind in kg pro cm<sup>2</sup> ausgedrückt:

Ziegel . . . . .	40—50
schwächere Steine . . . . .	80—100
mittlere Steine . . . . .	160—400
festen Steine . . . . .	400—800

Die Fundierung der Stützmauern erfolgt auf analoge Weise, wie bei Mauern überhaupt, entsprechend dem Baugrunde.

Für den Abfluss des hinter der Mauer sich ansammelnden Wassers sind in einer Entfernung von 2—3 m, 10—20 cm weite Löcher in der Mauer zu belassen.

Die Construction der Stützmauern ist aus den Figuren 88—90 ersichtlich.

Stützmauern von nicht über einem Meter Höhe erhalten eine Kronenstärke von 0,6 m, solche von gröfserer Höhe erhalten bei Anwendung einer  $\frac{1}{5}$  füsigen Böschung eine Kronenstärke k nach folgender Tabelle: (Siehe pag. 242).

Stützmauern, deren Fundament im Felsen zu liegen kommt, erhalten eine der Höhe h' (Fig. 88) entsprechende Kronenstärke.

Bei Stützmauern, die bis auf Kronenhöhe mit Steinen hinterschichtet sind, können die Kronenstärken, wenn die Überschüttungshöhe  $H \leq h$  ist, um  $\frac{h}{20}$  bei  $H > h$  um  $\frac{h}{15}$  verringert werden, wobei jedoch unter 0,6 m Kronenstärke nicht gegangen werden soll.

Der Abstand a (Fig. 89 u. 90, Mauerkante und Bahnmitte) kann dort, wo keine Geländer angewendet werden, auf 2,25 reducirt werden. Stützmauern mit verticaler Vorder- und Hinterfläche, deren Höhe nicht mehr als 15 m betragen soll, erhalten eine Kronenbreite von 1,6 k. Derartige Mauern (Fig. 90) haben eine gröfsere Cubatur als jene Fig. 88 u. 89 und sollen nur bei ganz besonderen Localverhältnissen und nur bei geringen Höhen angewendet werden.

Stützmauern mit Sparbögen und Strebepfeilern, wie sie in den Figuren 91 u. 92 veranschaulicht sind, sollen nur in Fällen ungünstiger Fundierung angewendet werden.



Überschüttung H in m	k = Kronenstärke bei einer Mauerhöhe h in m													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Bis 1	0,60	0,65	0,79	0,98	1,17	1,36	1,55	1,74	1,92	2,12	2,49	2,87	3,24	4,00
„ 2	0,60	0,70	0,86	1,06	1,27	1,47	1,68	1,79	2,09	2,29	2,71	3,12	3,52	4,35
„ 4	0,60	0,70	0,92	1,14	1,36	1,58	1,80	2,02	2,24	2,46	2,90	3,34	3,77	4,65
„ 6	0,60	0,75	0,98	1,21	1,44	1,67	1,91	2,13	2,37	2,59	3,05	3,51	3,98	4,90
„ 8	0,60	0,80	1,04	1,28	1,52	1,77	2,01	2,25	2,49	2,74	3,22	3,70	4,18	5,15
„ 10	0,60	0,80	1,10	1,35	1,60	1,85	2,10	2,35	2,60	2,85	3,35	3,85	4,35	5,35
„ 12	0,60	0,80	1,10	1,40	1,66	1,92	2,18	2,44	2,70	2,96	3,47	4,00	4,51	5,55
„ 16	0,60	0,80	1,10	1,40	1,70	1,97	2,25	2,52	2,79	3,07	3,62	4,16	4,71	5,80
„ 20	0,60	0,80	1,10	1,40	1,70	2,05	2,34	2,62	2,91	3,19	3,77	4,33	4,90	6,05
„ 24	0,60	0,80	1,10	1,40	1,70	2,05	2,38	2,70	3,00	3,29	3,88	4,48	5,06	6,25
„ 30	0,60	0,80	1,10	1,40	1,70	2,05	2,38	2,70	3,05	3,40	4,02	4,64	5,26	6,50
„ 40	0,60	0,80	1,10	1,40	1,70	2,05	2,38	2,70	3,05	3,40	4,13	4,81	5,44	6,70

Fig. 88. (1 : 200)

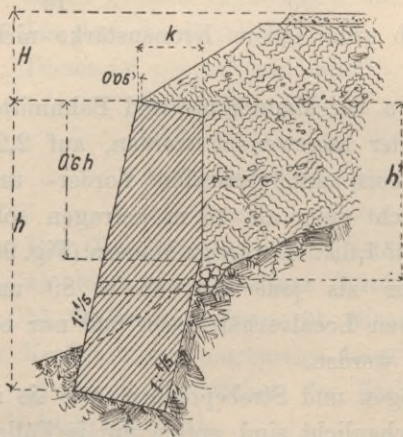
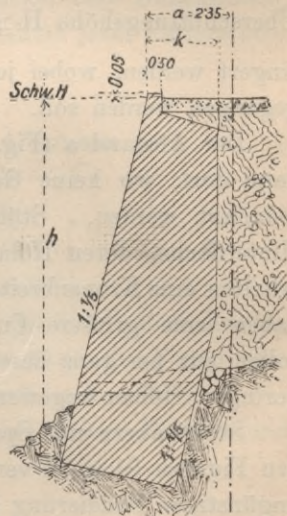


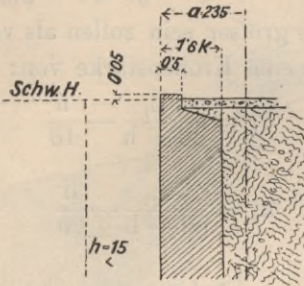
Fig. 89. (1 : 200)





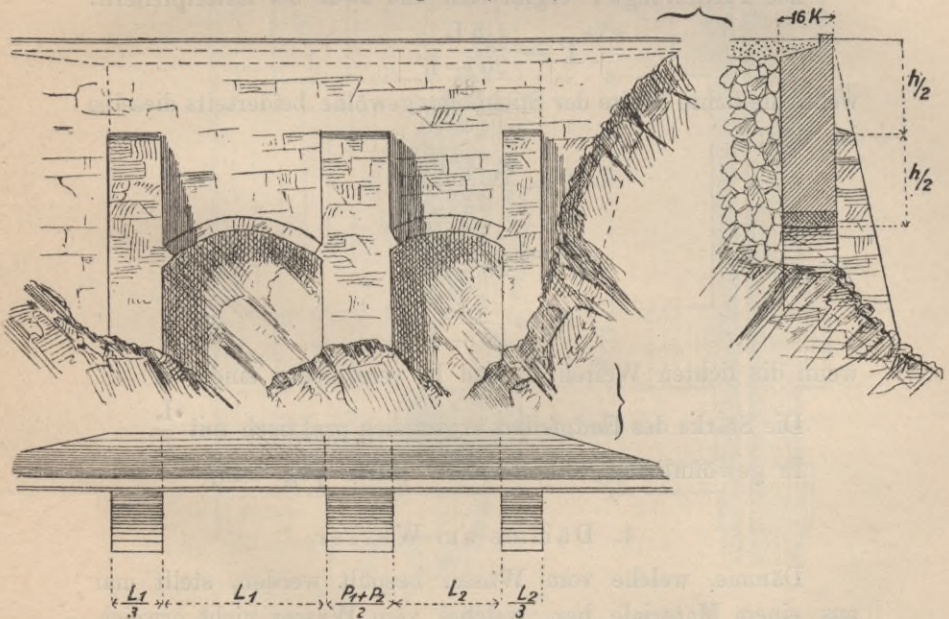
Die Hinterfläche solcher Mauern hält man auf ihre ganze Höhe vertical, sonst sind sie wie die gewöhnlichen Stützmauern zu construieren.

Fig. 90. (1 : 200)



Zu den Gewölben ist vorzüglicher lagerhafter Bruchstein und dort, wo großer Druck erwartet wird, Cementmörtel anzuwenden.

Fig. 91. (1 : 200)



Für solche Mauern mit Steinhinterfüllung ist die lichte Weite des Stichbogengewölbes:

$$\max L_1 = \left(6 - \frac{h}{5}\right) \left(k + \frac{h}{10}\right)$$

mit Erdhinterfüllung:

$$\max L_2 = \left(6 - \frac{h}{5}\right) \left(k + \frac{h}{20}\right)$$

für Spannweiten, die gröfser sein sollen als vorstehende Formeln ergeben, ist statt  $k$  eine Kronenstärke von:

$$k_1 = \frac{5 L_1}{30 - h} - \frac{h}{10}$$

und:

$$k_2 = \frac{5 L_2}{30 - h} - \frac{h}{20}$$

anzunehmen.

Die Strebepfeiler sind bei Stützmauern mit verticaler Vorderfläche an der Vorderseite, bei beweglichem Boden, wo großer Druck erwartet wird, auf beiden Seiten, bei Stützmauern mit geneigter Vorderfläche an deren Hinterfläche anzubringen.

Die Pfeilerlänge  $P$  ergibt sich und zwar bei Mittelpfeilern:

$$P = \frac{5 L}{20 - h},$$

wenn die lichte Weite der Stichbogengewölbe beiderseits dieselbe ist, und:

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2};$$

$$P_1 = \frac{5 L_1}{20 - h};$$

$$P_2 = \frac{5 L_2}{20 - h},$$

wenn die lichten Weiten  $L_1$  und  $L_2$  verschieden sind.

Die Stärke des Endpfeilers ergibt sich praktisch mit  $\frac{L}{3}$ .

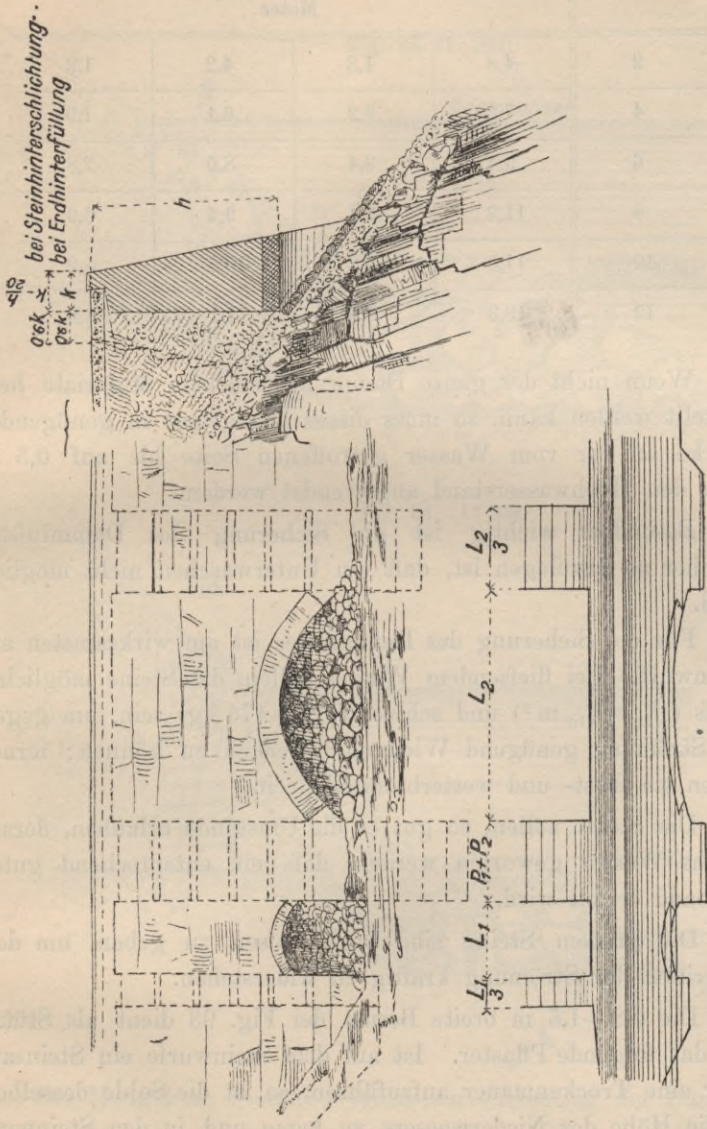
In gewöhnlichen Fällen wird: (Siehe pag. 245).

#### 4. Dämme am Wasser.

Dämme, welche vom Wasser bespült werden, stellt man aus einem Materiale her, welches vom Wasser nicht erweicht oder fortgespült wird, daher aus Kies, Gerölle und Steinschüttung.



Fig. 92. (1 : 400)



Bei h =	für Steinhinterschichtung		Erdhinterfüllung	
	max. L =	wobei P =	max. L =	wobei P =
Meter				
2	4,8	1,3	4,2	1,2
4	7,2	2,2	6,1	1,9
6	9,4	3,4	8,0	2,8
8	11,2	4,7	9,4	3,9
10	11,5	6,2	10,6	5,2
12	13,3	8,3	11,1	6,9

Wenn nicht der ganze Damm aus solchem Materiale hergestellt werden kann, so muss dieses wenigstens in genügender Stärke an der vom Wasser getroffenen Seite bis auf 0,5 m über den Hochwasserstand angewendet werden.

Besonders wichtig ist die Sicherung des Dammfusses, welcher so anzulegen ist, daß ein Unterwaschen nicht möglich wird.

Für die Sicherung des Dammfusses ist am wirksamsten ein Steinwurf. Bei fließendem Wasser sollen die Steine möglichst groß ( $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$  m<sup>3</sup>) und schwer (125—175 kg) sein, um gegen die Strömung genügend Widerstand leisten zu können; ferner sollen sie frost- und wetterbeständig sein.

Die Steine sollen, so gut es die Umstände erlauben, derart in das Wasser geworfen werden, daß ein entsprechend guter Verband erzielt wird.

Die großen Steine sind nach außen zu geben, um den Angriffen der Strömung kräftig zu widerstehen.

Die 0,8—1,5 m breite Berme der Fig. 93 dient als Stütze für das folgende Pflaster. Ist auf dem Steinwurfe ein Steinsatz oder eine Trockenmauer aufzuführen, so ist die Sohle desselben in die Höhe des Niederwassers zu legen und in den Steinwurf einzubetten. (Fig. 94 und 95).



Sind wenig Steine vorhanden, oder ist das Ufer sehr steil, so sichert man die Steinvorlage durch verholnte Pfähle, welche vor dem Einschütten der Steine eingerammt werden (Fig. 96).

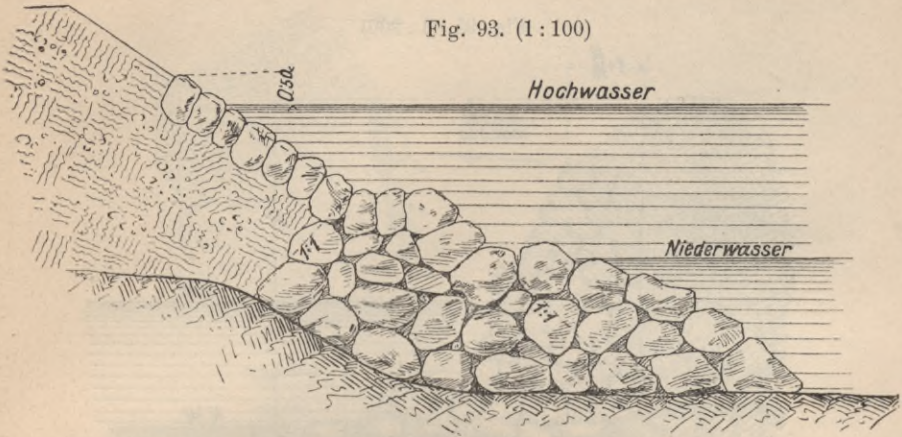


Fig. 93. (1:100)

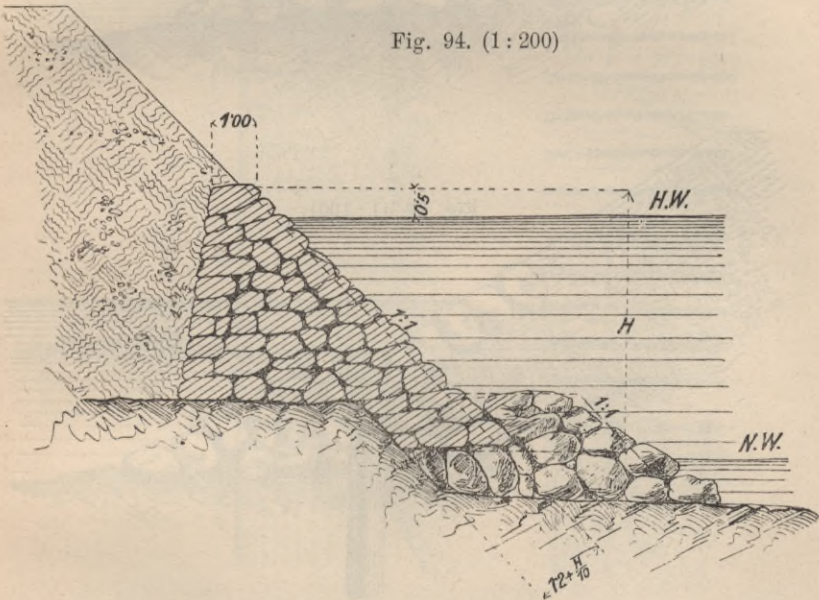


Fig. 94. (1:200)

Bei Mangel an Steinen werden zur Sicherung der Dämme Flecht- und Faschinenwerke angewendet. Die zu sichernde Böschung ist dann nicht steiler als zweifüßig anzulegen.

Die Flechtzäune (Fig. 97) sind in Abständen von 0,5 m in parallelen Reihen in der Dammrichtung anzulegen. Am Fufse des Dammes ist ein Bankett herzustellen, welches von einer

Fig. 95. (1 : 200)

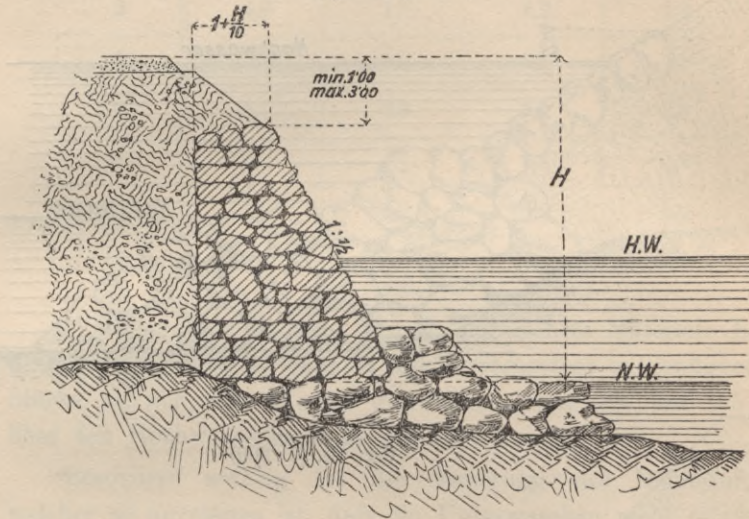
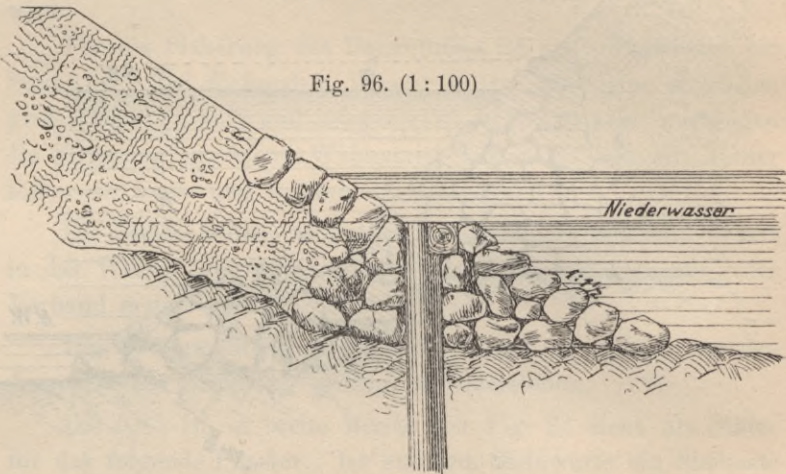


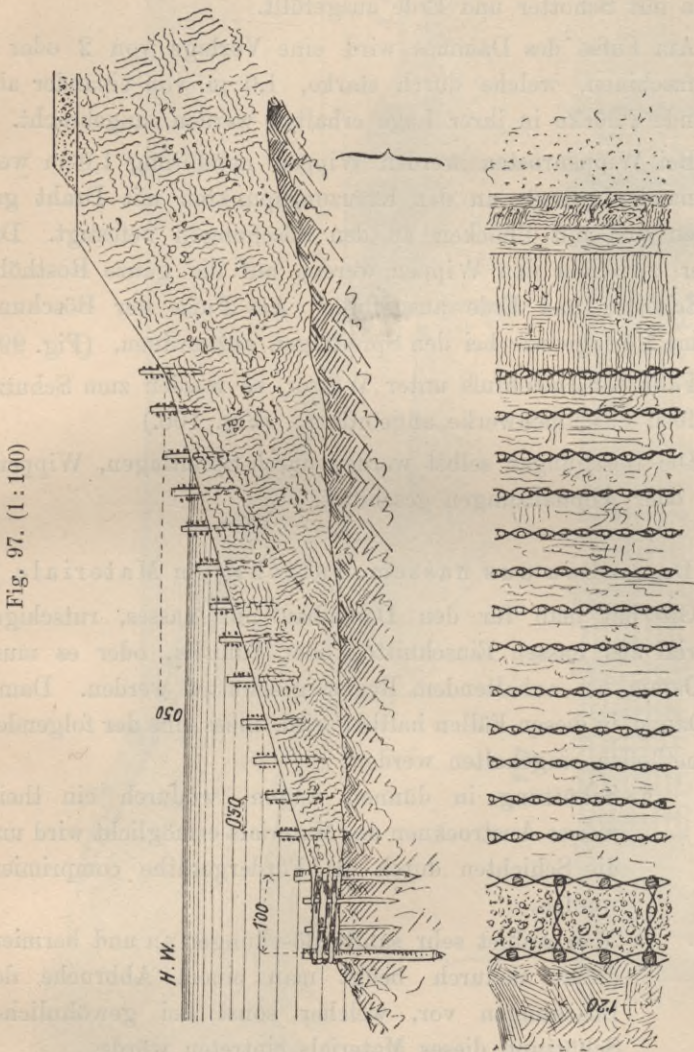
Fig. 96. (1 : 100)



Kies- und Schottermasse gebildet und von Flechtzäunen eingeschlossen wird; letztere sind auch durch Querflechtzäune in Entfernungen von 1,2 m miteinander zu verbinden.



Weitere Versicherungen der Böschung sind die mit Spreitlagen in Verbindung mit Senkfaschinen, ein Wippenrost mit Senkfaschinen und die Faschinenwerke.



Bei der Sicherung der Böschungen durch Spreitlagen (Fig. 98) werden Faschinen aneinander in der Böschungsrichtung und senkrecht darauf in Abständen von 1,0 m Wippen gelegt,

welche durch entsprechend starke Pflöcke an den Böschungen befestigt werden.

Der Raum zwischen den Wippen wird auf die Höhe derselben mit Schotter und Erde ausgefüllt.

Am Fusse des Dammes wird eine Vorlage von 2 oder 3 Senkfaschinen, welche durch starke, 1,0 m von einander abstehende Pflöcke in ihrer Lage erhalten werden, angebracht.

Bei Wippenrosten werden Wippen netzförmig 1,0 m weit auseinander gelegt, an den Kreuzungspunkten mit Draht gebunden und mit Pflöcken an den Böschungen befestigt. Die Felder zwischen den Wippen werden auf die ganze Rosthöhe mit Schotter und Erde ausgefüllt. Am Fusse der Böschung ist eine Vorlage wie bei den Spreitlagen anzuordnen. (Fig. 99.)

Fällt der Dammfuß unter Wasser, so werden zum Schutze desselben Faschinenwerke angeordnet. (Fig. 100.)

Die Böschungen selbst werden durch Spreitlagen, Wippenroste oder Anpflanzungen geschützt.

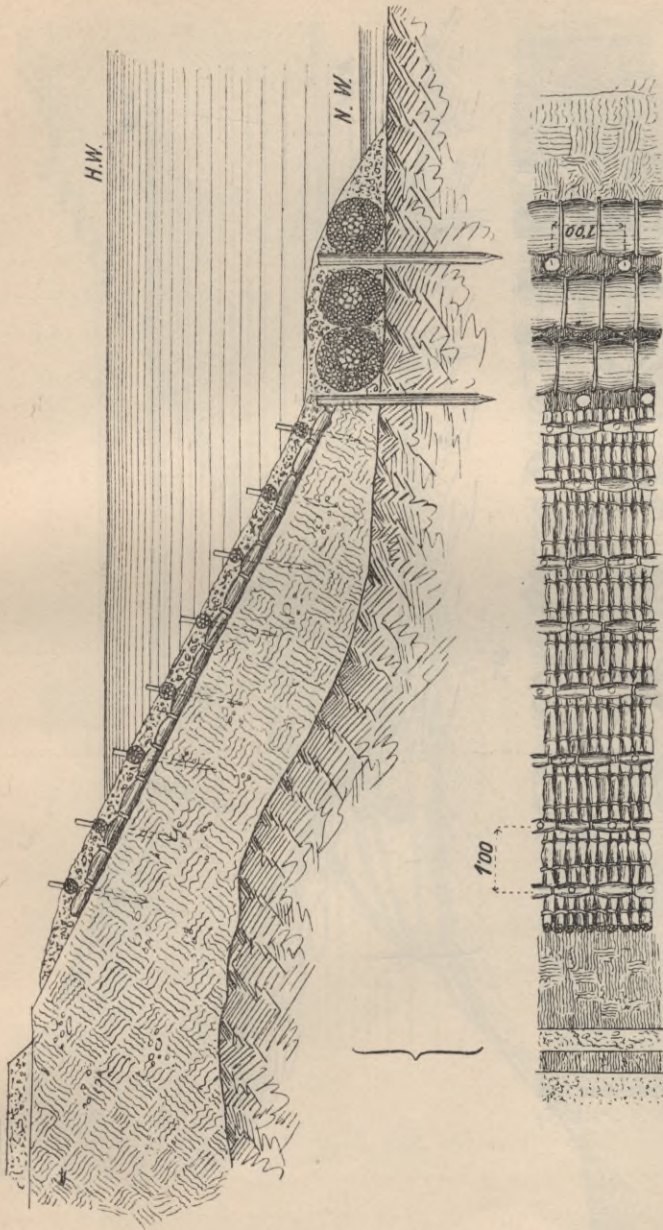
##### 5. Dammbau aus nassem, rutschigem Materiale.

Oft hat man für den Dammbau nur nasses, rutschiges Material aus nassen Einschnitten oder Tunnels, oder es muss der Damm bei anhaltendem Regen geschüttet werden. Damit der Damm in diesen Fällen haltbar wird, muss eine der folgenden Baumethoden eingehalten werden:

- a. Schüttung in dünnen Lagen, wodurch ein theilweises Austrocknen des Materials ermöglicht wird und die Schichten durch die Fördergeräthe comprimirt werden.
- b. Man ordnet sehr sanfte Böschungen an und bermiert diese; dadurch beugt man einem Abbruche der Böschungen vor, welcher sonst bei gewöhnlicher Schüttung dieses Materials eintreten würde.
- c. Drainirt man den Damm mit Reisiglagen, indem man abwechselnd eine Schichte Erde und dann eine Lage Reisig anordnet.



Fig. 98. (1 : 100)



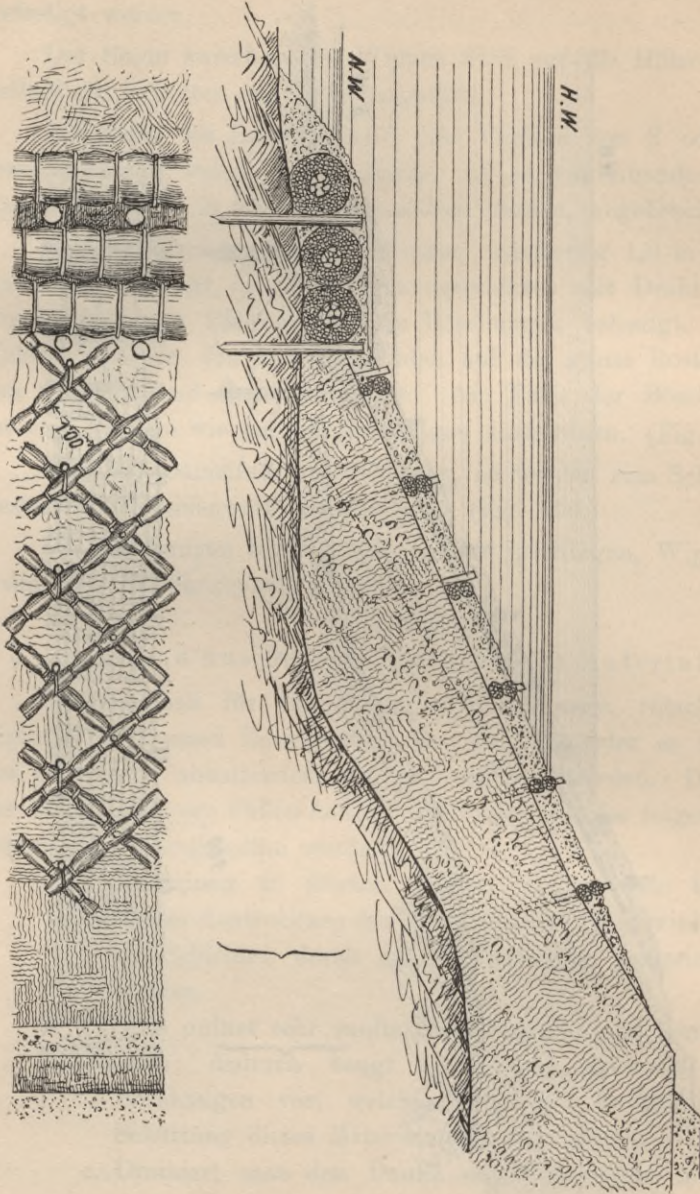
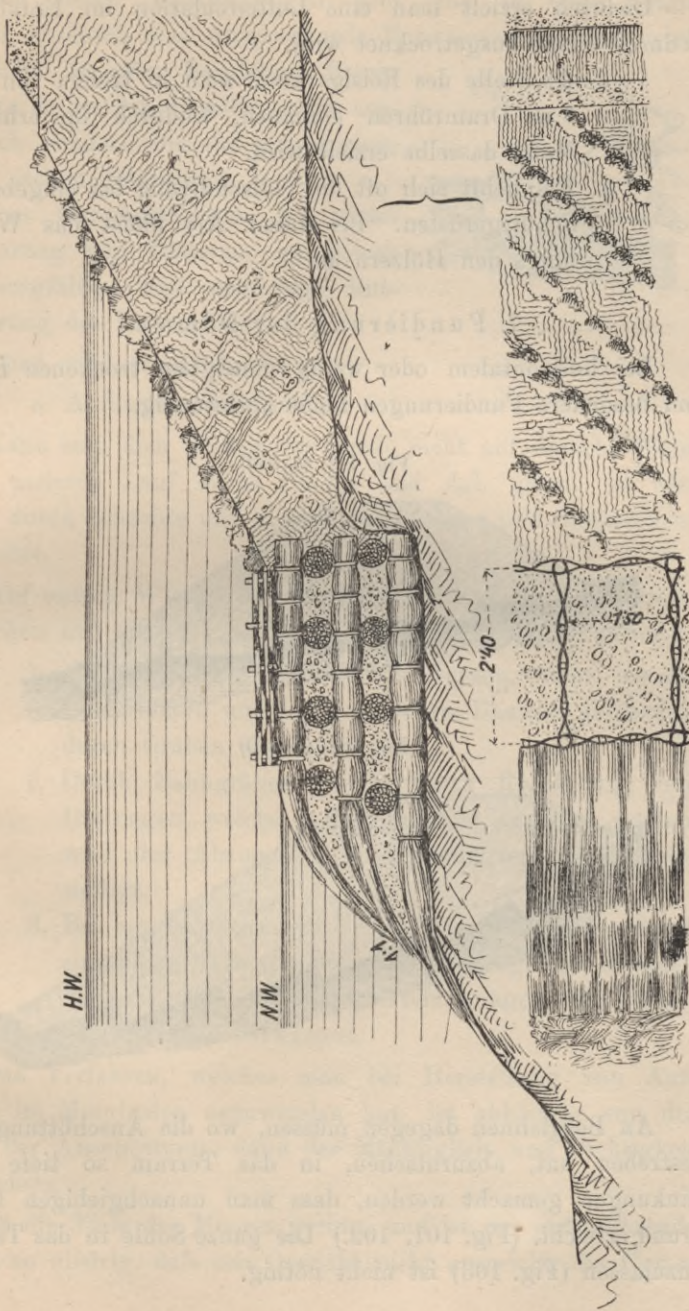


Fig. 99. (1 : 100)



Fig. 100. (1:100)



Dadurch erzielt man eine Luftcirculation im Erdkörper, wodurch dieser ausgetrocknet wird.

- d. An Stelle des Reisigs kann man in Höhen von 3 zu 3 m Drainröhren einbauen, wodurch im erhöhten Maße dasselbe erzielt wird.
- e. Empfiehlt sich oft die Vollsüttung bei eingebauten Schüttgerüsten. Bei dieser Art fließt das Wasser längs den Hölzern ab.

#### 7. Fundierung der Dämme.

Bei horizontalem oder wenig geneigtem trockenem Boden sind besondere Fundierungen nicht nothwendig.

Fig. 101. (1:250)

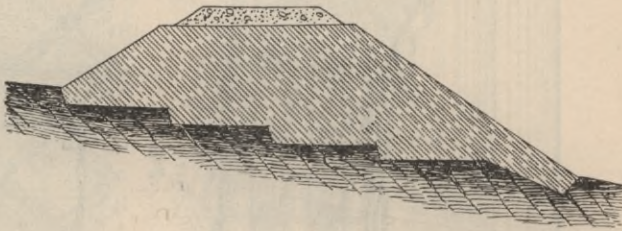
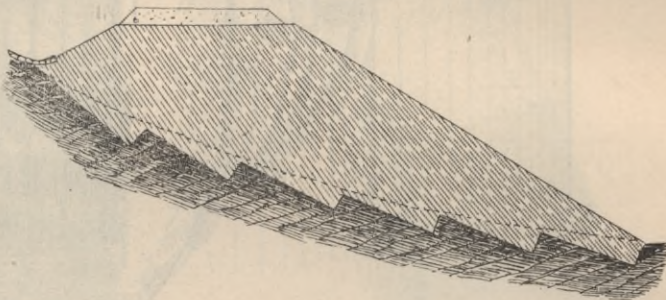


Fig. 102 (1:250)



An Berglehnen dagegen müssen, wo die Anschüttung das Bestreben hat, abzurutschen, in das Terrain so tiefe Einklinkungen gemacht werden, dass man unnachgiebigen festen Grund erreicht. (Fig. 101, 102.) Die ganze Sohle in das Terrain einzulassen (Fig. 103) ist nicht nöthig.



Bei tiefen Einklinkungen gibt man in diese Drainröhren, wodurch eine entsprechende Entwässerung erzielt wird.

Sind an der Berglehne Baumstrünke, so werden dieselben nicht ausgerodet, sondern bis auf eine geringe Höhe stehen gelassen.

Das Hauptsächlichste bei jeder Fundierung von Dämmen ist jedoch eine sorgfältige und ausgiebige Entwässerung des Untergrundes.

Diese wird erzielt durch:

a. Abfassung der Quellen:

Kann man dem Wasser der Quelle nicht auf einfache Weise einen anderen Lauf durch Canäle und dgl. geben, so wird dieses durch Schächte und Stollen aufgefangen und entsprechend abgeleitet.

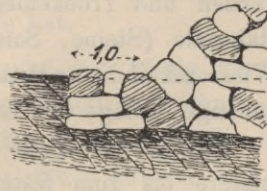
Auf nassen Wiesen ist ebenfalls der Zufluß des Wassers zu suchen und diesem eine geeignete Laufrichtung zu geben.

- b. Offene kleinere Wasserläufe werden, wenn sie den Bau hindern und den Bestand des Dammes gefährden, durch Gräben abgelenkt.
- c. Durch Bahngräben, sowie durch Rigolierung und Drainagen, welche in Terrainfalten angelegt werden, wird der Abzug des Niederschlagswassers bewerkstelligt.
- d. Bei besonders nassem Untergrunde wird dieser durch ein ganzes Netz von Drainröhren (Saug- und Sammelröhren), oft auch durch Tiefdrainagen mit befahrbaren Stollen entwässert.

Das Verfahren, welches man bei Herstellung von Aufträgen im Moorboden anzuwenden hat, ist abhängig von der Höhe der Anschüttung, dann der Mächtigkeit und Dichtigkeit des Bodens.

Ist die Tiefe des Moores gering, und ist der aufzuführende Damm so niedrig, daß sein Gewicht nicht ausreicht, die Unter-

Fig. 103. (1:100)



lage so weit zu comprimieren, dass Eisenbahnzüge keine Bewegung in derselben hervorbringen können, so ist es am besten, das Moor ganz oder theilweise durch Ausheben der schlechtesten Partien und Trockenlegung des Restes durch mit trockenem Materiale (Steine, Sand) gefüllte Gräben zu entfernen. Die Wirksamkeit dieses Mittels ist abhängig von der Möglichkeit einer günstigen Anlage der Entwässerung.

Bei großer Tiefe des Moores und höheren Dämmen sind letztere bis zum festen Stande zu versenken. Hiezu sind in einer Entfernung von 1—2 m vom Fusse der zukünftigen Böschungen parallel zur Bahnachse 0,45 bis 0,60 m breite, bis in das breite Moor reichende Gräben zu führen, damit der zu belastende Boden von dem anschließenden völlig getrennt wird. Hierbei verwandelt man den unter dem Damm zu liegenden Theil des Moores nach erfolgter Schüttung durch Comprimieren in einen, das Material zusammenhaltenden Rost und vermeidet Hebungen des seitlichen Terrains.

Die Schüttung muss anfangs in dünnen Lagen möglichst gleichmäßig über die ganze zu versenkende Fläche vertheilt werden, um ein Zerreißen der Decke zu verhindern. Während des Frostes dürfen Schüttungen nicht vorgenommen werden, da die Decke dann nicht vollständig und gleichmäßig comprimiert wird und ein sicherer Maßstab für die Dichtigkeit fehlt.

Außer dem beschriebenen Verfahren des Versenkens des Damms kann noch die Anwendung eines Faschinenbettes von Erfolg sein, wenn der Damm eine geringe Belastung zu tragen hat und das Moor nicht zu weich ist. Das Faschinenbett besteht aus mehreren Lagen Faschinen, welche sich kreuzen oder aus abwechselnden Lagen von Faschinen und Sand. Auf dieses Faschinenbett wird der Damm geschüttet und nach Maßgabe des Einsinkens nachgehört.

## § 2. Construction der Einschnitte.

Die Construction der Einschnitte erfordert insofern mehr Aufmerksamkeit als jene der Dämme, da durch die Herstellung der Einschnitte das nächstliegende Terrain, falls es zu seitlicher



Bewegung geneigt ist, seine natürliche Stütze verliert und den Einschnitt zu verschütten droht.

Außerdem wirkt der Einschnitt als Wasserabzugsgraben für das angrenzende Terrain, was wieder Loslösungen insbesondere im durchweichten Boden zur Folge hat.

Futtermauern, Strebepfeiler und dgl. müssen häufig angeordnet werden; weiters wird man, um die schädliche Wirkung des Wassers hintan zu halten, dieses entsprechend abzuleiten haben, indem man das Niederschlagswasser durch Gräben und dgl. von der Einschnittsböschung fernhält und das in den tiefer liegenden Schichten vorkommende Wasser auf vorgezeichneten Wegen in einer der Böschung nicht gefährlichen Weise zutage bringt.

### 1. Erdeinschnitte.

Einschnitte in Sand, Kies und Gerölle sind am sichersten, da bei diesen eine Rutschung am wenigsten zu befürchten ist.

Eine Bedeckung der Böschungen durch Muttererde und Berasung ist namentlich bei Sand empfehlenswert.

Die Böschungen in fetten Bodenarten, wie Thon und Lehm, sind gegen das Eindringen von Niederschlagswasser, sowie auch gegen Witterungseinflüsse durch Bekleidungen gut zu schützen.

Am gefährlichsten sind die Einschnitte in einem Boden bestehend aus einem Gemische von Gerölle, Sand und fettem, leicht auflösbarem Materiale mit wasserführenden Schichten.

Treten solche Schichten, welche Wasser führen, auf, so trachte man mit der größten Sorgfalt, die Wasserader aufzufinden und das Wasser durch Ableitung für den Bahnkörper unschädlich zu machen.

Je nach der Lage und der Anzahl der Wasseradern dann je nach der Beschaffenheit des Gebirges wird man verschiedene Vorkehrungen zur Ableitung des Wassers zu treffen haben u. z.

## a. Sickergräben.

Tritt die wasserführende Schichte an der Einschnitts-  
böschung auf, so wird man, falls die Wassermenge keine be-

Fig. 104. (1:100)

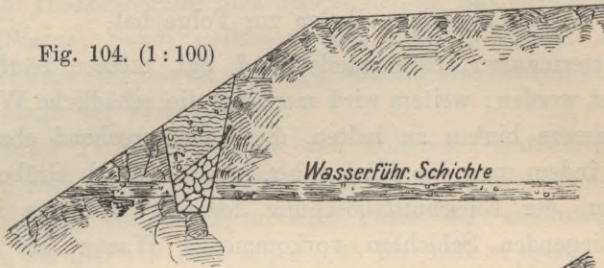


Fig. 105. (1:100)

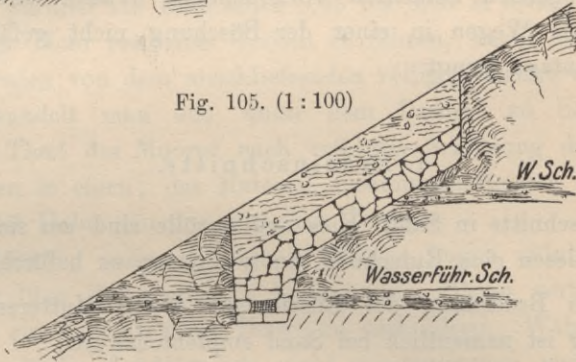
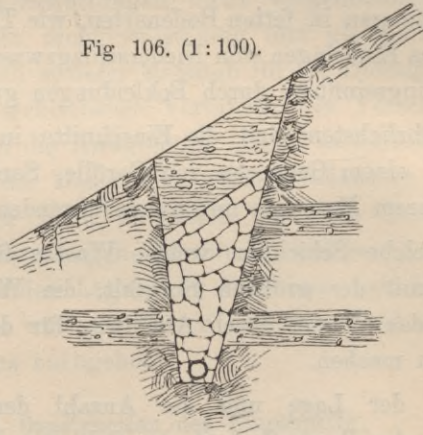


Fig. 106. (1:100).



deutende ist, die Wasserader durch einen Sickergraben auffangen  
und ableiten. (Fig. 104—106.)

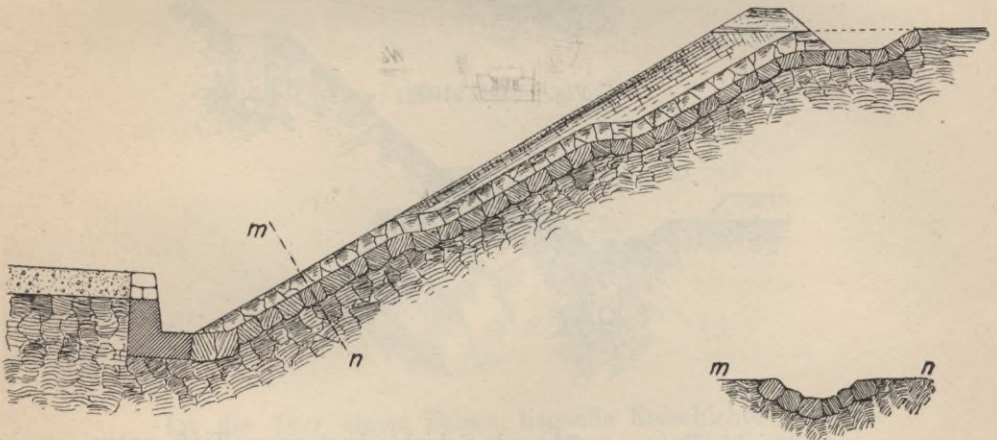


Diese Sickergräben, das sind Gruben, welche an ihrer Sohle, behufs Ermöglichung eines Wasserabflusses mit großen Steinen, sonst aber mit Erde ausgefüllt werden, sollen mit ihrer Sohle soweit unter der Einschnittsböschung zu liegen kommen, dass sie vor Frost geschützt sind (0,6—1,00 m).

Fig. 107. (1 : 100)



Fig. 108. (1 : 100)



Ist die Zufuhr von Wasser jedoch bedeutender und das über der wasserführenden Schichte gelegene Material sehr durchweicht, so wird man das Wasser in einer größeren Entfernung von der Böschung abfangen.

Die Anordnung des Grabens wird dann nach Fig. 107 stattfinden.

Die Entfernung des Sickergrabens vom Einschnittsrande ist umso größer zu wählen, je größer die Neigung der Schichten und je höher die über der Rutschfläche liegende Schichte ist.

Zur raschen und sicheren Abfuhr des Wassers ist den Sickergräben ein Längsgefälle von  $\frac{1}{50}$  zu geben.

An geeigneten Stellen werden die Sickergräben den Böschungen zugewendet, woselbst das Wasser in Abfallrinnen (Fig. 108) in die Bahngräben geleitet wird.

Fig. 109. (1:100)

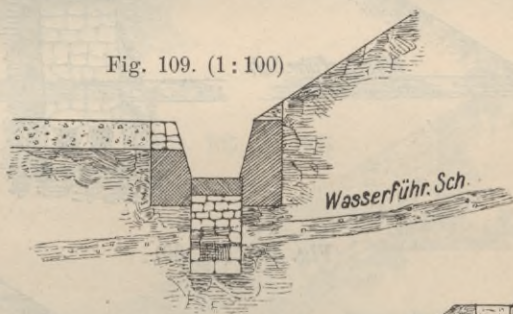


Fig. 110. (1:100)



Streicht die wasserführende Schichte in geringer Tiefe unter dem Unterbauplanum hinweg, so ist zur Trockenlegung des unter diesem gelegenen Erdkörpers auch noch unter dem Bahngraben ein Sickergraben anzulegen. An diesen Stellen ist der Bahngraben gemauert oder gut gepflastert herzustellen, damit das Tagwasser nicht in den Sickergraben eindringe und diesen verschlämme (Fig. 109, 110).



### b. Gegenbankette.

Statt der Sickergräben können auch künstliche Gegenbankette angewendet werden.

Dieselben werden, wie die Fig. 111 zeigt, aus gestampfter Erde mit einer gegen den Einschnitt unter 1:10 ansteigenden Sohle gebildet. Zum Bankette wird jenes Material verwendet, welches an der Stelle abgegraben wurde.

Zwischen dem natürlichen Terrain und der Anschüttung ist eine Sickerschicht aus Steinen oder Senkfashinen herzustellen, damit das Bankett trocken bleibt.

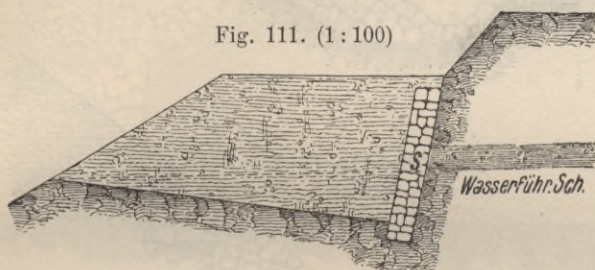
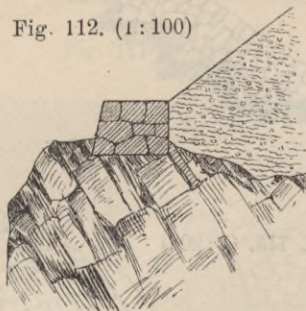


Fig. 112. (1:100)



Ist die über einem Felsen liegende Erdschichte vor Abrutschung zu bewahren, so ist ein Gegenbankett aus Trockenmauerwerk, welches in den Felsen eingesprengt ist, anzulegen (Fig. 112).

### c. Anordnungen in durchweichtem Boden.

In durchweichtem Boden ist es zweckmäfsig, den Böschungen von vorneherein eine je nach der Tiefe des Einschnittes entsprechend geringe Neigung zu geben.

Bei nicht allzunassem Boden genügt oft die Anordnung von Steinspornen (Steinpilelern) (Fig. 113, 114) indem man Quergräben in den Böschungen aushebt und diese wieder mit Steinen ausfüllt.

Fig. 113. (1:200)

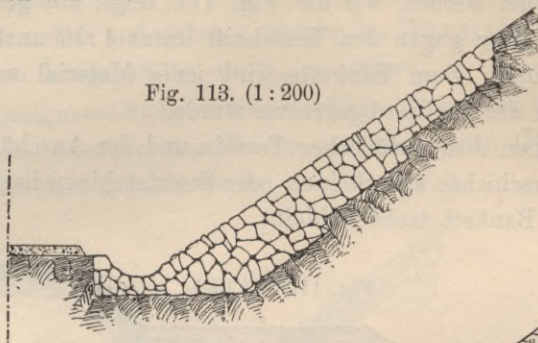


Fig. 114. (1:200)

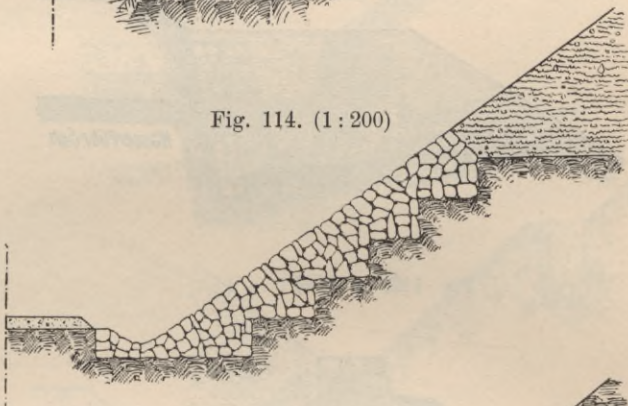
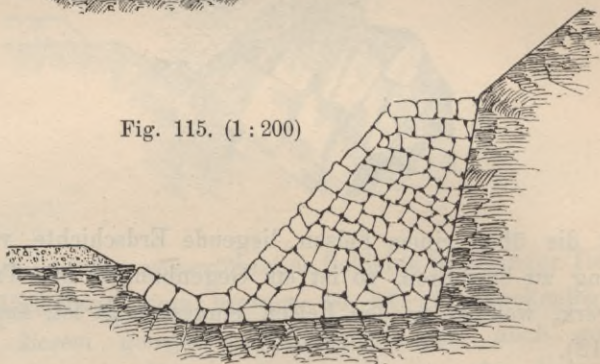


Fig. 115. (1:200)



Ist der Boden nur im unteren Theile beweglich, so werden diese Steinpackungen (Fig. 115) nur in geringer Höhe ausgeführt.



Häufig werden die Steinsporne miteinander durch Steinpackungen verbunden. (Fig. 116).

Liegen die nassen Schichten nicht zu hoch über der Einschnittssohle, so werden auch Bögen ohne Pfeiler angeordnet. (Fig. 117).

Fig. 116. (1:200)

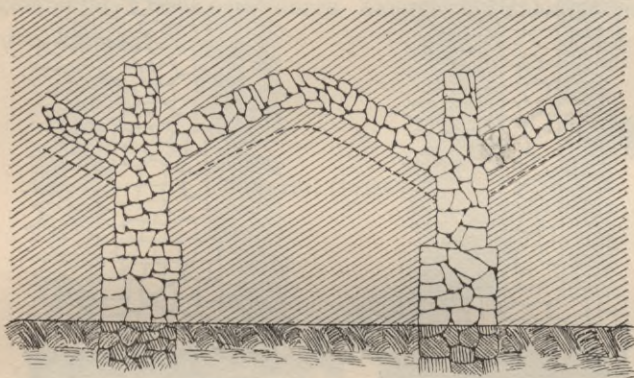
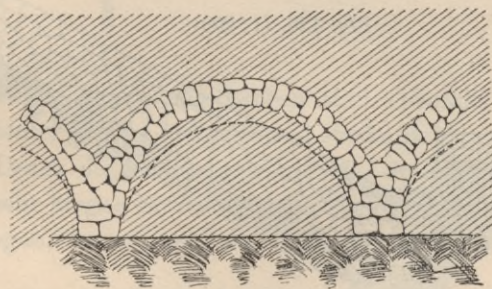


Fig. 117 (1:200)



Die Entfernung der Pfeiler hängt von der größeren oder geringeren Beweglichkeit des Bodens ab. Die Breite derselben ist entweder auf ihrer ganzen Länge gleich oder entsprechend der Höhe derselben und der Beweglichkeit des Bodens nach oben hin abnehmend. (Fig. 118, 119).

Die Dicke der Pfeiler ist entweder auch constant oder aus gleichen Gründen verschieden. (Fig. 113, 114, 120).

Fig. 119. (1:200)



Fig. 118. (1:200)

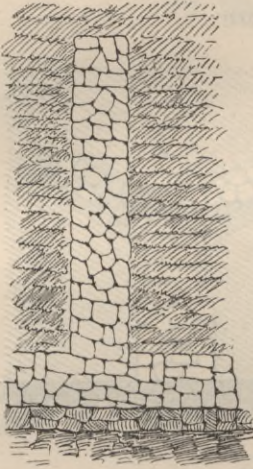
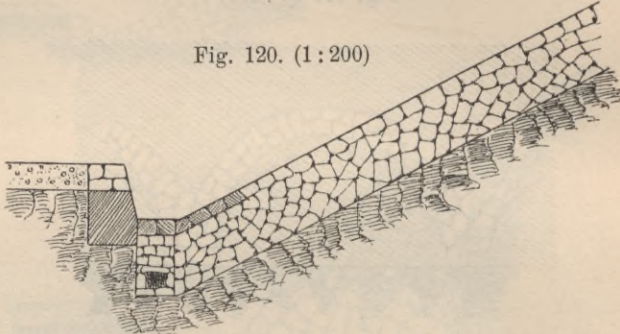


Fig. 120. (1:200)



Im allgemeinen sind die Pfeiler oder Sporne, dann die Bögen umso stärker zu halten und näher aneinander zu stellen, je beweglicher der Boden ist.

Die in der Praxis angewendeten Dimensionen sind für Entfernungen 3—10 m, Breite 0,6—3,0 m und Dicke oder Tiefe 0,6—2,0 m.



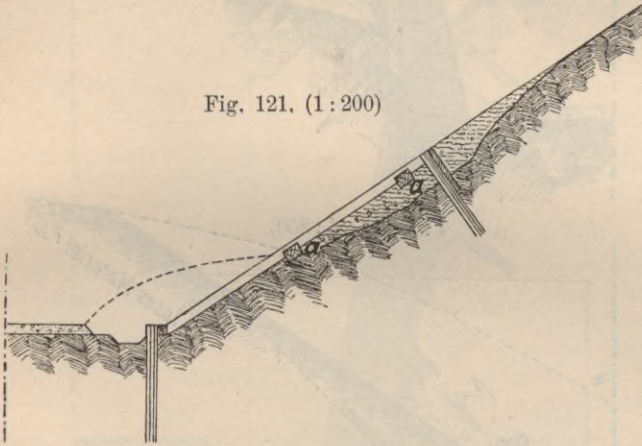
#### d. Holzstützungen.

Ist Mangel an Steinmaterial oder ist bei eintretender Rutschung schnelle Abhilfe nothwendig, so können auch Holzstützungen (Fig. 121) vorgenommen werden.

Wegen der geringen Dauer und des geringen Gewichtes ist Holz weniger zu Stützungen geeignet als Stein.

Am Fusse der Böschung stemmt man die Streben gegen eingerammte Pfähle, die durch Zangen miteinander verbunden werden können.

Fig. 121. (1:200)



Oben am Kopfe der Streben sind ebenfalls Pfähle einzutreiben, hinter welche entsprechend starke Bohlen gelegt werden, um den Druck der Schubmasse auf die Streben zu übertragen.

Bei sehr langen Streben werden senkrecht zu diesen Spreizen a eingezogen, um ein seitliches Ausweichen zu verhindern.

#### Futtermauern.

Um Böschungen im Einschnitte steiler halten zu können, als es die Cohäsions- und Reibungsverhältnisse zulassen, werden Futtermauern angewendet.

Bei jenen Gebirgsarten jedoch, wo Rutschungen eintreten würden, falls man über eine bestimmte maximale Neigung hinausginge, d. i. bei durchweichtem Boden, bei ungünstiger

Lagerung der Schichten und dgl. würden die Futtermauern ihres geringen Gewichtes wegen nicht den nothwendigen Widerstand leisten.

Fig. 122. (1:200)

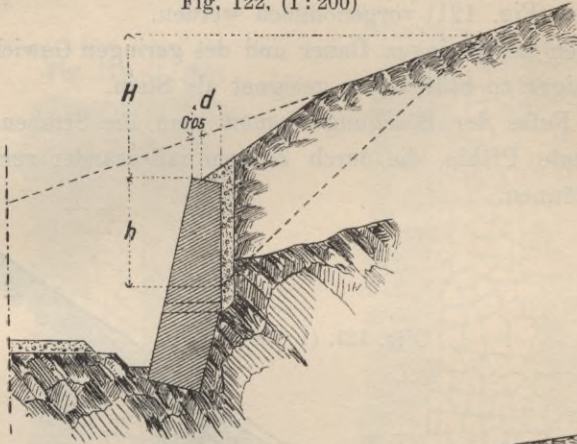
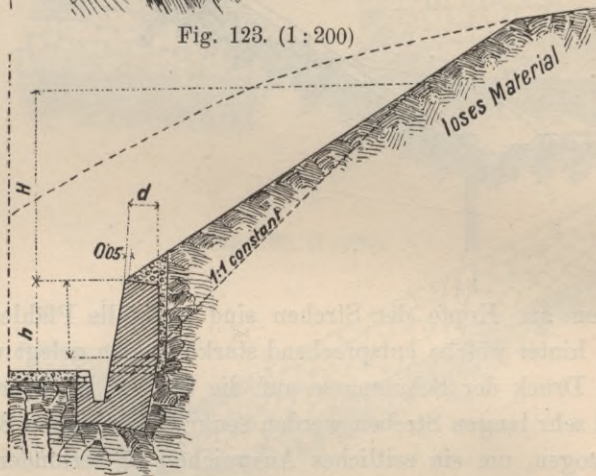


Fig. 123. (1:200)



Sie werden also nur bei festem trockenem Gebirge ihren Zweck, Raum zu gewinnen, erfüllen und dann entweder als Mörtel- oder Trockenmauerwerk ausgeführt.

Die Außenfläche bei Futtermauern ist bei Mörtelmauerwerk gewöhnlich  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{6}$ , bei Trockenmauerwerk  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{5}$  geböschet.

Die Dimensionierung der Futtermauern erfolgt zumeist aus Erfahrungsgleichungen.



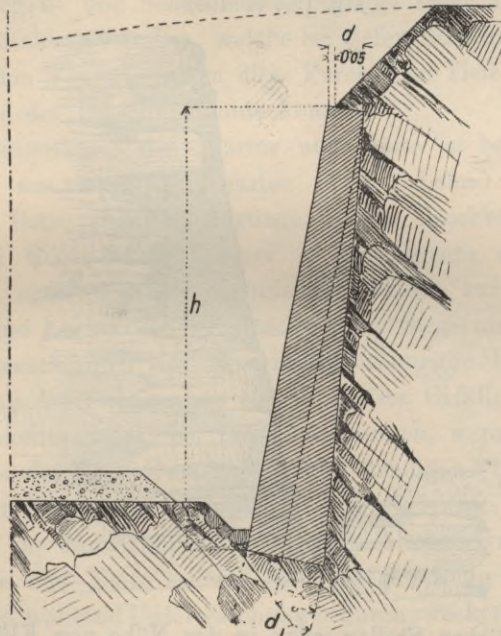
Eine derartige Erfahrungsgleichung für die Dimensionierung dieser Mauern (Fig. 122 u. 123) ist folgende:

$$d = 0,18 + 0,21 h + 0,002 h^2 + 0,001 H h \text{ in m ausgedrückt.}$$

In der Mauer sind Öffnungen (10—20 cm breit und hoch und 2—3 m voneinander entfernt) für den Wasserabfluss auszusparen.

Das Fundament der Futtermauern muss entsprechend der Höhe derselben auch an Breite zunehmen.

Fig. 124. (1:200)



Ferner werden Futtermauern auch wie die Stützmauern mit Pfeilern und Sparbögen ausgeführt.

Ähnlich den Futtermauern sind die Wandmauern oder Blindmauern, welche jedoch lediglich den Zweck haben, die Böschung vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Diese Blindmauern (Fig. 124) haben folgende Dimensionen:

$$\text{bei } h < 6 \text{ m ist } d = d_1 = 0,5 - 0,6 \text{ m}$$

$$\text{bei } h > 6 \text{ m ist } d = 0,7 \text{ m } d_1 = 0,7 + \frac{h}{10} \text{ m.}$$

Die Entwässerungsanlagen des Fundaments aller dieser Mauern müssen ebenso genau eingehalten werden, wie bei den Stützmauern.

## 2. Felseinschnitte.

Die Einschnitte, welche im Felsen hergestellt werden, können im allgemeinen steilere Böschungen (je nach der Festigkeit des Gesteins  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ ) erhalten, als dies bei Erdeinschnitten der Fall ist, jedoch vermeide man womöglich verticale Böschungen.

Fig. 125. (1 : 100)



An mürben Stellen oder in der Nähe von Klüften ist die Steigung der Böschungsfächen sanfter als an den übrigen Theilen zu halten.

Die Klüfte selbst sollen mit Steinen ausgefüllt werden.

Maßgebend ist ferner die Lagerung der Schichten, ob sie gegen oder von dem Einschnitte fallen, und wird man allgemein bei letzteren steilere Böschungen ausführen können.

Liegen lose Schichten in festem Gesteine, so müssen diese entsprechend ausgemauert werden, damit die Böschnung stetig gehalten werden kann. (Fig. 125.)



Leicht verwitterbarer Felsen ist bei Herstellung von Einschnitten ebenso zu behandeln wie Erde.

Häufig werden auch hier Blendmauern angewendet, welche vor Verwitterung zu schützen haben.

### § 3. Befestigung der Damm- und Einschnittsböschungen.

Die Böschungen der Erdwerke müssen vor der Einwirkung des Regen- und Schneewassers, der Wärme und Kälte und vor Unterwaschungen geschützt werden.

Das Regen- und Schneewasser erzeugt beim Herabrinnen über die Böschung Furchen, welche bei tiefen Einschnitten nachtheilig werden können, indem diese Furchen an Tiefe zunehmen, je näher sie der Einschnittssohle kommen.

Die Einwirkung der Wärme und Kälte ist besonders bei Erdwerken aus fetten Bodenarten (Thon, Lehm) ungünstig. Durch die Hitze entstehen Sprünge in den Böschungen, durch welche bei Regenwetter Wasser in das Innere dringt und Blähungen, namentlich bei eintretendem Froste, zur Folge hat, wodurch eine Lockerung der Böschung hervorgerufen wird.

Unterwaschungen der Einschnittsböschungen können eintreten, wenn der Bahngraben ein zu großes Gefälle besitzt und schlecht construiert ist, bei Dammböschungen, wenn die für die Construction der Dämme am Wasser nothwendigen Vorkehrungen aufser Acht gelassen wurden.

Gegen die Einwirkung des Regen- und Schneewassers, dann der Wärme und Kälte schützt man die Böschung durch eine Schutzdecke, während Unterwaschungen durch zweckentsprechende Construction des Fusses der Damm- oder Einschnittsböschung vermieden werden können.

Eine Schutzdecke kann man bilden:

*α.* Durch Besamung einer auf die Böschung aufgelegten Humusschichte (Fig. 126—129).

*β.* Durch Bepflanzung mit verschiedenen Arten von Strauchwerk dem Klima entsprechend.

*γ.* Durch Rasenziegelbekleidung in allen Arten als Kopf- und Deckrasenziegelbekleidung und Figurenrasen.

δ. Durch Pflasterung und zwar sowohl durch Kopf- (Fig. 130) als auch Flachpflaster (Fig. 131).

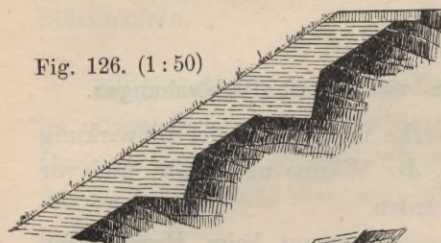


Fig. 126. (1:50)

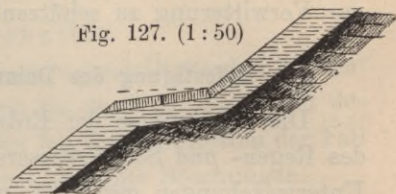


Fig. 127. (1:50)

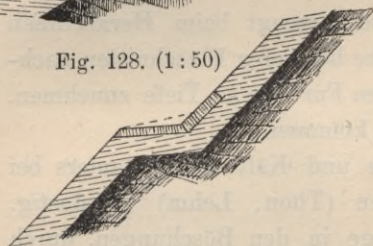


Fig. 128. (1:50)

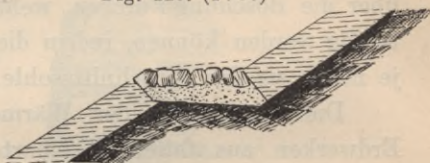


Fig. 129. (1:50)

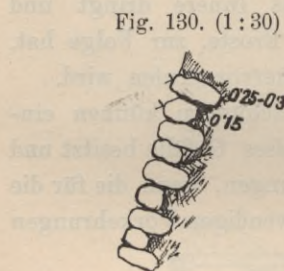


Fig. 130. (1:30)

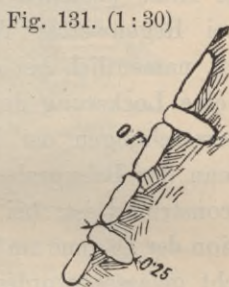


Fig. 131. (1:30)

Weiters werden, um die Geschwindigkeit des herabrinneenden Niederschlagswassers über die Böschungen zu mäfsigen und losgelöstes Material aufzuhalten, häufig Flechtzäune angewendet.

#### § 4. Bahngräben.

Um das Niederschlagswasser vom Bahnkörper fern zu halten, werden Bahngräben parallel zur Bahnachse angeordnet.

Diese unterscheiden sich je nachdem sie in der Höhe des Planums liegen in Planumsgräben, dann in Parallelgräben, auch Hintergräben genannt, wenn sie seitlich des Bahnkörpers (auf der Bergseite) parallel zu diesem liegen, und in Böschungsgräben, wenn sie an der Böschung der Einschnitte angeordnet sind.



Ist der Wasserzufluss bei Niederschlägen ein außergewöhnlich großer, so müssen die Querschnittsdimensionen der Gräben diesen entsprechend bestimmt werden, sonst erhalten sie 30—50 cm Sohlenbreite und 50—80 cm Tiefe.

Haben die Gräben ein anderes Gefälle als die Gradienten, so werden sie oft tiefer gelegt werden müssen, als es die Wasserableitung erfordert z. B. dann, wenn das Wasser aus einem Einschnitte, der im Gefälle liegt, nach beiden Seiten hin abgeführt wird (Fig. 132).

In solchen Fällen mauert man gewöhnlich die Gräben, um Raum zu sparen.

Jeder Bahngraben muss ein der Festigkeit des Bodens entsprechendes Gefälle haben, damit das Erdreich infolge des Wasserabflusses nicht aufgewaschen werde.

Fig. 132.



Dies gilt hauptsächlich für die Parallel- und Planungsgräben bei Zahnradbahnen.

Überschreitet ein Graben jenes Gefälle, bei welchem eine Abspülung des Erdreiches möglich wird, so muss der Graben bekleidet werden.

Als Schutzdecken in solchen Fällen hat man einen Rasenbelag, eine Pflasterung (Fig. 133), eine nasse Ausmauerung (Fig. 134 und 135) oder in holzreichen Gegenden Holzrinnen (Fig. 136).

Bei sehr bedeutenden Gefällen und großen Wassermassen werden Cascaden angeordnet (Fig. 137 und 138).

Im Gebirge, an sehr steilen Abhängen, mauert man mit Vortheil alle Gräben in Cement.

Fig. 133. (1:50).

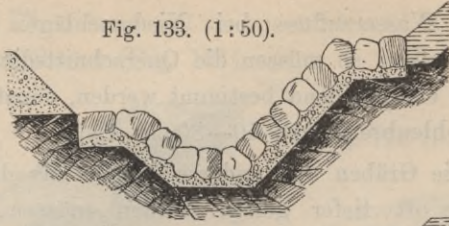
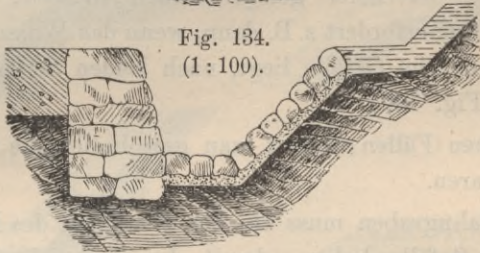
Fig. 134.  
(1:100).

Fig. 135. (1:100)

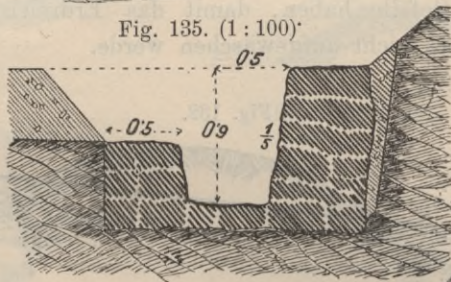


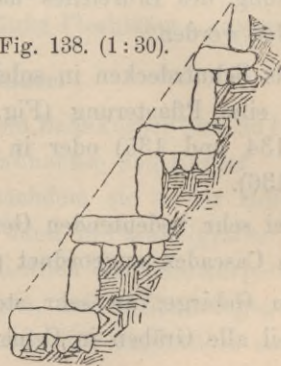
Fig. 136. (1:30).



Fig. 137. (1:30).



Fig. 138. (1:30).





Solche Sicherungen der Bahngräben werden nothwendig, wenn die Geschwindigkeit des Wassers bei:

sandigem Boden	0,10 m sec.	oder	$\frac{h}{l} = \frac{1}{600}$
erdigem „	0,15 „	„	$\frac{h}{l} = \frac{1}{300}$
thonigem „	0,25 „	„	$\frac{h}{l} = \frac{1}{200}$
schiefrigem „	1,88 „	„	$\frac{h}{l} = \frac{1}{20}$
mittelfestem Felsen	2,25 „	„	$\frac{h}{l} = \frac{1}{13}$
festem „	4,00 „	„	$\frac{h}{l} = \frac{1}{4}$

überschreitet.

Die Entfernung der Parallelgräben von den Böschungsrändern richtet sich nach der Festigkeit des Bodens.

### § 5. Reconstruction der Erdwerke.

Die Reconstruction beschädigter Erdwerke verlangt zunächst das Aufsuchen und Beseitigen der Beschädigungsursachen; erst dann können mit Erfolg die weiteren Instandsetzungsarbeiten ausgeführt werden.

Ursachen der Beschädigungen sind im allgemeinen:

- a) geringe Reibung und Cohäsion des Erdmaterials und zwar entweder: wegen großer Bergfeuchtigkeit, wegen Frostklumpen, die vielleicht bei der Dammconstruction im Winter eingebaut wurden oder wegen directer Einwirkung des Wassers.
- b) Rutschflächen, bei welchen die über denselben liegende Erdmasse, vielleicht durch einen Einschnitt die natürliche Stütze verloren hat, abzurutschen droht.
- c) Blähungen der Masse. In Braunkohlenrevieren, wo sich das Volumen oft derartig vergrößert, dass auf

das umliegende Gebiet ein beträchtlicher Druck ausgeübt wird, treten häufig Ausblähungen ein.

Ferner nimmt man diese Erscheinung auch bei wasserhältigem Boden wahr, wenn das Wasser friert.

- d) Mangelhafte Construction der Erdwerke, unzureichende Böschungsbekleidungen, zu steile Böschungen u. dgl.

### 1. Dammrutschungen und Dammreconstructionen.

Die hauptsächlichlichen Ursachen von Dammrutschungen sind: mangelhafte Beschaffenheit des Auftrages oder der Construction selbst und die Bewegung des die Anschüttung tragenden Bodens.

Häufig wirken beide Ursachen zusammen. Die mangelhafte Construction liegt zum großen Theile: in der Anordnung zu steiler Böschungen und Anwendung nasser Erde oder Lehm für die Schüttung (der Lehm trocknet nur sehr langsam aus, wodurch namentlich bei hohen Dämmen in den unteren Schichten infolge der großen Last der darüber liegenden Erdmasse Quellungen entstehen); dann in eingebauten Frostklumpen, welche große leere Räume zwischen einander bilden und den Damm jahrelang feucht erhalten; in der Erweichung des Dammaterials infolge Regen oder Schneewassers bei schlechter Bekleidung; in schlechter Fundierung und dgl.

Die Beweglichkeit des den Damm tragenden Bodens hat meist seine Ursache in der Durchweichung des Untergrundes und ungünstiger Neigung der Schichten.

Werden bei der Dammconstruction alle diese Umstände berücksichtigt und zwar durch entsprechende Bestimmung der Böschung, Einbau von trockenem Materiale oder Beobachtung, der bei Verwendung von nassem Materiale angegebenen Schüttungsmethoden, Verkleinern eventuell vorkommender Frostklumpen und wird auch für gute Bekleidung der Böschungen und Entwässerung des Untergrundes gesorgt, so erhält man einen festen Damm.



Wurden diese Vorsichtsmafsregeln bei der Construction des Dammes nicht eingehalten, so sind nachträglich bei eintretenden Rutschungen diese, so gut es geht, nachzutragen, und zwar sind:

Zu steile Böschungen durch weitere Anschüttungen sanfter zu gestalten oder das Gleichgewicht durch Stützmauern herzustellen.

Kleinere Dämme aus nassem Materiale oder mit Frostklumpen geschüttet, müssen durch Drainröhren, wodurch eine Luftcirculation und ein rascher Abfluss des Wassers erfolgen kann, austrocknet werden; bei großer Damm-Masse werden zur Austrocknung und Entwässerung in der Höhe des natürlichen Terrains Stollen durch den Damm getrieben.

Wird ein Damm durch fließendes Wasser unterspült, so schützt oder reconstruiert man diesen am besten mit Steinwürfen.

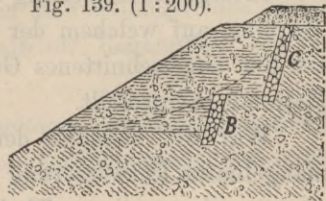
Erfolgt die Zerstörung des Dammes durch Aufquellen des neben dem Damme befindlichen Terrains z. B. in Moorboden, so wird die weitere Bewegung durch Belastung des gehobenen Bodens mit Erddämmen hintangehalten.

Ist die Ursache der Rutschung eine Folge der Erweichung des Untergrundes durch Niederschlagswasser u. dgl., so ist eine zweckentsprechende Entwässerung durch Schächte und Stollen einzuleiten.

Provisorisch kann man sich bei Dammrutschungen in manchen Fällen auch durch eingerammte Pfähle eine Stütze für die Damm-Massen schaffen.

Bei kleineren Rutschungen in der Nähe des Planums an Stellen, wo man sanftere Böschungen nicht leicht nachträglich anordnen kann, treppt man die abgerutschte Stelle nach Fig. 139 ab, und führt an den Treppen Filter B und C, bestehend aus Steinen oder Faschinen auf; in diesen sammelt sich das Wasser des stehen gebliebenen Theiles

Fig. 139. (1:200).



an und wird zweckentsprechend abgeleitet; vor dem Filter wird eine neue Anschüttung aus trockenem Materiale angeordnet.

Größere Rutschungen werden nach Fig. 140 ausgebessert. Es wird nämlich am Fusse der Böschung ein Gegenbankett A B C D gebildet und dieses durch einen Steinfilter vom übrigen Theil getrennt.

Der Theil C E ist abzutrepfen. Statt des Filters C D verwendet man in sehr nassen Dämmen Drainröhren.

Fig. 140. (1:200).

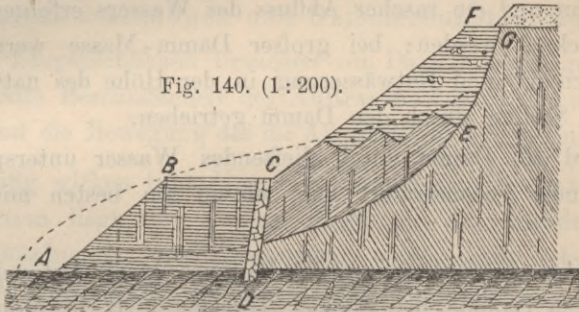
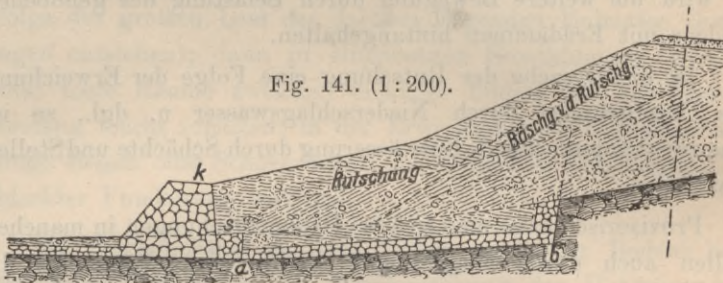


Fig. 141. (1:200).



Erfolgt die Rutschung infolge einer zu starken Neigung des Terrains, auf welchem der Damm aufgeschüttet wurde, so wird ein tief eingeschnittenes Gegenbankett aus möglichst schwerem Materiale hergestellt.

War die Ursache der Rutschung die unterlassene oder mangelhafte Entwässerung der Schüttfläche, was an der Durchnässung des unteren Theiles des abgerutschten Materials zu erkennen ist, so ist am Fusse der Rutschung ein Längs-Sickergraben s nach Fig. 141 anzulegen.



Dieser Sickergraben ist so tief anzuordnen, dass demselben nach der Thalsohle noch ein genügender Abfluss verschafft werden kann und die unter der Schüttfläche liegenden Quellen so tief als möglich aufgefangen werden.

Von diesen Sickergräben werden, soweit man damit kommen kann, Quersickergräben a b bis unter den Boden der Anschüttung geführt; für die Anlage dieser Gräben sind vorzugsweise solche Stellen zu wählen, wo sich der Boden am feuchtesten zeigt und daher auf ein Zusammenfließen des Wassers schliessen lässt.

Wenn die Überzeugung gewonnen ist, dass alle unter der Schüttung liegende Quellen ihren Abfluss in den Längsgraben nehmen, so ist mit der Wiederherstellung des Auftrages zu beginnen, indem man zunächst vor dem Längsgraben ein Bankett k aufführt und sodann die Anschüttung aus trockenem Materiale vornimmt.

## 2. Rutschungen und Reconstruction der Einschnittsböschungen.

Die hauptsächlichsten Ursachen der Rutschungen von Einschnittsböschungen sind zumeist zu große Belastung durch das Erdmaterial selbst bei zu steilen Böschungen, dann die Einwirkung des Regen- und Schneewassers, des Frostes, der Verwitterung und dgl., wodurch Abbröckelungen und in der Folge Massenstürze entstehen können.

Weiters bringen wasserführende Schichten, d. s. meist durchlässige Schichten (Sand, Kies, Gerölle), welche über undurchlässige Thon- oder Lettenschichten lagern, bei geneigter Lage Rutschungen mit sich, dann können Erweichungen des Bodens (namentlich bei Lehm) durch anhaltende Regengüsse und dgl. Ursachen zu Rutschungen sein.

Rutschungen von Einschnittsböschungen können durch zweckmäßige, wohl überlegte Construction der Einschnitte am besten verhütet werden.

Bei zu großer Belastung durch das Erdmaterial selbst, infolge zu steiler Böschungen oder nicht besonders widerstands-

fähigen Materialien in den unteren Schichten ordnet man entsprechende Abgrabungen in den darüberliegenden Schichten an.

Vor der Einwirkung des Tag- und Grundwassers schützt man die Böschungen durch entsprechende Bedeckung derselben, bezw. durch zweckmäßige Entwässerung des anliegenden Terrains.

Bei voraussichtlichen Blähungen werden entsprechend sanfte Böschungen angelegt.

Treten nur Abbröckelungen ein, so ist es noch Zeit, stärkeren Rutschungen vorzubeugen, indem man die Ursachen der ersteren beseitigt, nach Umständen eine flachere Böschung, eine Bedeckung, Entwässerung u. s. w. anordnet.

Bei stärkeren Rutschungen sind die anzuwendenden Mittel von den örtlichen Verhältnissen abhängig.

Zunächst ist bei Bahnen, die im Betriebe stehen, die Fahrbahn von einer eventuellen Schuttmasse zu befreien, wobei eine besondere Vorsicht nothwendig ist, um weitere Rutschungen hintanzuhalten. Oft wird man, selbstverständlich nach Ermittlung und Beseitigung der Ursache der Rutschung, die ganze Schuttmasse entfernen, die Böschung abflachen oder in derselben Terrassen oder Bermen anordnen.

Für die Entwässerung werden die bereits bekannten Steinsporne eventuell an der Sohle mit Drainröhren versehen mit Vortheil angewendet.

Wäre ein Aufblähen der Einschnittssohle zu verhüten oder will man ein Widerlager für die Böschungen schaffen, so kann man unter dem Geleise einzelne Steinrippen, welche durch horizontale Bögen miteinander verbunden werden, anordnen (Fig. 142). Derartige Bögen oder Rippen können auch zur Verbindung gegenüberliegender Sporen dienen.

In manchen Fällen finden Gegenbankette (Fig. 143, 144) mit eingebautem Filter für die Wiederherstellung Anwendung. Der Bahngraben wird in diesem Falle, um Raum zu gewinnen, meist ausgemauert.

Für rasche Wiederherstellung können auch Reihen gerammter Pfähle, oder Pfähle hinter welche Faschinen gelegt sind, verwendet werden.



Fig. 142. (1 : 200)

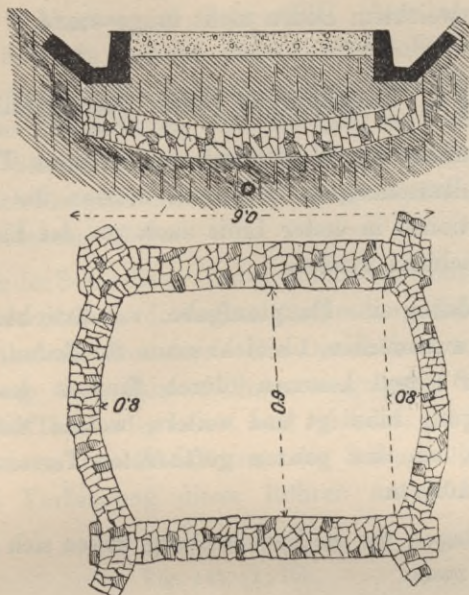


Fig. 143. (1 : 200)

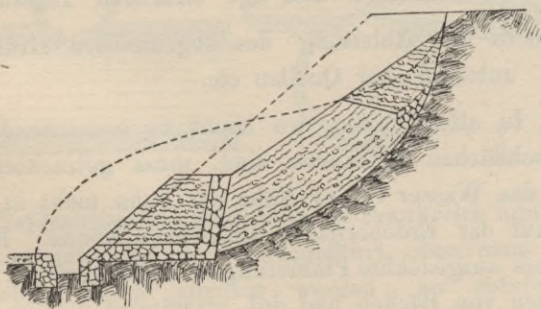
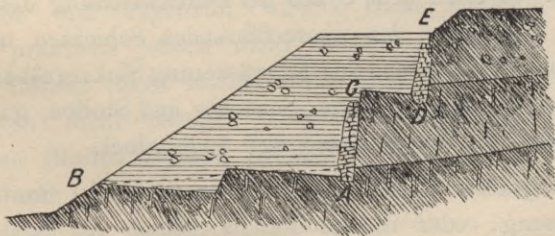


Fig. 144. (1 : 200)



Jedoch ist eine derartige Ausführung theuer, und es halten die Pfähle in erweichtem Boden nicht lange stand.

### § 6. Entwässerung ganzer Terraintheile.

Der Einfluss des Wassers ist zum größten Theile die Ursache aller Rutschungen. Demnach müssen die verschiedenen Erdconstructions in erster Linie auch vor der Einwirkung des Wassers geschützt werden.

Es ist daher eine Hauptaufgabe, vor Errichtung von Erd-Objecten zu untersuchen, ob nicht schon der Boden, auf welchem dieselben zu stehen kommen, durch Einfluss des Wassers zu einer Bewegung hinneigt und weiters, welche Mittel man anwenden soll, um den ganzen gefährdeten Terrainstreifen entwässern zu können.

Die Anlagen für die Entwässerung lassen sich in 2 Gruppen theilen und zwar:

- a) in die Anlagen für die Ableitung des sich durch Niederschläge und dgl. bildenden Tagwassers und
- b) in der Ableitung des sogenannten Grundwassers, unterirdischer Quellen etc.

ad a. In allen Fällen, wo leicht zu erweichender Boden oder Rutschflächen vorhanden sind, muss getrachtet werden, dass sich das Wasser in der Nähe der Bahn nicht in größeren Mengen auf der Erdoberfläche ansammeln könne. Es werden daher öfters ausgedehnte Planierungen, Abzugsgräben, eventuell Umlegungen von Bächen und dgl. stattfinden müssen.

ad b. Je nach dem Grade der Durchweichung des Terrains oder der Tiefenlage der wasserführenden Schichten und deren Wasserquantität, werden zur Entwässerung Sickergräben, die gewöhnliche- und Tiefdrainage, Schächte und Stollen, ganze Aufschlitzen des Terrains und dgl. angeordnet.

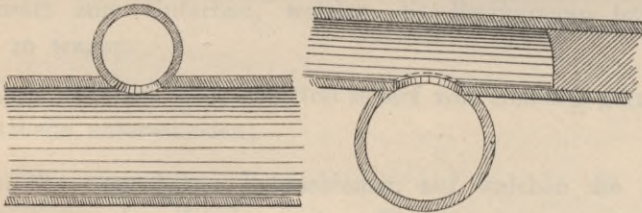
Sickergräben werden in der Hauptrichtung der stärksten Durchnässung, oder in der Längsrichtung des Bahnkörpers,



wenn in dieser Richtung ein Gefälle besteht, oder in der Quer-  
richtung zur Bahnachse so hergestellt, dass man Gräben  
bis zur festen Schichte aushebt, diese an der Sohle mit großen  
Steinen derart füllt, dass zwischen denselben ein Wasserablauf  
möglich ist; der übrige Raum wird mit Erde zugeschüttet. Die  
Wände dieser Gräben sollen möglichst steil sein; die Breite  
richtet sich nach der abzuführenden Wassermenge und beträgt  
0,50—1,00, höchstens 1,50 m.

Werden an der Sohle dieser Gräben Drainröhren oder Faschinen  
gelegt oder mit Steinen dortselbst Canäle hergestellt, so ent-  
steht die gewöhnliche Drainage. Die Drainröhren werden netz-  
förmig als Saug- und Sammelröhren ausgelegt. Sie bestehen  
aus gebranntem Thon oder Lehm, und es haben die Saugröhren  
einen Durchmesser von 26—50 mm, die Sammelröhren 50 bis  
150 mm. Die Verbindung dieser Röhren untereinander zeigt  
Fig. 145.

Fig. 145. (1 : 10)



Die Tiefdrainage, hauptsächlich in Frankreich und Deutsch-  
land angewendet, wird derart ausgeführt, dass man dort, wo  
Einschnittsböschungen unruhig werden, an entsprechenden  
Stellen tiefliegende Drains anordnet, durch welche das Wasser  
aufgefangen und abgeleitet wird. Diese Entwässerungsart  
hat sich praktisch jedoch nicht bewährt, weil sich die tief-  
liegenden Röhren leicht verschlammten und wegen der geringen  
Dimensionen nicht reinigen lassen; die schadhafte, ver-  
schlammten Stellen solcher Anlagen zeigen sich bei flachem  
Terrain durch Aufsteigen von Wasser. Besser ist die An-  
ordnung fahrbarer Stollen an Stelle der Röhren.

Der Entwässerung durch Stollen und Schächte bedient man sich mit Vortheil, wenn man auf Quellen mit bedeutenden Wassermengen stößt. Hierbei ist zu beachten, dass man mit den Schächten resp. Stollen die Quelle soweit verfolgt, bis man zum festen Felsen gelangt, sie unterfängt, und das Wasser in geeigneter Weise zu Tage bringt.

Im großen Maßstabe werden Entwässerungen durch ausgedehnte netzförmige Aufschlitzungen des Terrains bewerkstelligt, indem man Reihen von Schlitzten bis zur entsprechenden Tiefe gräbt und dort Canäle anordnet.



## IV. Abschnitt.

### Oberbau und Geleiseverbindungen.

#### 1. Capitel.

##### *O b e r b a u .*

Unter Oberbau versteht man die eigentliche Bahn als Gegensatz zum Unterbau, welcher die Bestimmung hat, die Bahn zu tragen.

Beim Oberbau kann man drei scharf von einander getrennte Haupttheile unterscheiden:

1. Die eigentlichen Fahrschienen, auf welchen die Räder laufen, sammt den Mitteln zu ihrer Befestigung.

2. Die Unterlagen; diese haben Befestigungsstellen für die Schienen zu bieten und eine genügende Druckvertheilung nach unten zu bewirken; sie sind entweder Langschwellen, Querschwellen oder Einzelunterlagen aus Holz oder Eisen und Einzelunterlagen auch aus Stein.

3. Die Bettung; sie ist eine Schichte aus Schotter oder kleingeschlagenen Steinen und dgl. mit der Bestimmung, das eindringende Niederschlagwasser rasch aus der Umgebung der Unterlagen abzuleiten und den Druck des belasteten Oberbaues auf den Unterbau zu übertragen; ferner soll die Bettung eine Verschiebung der Schienenunterlagen möglichst verhindern.

## § 1. Geleise.

### 1. Fahrschienen.

Der Querschnitt der Schienen hat im Laufe der Zeit manche Wandlungen erfahren und zuweilen Formen angenommen, welche heute nur noch ein geschichtliches Interesse in Anspruch nehmen können. Faßt man nur jene Schienen ins Auge, welche durch ausgedehnte Verwendung eine gröfsere Bedeutung erlangt haben, so lassen sich drei Gruppen von Schienen unterscheiden: Flachschienen, Stuhlschienen und breitfüßige Schienen (Vignoles-Schienen).

Der Querschnitt der Flachschienen ist ein liegendes Rechteck, zuweilen mit Versteifungsansätzen versehen. Sie wurden in Verbindung mit hölzernen Langschwelen in der ersten Zeit der Locomotiveisenbahnen verwendet.

Die Stuhlschienen, welche ihren Namen von den besonderen, zu ihrer Verbindung mit den Unterlagen erforderlichen Stücken (den Stühlen, chairs) haben, besitzen einen T-förmigen Querschnitt. Derselbe wurde ursprünglich einfach T-förmig gebildet, später zur Verstärkung doppel-T-förmig, und in diesem Falle symmetrisch auch gegen die Horizontale angeordnet, so lange man Gewicht auf die Umwendbarkeit der Schienen nach Abnützung des einen Kopfes legte, oder aber mit zwei ungleichen Köpfen, besonders seit Verwendung des Flussmetalls, dessen große Ausnützungsfähigkeit eine sehr starke Abnützung des befahrenen Kopfes zuläfst. (Fig. 146, 147 und 148.)

Eine einfachere, unmittelbare Befestigung hochkantiger Schienen auf ihren Unterlagen ermöglicht die Vignoles-Schiene (Fig. 149—151 und die Strafsenbahnrillenschiene Fig. 12 und 148 a). Die Vignoles-Schiene, welche von dem Amerikaner Stevens 1830 construiert wurde, ihren Namen aber ziemlich allgemein nach dem Ingenieur Vignoles führt, durch den sie zuerst in Europa bekannt geworden ist, besteht aus dem Kopfe, dem Stege und dem Fufse.





Die Form des Kopfes ist durch eine zweckmäßige Lauf-  
fläche, jene des Fufses durch eine möglichst sichere Lagerung  
auf den Unterstützungen und durch die Art der Befestigung  
auf denselben bedingt.

Fig. 151.

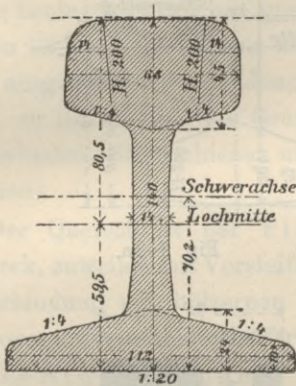
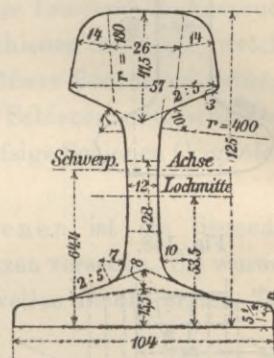


Fig. 152.



Der Kopf soll den Rädern der Fahrbetriebsmittel eine ge-  
eignete Lauffläche und eine gute Unterstützung bieten, soll  
daher eine nur schwach gewölbte Oberfläche und eine ent-  
sprechende Breite (für Hauptbahnen mindestens 57 mm) besitzen.

Der Fuß soll eine solche Breite haben, dass die Schienen  
durch festes Aufliegen auf den Unterlagen gegen das Um-  
kippen gesichert sind, und dass die Schienen unmittelbar mit  
den Unterlagen befestigt werden können.

Der Steg vermittelt die Verbindung zwischen Kopf und  
Fuß, hat dementsprechend eine gewisse Stärke zu erhalten.  
Der Übergang vom Stege zum Kopfe und zum Fuße soll durch  
gerade Flächen vermittelt werden, damit für die Laschen ein  
guter Anschluss ermöglicht werde.

Die Querschnittsmessungen der Schiene, wie sie u. a. die  
Fig. 149—152 zeigen, müssen den Raddrücken angepaßt sein.  
Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen schreibt für Haupt-  
bahnen und solchen Nebenbahnen, auf welchen Fahrzeuge der  
ersten übergehen, 7 Tonnen als Maximalraddruck vor. In



Vorschriften für neue und umzubauende Hauptgeleise findet man aber schon 7,5, ja selbst 8 Tonnen als Maximaldruck festgesetzt. Auf besonders stark beanspruchten Strecken soll die Tragfähigkeit sogar einem Raddruck von 9 Tonnen entsprechen<sup>1)</sup>.

Als Schienenmaterial eignet sich am besten Flufsstahl und verlangt man in Deutschland und Österreich-Ungarn eine Festigkeit (gleichzeitig Härte) von 50 kg pro mm<sup>2</sup>. Schweisseisen, Schweisstahl und Gufseisen sind großer Betriebsbeanspruchung nicht gewachsen.

Für schmalspurige Bahnen empfiehlt Haarmann die Grenzwerte für Raddruck mit 3,5, 3 und 2,5 Tonnen nicht zu überschreiten.

Die Länge der Schienen ist wegen des Temperatureinflusses nach oben hin begrenzt und variiert zwischen 6,5—18 m; es kommen 12—15 m lange Schienen auf freier Strecke und bis 18 m lange Schienen in Tunnels und Bahnhofshallen vor, wo sie nicht so sehr der Einwirkung der Temperaturänderungen ausgesetzt sind; ferner findet man so lange Schienen auch bei Strafsenbahnen im Strafsenkörper eingelassen, wo dann auch eine Verschweißung der Schienenstöße stattfinden kann. (Siehe 1. Abschnitt, 7. Kapitel § 3.)

Kürzere Schienen vermehren die Zahl der Stöße, welche als die schwächsten Stellen der Fahrbahn erscheinen.

Die Schienen sollen an ihren Enden in einer auf ihrer Achse senkrecht stehenden Fläche abgeschnitten sein.

Zum Zwecke der Verbindung einer Schiene mit der anderen werden dieselben an jedem Ende mit 2 oder 3 kreisförmigen oder länglich runden Löchern (Bolzenlöchern) versehen.

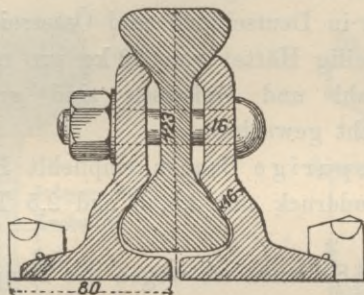
Die Stuhlschienen charakterisieren sich, wie schon erwähnt, dadurch, dass die Verbindung der Schienen mit der Schwelle durch eigene Schienenstühle erfolgt.

Die eigentlichen Stuhlschienen, wie sie gegenwärtig im Gebrauche stehen, erhielten anfänglich nur einen Kopf, wie dies aus einer der folgenden Figuren ersichtlich ist.

<sup>1)</sup> Vignoles-Schienen mit grossen Querschnittsabmessungen und einem Gewichte von 41 kg pro l. m nennt man auch Goleatschienen.

Erst später hat man die Schienen theils zur Befestigung derselben in den Stühlen, theils aus Festigkeitsrücksichten auch auf der anderen Seite mit einem Kopfe versehen.

Fig. 153.



Dadurch, dass man die Köpfe symmetrisch anordnete, hat man den Vortheil erreicht, dass der Schwerpunkt nahezu in der Mitte der Höhe liegt und sich die Schienen, wenn der eine Kopf abgenützt ist, zum weiteren Gebrauche umwenden lassen.

Dieser letztere Vortheil jedoch lässt sich aus verschiedenen Gründen nicht vollkommen ausnützen.

Die weiteren Anordnungen, Befestigungen und dgl. zeigen die Fig. 154—157.

Weil sowohl bei den Vignoles- als auch Stuhlschienen mit ganzem Profile insbesondere zwei Übelstände obwalten, und zwar, a) die Unterbrechungen des Schienenstranges an den Schienenstößen, welche Aufschläge aller über sie gehenden Räder verursachen und b) dass jede Schiene, welche wegen einzelner schadhafter Stellen ausgewechselt werden muss, ganz und gar zum Minderwert des alten Eisens oder Stahl wird, war man bestrebt, diese Mängel durch Anwendung sogenannter zusammengesetzter Schienen (Fig. 158 bis 161) zu vermeiden. Man unterscheidet zwei- und dreitheilige Schienen solcher Art, je nachdem sie im Querschnitt zwei oder drei von einander gesonderte Theile zeigen.



Fig. 154.

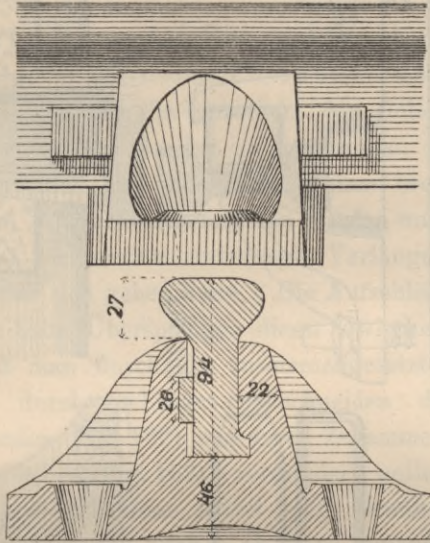
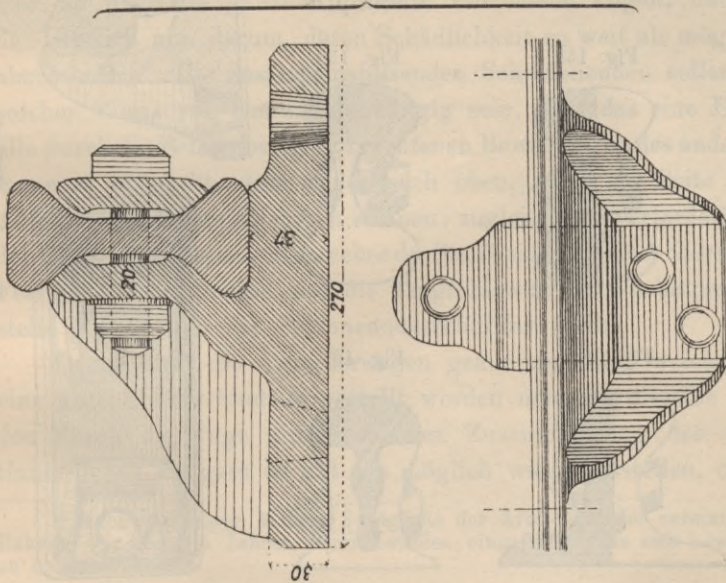


Fig. 155.



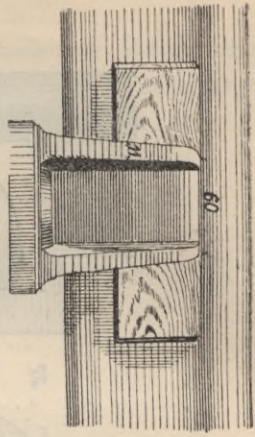
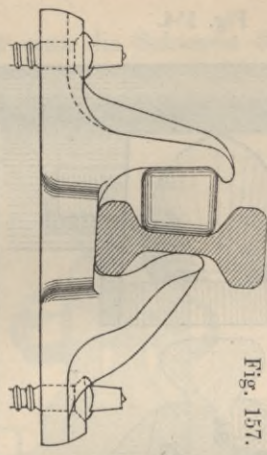
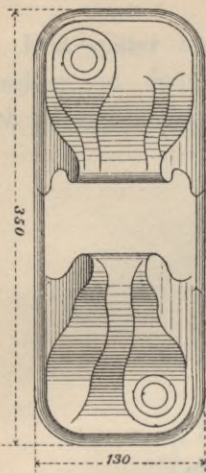


Fig. 157.

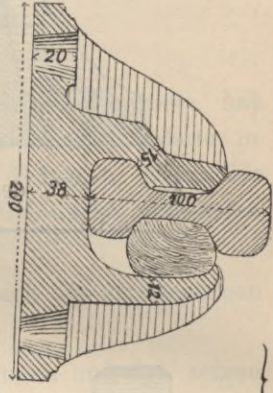
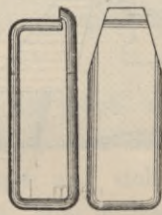


Fig. 156.

Fig. 158.

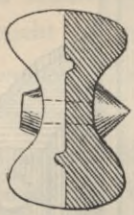


Fig. 159.

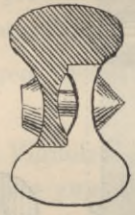


Fig. 160.

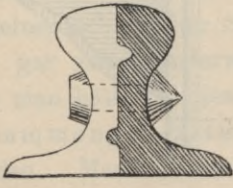
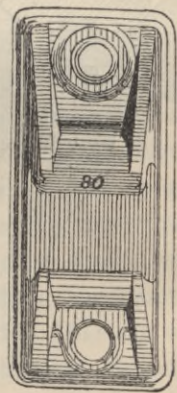
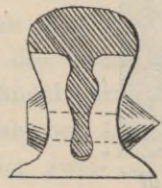


Fig. 161.



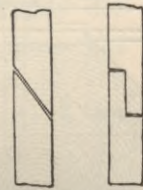


Den unzweifelhaften Vortheilen dieser Schienen stehen jedoch wieder mehrere Nachtheile entgegen, so dass die zusammengesetzten Schienen nirgends eine weitere Verbreitung gefunden haben.

## 2. Verbindung der Fahrschienen untereinander zu einem Schienenstrange.

Vor allem sind die einzelnen, den Geleisestrang bildenden Schienen zu einem Ganzen zu vereinigen, wobei zwischen je zwei derselben eine höchstens 20 mm breite Trennungsfuge (Dilatation, Wärmelücke) belassen werden muss, damit die beim Steigen der Temperatur eintretende Verlängerung der Schienen zwanglos vor sich gehen kann. Die Aufschläge der Räder beim Überspringen dieser Zwischenräume hat man durch die zusammengesetzten Schienen durch schräges Abschneiden der Schienenenden (Fig. 162) und durch Zusammenblatten derselben (Fig. 163)<sup>1)</sup> vermindern wollen, jedoch haben sich diese Mittel nicht bewährt,

Fig. 162. Fig. 163.



weshalb man davon wieder ab kam, umsomehr eine raschere Abnützung der Enden dieser Schienen eintrat. Somit bleiben also die über die ganze Kopfbreite reichenden Fugen, und es handelt sich nun darum, deren Schädlichkeit so weit als möglich abzumindern. Die zusammenstoßenden Schienenenden sollen in solcher Weise von einander abhängig sein, dass das eine Ende alle durch die Belastung hervorgerufenen Bewegungen des anderen insoweit mitmacht, dass weder nach oben, noch zur Seite hin Absätze oder Ecken entstehen können; zugleich ist es erforderlich, der Verbindung eine entsprechende Steifheit und eine derartige Festigkeit zu verleihen, das die Tragfähigkeit der Verbindungsstelle gleich jener des Schienenquerschnittes wird.

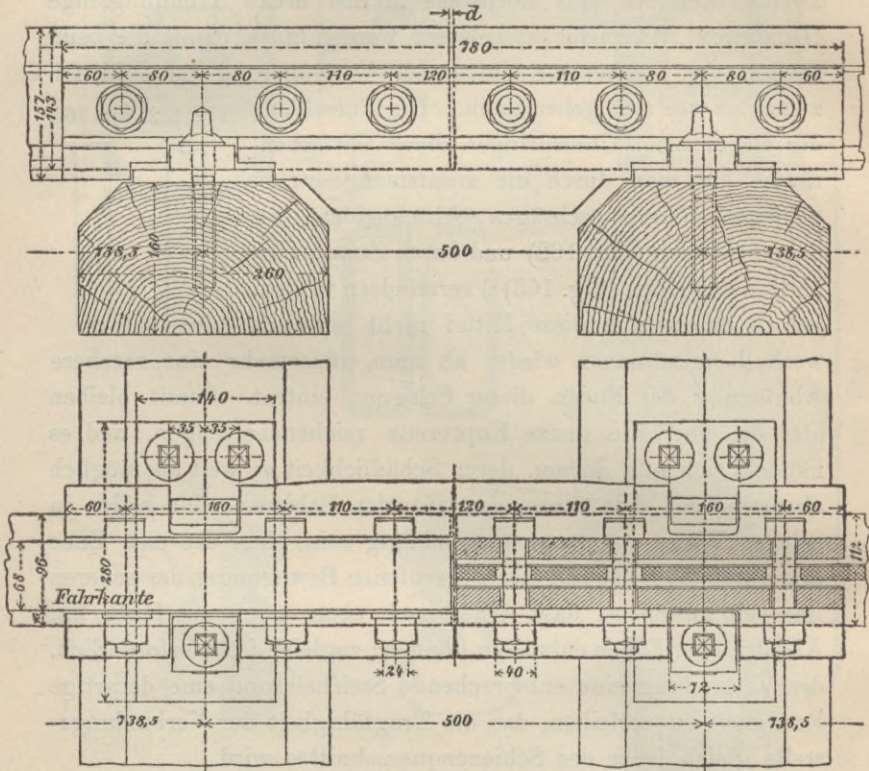
Damit sind die Anforderungen gekennzeichnet, welche an eine gute Stofsverbindung gestellt werden müssen; dieselbe soll den durch die Fuge unterbrochenen Zusammenhang des kontinuierlichen Trägers so gut als möglich wiederherstellen, ohne

<sup>1)</sup> Auch auf einer kleinen Zweiglinie der Arad-Csanáder vereinigten Bahnen vor circa 5 Jahren versuchsweise eingeführt ohne sich bewährt zu haben.

aber die Längenänderungen der Schienen in ihrer Richtung zu verhindern.

Von allem im Laufe der Zeit sich herausgebildeten Verbindungen hat sich die gegenwärtig allgemein verwendete Verlaschung, wie sie u. a. in Fig. 164 dargestellt ist, am besten bewährt. Hierbei wird die Fuge durch Platten aus Flusseisen,

Fig. 164.



welche sich in den Raum zwischen den beiden Köpfen der Stahlschienen oder zwischen Fuß und Kopf der breitbasigen Schienen einlegen und die durch Schrauben miteinander und mit den Schienen verbunden werden.

Es ist bis jetzt allgemein üblich, die Stofsuge gerade in die Mitte zwischen die beiden ihr zunächst befindlichen Stofs-



schwollen zu legen — „schwebender Stofs“ — zum Unterschiede des ruhenden Stofses, bei welchem die Stofsfuge über die Mitte der Stofsschwelle zu liegen kommt. (Fig. 171, 172.)

Weiter ist es Regel, [die Stofsfugen der beiden Schienenstränge normal zur Geleisachse einander gegenüber zu legen. Nur ausnahmsweise werden dieselben um ein Stück gleich der Schwellenentfernung oder der halben Schienenlänge gegen einander versetzt, (verwechelte Stöße, Stöße im Verbande).

Die Querschnittsform der Laschen hängt von der Art der äufseren Angriffe ab. Diese streben eine Durchbiegung in der Lothebene sowie nach der Seite an und damit in Verbindung eine Verschiebung des Kopfes bzw. des Fufses der Schienen zwischen den Laschen. Das Material muss aus diesem Grunde vor allem thunlichst entfernt, sowohl von der wagrechten, wie auch von der lothrechten neutralen Achse angebracht werden. Allerdings kann dieser Forderung bei der geringen Höhenabmessung der Laschen, der verhältnismässig grossen Dicke, welche sie in halber Höhe erhalten müssen, und aus anderen Gründen nur in geringem Mafse entsprochen werden, immerhin ist aber das Streben danach, an den Querschnitten gut geformte Laschen (Fig. 167—170) zu erkennen.

Fig. 167.

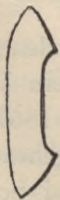


Fig. 168.

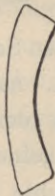


Fig. 169.

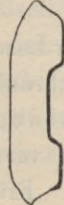
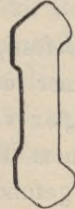


Fig. 170.



Besonders wichtig ist sodann die Form der Flächen, in welchen sich Laschen und Schienen berühren. Um dem Verschieben beider aneinander möglichst entgegenzutreten, wählte man früher zuweilen cylindrische Flächen (Fig. 167), gab sie aber wieder auf, weil der Versuch im grossen gezeigt hatte, dass die unvermeidlichen kleinen Unterschiede in der

Höhe der Laschen einen mangelhaften Anschluss derselben an die Schienen zur Folge hatten. An ihre Stelle traten dann ebene Berührungsflächen (Fig. 168—170), wodurch die Laschen zu Keilen wurden, und kleine Unterschiede ihrer Höhe solange unschädlich blieben, als die Neigung dieser Flächen bei Laschen und Schienen genau genug übereinstimmte.

Was die Abmessungen der Laschen betrifft, so ist ihre Höhe durch die Form der Schienen bestimmt, ihre Dicke in halber Höhe wird mit 14—15 mm angenommen, und die Länge beträgt gewöhnlich gegen 500 mm. Sehr empfehlenswert ist es, die Länge der Laschen so zu wählen, dass dieselben noch auf beide Stofsschwellen reichen und sich auf dieselben, wenigstens durch Vermittlung des Schienenfußes, stützen.

Fig. 171.

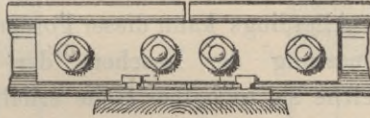
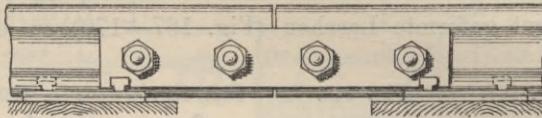


Fig. 172.



Die Befestigung der Laschen an den Schienenenden geschieht wohl immer durch Schraubenbolzen, nachdem ein Vorschlag Heusinger von Waldegg's aus dem Jahre 1853, Nieten aus weichem Eisen zu verwenden, keine weitergehende Anerkennung gefunden hat. Früher brachte man drei Schraubenbolzen an; einen in der Mitte der Laschen gerade durch die Stofsfuge reichend, weil man hoffte, damit am besten den dortselbst hervortretenden seitlichen Ausbiegungen der Laschen entgegenzutreten und lothrechte Verschiebungen der Schienenköpfe verhindern zu können. Jetzt zieht man 4 Bolzen vor, zwei in jedem Schienenende (Fig. 171, 172); bei besonders langen Laschen manchmal auch 3 auf jeder Seite.



Die Schäfte dieser Bolzen a (Fig. 173) sind kreisylindrisch; damit sie sich beim Anziehen der Muttern nicht drehen, erhalten sie hinter dem Kopfe b auf eine kurze Strecke einen quadratischen, ovalen oder in anderer Weise geformten Querschnitt, mit welchem sie in entsprechenden Löchern der einen Lasche sitzen, oder man lässt die quadratischen Köpfe der Bolzen zwischen zwei Längsstreifen der einen Lasche greifen, so dass auch hiedurch das Drehen verhütet wird und dgl. mehr. Damit Längenänderungen der Schienen eintreten können, müssen die Laschenbolzen im Stege derselben Spielraum haben; die Löcher im Schienenstege werden deshalb entweder mit einem größeren Durchmesser kreisrund oder aber länglich geformt.

Wie aus dem bisherigen hervorgeht, hängt die Wirksamkeit der Laschen von dem festen Schlusse der Schrauben ab. Nun wurde aber öfters ein Loswerden der Schraubenmuttern c (Fig. 173) infolge der starken Erschütterungen und Verbiegungen des Schienenstranges beobachtet. Zur Verhütung dieses Übelstandes gelangten mehrere Constructionen zur Anwendung.

Häufig kamen Doppelmuttern mit gleichen oder entgegengesetzten Gewinden zur Verwendung (Fig. 174), dann elastische Scheiben oder sogenannte Federringe aus Stahl, welche, zwischen Lasche und Mutter liegend, durch letztere zusammengepresst werden und dabei vermöge ihrer Elasticität starke Reibung an den Schraubengängen und den übrigen Berührungsflächen erzeugen; endlich Plättchen mit aufgebogenen Theilen, z. B. das von Hohenegger angegebene und in Fig. 175, 176 dargestellte, durch welche ein Zurückgehen der Mutter verhindert wird.

Die vorhin besprochenen gewöhnlichen Laschen besitzen nicht die Stärke des vollen Schienenprofiles und ihre Befestigung an den Schienenenden ist nur bei entsprechender Schienenform und fest angezogenen Bolzenmuttern eine genügende.

Es ist daher unbedingt nothwendig, die den Schienenstoffs zunächst gelegenen Schwellen näher zusammenzurücken, als

es bei den übrigen Schwellen mit Rücksicht auf die Stärke der Schienen sein kann.

Wenn durch eine solche Verkleinerung der Stützpunktentfernung am Stofse auch ein erträglicher Zustand herbeigeführt wird, so bleibt eine Verstärkung der Laschenverbindung doch immer wohl wünschenswert und sind mancherlei Bestrebungen in dieser Richtung zu verzeichnen.

Fig. 173.

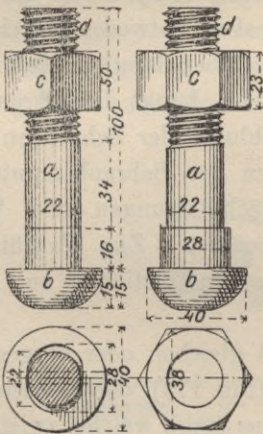


Fig. 174.

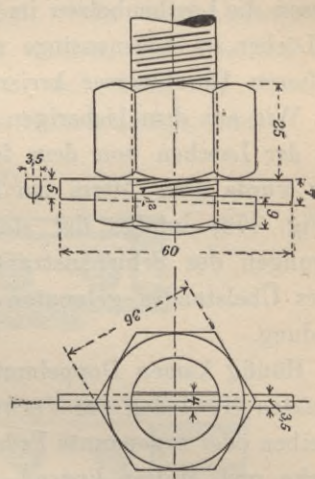


Fig. 175.

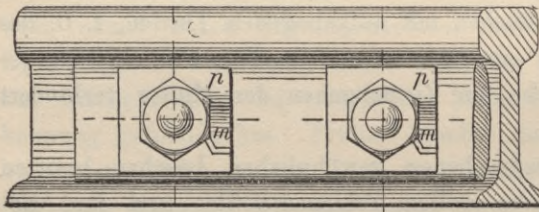
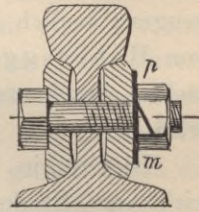


Fig. 176.



Vor allem sind die Winkellaschen zu nennen. Eine ältere Form derselben ist in Fig. 177 dargestellt, wobei die liegenden Schenkel durch Schraubenbolzen mit den Unterlagen verbunden sind.



Fig. 178—181 sind Beispiele neuerer Winkellaschen, welche übrigens in den verschiedensten Formen versucht wurden: symmetrisch und unsymmetrisch zur Lothlinie, manchmal die Ränder des Schienenfusses umklammernd oder in lothrechter Richtung noch ein Stück unter denselben hinabreichend. Im Stuhlschienenbau dienten die Winkellaschen auch als Ersatz für die gusseisernen Stühle am Stofse oder sogar für diejenigen auf den Zwischenschwellen.

Eine weitere Laschenverbindung, welche bei großer Tragfähigkeit eine Unterstützung der Räder beim Übergange über die Stofsuge gewähren soll, zeigt Fig. 182.

Zu letzterem Zwecke ist die äufsere Lasche aufwärts bis zur Oberfläche des Schienenkopfes verstärkt, so dass sie an der Fuge selbst dem Rade eine Unterstützung gewährt, von hier aber, um der Verschiedenheit der vorkommenden Radkränze Rechnung zu tragen, nach beiden Enden hin um je 5 mm abfallend gebildet.

### 3. Mittel zur Befestigung der breitbasigen Schienen auf den Unterlagen.

Zur Befestigung der breitfüßigen Schienen auf den hölzernen Schwellen oder auf Steinquadern dienten schon frühzeitig Holzschrauben (Tirefonds), zuweilen Schraubenbolzen, am häufigsten Nägel, besonders in Form von Hakennägeln (Kloben). Dazu kommen, ebenfalls schon seit langer Zeit im Gebrauche, allmählich aber immer mehr an Bedeutung wachsend, die Unterlagsplatten.

Holzschrauben, zum Theile mit versenkten Köpfen, waren besonders bei den Oberbauconstructions, mit hölzernen Langschwellen beliebt. Sie reichten durch Löcher der Flachschiene oder des Fusses der breitbasigen Schienen, welche länglich geformt waren, um die Längenänderungen des Gestänges infolge von Temperaturschwankungen zu ermöglichen. Später wurden sie öfters zur Befestigung von Schienenstühlen benutzt, kamen dagegen bei den breitfüßigen Schienen, wenigstens im Gebiete des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, fast ganz ab, als



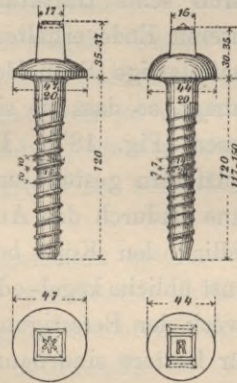


Querschwellen allgemein wurden, weil sie durch den Schienenfuß leicht verdrückt und rasch ausgewetzt wurden, außerdem theurer als Nägel waren und mancherlei Schwierigkeiten bei der Verwendung verursachten. Erst in neuerer Zeit gewinnen sie auch hier wieder an Bedeutung in der Form Fig. 183, besonders seit sie in Verbindung mit Unterlagsplatten in Anwendung kommen.

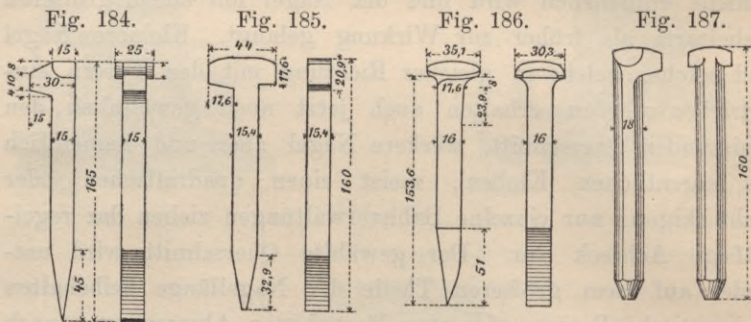
Schraubenbolzen kamen ebenfalls früher öfters vor, sowohl in Verbindung mit Unterlagsplatten zur Befestigung breitfüßiger Schienen (Fig. 165), wie auch im Stuhlsysteme. Man steckte sie dabei meistens von unten in vorgebohrte Löcher ein, hielt sie durch besondere Vorkehrungen in ihrer Lage fest und schraubte die Muttern von oben auf.

Der Gebrauch der Nägel ist gegenwärtig ein sehr allgemeiner. Auch sie schlug man ursprünglich durch Löcher, welche in den Schienen angebracht waren, jetzt setzt man sie überall dicht neben den Schienenfuß und läßt denselben durch den hakenförmigen Nagelkopf übergreifen, so dass das Loch der Schiene entbehrlich wird und der Nagel mit einem größeren Hebelsarm als früher zur Wirkung gelangt. Kleinere Nägel und solche, welche in gleicher Richtung mit den Fasern eingetrieben werden, erhalten auch jetzt noch gewöhnlich den kreisrunden Querschnitt, stärkere Nägel aber und namentlich die eigentlichen Kloben, meist einen quadratischen oder rechteckigen; nur einzelne Bahnverwaltungen ziehen das regelmäßige Achteck vor. Der gewählte Querschnitt wird entweder auf dem größeren Theile der Nagellänge beibehalten (prismatische Form), oder man läßt dessen Abmessungen nach unten hin allmählich abnehmen (pyramidale Form), in vereinzelt Fällen hat man auch gebauchte, flach gewundene oder durch Einhauen mit Wiederhaken versehene Nagelschäfte versucht,

Fig. 183.



ohne jedoch den durch solche besondere Form erstrebten besseren Halt des Nagels im Holze erzielen zu können. Gegenwärtig wird der prismatische Nagel, gewöhnlich bei quadratischem Querschnitte, allen anderen Formen vorgezogen, weil er sich durch seine Haftkraft bei mälsigem Preise auszeichnet. Am unteren Ende erhalten die Nägel entweder eine Spitze oder eine meißelartige Schneide (Fig. 184—186), manchmal bleiben sie stumpf, so dass sie sich nur in vorgebohrte Löchern eintreiben lassen (Fig. 187). Die Schneide wird quer zur Richtung der Holzfasern gestellt und hat den Zweck, diese zu durchschneiden ohne dadurch das Aufspalten des Holzes zu veranlassen. Was endlich den Kopf betrifft, so zeigt derselbe zuweilen die auch sonst übliche kegel- oder kugelförmige Gestalt, für den besonderen Zweck der Befestigung von Schienenfüßen aber die Hakenform. Für letztere sind dann die Bildung des Schienenfußes und Rücksichten auf leichte Herstellung maßgebend. Um die Hakennägel leicht aus dem Holze ziehen zu können, erhält der Kopf in der Regel zwei seitliche Ansätze (Fig. 184, 186, 187) oder eine Verlängerung nach rückwärts (Fig. 185), wodurch Angriffspunkte für die dabei zu benutzenden Hebel gewonnen werden. Ueber die erforderlichen Abmessungen und die dadurch bedingten Gewichte geben die den Figuren beigezeichneten, für Hauptbahnen giltigen Durchschnittszahlen Aufschluss.



Bisher wurde vorausgesetzt, es handle sich um hölzerne Unterlagen, in welche die Befestigungsmittel ohneweiters eingetrieben werden können, oder dass dabei höchstens ein Vor-



bohren erforderlich wird. Anders war es bei den Steinunterlagen, welche natürlich vor dem Einbringen der Nägel und Schrauben eine besondere Zubereitung erforderten; man führte nämlich an jeder Befestigungsstelle ein Bohrloch von 30 bis 50 mm Weite aus, setzte in dasselbe einen getheerten Dübel aus Holz ein und schlug erst in diesen den Nagel. Um außerdem den Druck des Schienenfußes auf den Quader besser zu vertheilen, auch dessen Einarbeiten in den Stein zu verhüten und das geräuschvolle harte Fahren zu mildern, wurden öfters zwischen Schienen und Unterlagen getheerte Filz- oder Holzplatten eingelegt.

Neben den eigentlichen Befestigungsmitteln spielen die Unterlagsplatten eine sehr wichtige Rolle. Sie dienten vor Einführung der Laschenverbindung zur Vereinigung der breitfüßigen Schienen untereinander, auch waren sie nothwendig bei Anwendung von Schraubenbolzen zur Befestigung des Schienenstranges auf den Unterlagen. Weniger in Betracht kam damals ihre Wirksamkeit zur Verstärkung der Schienenbefestigung, welche in der Folge in so hohem Maße zur Ausnützung gelangte.

Dieselbe ist vor Allem darin zu suchen, dass mehrere Nägel, welche durch Löcher in die Platte geführt werden, von einander abhängig werden, so dass einem Versuche zur Schienenverrückung nicht nur die auf der Außenseite eingeschlagenen, sondern durch Vermittlung der Platte auch die inneren Nägel sich entgegensetzen. Daneben wird durch die Unterlagsplatten das Eindringen des Fußrandes der Schiene in die Schwelle, welches bei den fortwährenden Versuchen zur Kantung der Schienen hervortritt, abgemindert und endlich bei entsprechenden Ausmaßen auch die Standfestigkeit des Stranges vergrößert und eine bessere Druckvertheilung erzielt. Die Unterlagsplatten werden jetzt gewöhnlich aus Walzeisen, zuweilen aus Flusstahl hergestellt, und erhalten zur Schonung der Nägel und, um bei Seitenverschiebungen in erster Linie die Reibung zwischen Platte und Schwelle zur Geltung zu bringen, auf der Außenseite einen erhöhten Rand oder eine Leiste, seltener auf beiden Seiten einen Rand. Bei der Wahl ihrer Ab-



messungen kommt die geringste obere Schwellenbreite in Betracht, sodann die Erwägung, dass die Nagellöcher noch mit Sicherheit gestanzt werden können und die an den Schwellen herzustellenden schiefen Auflageflächen keine zu große Ausdehnung erreichen. Jedenfalls erhalten sie eine Größe, welche die der Auflagefläche des Schienenfußes, selbst auf vollkantigen Schwellen rechteckigen Querschnittes, immer noch übertrifft. Die Mafse 140 zu 180 mm oder 180 zu 180 mm werden empfohlen. Als Dicke muss wenigstens 12 mm, am verstärkten Rande 20 mm gewählt werden, wenn eine Verbiegung der Platte und starkes Auswetzen der Nagellöcher nicht eintreten soll; bei Verwendung von Flusstahl können die angegebenen Mafse etwas geringer sein. Früher gab man den für die Mittelschwellen bestimmten Platten nur zwei Nagellöcher, neuerdings gewöhnlich drei, davon zwei an der Innenseite, um auch gegen Kantungsbestrebungen einen größeren Widerstand zu haben.

Wichtig ist es, dass sich der Schienenfuß nicht gegen den äußeren Nagelschaft stützt, damit dieser nicht zu stark ausgewetzt und mit seinem Horizontalwiderstand erst in Anspruch genommen wird, nachdem die Reibung an der Unterfläche der Platte überwunden ist. Das Loch für diesen Nagel wird deshalb entweder dicht an den Rand der erhöhten Leiste (Fig. 188) oder noch einige Millimeter weiter nach auswärts gerückt (Fig. 189), so dass sich der Schienenfuß gleichzeitig oder ausschliesslich gegen die Leiste stützt. Durch die Befestigungsmittel sollen die Schienenstränge in möglichst unveränderter Lage erhalten, Verrückungen derselben auf ihren Unterlagen und daraus folgende Spurveränderungen möglichst verhütet werden. Thatsächlich suchen sich derartige Verrückungen, und zwar Parallelverschiebungen der Schienen auf den Schwellen und Kantungen derselben um eine, nahe dem äußeren Fuhrande gelegene Achse nur zu leicht unter dem seitlich gegen den Schienenkopf gerichteten Drücken und Stößen der Räder einzustellen. Ihnen widersetzen sich die Befestigungsmittel nach dem Mafse ihrer Widerstandsfähigkeit gegen horizontale Verrückung im Holze, beziehungsweise ihrer Haftkraft



in demselben. Die Widerstände für sich würden jedoch nicht ausreichend sein, eine Lagenveränderung der Schienenstränge zu verhüten, wenn nicht die Fahrzeuge, welche über das Geleise rollen, eine wesentliche Verstärkung derselben ausüben würden. Sie erzeugen nämlich eine starke Reibung nicht nur zwischen Schienenfuß und Schwellenoberfläche, sondern auch zwischen

Fig. 188.

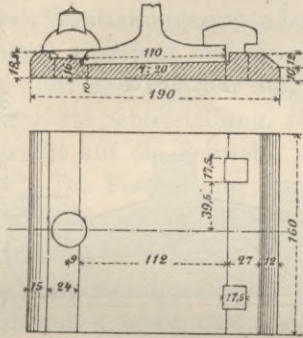
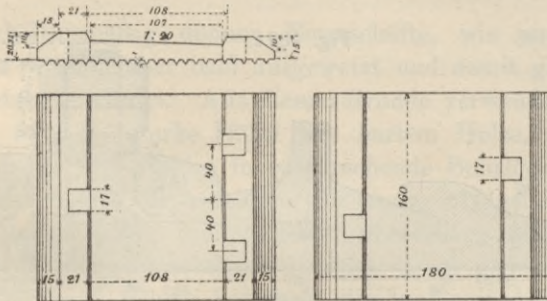


Fig. 189.



Radkranz und Schienenkopf; der eine Schienenstrang mit dem auf ihm ruhenden Rade kann seitlich nicht ausweichen, ohne dass das andere, mit dem ersten durch die Achse festverbundene Rad auf dem gegenüberliegenden Strange gleitet.

Neuere Unterlagsplatten, durch welche die Vortheile der Befestigungsweise der Stuhlschienen auch für jene der breitfüßigen Schienen verwerthet werden, zeigen die Figuren 189 a, b, c und d.





#### 4. Mittel zur Befestigung der Stuhlschienen auf den Unterlagen.

Die Verbindung der Stuhlschienen mit den Unterlagen geschieht, wie schon wiederholt hervorgehoben wurde, mittelst sogenannter Stühle, welche in der Regel in Eisen gegossen werden. Von den verschiedenartigen Stuhlformen ist eine oft angewendete in Fig. 157 versinnlicht. Nach dieser Figur besteht der Stuhl aus einer, mit Löchern versehenen Grundplatte, auf welcher sich zwei Backen mit seitlichen Verstärkungsrippen befinden. Zwischen dieselben wird die Schiene eingelegt und sie erhält, indem ihr unterer Kopf im Stuhle ruht und sich der Steg gegen den einen Backen lehnt, die gewünschte Schiefstellung, so dass die Unterflache des Stuhles wagrecht auf die Schwelle oder den Quader aufgesetzt werden kann. Die Festhaltung der Schiene in ihrer Lage geschieht dann durch einen, von der Seite her zwischen der Schiene und den anderen Stuhlbacken eingetriebenen Keil.

Die Stühle wurden mit den Unterlagen anfänglich durch eiserne Nägel oder Schrauben verbunden, welche durch entsprechend weite Löcher in der Grundplatte des Stuhles geführt wurden.

Die verhältnismäßig dünnen Eisenschäfte, wie auch die Löcher selbst wurden aber bald ausgewetzt und damit ging die feste Verbindung verloren. Aus diesem Grunde verwendet man jetzt häufig 3—5 cm starke Dübel aus hartem Holze, welche durch die Löcher des Stuhles in entsprechende Bohrlöcher der Unterlage reichen und zur Aufnahme der eisernen Nägel dienen; diese Nägel haben einen breiten Kopf, überdecken die ganze Stirnseite des Dübels und schützen dadurch diesen gegen atmosphärische Einflüsse. Häufig begnügte man sich mit den Holznägeln allein. Andere Formen von Nägeln, so z. B. hohle, aus Stahlblech zusammengebogene, haben keine überwiegende Bedeutung gefunden.

#### 5. Mittel gegen Längsverschiebung der Schienen auf den Unterlagen.

An allen befahrenen Geleisen, namentlich bei solchen, welche stets nach derselben Richtung befahren werden, wie auch bei Geleisen in geneigten Strecken, wo stark gebremst werden muss,

beobachtet man eine Längsverschiebung der Schienen auf ihren Unterlagen. Man nennt diese Verschiebung das Wandern der Schienen und hat dagegen bei breitfüßigen Schienen folgende Mittel:

1. Der Stofswinkel; er besteht in einem kurzen Winkelstücke, dessen lothrecht stehender Schenkel auf die gewöhnliche Lasche aufgelegt und von einzelnen Laschenbolzen festgehalten wird; der wagrechte Schenkel desselben reicht zwischen die Hakennägel die zur Befestigung der Schienenenden mit den Schwellen dienen.

2. Die Vorstofsplatten, d. s. kleine Plättchen verschiedener Form, welche mit Nägeln oder Schrauben auf den Schwellen festgehalten werden, dadurch Stützpunkte für das Ende einer Lasche abgeben und das Verschieben des Schienenstranges nach der Länge hin verhüten.

3. Winkellaschen, welche sich mit ihrem liegenden Schenkel entweder gegen die zur Befestigung der Schienen dienenden Nägel, Schrauben oder Unterlagsplatten anlegen, oder welche in diesem Schenkel Einklinkungen besitzen, die zur Aufnahme der Schäfte von Nägel und dgl. dienen.

Dem Wandern bei Stuhlschienen wird gewöhnlich nur durch die Richtung, in welcher die Keile eingeschlagen werden, entgegengearbeitet, oder man nietet in den Schienenstrang kleine Zapfen ein, welche sich an den Stuhl anlehnen und dgl. mehr.

#### 6. Spurerweiterung und Überhöhung des äußeren Schienenstranges in Geleisekrümmungen. Übergangs-Curven.

Die Spurweite muss in den Krümmungen nach Maßgabe des Halbmessers derselben und des Achsstandes der Fahrzeuge, sowie mit Rücksicht auf die Form des Spurkranzes und Schienkopfes vergrößert werden, damit vor allem die in den Krümmungen hervortretenden Bewegungshindernisse nicht allzugroß ausfallen.

Wird nämlich eine Achse mit zwei ungleich großen Rädern auf einer Ebene in Bewegung gesetzt und sich selbst überlassen, so rollt sie wie ein Kegelstumpf um einen Punkt, in welchem die Ebene von der verlängerten Achse desselben geschnitten würde.



Setzt man nun eine Wagenachse mit zwei conischen Rädern derart in ein gekrümmtes Geleise, dass sich die Radien der beiden rollenden Kreise, der sogenannten Laufkreise, wie die Radien der beiden Schienenstränge verhalten, so ist der vorige Fall herbeigeführt.

Wenn nun die Achsen des Wagens sich radial stellen könnten, so liesse sich der Wagen in der Curve bewegen, wie ein einzelnes Räderpaar.

Die Stellung der Räder gegen die Schienen infolge des Parallelismus der Achsen des Wagens erhöht aber den Widerstand, der sich an und für sich durch die drehende Bewegung um eine verticale Achse, welche neben der fortschreitenden Bewegung eintritt, ergibt.

Infolge dessen verschiebt sich z. B. bei einem zweiachsigen Wagen die vordere Achse nach aussen, die hintere nach innen, so dass ein Anstreifen der Spurkränze an den Schienen stattfindet.

Der Druck  $D$ , mit welchem die Spurkränze an der Schiene anstreifen, ist allerdings gegenwärtig noch nicht genau auf theoretischem und empirischem Wege bestimmt, lässt sich aber ungefähr zu  $D = 7 \frac{G}{R}$  schätzen, wenn  $G$  das Wagengewicht und  $R$  der Radius des Geleises ist.

Dieser Druck ist gröfser beim Eintritt in die Curve, als in der Curve selbst.

Ein weiterer Übelstand bei der Bewegung in der Curve ist noch der, dass die in den Zugketten wirkenden Kräfte aufserhalb des Schwerpunktes angreifen, wodurch das Bestreben zu Tage tritt, den Wagen zu drehen.

Auch wirkt das Bremsen in der Curve ungünstig und vermehrt den Druck des Spurkranzes des äufseren Vorderrades.

Eine weitere ungünstige Wirkung in der Curve hat die Centrifugalkraft, welche mit der Zunahme der Geschwindigkeit wächst.

Diese Wirkung besteht in der Vergröfserung des Druckes des äufseren Spurkranzes auf die äufseren Schiene, wodurch eine raschere Abnützung der Schienen und Radkränze eintritt.

Damit nun einerseits die conische Wirkung der Räder eintreten könne, muss in der Curve eine Erweiterung der Spur derart erfolgen, dass sich die Radien der Laufkreise in das früher angeführte Verhältnis zu den Radien der Schienenstränge stellen und kein Auflaufen der vorderen oder hinteren Achse auf die Schienen erfolgen könne, andererseits muss damit das Anpressen der Spurkränze an den äußeren Schienenstrang infolge der Centrifugalkraft aufgehoben werde, eine Überhöhung des äußeren Schienenstranges gegenüber dem inneren platzgreifen.

Durch diese Anordnungen sind die schädlichen Wirkungen jedoch nicht vollkommen beseitigt, da, wie es leicht erklärlich und aus Fig. 190 ersichtlich ist, sich nur eine Achse in das oben erwähnte Verhältnis stellen kann, die anderen aber eine andere Lage annehmen müssen, so dass man den Vortheil, den man bei einer Achse erzielt, bei den anderen zugleich nicht erreicht.

Am wichtigsten erscheint die Spurerweiterung für den Durchgang von dreiachsigen Fahrzeugen, deren Mittelachse keine Verschiebung gestattet.

Ist  $W$  die Entfernung der äußersten Achsen voneinander,  $r$  der Radius des Rades,  $t$  die Tiefe des Spurkranzes, von der Oberkante der Schiene gemessen, so ergibt sich die Spurerweiterung (Fig. 190 u. 191), wenn man sich wegen der bedeutenden Wertunterschiede zwischen  $s$ ,  $n$ ,  $W$ ,  $r$  und  $R$  Annäherungen erlaubt wie folgt:

Sowohl  $n$  als auch  $n + \frac{W}{2}$  kann man als mittlere geometrische Proportionale zwischen dem Durchmesser und den Abschnitten auf denselben betrachten, daher:

$$n = \sqrt{t^2 (r + t)};$$

$$\frac{W}{2} + n = \sqrt{e^2 \left( R + \frac{s}{2} + e \right)}$$

annähernd und genügend genau wird:

$$n = \sqrt{2 r t}$$

und:

$$\frac{W}{2} + n = \sqrt{2 R e},$$



wenn man  $t$ , bezw.  $\frac{s}{2}$  gegenüber  $r$ , bezw.  $R$  vernachlässigt; somit ist:

$$e = \left(\frac{w}{2} + n\right)^2 \frac{1}{2R}; \quad e = \frac{(w + 2\sqrt{2rt})^2}{8R}.$$

Es ist also entweder der äußere Schienenstrang um den Wert  $e$  weiter hinauszurücken oder es sind beide Schienenstränge um das halbe Maafs von der Geleisachse zu entfernen; letztere Anordnung ist die bessere.

Die größte Spurerweiterung beträgt bei Hauptbahnen 30 und normalspurigen Nebenbahnen 35 mm, bei schmalspurigen Bahnen 20 mm.

Fig. 190.

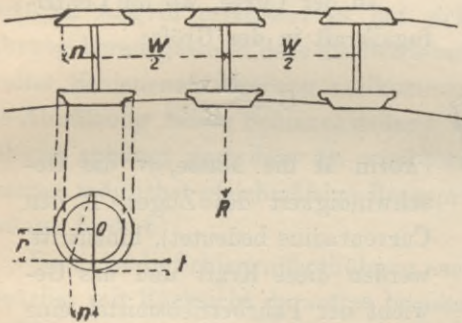
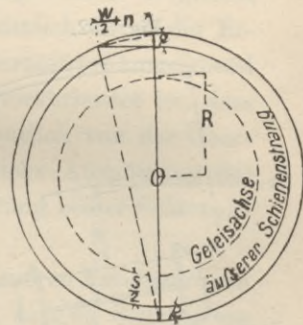


Fig. 191.



Der Wert von  $t$  darf nicht weniger als 25 mm und nicht mehr als 35 mm betragen.

Die meisten Bahnverwaltungen verwenden einfache aus der Erfahrung abgeleitete Gebrauchsformeln um unter Einhaltung der angeführten Höchstwerte die Spurerweiterung festzusetzen u. a.:

österreichisch-ungarische Bahnen  $e = \frac{\text{mm } 11339}{R^m}$  od.  $e = \frac{\text{mm } 13302}{R^m} - 10$ ,

bei einigen deutschen Bahnen  $e = (0,02 \text{ bis } 0,03) (1000 - R^m)$ ,  
preussisch-hessischen Staats-

bahnen  $e = \frac{\text{mm } 6}{R^m} - 0,012$ ,

Verein deutscher Eisenbahn-Ver-

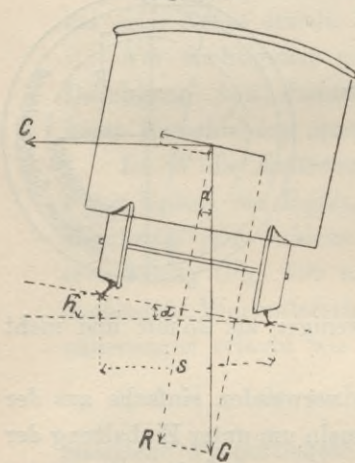
waltungen bringt in Vorschlag  $e = \frac{\text{mm } (1000 - R^m)^2}{27000}$ .

Die Wirkung und Verwendung von Lenkachsen ist in § 2 dieses Buches angeführt.

Darüber, bis zu welchem Krümmungshalbmesser noch eine Spurerweiterung nöthig ist, sind die Ansichten noch verschieden; manche Bahnen ordnen bei Curven mit mehr als 1000 m Radius, manche (entsprechend der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung für deutsche Eisenbahnen) mit mehr als 500 m Radiuslänge keine Spurerweiterung mehr an.

In der geraden Strecke, wo außer der Zugkraft in der Richtung der Fahrt keine bedeutenden anderen Kräfte zur Wirkung gelangen, ist die Richtung der Schwerlinie der Fahrbetriebsmittel normal zum Oberbau.

Fig. 192.



In der Curve, wo die Centrifugalkraft in der Größe

$$C = \frac{M v^2}{R},$$

(worin  $M$  die Masse,  $v$  die Geschwindigkeit des Zuges,  $R$  den Curvenradius bedeutet), hinzutritt, werden diese Kraft und das Gewicht der Fahrbetriebsmittel eine Resultierende besitzen, die nicht normal zum horizontalliegenden Geleise stehen kann (Fig. 192).

Dadurch wird die vorhin erwähnte Anpressung an den äußeren Schienenstrang erfolgen, welche neben der Abnutzung der Schienen und der Fahrbetriebsmittel noch die Gefahr der Entgleisung mit sich bringt.

Diese ungünstige Wirkung kann nun aufgehoben werden, indem man die Ebene der Schienenköpfe derart neigt, daß die Richtung der Resultierenden aus dem Gewichte der Fahrbetriebsmittel und der Centrifugalkraft senkrecht zu dieser Ebene zu stehen kommt.



Die Gröfse dieser Überhöhung ergibt sich aus folgendem:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{C}{G}; \operatorname{tg} \alpha \doteq \frac{h}{s}, & h &= s \operatorname{tg} \alpha = s \frac{C}{G}, \\ C &= \frac{M v^2}{R} = \frac{v^2 G}{R g}, & h &= \frac{s v^2 G}{g R G} = \frac{s}{g} \cdot \frac{v^2}{R} \end{aligned}$$

hierin ist  $s$  in  $m$ ,  $v$  in  $m$  sec und  $R$  in  $m$  zu nehmen.

Aus dieser Gleichung ersieht man, dass das  $h$  nur für jene Züge den richtigen Wert besitzt, welche mit der in Rechnung genommenen Geschwindigkeit fahren. Während man früher verlangte, dass die Krümmung bei der grössten zulässigen Streckengeschwindigkeit mit Sicherheit befahren werden könne, fordern gegenwärtig die technischen Vereinbarungen, dass die Innenkanten beider Schienenstränge einen möglichst geringen Angriff erfahren; es hat sich nämlich durch die Erfahrung herausgestellt, dass die Betriebssicherheit bei ausreichend breiter Schienenauflagerung vollkommen gewährleistet ist, dass die Abnutzung beider Schienenstränge wesentlich von der Überhöhung abhängt und dass die wirthschaftliche Ausnutzung des Geleises möglichst gleichmäfsige Beanspruchung beider Schienenstränge fordert.

Somit ist die Schienenüberhöhung nach neueren Anschauungen zunächst mit Rücksicht darauf zu bemessen, dass die Seitenstösse möglichst aufgehoben werden, die Insassen eines Zuges die Seitenkräfte möglichst wenig fühlen und dass dabei den Forderungen der Wirtschaftlichkeit Rechnung getragen werde.

Es wurden nun, um diesen Forderungen möglichst gerecht zu werden, bei den verschiedenen Bahnen bestimmte Maximalgeschwindigkeiten, mit welchen Kurven befahren werden dürfen festgesetzt, so dass die vorhin aufgestellte Gleichung die Form  $h = \frac{mm}{R^m} k$  annimmt, da  $\frac{s v^2}{g} = K$  nur dadurch konstant wird.

In Oesterreich-Ungarn bestimmt man diese zulässige maximale Geschwindigkeit für Geleisekrümmungen in  $km$  pro Stunde mit:

$$V = 4 \sqrt{R^m - 50}.$$

Bei  $h = 75$  mm stehen die Schienen des inneren Schienenstranges bereits lotrecht und soll man über einen Wert von

100 bis 125 mm nicht hinausgehen, wiewohl man bei manchen französischen und anderen Bahnen Überhöhungen von 200 bis 250 mm findet.

Nach der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung für deutsche Bahnen darf die Geschwindigkeit in Krümmungen mit einem Radius von 180, 200, 300 und 400 m nicht mehr als 45, 50, 65 und 75 km pro Stunde betragen. Bei flacheren Bögen ist keine Geschwindigkeitsgrenze festgesetzt.

Die Überhöhung und Spurerweiterung kann beim Übergange aus der geraden Strecke in die Curve, selbstverständlich nicht plötzlich eintreten, sondern muss allmählich erfolgen.

Es fragt sich hierbei nur darum, ob dieser Übergang in der geraden oder gekrümmten Strecke zu erfolgen hat und ob die Änderung gegen die normale Lage auf beide Schienenstränge oder nur auf einen sich zu erstrecken hat. Aus verschiedenen Gründen erscheint es rätlich, einen Theil des Überganges in die gerade und einen Theil in die krumme Strecke zu legen, ferner wäre es besser, die Überhöhung auf beide Schienenstränge gleichmäfsig zu vertheilen, während man in der Praxis meistens nur den äufseren Schienenstrang hebt, ohne den inneren zu senken.

Die Nachtheile, welche sich beim Übergange von der Geraden in die Curve ergeben, werden fast gänzlich durch Einlegung einer sogenannten Übergangcurve zwischen den Bogen und der geraden Strecke aufgehoben.

Die Übergangcurve hat die allmähliche Überführung aus der geraden Strecke in die Krümmung zu ermöglichen und muss einen Krümmungshalbmesser besitzen der von  $\infty$  bis in den Radius der Hauptcurve übergeht. Ist  $\varrho$  der variable Krümmungsradius in einem Punkte C (Fig. 193) in der Entfernung  $x$  vom Anfange B der Übergangcurve, so kann man schreiben:  $\frac{1}{\varrho} = Ax$ , für  $x = 0$  muss  $\frac{1}{\varrho} = 0$  oder  $\varrho = \infty$  werden.

Ist  $l$  die Länge der Übergangcurve, so wird für den Endpunkt derselben  $x = l$  und  $\varrho = R$ , wenn  $R$  der Radius der Hauptcurve ist. Somit ist:  $\frac{1}{R} = Al$  oder:  $A = \frac{1}{Rl}$ ,



mithin ist:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{x}{Rl}$$

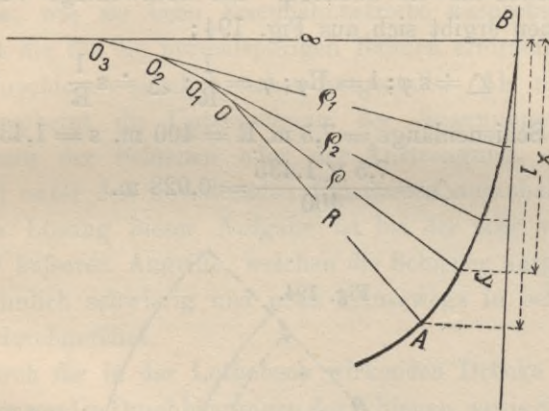
Weiters ist die Gleichung des Krümmungsradius bekannterweise ausgedrückt durch:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{y''}{(1 + y'^2)^2}$$

In dieser Gleichung kann  $y'^2$  vernachlässigt werden und es bleibt:

$$\frac{1}{\varrho} = y''$$

Fig. 193.



Somit ist:

$$y'' = \frac{x}{lR}$$

Diese Gleichung zweimal integriert, gibt die gesuchte Gleichung für die Übergangskurve:

$$y' = \frac{1}{2} \frac{x^2}{lR} + C_1$$

für  $x = 0$ , ist auch  $y' = 0$ , somit auch  $C_1 = 0$ .

$$y = \frac{x^3}{6lR} + C_2$$

für  $x = 0$ , ist auch  $y = 0$ , somit auch  $C_2 = 0$ .

Daher ist die Gleichung der Übergangskurve gegeben durch

$$y = \frac{x^3}{6lR}.$$

Diese Gleichung ist auch identisch jener für die elastische Linie eines an einem Ende eingespannten, am anderen Ende belasteten Stabes mit constantem Querschnitte.

Die Länge der Übergangcurve wird in der Praxis mit der 300- bis 1000fachen Überhöhung  $h$  angenommen und zwar wird man bei Bahnen im Gebirge diese kürzer, in der Ebene länger wählen.

### 7. Verkürzung der Schienen des inneren Schienenstranges in Curven.

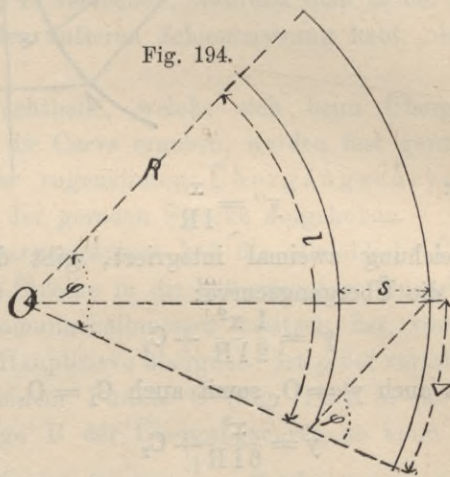
Damit die Schienenstöße in Curven radial angeordnet werden können, müssen die inneren Schienen entsprechend kürzer gehalten werden als die äußeren. Die nothwendige Verkürzung der Schienen ergibt sich aus Fig. 194:

$$\Delta \doteq s \varphi; l = R\varphi; \varphi = \frac{l}{R}; \Delta \doteq s \frac{l}{R}$$

z. B.  $l =$  Schienenlänge = 7,5 m,  $R = 400$  m,  $s = 1,435$ ,

so ist:

$$\Delta = \frac{7,5 \times 1,435}{400} = 0,028 \text{ m.}$$



Damit die Stöße radial angeordnet werden können, müssen unter obigen Voraussetzungen alle inneren Schienen um 28 mm gegenüber den äußeren verkürzt werden.



## 8. Pfeilhöhe gebogener Schienen.

Die Gröfse der Schienenbiegung in der Längenmitte (Pfeilhöhe der Schienen) steht einerseits mit der Schienenlänge, andererseits mit der Gröfse des Curvenradius im innigsten Zusammenhange. Die Pfeilhöhe  $h$  ergibt sich, wenn  $l$  die Länge der Schienen und  $R$  der Curvenradius ist, genügend genau aus:

$$h^{(m)} = \frac{l^2}{8 R} \text{ oder } h^{(mm)} = \frac{126 l^2}{R}.$$

## 9. Dimensionierung der Schienen im Querschwellenoberbau.

Durch die früher angegebenen Mafse des Schienenquerschnittes, wie sie beim Eisenbahnbetriebe ausprobiert worden sind, ist die für die normalspurigen Bahnen erforderliche Stärke der Fahrachsen ziemlich sicher festgestellt. Als nächste Aufgabe erscheint die Untersuchung der Spannungsverhältnisse im Innern der Schienen oder der Anstrengung, welche das Material unter den obwaltenden Umständen auszuhalten hat.

Die Lösung dieser Aufgabe ist bei der sehr verwickelten Art der äußeren Angriffe, welchen die Schienen ausgesetzt sind, ungewöhnlich schwierig und noch keineswegs in befriedigender Weise durchgeführt.

Durch die in der Lothebene wirkenden Drücke und Stöße der Räder werden Durchbiegungen der Schienen, sowie Stauchungen und Formänderungen ihres Querschnittes veranlaßt, außerdem streben die durch Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der Fahrzeuge und die in gekrümmten Geleisstrecken aus deren Form entstehenden seitlichen Angriffe gegen den Schienenkopf Ausbiegungen nach der Seite, Verdrehungen und Kantungen der Schienen an; bei den Stoßfugen endlich verursachen die zur Verbindung der Schienenenden dienenden Teile Anstrengungen besonderer Art.

Am eingehendsten hat man sich bis jetzt mit den Längsspannungen in den äußersten Fasern des Fußes und Kopfes der Schienen infolge der lothrechten Durchbiegung beschäftigt, indem man die Theorie des continuierlichen Trägers auf den

Schienenstrang anwandte. Dieser erscheint nämlich bei dem hier in Rede stehenden Oberbau mit hölzernen Querschwellen als ein Balkenträger auf einer großen Anzahl von Stützpunkten und es gilt für ihn die allgemeine Biegungsgleichung:

$$\max M = \frac{\sigma_m}{m} \cdot t = \frac{\sigma_n}{n} \cdot t.$$

In derselben bedeutet  $\max M$  ein Maß für den äußeren Angriff, das sogenannte Angriffsmoment, in gleicher Weise der Quotient  $\frac{t}{m}$  oder  $\frac{t}{n}$  ein Maß für den Widerstand, welchen die Schiene zu leisten imstande ist. Insbesondere stellt  $t$  das Trägheitsmoment des Schienenquerschnittes für dessen wagrechte Schwerpunktsachse vor und  $m$  wie  $n$  den Abstand des Schwerpunktes von der Schienenbasis, beziehungsweise der Oberfläche des Kopfes. Mit  $\sigma_m$  und  $\sigma_n$  endlich wird der Wert der in den äußersten Fasern des Fußes und Kopfes auftretenden Längsspannungen bezeichnet.

Für ein bestimmtes Schienenprofil ist  $t$ ,  $m$  und  $n$  gegeben; hat man auch noch  $\max M$  mit Hilfe der Theorie des kontinuierlichen Trägers gefunden, so liefert die Biegungsgleichung die Spannungswerte  $\sigma_m$  und  $\sigma_n$ . Gegenwärtig wird ziemlich allgemein der Momentwert:

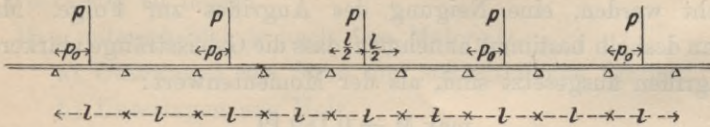
$$\max M = 0,189 P \cdot l$$

festgehalten ( $P$  der größte Raddruck,  $l$  der größte Abstand zweier benachbarter Schwellen von Mitte zu Mitte). Derselbe wurde von Professor Winkler seinerzeit entwickelt und stellt das größte Moment vor, welches an einem schwerlosen Träger mit unendlich vielen, gleich hoch gelegenen unnachgiebigen Stützpunkten von gleichem gegenseitigen Abstand ( $l$ ) durch lauter gleich große Lasten ( $P$ ) hervorgerufen würde, falls diese in der denkbar ungünstigsten Zusammenstellung auf dem Träger ruhten, so zwar, dass auf der Strecke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stützpunkten nie mehr als eine derselben vorhanden ist. Fig. 195 stellt einen Theil des in der beschriebenen Weise belasteten Trägers vor.



Aus dieser Figur ist zu ersehen, dass die Lasten  $P$  vollkommen symmetrisch gegen die Mitte eines Feldes liegen, und es bedarf deshalb vor allem einer Erklärung, wie man dazu kommt, das aus einem künstlich zusammengestellten Belastungsfalle abgeleitete Angriffsmoment als der Wirklichkeit entsprechend anzusehen.

Fig. 195.



Zunächst muss man beachten, dass der Beitrag einer Last zum Momentenwert an irgend einer Stelle außerordentlich rasch abnimmt, wenn die Entfernung derselben von dieser Stelle vergrößert wird, so dass immer nur einige wenige, der fraglichen Stelle zunächst befindliche Lasten von Bedeutung für die praktische Anwendung sein werden. Im Falle der Fig. 195 z. B. erzeugt die in der Mitte des betrachteten Feldes ruhende Last bloß im Vereine mit ihren beiden Nachbarlasten schon ein Moment gleich:

$$0,1784 P l$$

und alle übrigen unendlich vielen Lasten zusammen nur den kleinen noch fehlenden Betrag, welcher für die Anwendung als bedeutungslos bezeichnet werden kann. (Unendlich viele Lasten wurden überhaupt nur aus dem Grunde angenommen, weil dadurch die Rechnung wesentlich vereinfacht wird). Ueberlegt man dann weiter, dass bei den üblichen Achsenständen der Locomotiven es im allgemeinen immer möglich sein wird, neben einem in seiner Mitte besetzten Felde zwei unbelastete und dann wieder je ein belastetes Feld herzustellen, so gelangt man zu der Überzeugung, dass der Winkler'sche Momentwert in der That den wirklich vorkommenden Belastungsfällen als genau genug entsprechend angesehen werden könne, falls die bei Herleitung von:

$$M_{\max} = 0,189 P l$$

gemachten Voraussetzungen mit den bestehenden Verhältnissen in genügendem Maße übereinstimmen.

Von den Voraussetzungen ist zum mindesten die Unveränderlichkeit in der Höhenlage der Stützpunkte nicht zutreffend, indem sowohl die Schwellen wie auch der Bettungskörper unter dem Drucke der Räder Zusammenpressungen erleiden; auch hat die Bewegung der Verkehrslasten, welche als ruhend gedacht werden, eine Neigung des Angriffes zur Folge. Man kann deshalb bestimmt annehmen, dass die Geleisstränge stärkeren Angriffen ausgesetzt sind, als der Momentenwert:

$$\max M = 0,189 Pl$$

angibt und größere Spannungen erleiden, als hiernach aus der Biegungsgleichung gefolgert werden kann.

Trotzdem bleibt, das Winkler'sche Moment für gewisse Zwecke verwendbar. Wenn man z. B. mit Hilfe von gut ausprobierten, ihrem Zwecke erfahrungsgemäß in jeder Hinsicht entsprechenden Schienenquerschnitten, die jenem Momente zugehörige sogenannte zulässige Spannung (der größere von den beiden Werten  $\sigma_m$  oder  $\sigma_n$ ) aus der Biegungsgleichung:

$$0,189 Pl = \sigma_m \cdot \frac{t}{m} \text{ oder } 0,189 Pl = \sigma_n \cdot \frac{t}{n}$$

bestimmt, so kann dieser Wert der zulässigen Spannung dann umgekehrt in passender Weise beim Entwurfe neuer Schienenprofile benützt werden. Man braucht nur das neue Profil mit Berücksichtigung aller maßgebenden Umstände, namentlich auch der früher angegebenen erprobten Hauptabmessungen, zu zeichnen, das ihm zugehörige  $t$  und  $m$ , bzw.  $n$ , zu bestimmen und nachzusehen, ob hiefür und mit dem Winkler'schen Moment aus der Biegungsgleichung ein Spannungswert erhalten wird, welcher mit der zulässigen Spannung genau übereinstimmt.

Ist dies nicht der Fall, so verändert man den Entwurf, prüft von neuem in der beschriebenen Weise und wiederholt das Verfahren so lange, bis die gewünschte Übereinstimmung erzielt ist:



## § 2. Schienenunterlagen.

### 1. Zweck und Eintheilung der Unterlagen.

Der Zweck der Unterlagen ist, sichere Befestigungsstellen für die Schienen abzugeben, die von diesen überkommene Belastung möglichst gut auf den Bettungskörper zu vertheilen und einen hinreichend großen Beitrag zum Gesamtgewichte des Oberbaues zu liefern.

Man unterscheidet je nach dem Material:

- a) Unterlagen aus Stein und steinähnlichen Stoffen,
- b) Unterlagen aus Holz,
- c) Unterlagen aus Eisen (eiserner Oberbau).

### 2. Unterlagen aus Stein.

Von den Steinmaterialien haben sich Granit und quarzreiche Sandsteine am besten bewährt, da dieselben frostbeständig und auch hinreichend fest sind, so dass sie beim Unterstopfen nicht leiden und die Füße der unmittelbar aufgelegten Schienen sich nicht zu schnell in den Stein einfressen. Die winkelrecht, sonst aber ziemlich rauh bearbeiteten Quader erhielten bei Hauptbahnen einen quadratischen Horizontalschnitt von 0,6 m Seite und eine Höhe von 0,3 m. Man legte sie entweder mit der Seite oder der Diagonale ihrer Grundfläche den Schienensträngen gleichlaufend, in Abständen von gewöhnlich 1 m von Mitte zu Mitte, die beiden dem freiliegenden Stofse zunächst befindlichen Quader um wenigens näher zusammen. (Fig. 196, 197).

Um eine Querverbindung der Stränge zu erzielen, welche zuweilen in den geraden Strecken, jedenfalls aber in den Krümmungen für nöthig erachtet wurde, legte man die Stofsfugen des Schienenstranges zwischen je zwei hölzerne Querschwellen und brachte eine solche wohl auch noch in der Mitte jeder Schienenlänge an, oder man benützte eiserne Spurstangen, welche zwischen den Stegen der Schienenstränge angebracht waren, etwa zwei oder drei auf eine Schienenlänge. Bei Ausführung ruhender Stöße wurden auch schon Querschwellen von Eisen zur Vereinigung der Stränge benützt und dgl. mehr.

Die Schiefstellung der Schienenstränge, welche wegen der Kegelform der Radkränze nothwendig ist, wurde durch schiefes Einlegen der Quader in die Bettung bewirkt.

Fig. 196.

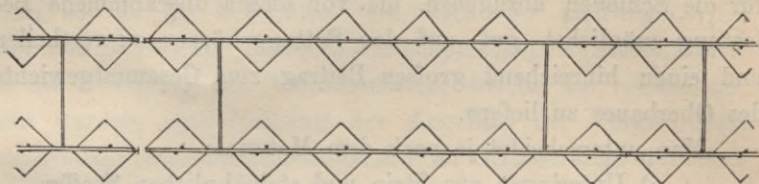
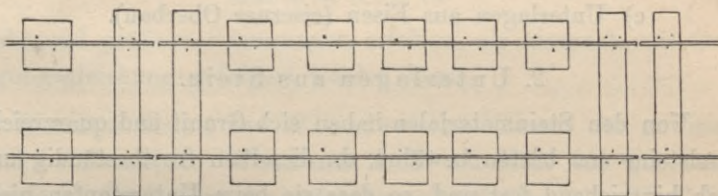


Fig. 197.



Unterlagen aus künstlicher Steinmasse haben keine weitergehende Bedeutung gewonnen.

### 3. Unterlagen aus Holz.

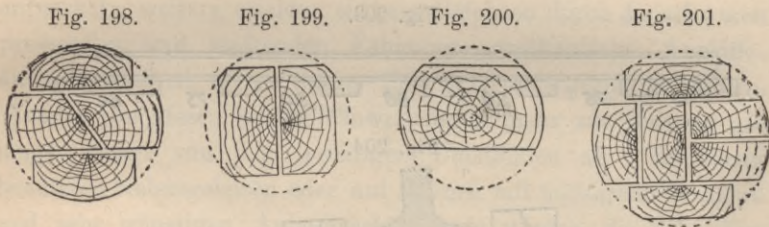
Schienenunterlagen aus Holz sind entweder Langschwellen, welche parallel zur Bahnachse laufen, oder Querschwellen, die senkrecht zur selben stehen. Die Langschwellen werfen sich mitunter stark, die Entwässerung des Bettungskörpers wird durch dieselben gehindert, es erweicht sich infolgedessen der Untergrund und die Zerstörung des Holzes vollzieht sich in verhältnissmäßig kurzer Zeit, die Arbeiten zur Unterhaltung der Geleise sind bei Verwendung von Langhölzern sehr erschwert, weil dieselben an sich ein großes Gewicht besitzen und zur Erhaltung ihres gegenseitigen Abstandes auch noch durch Querhölzer verbunden werden müssen.

Viel wichtiger sind die hölzernen Querschwellen, welche gegenwärtig zumeist verwendet werden.

Am häufigsten kommt Eichen-, Föhren- und Fichtenholz zur Verwendung, seltener Lärchen- und Buchenholz, doch gibt



man sich in neuerer Zeit viel Mühe, auch letzteres für die Eisenbahnen besser nutzbar zu machen, indem man gewisse nachtheilige Eigenschaften desselben zu beseitigen sucht. Die Schwellen werden, abgesehen von den Endflächen, gewöhnlich auf vier, zuweilen auch nur auf drei oder zwei Seitenflächen eben bearbeitet, der Querschnitt ist rechteckig oder trapezförmig, oder ein Rechteck mit oben abgestumpften Ecken, und ähnlichen Formen je nach der Stärke der zur Verfügung stehenden Bäume (Fig. 198—201). Die Abmessungen der Schwellen sind in erster Linie durch die Gröfse der zu übertragenden Last, die Widerstandsfähigkeit des diese Belastung aufnehmenden Bettungskörpers und durch die Forderung einer möglichst sicheren Schienenbefestigung bedingt, in zweiter Linie kommt ihr Gewicht für die Standfestigkeit der ganzen Oberbauconstruction in Betracht.



Es ist begreiflich, dass diese, nach so verschiedenen und theilweise rein praktischen Gesichtspunkten zu wählenden Maße auch wieder nur durch Versuche im großen festgestellt werden konnten. Auf den Hauptbahnen macht man die Grundfläche der gewöhnlichen Schwellen im Durchschnitte  $2Q + 12$  cm breit, wenn  $Q$  den Raddruck bedeutet und verkleinert dieses Maß nur bei Verwendung sehr guter Bettung oder gibt ihm umgekehrt einen Zuschlag, wenn man ausnahmsweise einmal genöthigt ist, Bettungsmaterial von sehr geringer Güte zu verwenden. Als erforderliche Dicke der Schwellen kann man  $Q + 9,5$  cm und als Inhalt der Querschnittsfläche ungefähr  $400$  cm<sup>2</sup> bezeichnen. Dies gilt jedoch nur für die sogenannten Mittel- oder Zwischenschwellen. Bei Stofsschwellen für „ruhende Stöße“,

auf welche die Trennungsfuge zweier aufeinanderfolgenden Schienen zu liegen kommt, muss wegen der Befestigung der Schienenenden, auf eine ausreichend breite, obere Fläche gesehen werden, überhaupt erhalten dieselben schon wegen der stärkeren Erschütterungen, welchen sie ausgesetzt sind, grössere Querschnittsabmessungen als die Zwischenschwellen.

Die Länge der Querschwellen muss so groß sein, dass beim Eintreiben der Befestigungsmittel kein Aufspalten des Holzes und durch Formänderung der Schwellen infolge der äußeren Belastung keine fehlerhafte Lage der Schienenstränge entsteht. Die Längen der Schwellen für die verschiedenen Bahnkategorien sind bereits in einer der vorangehenden Tabellen enthalten.

Fig. 202.

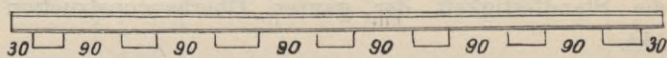


Fig. 203.

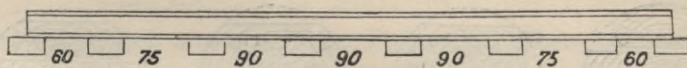
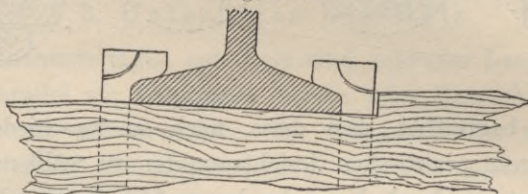


Fig. 204.



Der Abstand der Schwellen von Mitte zu Mitte ist von der Stärke der Fahrschienen abhängig; bei den Hauptbahnen wechselt er ungefähr zwischen 80 und 100 cm; nur an den Schienenenden rückt man die Schwellen näher zusammen, und zwar bei Anwendung „ruhender Stöße“, um einige Centimeter bei schwebenden bis auf 50—60 cm (Fig. 202, 203).

Die erforderliche Schiefstellung der Schienen wird bei Verwendung hölzerner Querschwellen dadurch erzielt, dass man nach Fig. 204 zwei kleine Auflageflächen ausschneidet, die Schwellen, „textelt“ und zwar soll die Neigung der Flächen  $\frac{1}{20}$  betragen.



Unter den Eigenschaften, welche die Querschwellen aus Holz zu Schienenunterlagen besonders geeignet machen, sind vor allem ihre Massigkeit, die tiefe Lagerung in der Bettung und ihre verhältnissmäßig starke Reibung an derselben hervorzuheben, wodurch eine beträchtliche Widerstandsfähigkeit der Geleise gegen Hebungen und seitliche Verschiebungen erzielt wird.

Die große Grundfläche der Querschelle eignet sich gut zur Druckvertheilung, daneben lassen sich die Querschwellen sehr leicht unterstopfen und hindern die seitliche Entwässerung des Bettungskörpers in keiner Weise.

#### 4. Dauer des Schwellenholzes.

Allen Einflüssen der Witterung preisgegeben, unterliegen die Schwellen chemischen Entmischungsprocessen, die sich je nach den besonderen Verhältnissen mehr oder weniger schnell entwickeln, weiters erleiden sie beim Befahren durch die schweren pressenden und stoßenden Fahrzeuge mechanische Angriffe, durch welche sie oft in kurzer Zeit zu Grunde gerichtet werden. Welche von diesen beiden Einwirkungen mehr zur Geltung gelangt, hängt von den jeweiligen Umständen ab. In wenig benützten Nebengeleisen oder auf Bahnen mit mäßigem Verkehre und sehr günstigen Anlageverhältnissen werden die Schwellen meist durch Anfaulen zugrunde gehen, während sie in sehr belebten Bahnhofgeleisen, in scharfen Bahnkrümmungen oder auf Bremsstrecken zur vollständigen Abnützung gelangen können, ehe noch die Fäulnis größere Fortschritte gemacht hat. Einfluß nehmend auf die Dauer ist ferner die Art des Schwellenholzes, die besonderen Umstände, unter welchen es gewachsen, die ganze Behandlungsweise von der Fällung des Stammes bis zur Verwendung der fertigen Schwelle, die Art der Befestigungsmittel u. dgl.

Erfahrungsgemäß beträgt die Dauer bei:

Eichenschwellen . . . . .	14	bis	16	Jahre,
Lärchenschwellen . . . . .	9	"	10	"
Kieferschwellen . . . . .	7	"	8	"
Fichten- u. Tannenschwellen	4	"	5	" und
Buchenschwellen . . . . .	2 $\frac{1}{2}$	"	3	"

Um die Fäulnis der Schwellen auf längere Zeit hinauszuschieben und deren Dauerhaftigkeit zu erhöhen, wendet man zwei Mittel an:

1. Das Austrocknen, indem man die Wasserbestandtheile des Holzes durch Austrocknen an der Luft entfernt.
2. Das Imprägnieren des Holzes, indem man es mit Stoffen durchtränkt, welche das Faulen verhindern.

Diese Stoffe müssen im flüssigen Zustande, nach vorherigem Auslaugen der im Holze befindlichen Säfte, unter großem Drucke in das Holz eingebracht werden.

Als Imprägnierungsstoffe werden verwendet:

- a) Quecksilberchlorid,
- b) Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd),
- c) Zinkchlorid (Zink aufgelöst in Salzsäure),
- d) Creosot (Steinkohlentheeröl) etc.

Die Dauerhaftigkeit der imprägnierten Schwellen beträgt bei:

Eichenschwellen . . .	15 bis 20 Jahre,		
Kieferschwellen . . .	12 „ 14 „		
Fichten oder Tannen-			
schwellen . . . . .	9 „ 10 „	und bei	
Buchenschwellen . . .	9 „ 10 „		

### § 3. Eiserner Oberbau.

#### 1. Eintheilung der eisernen Unterlagen.

Die geringe Widerstandsfähigkeit der Holzunterlagen gegen Witterungseinflüsse und das hiedurch bedingte häufige Auswechseln derselben, hauptsächlich aber das Bestreben, eine größere Widerstandsfähigkeit des Schienenstranges, namentlich bei größerer Fahrgeschwindigkeit, zu erhalten, haben die Anwendung eiserner Unterlagen herbeigeführt.

Das Eisen wird hiezu sowohl als Gusseisen, als Schmiedeeisen und auch als Stahl verwendet.

Nach der Art der Unterlagen werden drei Gattungen des eisernen Oberbaues unterschieden, und zwar der eiserne Oberbau mit:



- a) Einzel-Unterlagen,
- b) Querschwellen und
- c) Langschwellen.

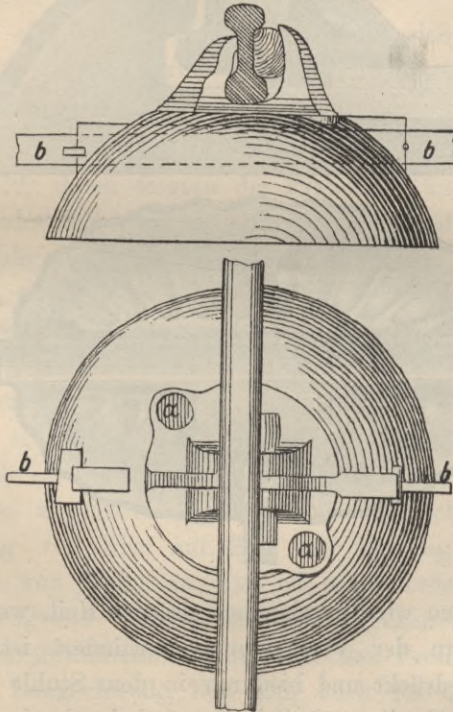
## 2. Eiserner Oberbau mit Einzel-Unterlagen.

Die Einzel-Unterlagen werden aus Gusseisen oder Schmiedeeisen erzeugt und fast nur für Stuhlschienen verwendet.

Unter andern sind:

Das Glockenlager von „Greave“.

Fig. 205.



Die glockenförmigen Unterlagen „Calotten“ genannt, besitzen oben den angegossenen Stuhl, in welchem die Schiene durch einen Holzkeil befestigt wird.

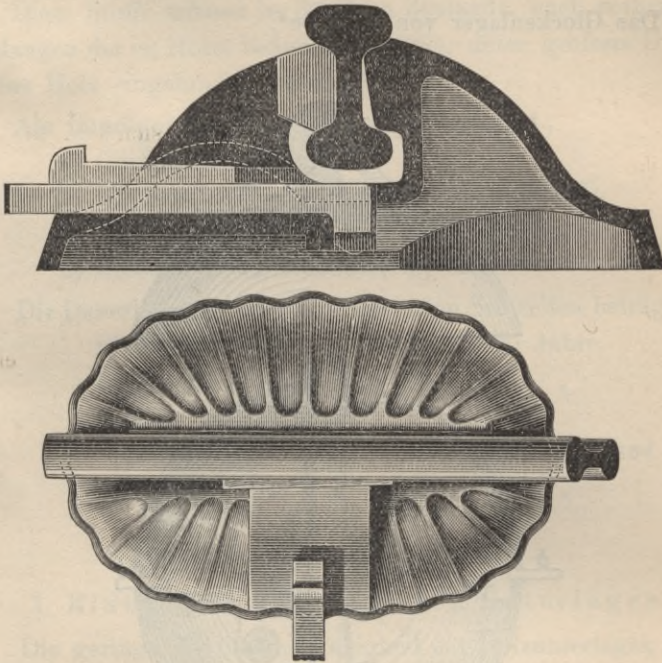
Zwei in den Glocken ausgesparte Öffnungen a, Fig. 205, dienen zum Heben und Nachstopfen der Glocken. Je zwei

gegenüberliegende Calotten sind durch ein hochkantiges Flacheisen b miteinander verbunden.

Das Glockenlager von „Griffin“.

Die Calotten bieten der Schiene eine gröfsere Auflagerfläche und besitzen infolge ihrer rippenartigen Verstärkungen eine gröfsere Haltbarkeit (Fig. 206).

Fig. 206.



Die Schiene wird durch einen eisernen Keil, welcher mittels einer Feder an der Verschiebung verhindert ist, gegen ein Polsterholz gedrückt und hiedurch in dem Stuhle festgehalten. Je zwei gegenüberliegende Calotten sind durch eine Eisenstange miteinander verbunden.

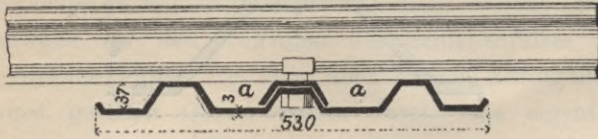
Die Unterlagen von „Wilson“.

Diese Unterlagen bestehen aus geschmiedetem Wellenbleche und werden für breitbasige Schienen angewendet. An der Befestigungsstelle der Schiene mit der Unterlage liegt auf



letzterer eine trapezförmige Querschwelle a, Fig. 207, welche zwei gegenüberliegende Unterlagen verbindet.

Fig. 207.



### 3. Eiserner Oberbau mit Querschwellen.

Für die eisernen Querschwellen eignet sich als Material nur das Fluss- oder Schweißseisen, weil die Schwellen auf Biegung in Anspruch genommen werden.

Die ersten Versuche mit ihnen machten die Belgier schon im Jahre 1862, ihnen folgten die Franzosen und später sind eiserne Querschwellen auch in Deutschland und Österreich beliebt geworden. Sehr wichtig ist die Wahl eines passenden Schwellenquerschnittes, mit welcher man zuerst nicht sehr glücklich war, indem man zu niedrige Formen, wie das liegende Doppel-T und dgl. annahm, bis Vautherin in Frankreich die nach ihm benannte Querschnittsform, Fig. 208, im Jahre 1864 einführte. Diese Form erfüllt bei guter Materialvertheilung die Hauptbedingung für eiserne Querschwellen, nämlich, einen größeren Kieskörper zu umschließen, wodurch die Möglichkeit gewährt wird, Reibung von Kies auf Kies zur Geltung zu bringen. Die Reibung von Eisen an Kies ist nicht bedeutend genug, um eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Einwirkungen zu gewähren. Weiters ist das Profil der Haarmann'schen Langschwelle, Fig. 222, auch für Querschwellen, namentlich auf den preussischen Staatsbahnen angenommen worden. Andere Formen sind Fig. 209, dann das System Heindl 210, Hohenegger 211, sowie Atzinger, Fig. 212, bei welchen auf den Einschluss eines recht großen Kieskörpers und die Umbildung oder gänzliche Beseitigung der bei der Vautherin-Schwelle vorhandenen breiten Fußränder, welche

das gleichmäßige Eindringen in den Boden erschweren, besonders Bedacht genommen ist.

Fig. 208.

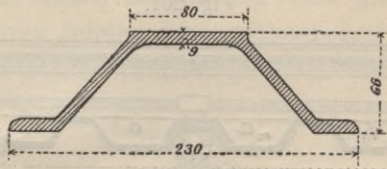


Fig. 209.

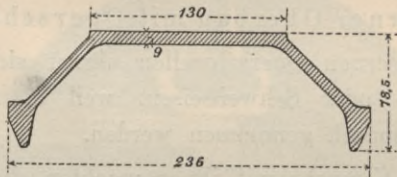
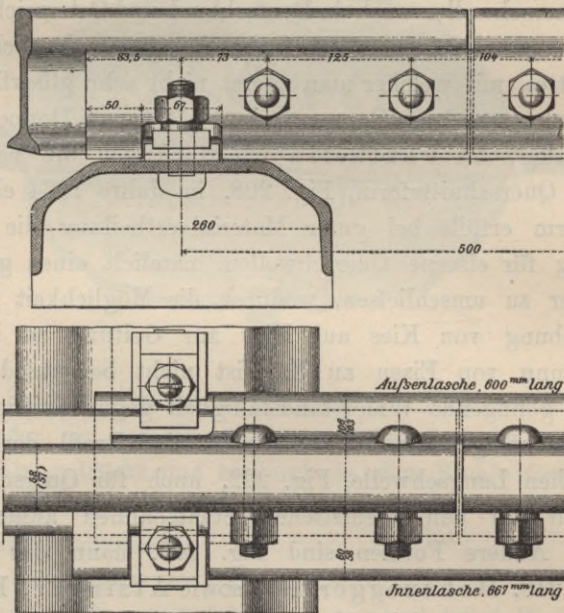


Fig. 210.



Die Länge der Schwellen wird mit mindestens 2,5 m und ihr Gewicht zwischen 50 und 70 kg gewählt.





der Lappen, Fig. 213; zuweilen hat man auch durch weitere zwei Querwände drei Abtheilungen des Hohlraumes der Schwelle erzielt.

Ganz besondere Sorgfalt verlangt die Verbindung der Schienen mit den Schwellen. Bei genügender Stärke und thunlichst geringer Anzahl von Theilen soll dieselbe möglichst einfach sein, die Befestigungsmittel von oben eingebracht und gegen unmittelbare Einwirkungen des Schienenfußes geschützt werden. Die ursprünglich besonders beliebte Keilbefestigung, Fig. 214 und 215 (Vautherin) hat nicht immer entsprochen, namentlich weil die dünnen Befestigungsstücke und die für sie in der Schwellendecke angebrachten Schlitze leicht ausgewetzt wurden. Doch hat man diesen Übelstand durch Verstärkung der Schwellendicke, Fig. 216, oder durch Benützung von Unterlagsplatten wesentlich behoben. Öfters werden an einer Befestigungsstelle, wie aus der Figur zu ersehen, vier Theile verwendet, zwei sogenannte Kramphaken, Fig. 214, welche sich beide einerseits über den Schienenfuß, andererseits an die Decke der Schwelle legen, und ein Keil, welcher zwischen den einen Kramphaken und einem besondern Schlusstück eingetrieben wird. Um die verschiedenen Spurmalfsen in gekrümmten Geleisstrecken herzustellen, erhält der eine hakenförmige Theil und das Schlusstück wechselnde Stärken. Viel häufiger wird jetzt die Schraubenbefestigung, Fig. 217, benützt. Die wechselnde Spurweite in den Krümmungen wird hiebei bei gleichartiger Lochung der Schwellen bald durch Ansätze an den Bolzenschäften, bald durch solche an den Deckblättchen oder auch bei stets gleicher Form der Bolzen und Platten durch besondere Einlagstücke erzielt.

#### 4. Eiserner Oberbau mit Langschwellen.

Diesem Systeme liegt der Gedanke zugrunde, den beiden hinreichend stark hergestellten und durch Querverbindungen genügend vereinigten Geleissträngen eine durchlaufende Unterstützung durch den Bettungskörper selbst zu gewähren.



Fig. 212.

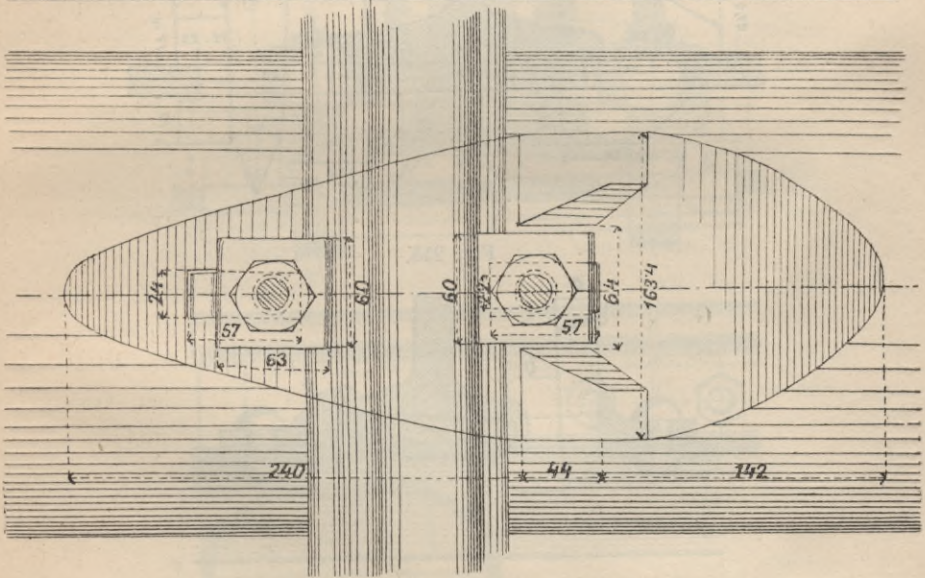
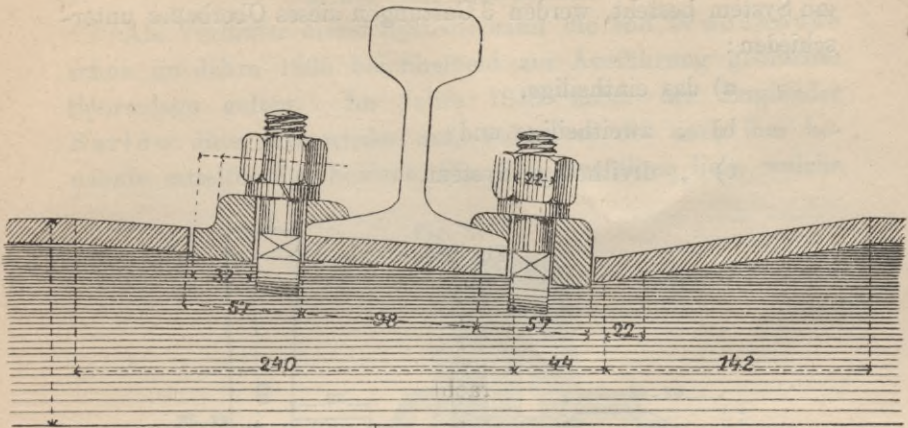
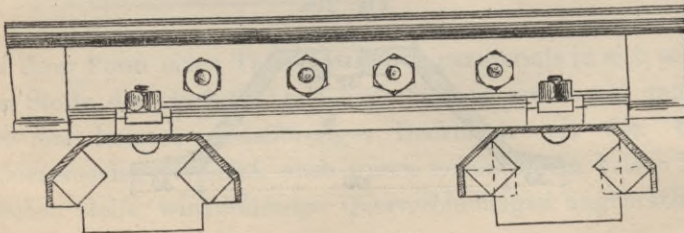
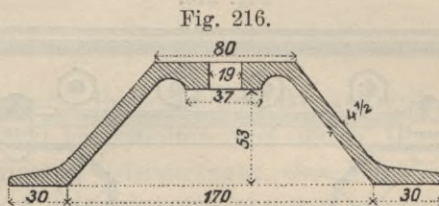
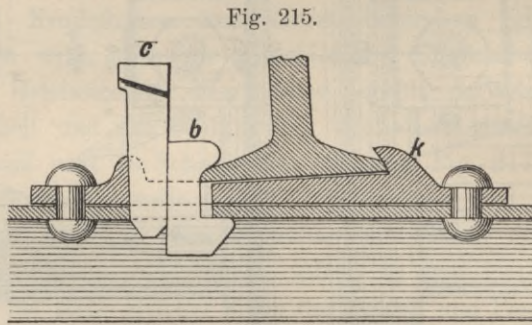
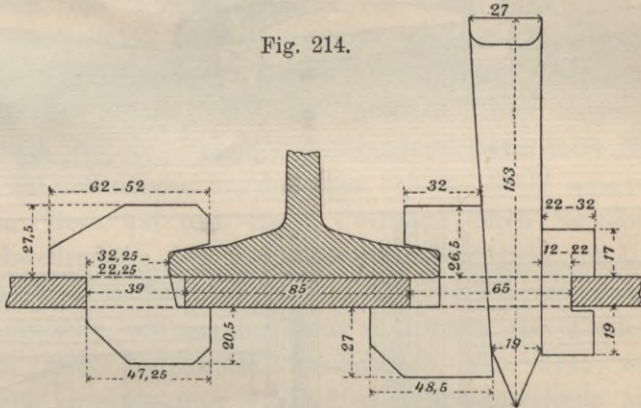


Fig. 213.



Je nach der Anzahl der Hauptbestandtheile, aus welchen ein System besteht, werden 3 Gattungen dieses Oberbaues unterschieden:

- a) das eintheilige,
- b) „ zweitheilige und
- c) „ dreitheilige System.

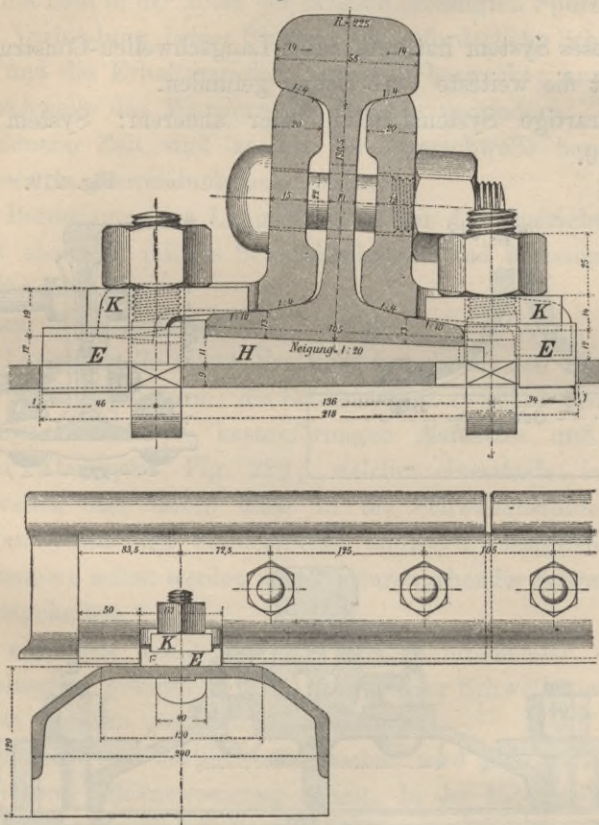




## a. Das eintheilige System.

Als Vorläufer dieses Systems kann die von Woodhouse schon im Jahre 1805 bei Sheffield zur Ausführung gebrachte Spuranlage gelten. Im Jahre 1849 nahm der Engländer Barlow diese Idee wieder auf, indem er die nach ihm benannte sattelförmige Schiene, Fig. 218, ausführen liefs, welche

Fig. 217.



bei ihrer Form einen Theil des Bettungsmaterials in sich schloss. Am Stofse der etwa 6,00 m langen Schiene wurde ein ungefähr 600 mm langes, sattelförmiges Deckblech mit den beiden Schienenenden vernietet, auch waren neben diesen beiden Deckblechen steife, winkelförmige Querverbindungen angebracht.

Eine weitere Form zeigt Fig. 219, die Schiene des Hartwich'schen Oberbaues, insofern auch hier die im Querschnitte eintheiligen Schienenstränge unmittelbar in die Bettung eingelegt werden.

#### b. Das zweitheilige System.

Dieses System besteht aus einer eisernen Langschwelle, auf welche eine breitbasige Vignoles- oder Brückschiene befestigt wird.

Dieses System hat unter allen Langschwellen-Constructionen bis jetzt die weiteste Verbreitung gefunden.

Derartige Systeme sind unter anderem: System Hilf, Fig. 220.

Fig. 218.

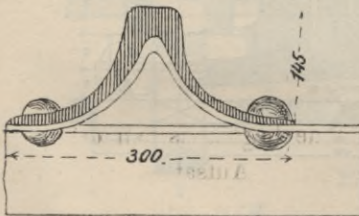


Fig. 219.

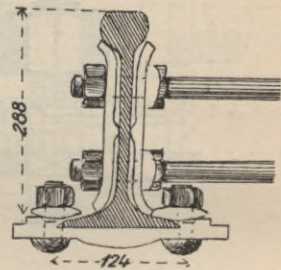
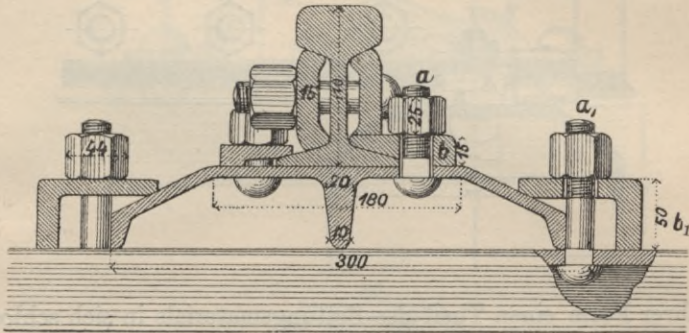


Fig. 220.



Das System „Hilf“ besteht aus einer breitbasigen Fahrchiene aus Stahl, welche durch Schraubenbolzen a und Klemmplatten b, Fig. 220, mit der eisernen Langschwelle, deren Quer-



schnitt aus der Figur ersichtlich ist, verbunden wird. In den Curven bleibt die Langschwelle gerade und es wird nur die Schiene gebogen. Infolgedessen müssen für die verschiedenen Curven die Langschwellen, zur Aufnahme der Schienenbefestigungsmittel, verschieden gelocht sein.

Unter den Schienenstößen ist eine Querschwelle mit dem gleichen Profile wie die Langschwelle angeordnet, welche, im Vereine mit dem in der Mitte der Schiene befestigten Spurbolzen, die feste Verbindung beider Stränge, die erforderliche Schienenneigung und die Erhaltung der Spurweite bezweckt; auch soll die Querschwelle das Wandern des Geleises verhindern.

In neuerer Zeit sind anstatt der Querschwelle besondere Winkeleisen in Anwendung gekommen.

Die Befestigung der Langschwellen mit den Querschwellen geschieht ebenfalls mittels Schraubenbolzen und Klemmplatten  $a_1, b_1$ , Fig. 220.

System H a a r m a n n.

Die Langschwelle dieses Systemes hat die in den Fig. 221 und 222 ersichtliche Form; die Schiene liegt zwischen den vorspringenden Leisten des kastenförmigen Aufsatzes und wird von zwei Klammern Fig. 222, welche einestheils in die Langschwellen oder durch diese in die Schwellenstühle eingreifen, anderseits den Schienenfuß umfassen, festgeklemmt. Diese Klammern selbst werden mittelst durchgehender Schraubenbolzen festgehalten.

Die einzelnen Langschwellen sind untereinander durch Schwellenlaschen gekuppelt. Das Profil dieser Schwellenlaschen ist aus den Figuren ersichtlich.

Durch die Form der Schwellenlaschen wird gleichzeitig die vorgeschriebene Schienenneigung erzielt. In der Mitte zwischen den Schwellenenden sind Schwellenstühle von derselben Form, wie die Schwellenlaschen angebracht.

An den Schwellenstößen und in der Mitte der Langschwellen sind fischbauchartig ausgebogene, in der Mitte versteifte Querverbindungen angeordnet, welche mittelst Klemmlättchen und Schrauben mit den Schwellenlaschen und Schwellen-

stühlen verbunden werden; die verschiedenen langen Klemmplättchen gestatten die Einhaltung der in den Curven erforderlichen Spurweite.

Fig. 221.

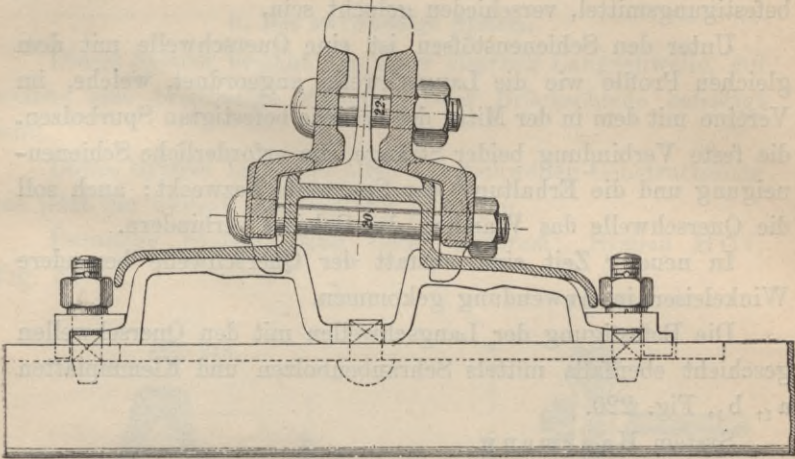
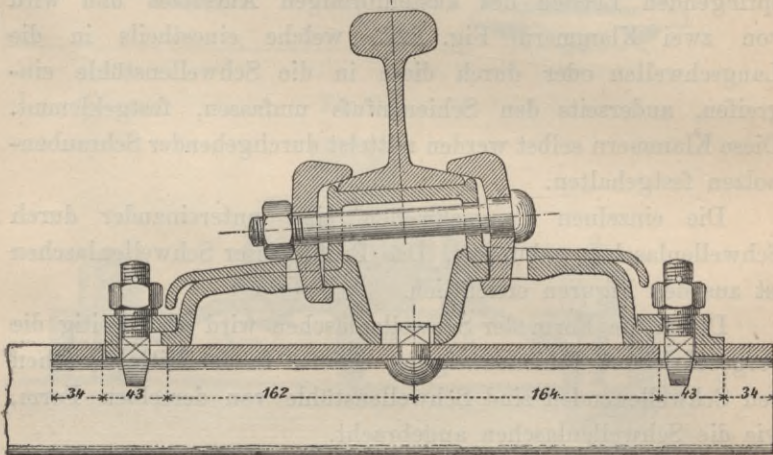


Fig. 222.



Die Schienenstöße sind gegen die Schwellenstöße versetzt.

An den Schienenstößen werden Winkellaschen angewendet, welche von den Schienenklammern eingefasst, das Wandern der



Schienen, dem auch die Querverbindungen entgegenwirken, verhindern.

Für die Curven werden die Langschwellen im warmen Zustande nach dem entsprechenden Radius gebogen und im kalten Zustande nachgerichtet; das Biegen der Schienen wird mittelst eigener Biegemaschinen bewirkt.

Zur Entwässerung des Oberbaues werden eigene gusseiserne Entwässerungsröhren angewendet.

System „Hohenegger“.

Die aus Stahl erzeugten Langschwellen werden nach den betreffenden Radien im rothwarmen Zustande gebogen. Die Fig. 223 und 224 zeigen den Querschnitt der Langschwelle.

Die Kopfplatte ist beiderseits durch keilförmig abgeschrägte Rippen begrenzt, wodurch ein festes unverrückbares Verspannen der Fahrschienen durch die keilförmigen Klemmplatten, welche sich einerseits an die erwähnten Rippen, anderseits an den Schienenfuß stemmen und durch Schraubenbolzen niedergehalten werden, ermöglicht ist. Durch diese Art der Schienenbefestigung ist eine Nachregulierung der Spurweite jederzeit möglich, und ein Mittel geboten, etwaige Fehler in der Biegung oder Lochung der Schwellen vollständig auszugleichen.

Die Langschwellen liegen an ihren Stößen auf 400 mm langen, sehr starken, sattelförmigen Schwellenlaschen, welche sich der unteren Fläche der Langschwelle anschmiegen, auf; die Befestigung der Schwellenenden auf diese Sättel erfolgt einerseits durch die Schienen-Winkellaschen a (Fig. 223), deren horizontaler Schenkel die Verbindungsbolzen aufnimmt und sich klemmplattenartig an die Schwellenrippe legt, anderseits durch 400 mm lange Flachlaschen b.

Das Anziehen der Schwellenlaschenbolzen bewirkt nun ein vollkommenes Einspannen der Schwellenenden zwischen Sattel, Schienenfuß und Klemmlaschen und macht jedes Ausweichen der Schwellenenden unmöglich.

An den Schwellenstößen und in jedem Drittel der Schwellenlänge sind zur Sicherung der Spurweite und der Schienenneigung

Fig. 223.

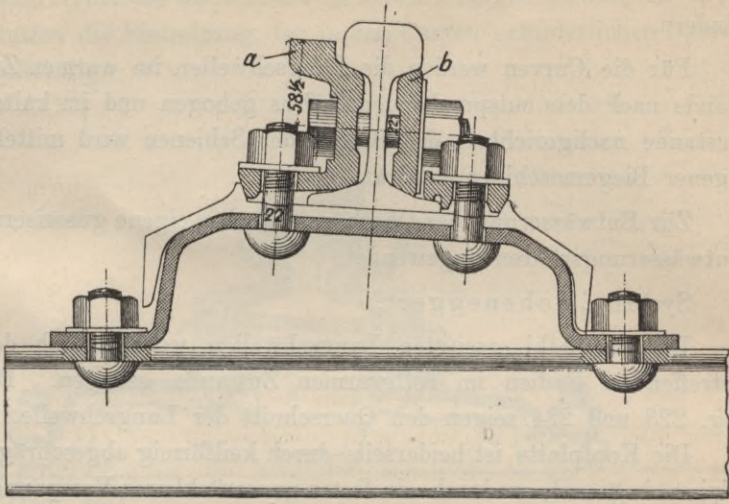
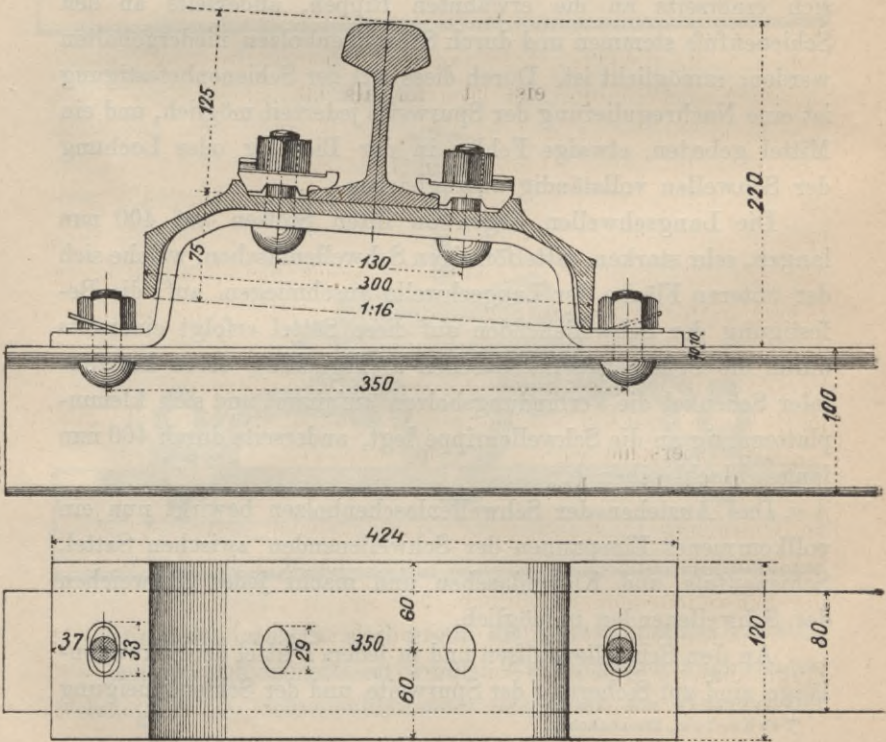


Fig. 224.





Querverbindungen aus Winkeleisen (Fig. 225) eingezogen, an welchen ebenfalls Sättel wie am Stofse, jedoch nur von 120 mm Breite befestigt sind.

Das Verschieben nach der Längenrichtung wird sowohl bei den Schwellen, als auch bei den Schienen durch die Verbindung der Stofssättel mit den Schwellen und den Schienenwinkel-laschen durch den verticalen Schenkel der Querverbindungen (Fig. 225) verhindert.

Zu diesem Systeme gehört ferner die Schwellenschiene System Haarmann (Fig. 226, 227).

### c. Das dreitheilige System.

Das Princip des dreitheiligen Systemes verfolgt den Zweck, bei Auswechslung der Fahrschienen möglichst wenig Material verlieren zu müssen.

Das System besteht im wesentlichen aus einer Fahrschiene von möglichst geringem Querschnitte, welche zwischen den Stegen einer zweitheiligen Langschwelle festgehalten wird.

Diese Anordnungsweise ist älter als alle übrigen eisernen Oberbausysteme.

Schon im Jahre 1862 wurde vom Baurathe Scheffler der Vorschlag zu einem dreitheiligen Langschwellenoberbau aus Eisen gemacht.

Fig. 228 zeigt den Querschnitt eines Schienenstranges, der im Jahre 1864, entsprechend diesem Vorschlage, im Geleise zwischen Braunschweig und Wolfenbüttel verlegt wurde.

Ein weiteres System ist jenes von de Seres und Battig, bei welchem, wie Fig. 229 zeigt, der Schienenstrang aus einer mit zwei Unterschienen verbundenen Fahrschiene besteht.

Die Fahrschiene besteht aus Kopf und Steg, welch' letzterer zum Zwecke der Verbindung mit den Unterschienen zwischen den verticalen Rippen derselben gezwängt und durch Bolzen gegen das Herausziehen nach oben gesichert ist.

Die obere Fläche des Schienenkopfes ist der vorgeschriebenen Schienenneigung entsprechend abgeschrägt.

Die weiteren Anordnungen sind aus den Figuren ersichtlich.





Fig. 226.

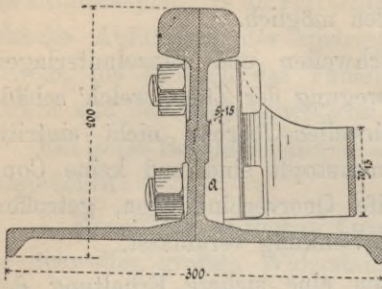


Fig. 228.

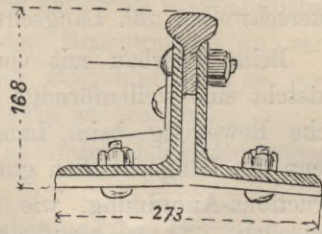


Fig. 227.

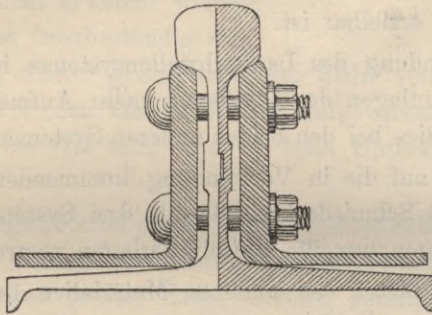
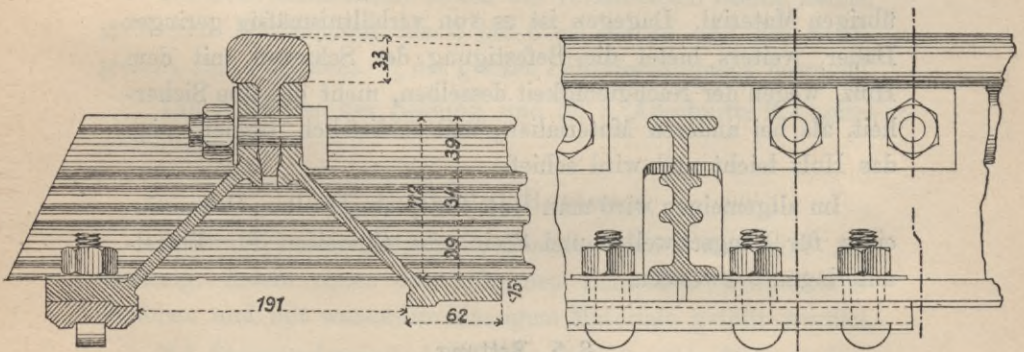


Fig. 229.



§ 4. Vergleich der Unterlags-Systeme.

Die Unterlagen haben, wie bereits erwähnt, den Zweck, den Druck auf eine möglichst große Fläche des Unterbau-

planums zu vertheilen. Dies ist sowohl bei Einzelunterlagen, Querschwellen und Langschwellen möglich.

Beim Oberbau mit Querschwellen und Einzelunterlagen entsteht eine wellenförmige Bewegung der Züge, welch' schädliche Bewegung beim Langschwellen-Oberbau nicht eintritt, wenn die Langschwellen gut unterstopft sind und keine Constructions-Anordnung, wie steife Querverbindungen, getroffen ist, welche eine ungleichmässige Senkung veranlasst.

Die Querschwellen gestatten eine sichere Erhaltung der Spurweite und der Neigung der Schienen, was beim Langschwellensysteme und bei Einzelunterlagen nur durch besondere Constructions erzielbar ist.

Bei Anwendung des Langschwellensystemes ist ferner den Entwässerungsanlagen des Oberbaues mehr Aufmerksamkeit zu schenken, als dies bei den beiden anderen Systemen der Fall ist.

In Bezug auf die in Verwendung kommenden Materialien kann Holz und Schmiedeeisen für alle drei Systeme, Stein und Gusseisen dagegen nur für Einzelunterlagen verwendet werden.

Das Holz bietet den anderen Materialien gegenüber den Vortheil, dass es die Stöße mässigt, und die Herstellung des Oberbaues aus Holz viel einfacher und billiger ist, als aus dem übrigen Material. Dagegen ist es von verhältnismässig geringer Dauer, weiters bietet die Befestigung der Schienen mit dem Holz, wegen der Nachgiebigkeit desselben, nicht dieselbe Sicherheit, als bei anderen Materialien, und schliesslich verzieht sich das Holz leicht und wird schief.

Im allgemeinen wird man Holz für Querschwellen, Schmiedeeisen für Langschwellen und Stein oder Gusseisen für Einzelunterlagen verwenden.

## § 5. Bettung.

### 1. Zweck der Bettung. Bettungsmaterial.

Die Bettung hat den Zweck, den Druck, welchen sie von den Unterlagen übernimmt, auf eine möglichst grosse Fläche



des Unterbauplanums zu vertheilen und außerdem eine möglichst schnelle Abführung des eindringenden Regenwassers zu vermitteln, um dadurch das Faulen der Holzunterlagen zu verzögern und das Unterbauplanum trocken zu erhalten.

Ein gutes Bettungsmaterial soll nachfolgenden Bedingungen entsprechen:

1. Es soll dem seitlichen Ausweichen und dem Durchdrücken der Schwellen großen Widerstand bieten; muss also möglichst große Reibung besitzen.
2. Es soll möglichst wasserdurchlässig sein; darf jedoch vom Wasser nicht erweicht werden.
3. Es muss frostbeständig sein.
4. Es soll schwer genug sein, um nicht vom Winde verweht oder durch den fahrenden Zug aufgewirbelt zu werden.
5. Es soll so fest sein, dass es beim Unterkrampen nicht zerbröckelt.

Als Bettungsmaterial eignet sich am besten Schlägelschotter; sodann der aus Flüssen oder Schottergruben gewonnene Schotter. Weniger gut sind grober Sand, Gerölle, zerschlagene Ziegelsteine etc.

Im Schottermaterial sollen die vorhandenen Steine keinen größeren Durchmesser als 5 bis 6 cm haben und der Sandgehalt soll höchstens  $\frac{1}{3}$  des ganzen Schottervolumens betragen.

Die Ausmaße der Bettung sind im 3. Abschnitte 2. Capitäl enthalten.

## 2. Form der Bettung.

Schon bei den ältesten Spurbahnen findet man eine Art Bettung, indem unter den hölzernen Schwellen Gräben ausgehoben und mit wasserdurchlässigem Materiale gefüllt wurden.

Bei Steinquadernunterlagen glaubte man eine Bettung entbehren zu können, sah jedoch später die Nothwendigkeit einer solchen ein.

Mit Bezug auf die seitliche Begrenzung des Bettungsmaterials und die Anordnung des neben dem Geleise liegenden

Körpers, dem Bankette, unterscheidet man drei Bettungssysteme und zwar:

a) Die amerikanische Bettung oder Kofferbettung.

In Figur 230 ist dieselbe dargestellt: Man schüttet demnach die Dämme mit dem gewöhnlichen Füllmaterial bis zur Schwellenoberfläche auf, spart nur für das Geleise einen im Übrigen mit Bettungsmaterial zu füllenden Raum (Koffer) aus, welcher bei märsiger Tiefe eine Breite, etwas gröfser wie die Schwellenlänge erhält. In ähnlicher Weise wird in den Einschnitten verfahren, indem man dieselben zuerst nur bis auf die Schwellenoberfläche (Planiehöhe) aushebt und dann erst den Koffer nachnimmt, seitlich aber Streifen aus gewachsenen Boden stehen lässt. Um zu verhindern, dass das in's Innere des Koffers eindringende Wasser darin stehen bleibt und zur Durchweichung des Untergrundes Veranlassung gibt, erhält die Sohle der Länge nach Gefälle und Gegengefälle und von Zeit zu Zeit werden Abführungen nach der Seite, gegen die Bahngräben hin, oder nach den Dammböschungen in Form von Sickergräben hergestellt.

b) Die englische Bettung (Fig. 231).

Bei dieser reicht der Unterbau der Dämme und Einschnitte nur bis etwa 0,5 m unter die Schienenunterfläche und wird nach oben durch zwei, von der Mitte aus nach beiden Seiten mit 4 bis 5 Procent fallende Ebenen dachförmig, in manchen Fällen auch durch eine einzige geneigte Ebene begrenzt, worauf dann die nach der Seite hin vollkommen frei liegende Bettungsschichte zu liegen kommt. Bei solcher Anordnung kann das von aufsen eindringende und den Bettungskörper durchsickernde Wasser auf den geneigten Flächen des Unterbaues an jeder Stelle ohne Hindernis austreten, wenn es sich nicht im Unterbau selbst verliert, falls dieser nämlich im ganzen wasserdurchlässig oder, bei Felseinschnitten, von Spalten durchzogen ist.

c) In Einschnitten mit gemauerten Bahngräben findet man öfters auch eine Art Kofferbettung, wie sie die Fig. 232 zeigt.



Fig. 230.

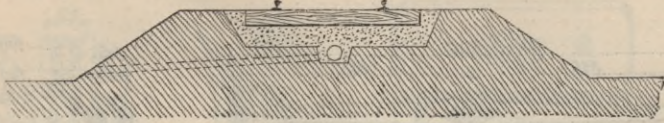
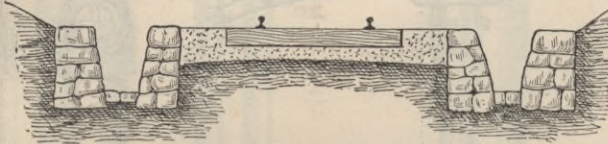


Fig. 231.



Fig. 232.



## § 6. Werkzeuge, Geräte und Transportmittel für Oberbau-Arbeiten.

Für Oberbauarbeiten werden, nebst den für Erd- und Holzarbeiten im allgemeinen erforderlichen Werkzeugen und den für geometrische Arbeiten nothwendigen Geräten noch nachstehende Werkzeuge und Geräte, und zwar hauptsächlich zu den dabei bezeichneten Verrichtungen, benöthigt:

Die Schlagkrampe (Fig. 233) zum Unterkrampen der Schwellen;

die Hebelzange (Fig. 234) und der Geißfuß (Fig. 235) zum Ausziehen der Nägel, letzterer auch als Hebel beim Heben und Unterkrampen des Geleises;

die Brechstange (Fig. 236) beim Richten des Geleises;

der eiserne Schlägel (Fig. 237) zum Einschlagen der Schienennägel;

der Durchschlag (Fig. 238) zum Durchtreiben abgebrochener Nägel durch die Schwellen;

der Setzhammer (Figur 239) zum Geradstellen schiefer Schienennägel;

Fig. 233.

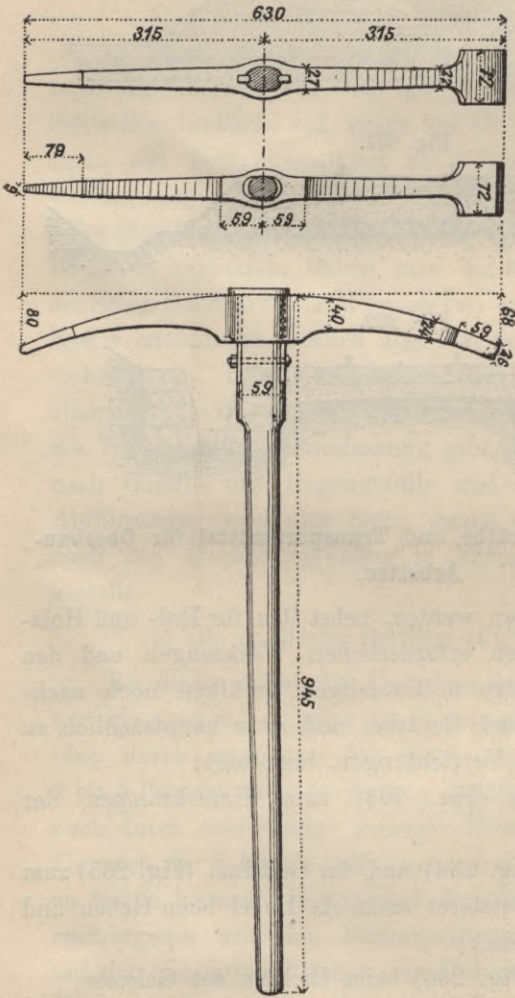


Fig. 234.

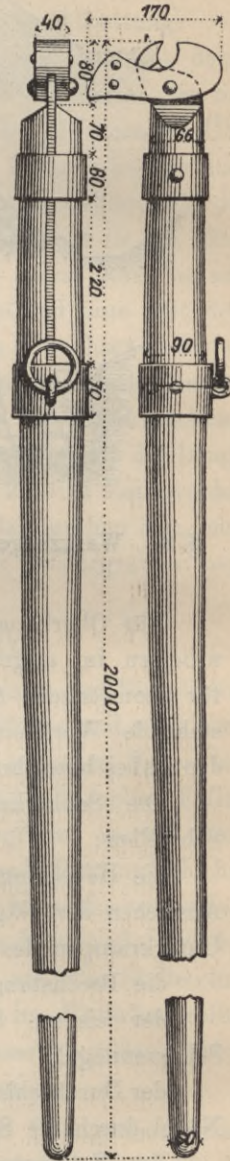




Fig. 235.

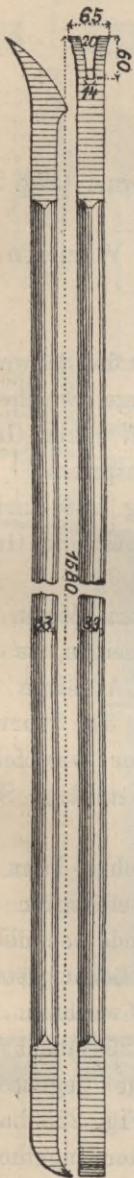


Fig. 236.

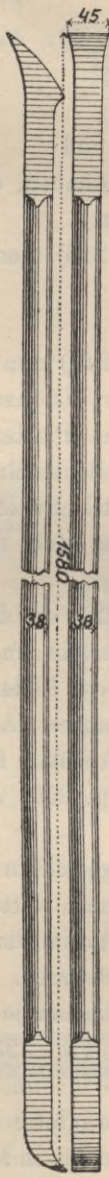


Fig. 237.

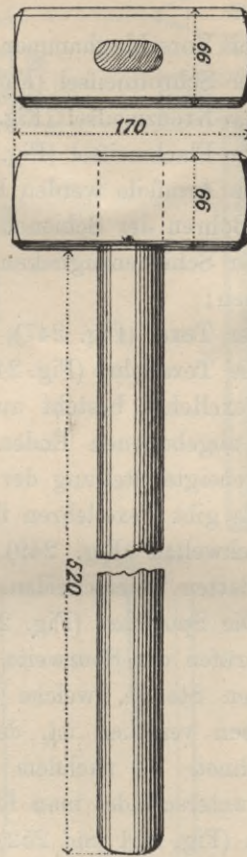
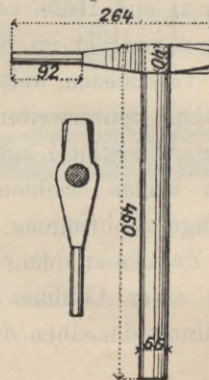


Fig. 238.



der Handhammer (Fig. 240) bei verschiedenen Verrichtungen ;

der Vorschlaghammer (Fig. 241) ;

der Schrotmeißel (Fig. 242) ;

der Kreuzmeißel (Fig. 243) ;

der Flachmeißel (Fig. 244), und

die Armfeile werden beim Abhauen, der Körner (Fig. 245) beim Bohren der Schienen benützt ;

der Schienenzughaken (Fig. 246) dient zum Vorziehen der Schienen ;

der Texel (Fig. 247), und

die Texellehre (Fig. 248 und 249) zum Texeln der Schwellen.

Die Texellehre besteht aus einer eisernen Stange, welche an ihren abgebogenen Enden eiserne Platten trägt, deren Größe und geneigte Stellung der Schwellentexelung entspricht.

Es gibt Texellehren für Mittelschwellen (Fig. 248) und für Stofschwellen (Fig. 249), welche sich nur durch die Größe der Platten unterscheiden.

Die Spurlehre (Fig. 250—252) ; sie dient zum Messen und Überprüfen der Spurweite und besteht im allgemeinen aus einer eisernen Stange, welche an ihren Enden mit Ansätzen oder Scheiben versehen ist, deren äußerer Abstand die Spurweite bezeichnet. Je nachdem diese Ansätze fest oder verschiebbar sind, unterscheidet man feste (Fig. 250) und verstellbare Spurlehren (Fig. 251 und 252).

Bei der, in Fig. 252 dargestellten Spurlehre kann der Schubers, mit Hilfe des an einem Kettchen befestigten Vorsteckers v und der im Schubers und im Stangenende befindlichen Löcher verschieden weit gestellt werden. Die Löcher gestatten gewöhnlich Spurerweiterungen, die um je 5 mm wachsen.

Die Abwäglatte mit Libelle (Fig. 253 und 254) dient dazu, um die beiden Schienenstränge in die richtige gegenseitige Höhenlage zu bringen. Die Abwäglatte nach Fig. 253 hat zu diesem Zwecke an dem einen Ende den in Millimeter eingetheilten und in einer Coulissee verschiebbaren Schubers a und die zur Feststellung desselben dienende Flügelschraube s.



Fig. 239.

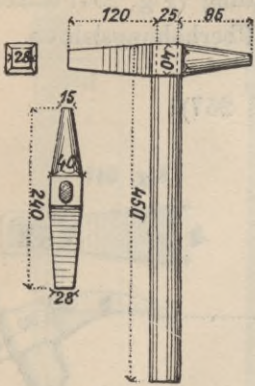


Fig. 241.

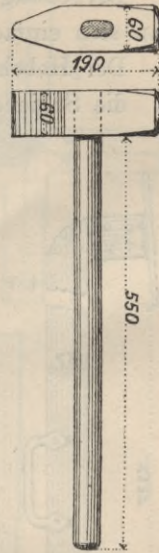


Fig. 240.

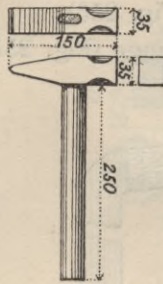


Fig. 242.

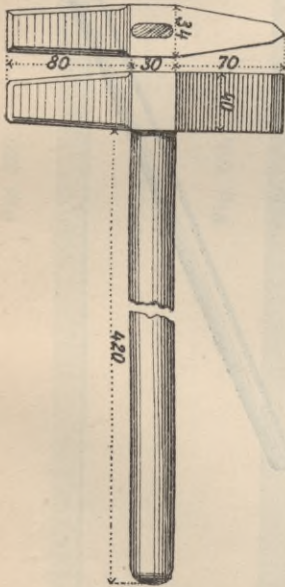


Fig. 243.

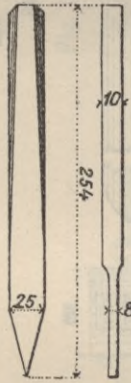


Fig. 244.

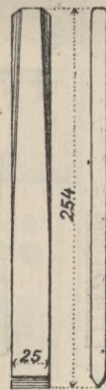


Fig. 245.

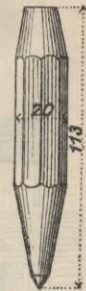
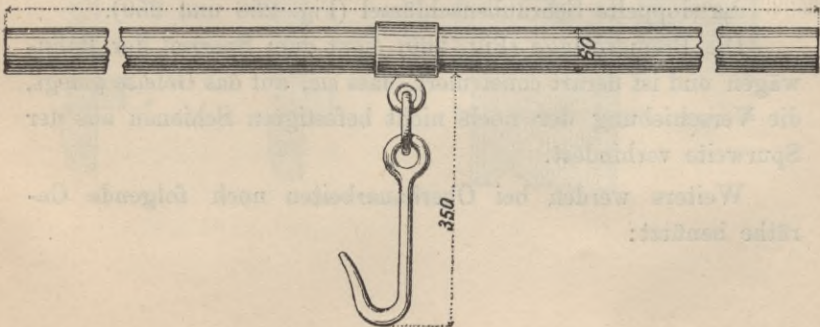


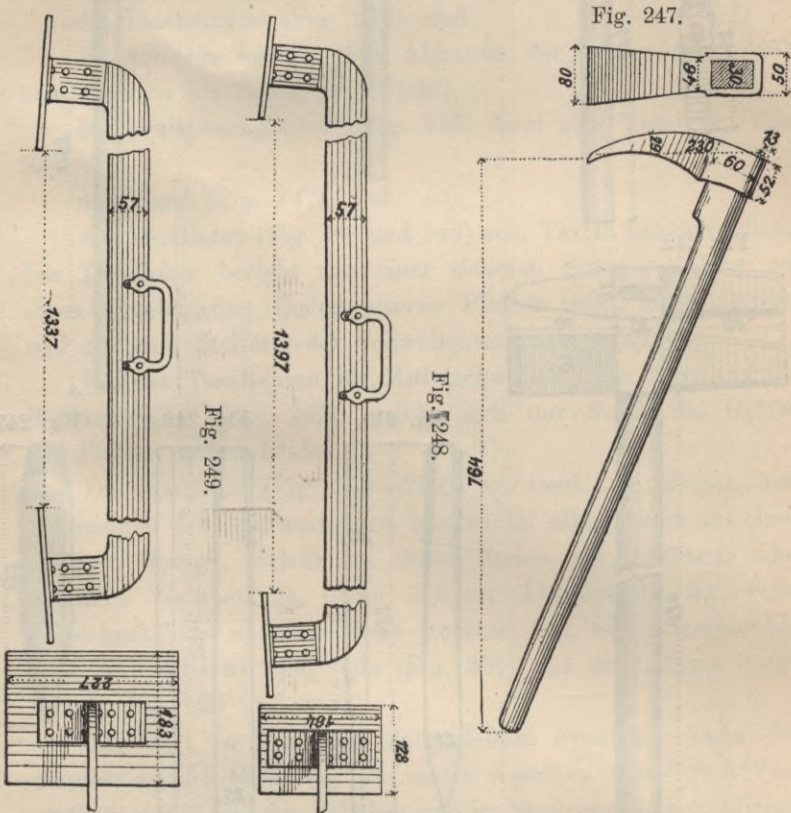
Fig. 246.



Bei Abwäglaten ohne dieser Vorrichtung (Fig. 254) bedient man sich einfacher, aus Holz erzeugter Überhöhungslehren.

Der Hebebaum (Fig. 255);

die Schienentragzange (Fig. 256 und 257);



der doppelte Schraubenschlüssel (Fig. 258 und 259).

Die Bremsvorlage (Fig. 260) dient zum Sperren der Bahnwagen und ist derart konstruiert, dass sie, auf das Geleise gelegt, die Verschiebung der noch nicht befestigten Schienen aus der Spurweite verhindert.

Weiters werden bei Oberbauarbeiten noch folgende Geräte benutzt:



Fig. 250.

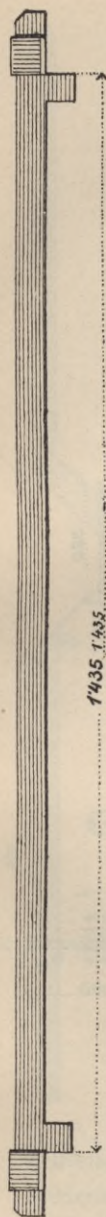


Fig. 251.

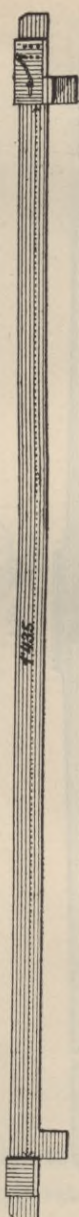
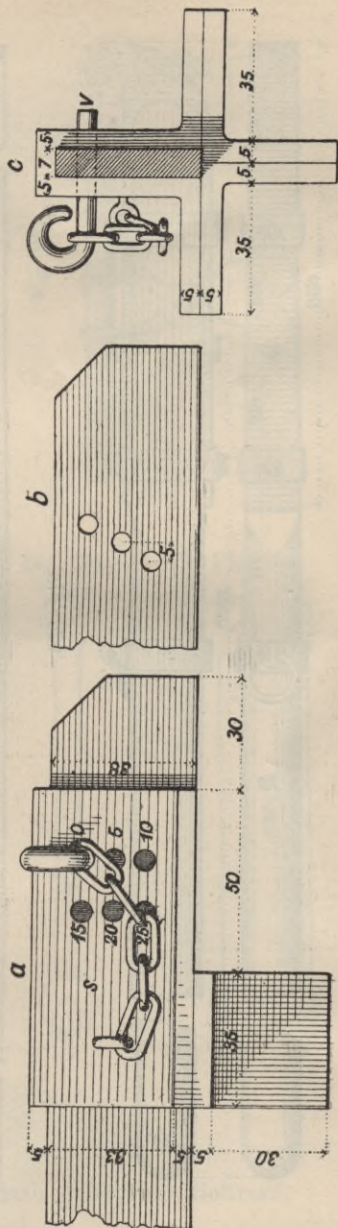


Fig. 252.



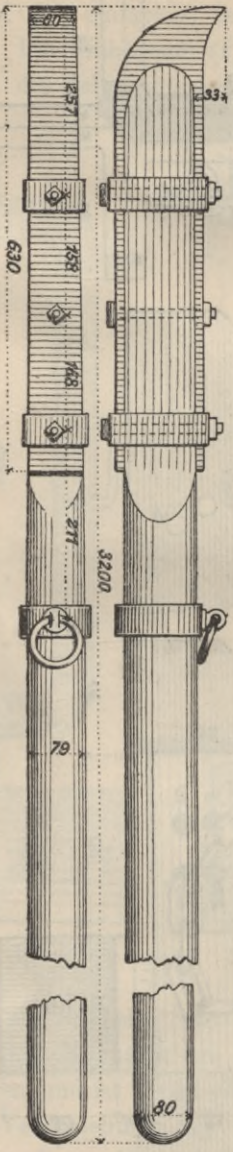


Fig. 255.

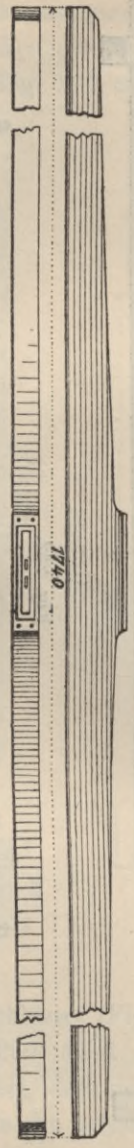


Fig. 254.

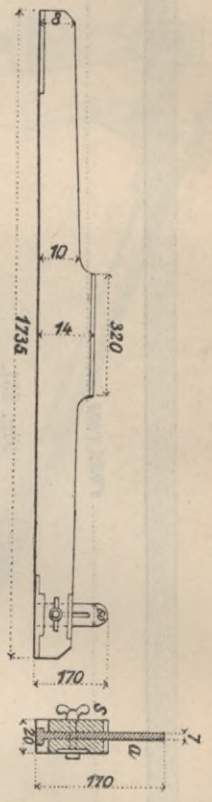


Fig. 253.



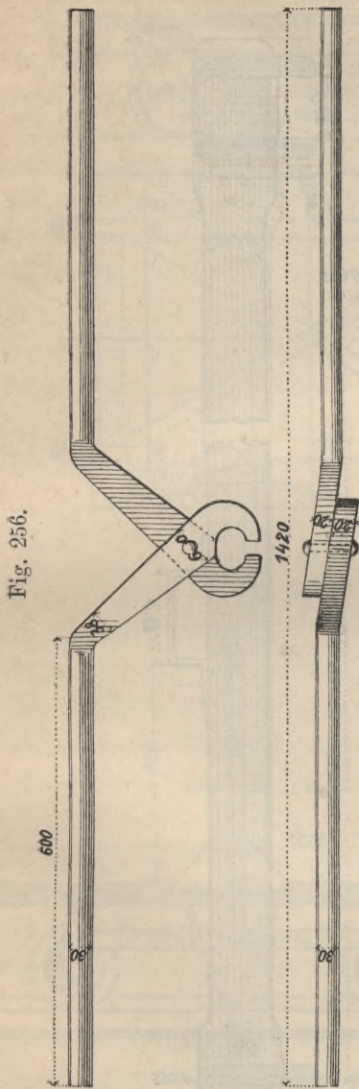


Fig. 256.

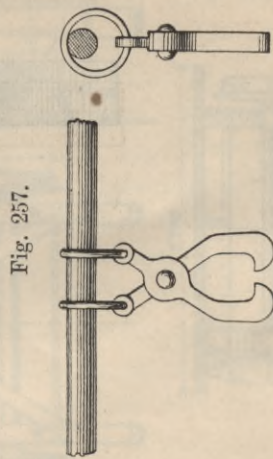


Fig. 257.

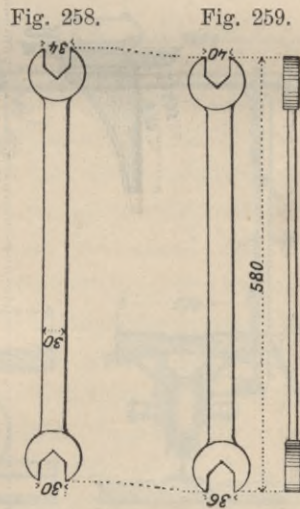
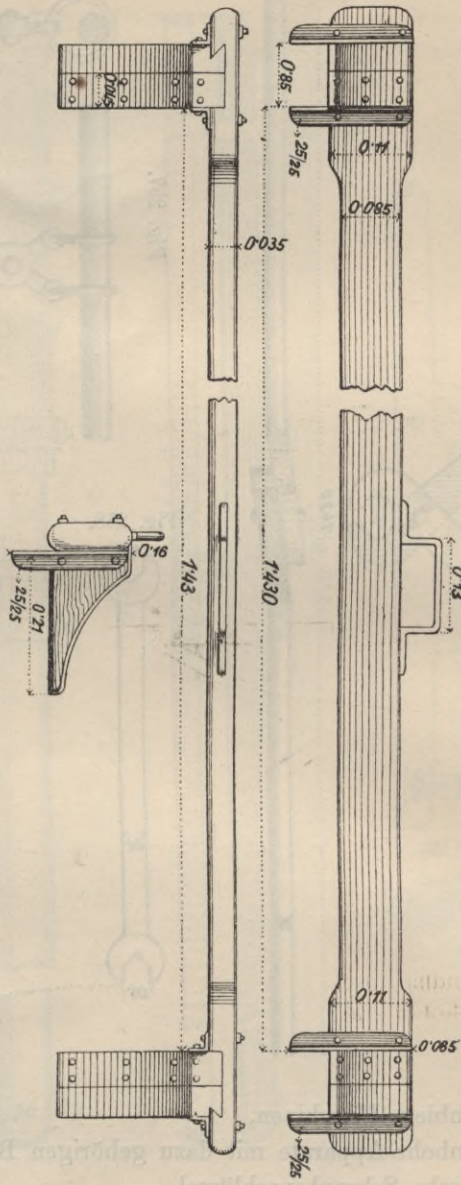


Fig. 258.

Fig. 259.

Schienenbiede-Maschinen,  
 Schienenbohr-Apparate mit dazu gehörigen Bohrern,  
 französische Schraubenschlüssel,  
 Schwelleneintheilungs-Latten,

Fig. 260.





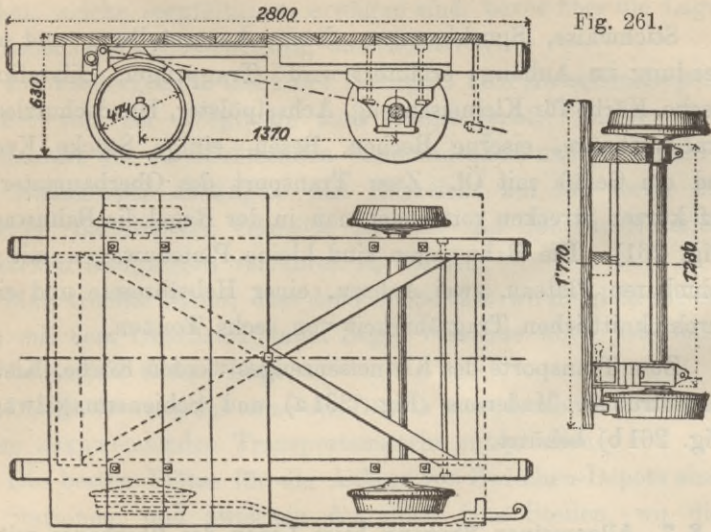


Fig. 261 a.

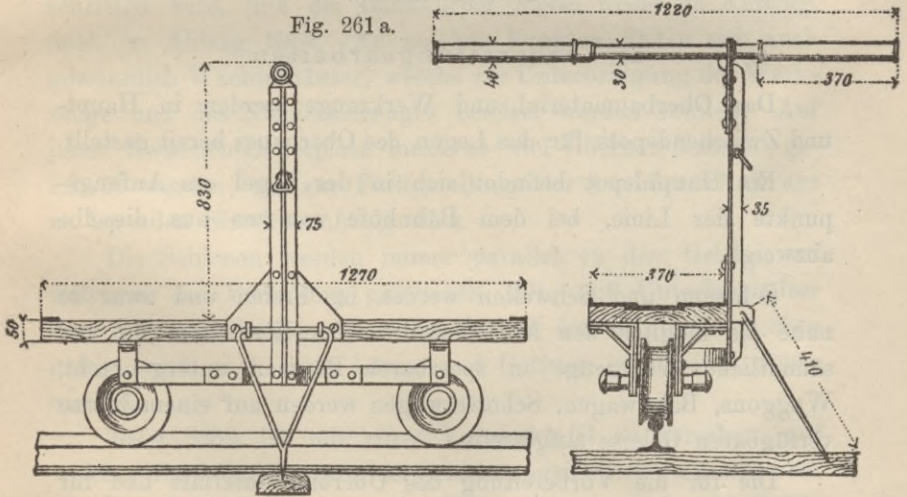


Fig. 261 b.



Stichmase, Spurklemmen, deren Ausgestaltung und Anwendung im Anhang erläutert wird; Tragprügel, Dilatationsbleche, Körbe für Kleineisenzeug, Achselpölster, Handschutzleder, Tracierschnüre, eiserne Rechen, Besen, einige Stücke Kreide und ein Gefäß mit Öl. Zum Transport des Oberbaumaterials auf kurzen Strecken verwendet man in der Regel die Bahnwagen (Fig. 261). Die Bahnwagen sind kleine Plateauwagen mit abnehmbarem Plateau, zwei Achsen, einer Hebelbremse und einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von sechs Tonnen.

Zum Transporte des Kleineisenzeuges werden Körbe, Kisten, Schiebtruhen, Maderons (Fig. 261 a) und Schienennagelwagen (Fig. 261 b) benützt.

### § 7. Allgemeiner Vorgang beim Legen des Oberbaues mit Querschwellen<sup>1)</sup>.

#### a) Vorbereitungsarbeiten.

Das Oberbaumaterial und Werkzeuge werden in Haupt- und Zwischendepots für das Legen des Oberbaues bereit gestellt.

Ein Hauptdepot befindet sich in der Regel am Anfangspunkte der Linie, bei dem Bahnhofe von wo aus dieselbe abzweigt.

Schienen und Schwellen werden im Freien und zwar so nahe als möglich den Aufladestellen, das Kleineisenzeug und sämtliche Werkzeuge in sperrbaren Räumen untergebracht. Waggons, Bahnwagen, Schotterwagen werden auf einem hierzu verfügbaren Geleise aufgestellt.

Die für die Vorbereitung des Oberbau-Materials und für die Reparatur der Werkzeuge nöthigen Locale sind entsprechend einzurichten.

Bei der Wahl der Örtlichkeit für die einzelnen Zwischen-Depots muss mannigfachen Umständen Rechnung getragen

<sup>1)</sup> Arbeitseintheilung, Gebrauch der einzelnen Werkzeuge und dgl. für den feldmäßigen Gleisbau wird im Anhang besprochen.



werden, welche sorgfältig zu erwägen sind, bevor über die Lage des Zwischen-Depots endgiltig entschieden wird.

Im Vordergrund steht der Transport zum Zwischen-Depot, welcher von der Weglänge zum Haupt-Depot, von der Beschaffenheit der zu benützenden Communication und der Zufahrt zum Bahnkörper abhängt. Mit Rücksicht auf die fertig zu stellende Bahnstrecke vermeide man es, das Oberbau-Material in starken Steigungen verführen zu müssen.

Man trachte ferner, dass der Depot-Platz wo möglich gleich hoch mit dem Oberbau-Planum liege, vermeide aber jedenfalls eine bedeutend tiefere Lage.

Die Entfernung der einzelnen Depots muss den beim Oberbau-Legen anzuwendenden Transportmitteln entsprechen.

Die besten Plätze für die Anlage von Zwischen-Depots sind die Stationen, und zwischen denselben jene Stellen, wo die Bahn von einer benützbaren Communication im Niveau überschritten wird, und der Bahnkörper hiebei weder im Auftrag, noch im Abtrag liegt. An solchen Punkten finden sich auch gewöhnlich Wächterhäuser, welche zur Unterbringung der Werkzeuge und des Kleiseienzeuges benützt werden können. Auf jeden Zwischen-Depotplatz muss so viel Oberbau-Material geschafft werden, als zur Fertigstellung der von demselben aus zu legenden Strecken nöthig wird.

Die Schienen werden immer parallel zu dem Geleise, auf welchem die Verladung geschehen soll, auf Unterlagshölzer oder Schienen, knapp nebeneinander mit den Köpfen nach oben gelegt, und nach ihrer Länge und Gattung in einzelne Stöße sortiert.

Jeder Stofs ist mit einer Vormerktafel zu versehen, auf welcher Zahl und Gattung der Schienen ersichtlich zu machen ist.

Die Schwellen werden in Kreuzstößen zu je 100 Stück, gleichfalls so nahe als möglich an einem Geleise, deponiert; die oberste Lage ist pultartig zu legen.

Schienen, welche für Curven zur Verwendung kommen, müssen vorerst gebogen werden, damit die Curve eine kontinuierliche Krümmung ohne Knicke erhält.

Zum Biegen von Schienen dienen eigene Vorrichtungen, die sogenannten Schienen-Biegmachines.

In Ermangelung von Schienen-Biegmachines können die Schienen auch in nachstehender Art gebogen werden:

Die zu biegende Schiene wird flach, mit ihren beiden äußersten Enden auf Unterlagen aus gewöhnlichen Bahnschwellen aufgelegt. Die Arbeiter (sechs bis acht, je nach der Schienenlänge) stellen sich, gleichmäßig vertheilt, auf die Schiene, fassen sich gegenseitig mit ausgestreckten Armen an den Achseln und versetzen durch ein gleichmäßig wiederholtes Einknicken in die Knie, die Schiene in Schwingungen, solange bis sie die gewünschte Biegung erlangt.

Der Partieführer ist mit einem Maßstabe und einer entsprechend langen Schnur versehen, um die erreichte Biegung jetzt nachmessen zu können. Jede gebogene Schiene wird auf dem Schienenstege mit dem Radius der Krümmung in deutlicher Weise mit Ölfarbe bezeichnet.

Das Abhauen der Schienen geschieht in folgender Weise:

Auf dem Kopfe der zu verkürzenden Schiene wird das Maß der Verkürzung mit Kreide bezeichnet.

Das Abhauen der Schiene muss genau nach einem auf die Längenrichtung derselben senkrechten Querschnitte geschehen. Hierzu sind zwei Männer nothwendig; dieselben versehen sich mit einem Schrotmeißel, einem Kreuzmeißel, einem Vorschlag- und einem Handhammer, ferner mit einer Feile und mit einem kleinen Gefäße mit Öl.

Die Schiene wird zuerst an der bezeichneten Stelle längs des ganzen Querprofils entsprechend tief eingehauen, dann die Abtrennung dadurch bewirkt, dass man die Schiene an der beabsichtigten Bruchstelle unterstützt, und auf das freie Kopfende fortgesetzt kräftige Hiebe führt.

Die sich so ergebende Bruchfläche ist immer grobkörnig und muss mit dem Schrotmeißel und der Feile möglichst glatt und senkrecht auf die Längenrichtung der Schiene bearbeitet werden. Ebenso sind alle Deformationen des Schienenkopfes und Schienenfusses mit dem Schrotmeißel zu beheben.



Die abgehauten Schienen müssen wieder mit den Löchern für die Laschenbolzen versehen werden. Das Bohren dieser Löcher geschieht, nachdem mit Hilfe des Körners und Hammers an der betreffenden Stelle vorgekört wurde, mittels der Bohrratsche, welche nach Fig. 262 in einen Bügel eingespannt wird, der mit seinen beiden Enden den Schienenkopf umfasst und in der Mitte seines Steges die Spindel der Bohrratsche aufnimmt. Mittels der Spindel wird der in die Ratsche gesteckte Bohrer, entsprechend dem Mafse seines Fortschreitens im Schienenstege, vorgeschoben. Durch das Vordrücken des Hebels der Ratsche wird der Bohrer gedreht. Das Bohren der Löcher in den Schienen kann auch mit einer Bohrmaschine geschehen.

Wie früher schon erwähnt wurde, müssen die Schwellen, um einerseits dem Schienenfufse ein sicheres Auflager, anderseits den Schienen die vorgeschriebene Neigung geben zu können, mit der Texelung versehen werden.

Die Texelung muss bei allen Schwellen gleichmäfsig sein, um das genaue Zusammenpassen der Schienenstöße zu ermöglichen.

Die Texelung der Schwellen erfolgt in den Depots, mit Benützung der Texellehre, in dem zuerst der nöthige Einschnitt mit der Säge gemacht und dann mit dem Texel die Texelung nach der Lehre ausgearbeitet wird.

Bei gröfseren Bahnbauten wird zur Texelung eine eigene Schwellen-Textelmaschine verwendet.

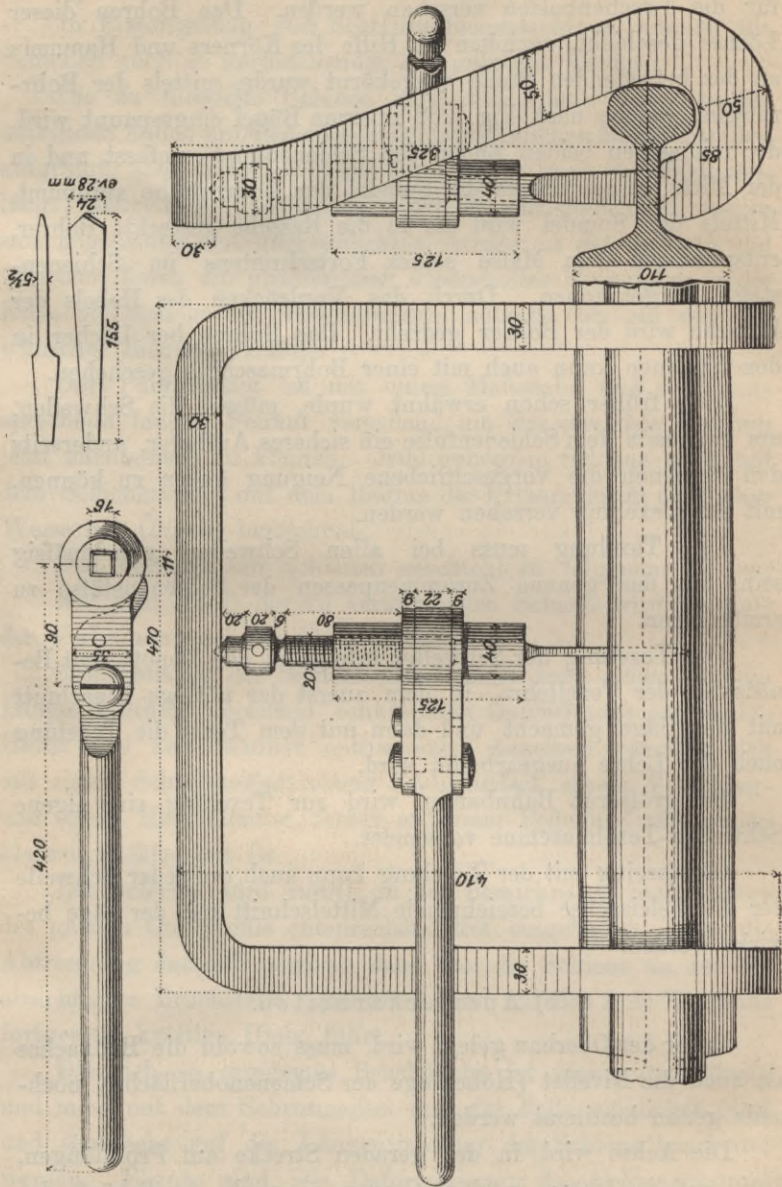
Gleichzeitig mit der Texelung kann auch auf jeder Schwelle der die Geleisachse bezeichnende Mittelschnitt mit der Säge bewirkt werden.

#### b) Aussteckarbeiten.

Bevor der Oberbau gelegt wird, muss sowohl die Bahnachse als auch die Nivellet (Höhenlage der Schienenoberfläche), nochmals genau bestimmt werden.

Die Achse wird in der geraden Strecke auf Profillängen, d. i. auf je 100 m in den Curven je nach der Schärfe der Krümmung auf 10 bis 20 m, ferner bei allen Gefällsbrüchen mit

Fig. 262.





ungefähr 6 cm starken, je nach Beschaffenheit des Unterbau-Planums bis 1,0 m langen Pflöcken derart ausgesteckt, dass die Köpfe der Pflöcke noch um 3 bis 5 cm die Schwellenoberfläche überragen würden.

Weiters werden in der geraden Strecke bei jedem Profile, in Curven auch näher, sodann bei jedem Gefällsbruche, seitwärts der Bahnachse, ungefähr 1,5 m von dieser in senkrechter Richtung entfernt, eigene Niveaupflöcke geschlagen, auf welchen die Schienenoberfläche durch Kerben bezeichnet wird.

Zur richtigen Übertragung der Nivellet des Oberbaues muss an die während der Vorarbeiten für den Bahnbau bestimmten Fixpunkte angebunden werden.

Die Bezeichnung der Mittellinie geschieht entweder mittels Punktnägel oder Sägeschnitten auf den Pflöckköpfen. Die Pflöcke, welche am Bogenanfange, Bogenende und im Gefällsbruche geschlagen wurden, erhalten die bekannte Bezeichnung B. A., B. E., Br. P. etc.

In Übergangscurven werden die Pflöcke mit  $\frac{1}{4}l$ ,  $\frac{1}{2}l$ ,  $\frac{3}{4}l$  und  $l$  bezeichnet.

### c) Material-Transport.

Der Material-Transport findet auf kurze Entfernungen durch das Tragen, auf grössere mittels Fahrzeugen statt.

Das Tragen findet nur Anwendung in den Depots, dann zu und von den Bahnwagen, und kann entweder bloß mit der Hand oder mit Hilfe von Tragwerkzeugen (Tragprügel, Schienentragsangen etc.) durchgeführt werden.

Der Wagentransport geschieht für große Strecken mittels der offenen Güterwagen und Locomotivkraft, für kürzere Strecken mittels der Bahnwagen und Menschenkraft.

Der Transport der Schwellen geschieht durch je zwei, jener von Weichenschwellen (Extrahölzer) je nach deren Länge durch vier bis sechs Männer, welche sich zum Schutze der Schultern mit Achselpöhlern versehen können.

## d) Herstellung der Bettung.

Mit dem Geleisbau beginnt man zumeist erst dann, wenn ein Theil des Schotterbettes auf das Unterbau-Planum hereits aufgebracht ist.

Die Oberfläche dieses Schotterbettes soll 2 bis 3 cm über der ermittelten Schwellen-Unterkante liegen und muss vor dem eigentlichen Geleisbau vorerst planiert werden.

Bevor diese Bettung jedoch eingebracht wird, muss das Unterbau-Planum zuerst ausgeglichen und für dessen Entwässerung Vorsorge getroffen werden. Der weiter noch nöthige Schotter wird erst während des Geleisbaues zugeführt. Das Material für dieses erste Schotterbett kann je nach den vorhandenen Mitteln entweder mittels Schiebtruhen, zweirädrigen Kippkarren durch Menschen oder Pferde gezogen, dann mittels Rollwagen auf Rollbahngeleisen mit schmaler Spur, die Rollwagen entweder durch Menschen oder durch Pferde gezogen, oder durch Locomotive befördert, auf das Unterbau-Planum aufgebracht werden.

Manchmal wird die für die Bettung nöthige Schottermenge auch durch Fuhrwerke oder andere Transportmittel von der Gewinnungstelle schon während der Herstellung des Unterbaues in die nächste Nähe desselben in Figuren aufgeführt, und dann nach Fertigstellung des Unterbau-Planums auf die eine oder andere der früher erwähnten Arten aufgebracht.

## c) Arten des Geleisebaues und allgemeiner Vorgang beim Baue.

Wenn die zum Geleisebaue nöthigen Materialien auf dem im Baue befindlichen Geleise bis zur Verwendungsstelle vorgehoben, daselbst abgeladen und gleich eingebaut werden, nennt man diese Art des Baues den Geleisebau „vom Kopfe aus.“

Werden die Materialien jedoch vor Beginn des Baues neben dem herzustellenden Geleise vertheilt, wie dies bei der Anlage eines zweiten Geleises oder in Bahnhöfen mit Hilfe eines schon bestehenden Geleises, auf welchen die Materialien befördert



werden, möglich ist, so nennt man diese Art den Geleisebau „von der Seite.“

Die erste Art des Baues „vom Kopfe aus“ ist jene, welche bei Neubauten meist zur Anwendung kommt.

Auf den aufgebrachten Theil der Bettung werden nach der Schwelleneintheilungslatte die Schwellen gelegt, auf diese die Schienen im richtigen Abstände von einander befestigt und letztere mit einander durch die inneren Laschenbolzen verlascht.

Nach dem Nageln muss dem Geleise die richtige Höhenlage gegeben werden, was mittels des Unterkrampens der Stofs- und einer der mittleren Mittelschwellen bewirkt wird. Sodann werden die übrigen Schwellen unterkrampft, das Geleise gerichtet, die äußeren Laschenbolzen eingezogen und schliesslich die Vollschotterung vorgenommen.

## 2. Capitel.

### *Geleiseverbindung.*

Die Überführung von Fahrbetriebsmitteln von einem Geleise auf ein anderes erfolgt mit Hilfe von Schiebebühnen, Drehscheiben oder Weichenanlagen, u. zw. erfolgt mit den beiden erstgenannten Vorrichtungen die Überführung einzelner Wagen oder Locomotiven, während bei der Weichenanlage die Überführung eines ganzen Zuges von einem Geleise auf das andere mit einemmal ermöglicht wird. Die statische Berechnung der einzelnen Constructionstheile der Schiebebühnen und Drehscheiben gehört in das Gebiet des Brückenbaues, die allgemeine Anordnung und Disposition jedoch in jenes des Eisenbahnbaues.

#### § 1. Schiebebühnen.

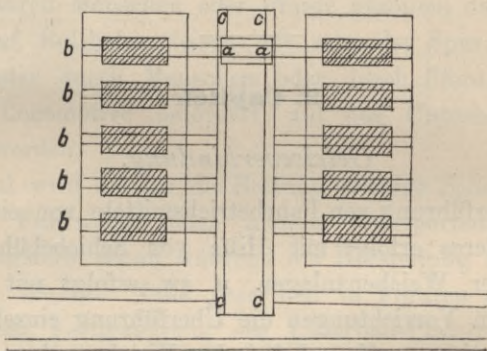
##### 1. Bestandtheile, Eintheilung und Anwendung der Schiebebühnen.

Die Überführung eines Wagens oder einer Locomotive von einem Geleise auf andere, zum ersteren parallele Bahnhofgeleise

geschieht auf dem kürzesten Wege, indem man das Geleisestück, welches den Wagen trägt, in der Art parallel zu sich selbst und senkrecht gegen die zu verbindenden parallelen Geleise verschiebbar macht, dass dasselbe sich nach und nach in die einzelnen Bahnhofgeleise (b) einstellen lässt, um deren Verlängerung sowohl im Grundrisse als auch im Aufrisse zu bilden.

Das den Wagen tragende verschiebbare Geleisestück aa in Fig. 263 im Zusammenhange mit den zugehörigen unterstützenden und fortbewegenden Constructionstheilen heißt Schiebebühne (Geleiskarren, Schiebeschlitten). Das Geleise cc, auf welchem sich die Schiebebühne bewegt, wird das Laufgeleise der Schiebebühne genannt.

Fig. 263.



Je nachdem dieses Geleise in der Bühnengrube unter dem Niveau der zu verbindenden Geleise oder im Niveau derselben liegt, unterscheidet man versenkte und unversenkte Schiebebühnen.

Zum Tragen der Geleise (aa) dienen Quer- und Längsträger, welche miteinander durch horizontale und verticale Querverbindungen zu einem Ganzen, dem sogenannten Bühnenkörper vereinigt sind, welcher mit Laufrädern (Laufrollen) auf dem Laufgeleise stehend mit der Hand oder einem Bewegungsmechanismus fortbewegt und durch Feststellvorrichtungen nach Bedarf fixiert werden kann.



Schiebebühnen finden Anwendungen auf Bahnhöfen u. zw.:

1. für Werkstätten und Remisen,
2. am Kopfe der Personenhallen,
3. speciell Schiebebühnen ohne versenktes Geleise in Personenhallen, wo es vorkommt, dass Wagen in oder aus dem Zuge geschoben werden müssen, ohne dass eine Verschiebung mit einem Zugtheile (vielleicht wegen Mangel an Zeit) durchgeführt werden muß.

4. Zum Rangieren der Züge auf kleinen Stationen, wo die Schiebebühnen das Ordnen der Wagen in gemischten oder Lastzügen nach ihren Bestimmungsarten erleichtern.

## 2. Versenkte Schiebebühnen.

Je nach der Länge der Schiebebühnen und der Größe der Lasten, welche durch die Schiebebühnen transportiert werden sollen, müssen die Träger des Bühnenkörpers auch entsprechend unterstützt werden; demgemäß unterscheidet man:

1. Schiebebühnen mit zwei Laufsträngen
2.       "               "       drei               "               und
3.       "               "       vier               "               ;

letztere dienen hauptsächlich zum Überführen von Locomotiven mit Tender, sowie vierachsiger Personenwagen.

Mit Bezug auf die möglichst symmetrische Belastung der Laufräder, die stets angestrebt werden muss, ist eine geringe Anzahl von Laufachsen einer größeren vorzuziehen, da bei letzterer die Lastübertragung sich complicierter gestaltet und eine symmetrische Vertheilung einigermaßen excentrisch auf die Bühne aufgebracht Belastung sich schwer erreichen lässt.

Das Material, aus welchem die Schiebebühnenkörper hergestellt werden, ist Schmiedeeisen, seltener Gusseisen und Holz.

Die Laufräder oder Laufrollen, die bei Schiebebühnen Verwendung finden, sind verschieden und gleichen im großen und ganzen jenen der Fahrbetriebsmittel.

Sie können aus Gusseisen (Schalengussräder) oder aus Schmiedeeisen (Speichenräder) bestehen.

Für die Auskleidung der Grube, in welcher sich die Bühne bewegt, ordnet man meist eine Umfassungsmauer von 35—50 cm Stärke an, deren Fundament zugleich auch als Unterlage für die Laufstränge dient. Oben wird dieses Mauerwerk meist durch miteinander verankerte Quadern abgeschlossen.

Die Laufstränge ruhen fast immer auf Langschweller. Zur Abführung des Regen- und Schneewassers dienen gemauerte Fallkessel.

### 3. Unversenkte Schiebebühnen.

Mit Rücksicht auf die nachtheiligen Folgen, welche versenkte Schiebebühnen durch die Unterbrechung der Bahnstrecke nach sich ziehen können, hat sich bald das Bestreben gezeigt, Schiebebühnen ohne Laufgräben anzuwenden (Fig. 264 und 265).

Fig. 264.

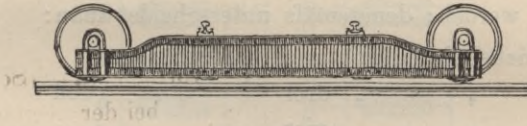
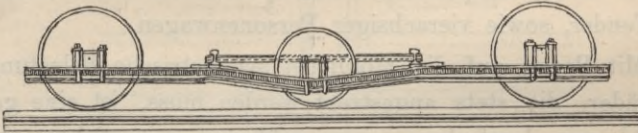


Fig. 265.



Um grössere Lasten (Locomotive) von einem Geleise auf das andere zu überführen, hat man bei unversenkten Schiebebühnen auch mit Erfolg Dampfmaschinen für die Bewegung des Bühnenkörpers angeordnet.

Bei allen Constructionen von derartigen Schiebebühnen, die sich im Detail auf das mannigfaltigste ausgebildet haben, ist man bestrebt, eine möglichst leichte Beweglichkeit der Bühne zu erzielen.

Diese zu erreichen, ist, bei dem Umstande, dass der Wagen bei dem Auffahren auf die Bühne sich nur sehr wenig heben



darf, und daher der Durchmesser der Laufräder durch die untere Begrenzung des Wagenkastens oder die noch tiefer liegenden Bremstheile des Wagens beschränkt ist, nicht leicht, und lassen auch die meisten derartigen Schiebebühnen in der That noch zu wünschen übrig.

Je nach der Lage der Laufräder gegenüber jener der zu transportierenden Fahrbetriebsmittel unterscheidet man unversenkte Bühnen mit:

1. innen liegenden Laufrädern,
2. außen liegenden Laufrädern und
3. außen und innen liegenden Laufrädern.

Bei allen unversenkten Schiebebühnen liegen die Oberflächen der Längsträger, welche das zu verschiebende Fahrzeug zu tragend haben höher als die Oberfläche der Bahnhofsgleise, und es muss demnach das Fahrzeug um diese Höhendifferenz gehoben werden, um auf die Bühne gelangen zu können.

Die hiezu dienenden Vorrichtungen können zweierlei Art sein; bei der einen geschieht das Auffahren und Heben des Wagens auf die Schiebebühnen mit Hebevorrichtungen (Schraubenvorrichtung, hydraulische Vorrichtungen), bei der zweiten Art mit Hilfe schiefer Ebenen.

Vielf gebräuchlicher ist die letztere Art, welche sich wieder in verschiedene Gattungen untertheilt und zwar:

1. Mit getrennten Anlaufkeilen, d. i. die primitivste Art und besteht aus keilförmigen Eisenstücken, welche jedesmal, wenn das Fahrzeug auf die Bühne gebracht werden soll, vor die Enden der Längsträger des Bühnenkörpers auf das Bahngeleise gelegt werden.

2. Drehbare Anlaufzungen ohne und mit Gegengewicht. Bei dieser Art Hebevorrichtung sind die keilförmigen Zungenschienen mit dem Bühnenkörper charnierartig derart verbunden, dass sie auf das entsprechende Geleise niedergelassen werden können, wenn man einen Wagen auf die Bühne aufbringen will.

Befindet sich der Wagen auf der Bühne, so wird das Zungengeleise aufgehoben und entsprechend mit Haken festgehalten.

Damit sich das Zungengeleise von selbst von den Schienen abhebt, nachdem der Wagen sich bereits auf der Schiebebühne befindet, wurde diesem Anlaufgeleise gegenüber mitunter ein Gegengewicht angebracht, welches das unbelastete Zungengeleise in horizontaler Lage erhält.

3. Bewegliche Anlaufzungen mit Federn. Diese unterscheiden sich von den früheren dadurch, dass an Stelle des Gegengewichtes Federn das Heben der Zungen bewerkstelligen.

Neben diesen trifft man noch andere Arten von Hebevorrichtungen, die auf dem Principe der schiefen Ebene beruhen.

## § 2. Drehscheiben.

Die Überführung eines einzelnen Fahrbetriebsmittels mit plötzlicher Richtungsänderung durch Drehung des das Fahrzeug tragenden Geleisestückes von einem Geleise in ein dieses unter einem beliebigen Winkel schneidendes Geleise erfolgt mit Drehscheiben.

Die Drehscheiben finden häufig Anwendung auf Bahnhöfen und zwar:

1. in Wagenremisen und Werkstätten,
1. in Warenmagazinen,
3. auf Productenplätzen zur Verbindung der Strahlengeleise,
4. in Kopfstationen,
5. zum Rangieren an verschiedenen Stellen des Bahnhofes.

Die Größe der Drehscheiben richtet sich nach dem Maximalradstande der Fahrzeuge, welche auf denselben gedreht werden sollen.

Ist Mangel an Platz, so werden auch statt der Drehscheiben ausnahmsweise Drehweichen benützt, d. s. bewegliche Geleisestücke, welche keinen vollen Kreis, sondern nur einen Sector beschreiben.

Je nach der Unterstützung des Scheibenkörpers unterscheidet man:

1. Drehscheiben, welche sowohl im unbelasteten Zustande als auch im belasteten Zustande nur von den in der Nähe der Peripherie angebrachten Rollen getragen werden; der Mittel-



zapfen dient in diesem Falle nur zur Führung und kann selbst weggelassen werden, wenn die centrale Bewegung der Scheibe anderweitig gesichert wird.

2. Drehscheiben, welche theils in der Mitte durch den Centralzapfen, theils an der Peripherie durch die Laufrollen gestützt werden und

3. Drehscheiben, welche von den mittleren Drehzapfen ganz allein getragen werden.

Die Drehscheiben erhalten in der Regel ein Geleise, jedoch dort, wo die Drehscheiben stark benützt werden (besonders bei kleinen Werkstätte-Drehscheiben), versieht man dieselben mit zwei sich rechteckig kreuzenden Geleisen, wodurch man sich erspart, die Drehscheibe stets wieder um  $90^{\circ}$  zurückzudrehen.

Für den leichten Gang der Drehscheibe ist es nothwendig, dass sowohl das Fundamentsstück des Mittelzapfens als auch der Laufkranz genau horizontal auf unnachgiebigem Fundamente liegen.

Die Fundamente sind bei kleinen Drehscheiben hölzerne Rahmen mit zwei sich kreuzenden Diagonalhölzern, in deren Mitte das Spurlager für den Mittelzapfen befestigt wird.

Die Einfassung der Drehscheibengrube ist gewöhnlich von einem Mauerwerk gebildet, welches von einem Kranze von genügend grossen, untereinander verankerten Quadern abgedeckt wird. Auf diese werden die Enden der Bahnhofschiene mittels in Blei eingegossenen Steinschrauben befestigt. Auch legt man oft auf das Umfassungsmauerwerk blofs einen Holzkranz, der durch Ankerschrauben festgehalten und an der Innenkante durch einen Eisenwinkel geschützt wird.

Die Bahnhofschiene werden dann einfach durch Hakennägel befestigt.

Häufig findet man auch gusseiserne Wände als Grubeneinfassungen.

Die Tiefe der Gruben wird, da man oft die Drehscheibe nicht voll, sondern nur als Drehbrücke construirt, wobei der übrige Theil der Grube offen bleibt, möglichst gering gewählt,

damit Unglücksfälle durch Hinunterstürzen von Personen verhütet werden.

Die Sohle der Grube ist gegen den Rand zu allmählich ansteigend.

Ist man dagegen gezwungen, von unbedeckten Drehscheiben abzusehen, so ist es zweckmäßiger, die Gruben nicht zu niedrig zu wählen, weil man in tieferen Gräben kräftigere Drehscheiben-Constructionen und große, leichter gehende Laufräder anordnen kann. Für die Entwässerung der Grubensohle ist Sorge zu tragen.

Der zur Unterstützung der Laufrollen dienende Kranz, Laufkranz genannt, besteht bei ganz kleinen Drehscheiben aus Flachisen, die auf einem hölzernen Rahmen befestigt werden. Bei Drehscheiben, bei welchen die Laufstränge größere Drücke auszuhalten haben, sind diese gewöhnlich aus Eisenbahnschienen hergestellt, welche mit eigenen Klemmplatten auf besonderen Unterlagsplatten befestigt sind.

### § 3. Ausweichungen.

#### 1. Bestandtheile und Eintheilung der Weichen.

Die Verbindung zweier Geleise, welche ermöglicht, dass ein ganzer Zug auf einmal von einem Geleise auf das andere überführt werden kann, wird eine Weiche (Ausweichung, Ausweichgeleise) genannt. Die zu verbindenden Geleise EF und GH, Fig. 266, heißen Hauptgeleise. Erstreckt sich das eine Geleise nur nach einer Seite hin, so nennt man die Weiche eine Endweiche und eine Zwischenweiche, wenn sich beide Hauptgeleise fortsetzen.

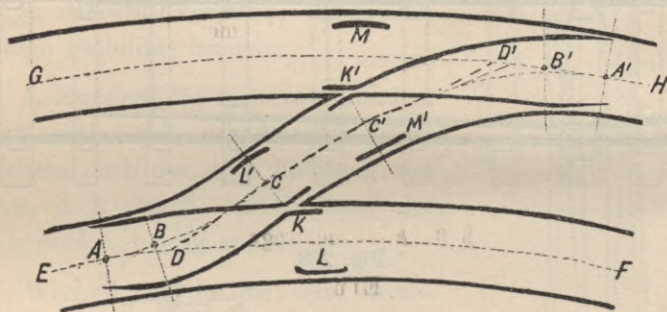
Den Durchschnitt der Schienenstränge K und K' nennt man die Kreuzung; diejenigen Geleisstücke AB und A' B', welche zum Zwecke der Überführung der Fahrbetriebsmittel von einem Geleise auf das andere mit beweglichen Schienen (Zungen- oder Verschiebschienen) versehen sind, nennt man Wechsel; das Geleisstück BC und B' C' heißt Ausweichgeleise, und jenes zwischen C und C' Verbindungsgeleise.



Das Verbindungsgeleise kann unter Umständen wegfallen, so dass das eine Hauptgeleise direct an das Ausweichgeleise anschliesst.

Das an das Hauptgeleise anschliessende Ende A, bzw. A' des Weichens wird Weichenspitze, das andere Ende B desselben Weichenwurzel genannt; die unbeweglichen Schienen des Weichens heissen Stockschienen (auch Anschlag- oder Backenschienen), der Schnittpunkt D, bzw. D' (M Fig. 301) heisst Wechenmittelpunkt. Die Bewegung der Verschiebschienen geschieht durch eine mechanische Vorrichtung (Stellvorrichtung).

Fig. 266.



Je nachdem das Ausweichgeleise vom Hauptgeleise nach rechts oder links (von der Spitze aus nach der Kreuzung gesehen) abzweigt, unterscheidet man Rechts- und Linksweichen.

Um die Bewegungsrichtung des Zuges zu bezeichnen, sagt man, er fahre gegen die Spitze oder in die Weiche, wenn er in der Richtung von der Spitze nach der Kreuzung zu fährt, oder er fahre nach der Spitze oder aus der Weiche, wenn er im entgegengesetzten Sinne fährt.

Wenn von einem Hauptgeleise von derselben Stelle nur ein Geleise abzweigt, Fig. 267, so stellt diese Anlage eine einfache Weiche dar; gehen jedoch von derselben Stelle zwei Geleise ab, wie Fig. 268 zeigt, so hat man eine Doppelweiche.

Durchkreuzen sich zwei Weichen, welche zwei Geleise nach verschiedenen Richtungen verbinden, so entsteht eine Kreuzweiche.

Die Verbindung zweier sich kreuzenden Geleise innerhalb der Kreuzungen nennt man eine englische Weiche, Fig. 269, da diese Anordnung zuerst in England angewendet wurde. Je nach der Gestaltung des Wechsels und der Kreuzung unterscheidet man ferner Schlepp- und Zungenwechsel.

Fig. 267.

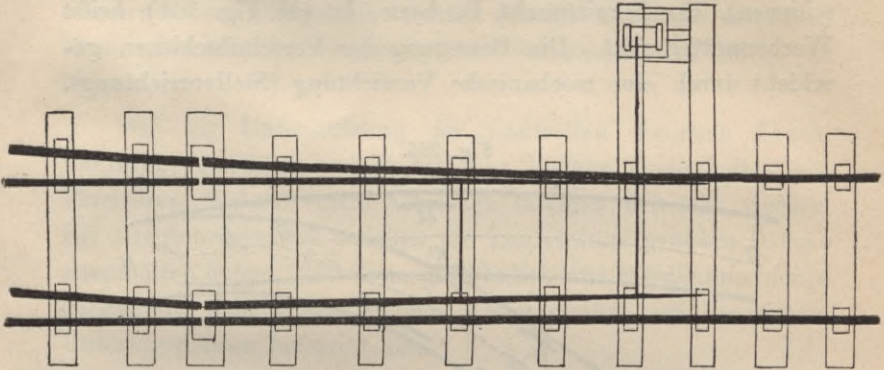
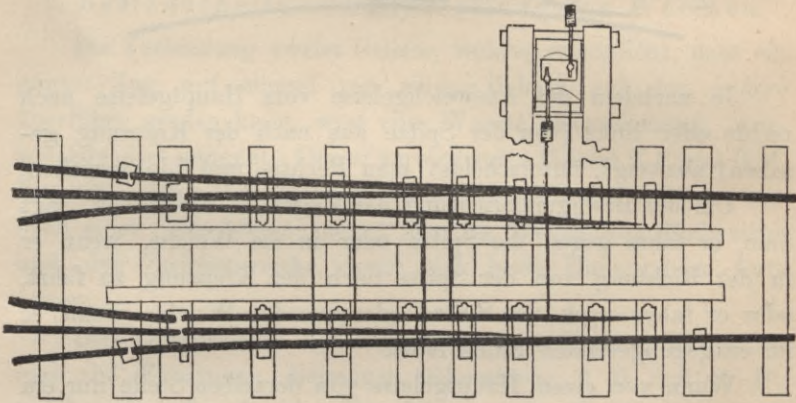


Fig. 268.



## 2. Anordnung des Wechsels.

Die Grundbedingungen, welche ein Wechsel erfüllen soll (abgesehen von Details und von der Stellvorrichtung) sind:



1. Bei einer etwa falschen Stellung des Wechels soll ein Entgleisen des Wagens nicht eintreten.

2. Die Ablenkung der Fahrzeuge durch die Weiche muss möglichst sanft erfolgen und Stöße müssen möglichst vermieden werden.

3. Die Schienen sollen die nöthige Festigkeit besitzen.

4. Die Zungen (Verschubschienen), welche mit den Unterlagen nicht befestigt werden können, sollen die nöthige Stabilität besitzen.

5. Zweckmäfsig kann es auferdem sein, wenn sich der Wechsel beim Befahren nach der einen Richtung von selbst, d. h. durch die Wirkung der Wagenräder, richtig stellt.

Wechsel, welche die erste Bedingung erfüllen, nennt man Sicherheitswechsel; jene, welche der letzteren Forderung entsprechen selbsthätige Wechsel.

Die größte Wichtigkeit hat entschieden die zuerst angeführte Grundbedingung, und dennoch hat man, streng genommen, noch keine derartige Construction, welche derselben vollkommen Genüge leistet.

### 3. Schleppweichen.

#### A. Wechsel.

Dieser einfachste aller Wechsel besteht aus zwei Schienen A C und A' C', Fig. 270, von welchen jede um das die Spitze

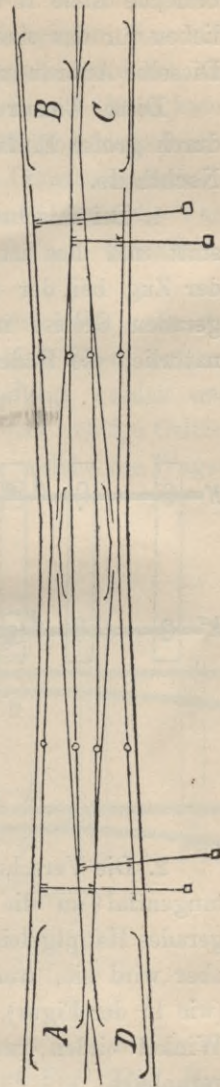


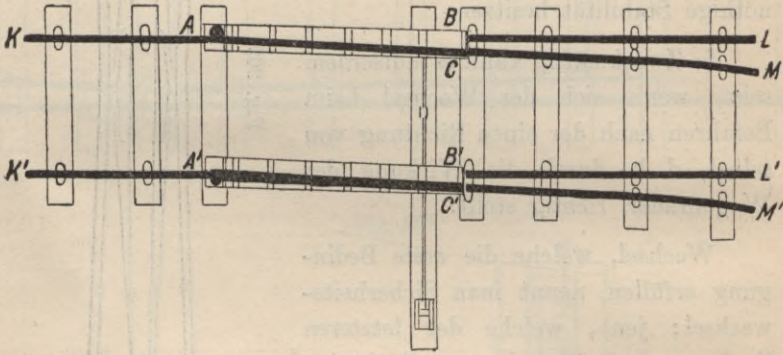
Fig. 269.

bildende Ende A, beziehungsweise A' drehbar ist und nach Belieben für das eine oder andere Geleise eingestellt werden kann. Dieselbe Anordnung ist auch bei einer Doppelweiche zu treffen.

Diese Construction zeichnet sich zwar vor allen anderen durch große Einfachheit aus, hat indessen mehrere wesentliche Nachteile.

1. Bei falscher Stellung des Wechsels findet ein Entgleisen statt und dies ist jedenfalls der Hauptmangel. Kommt z. B. der Zug bei der in der Figur dargestellten Stellung auf dem geraden Geleise in der Richtung von L nach B, so müssen natürlich die Räder bei B B' die Schienen verlassen.

Fig. 270.



2. Die Verschiebschiene kann sich nicht in beiden Stellungen tangential an die Schiene A K, A' K' anschließen. Für ein gerades Hauptgleise ist auch die Verschiebschiene gerade; dann aber wird sie, wenn sie auf das Ausweichgleise eingestellt ist (wie in der Figur), mit dem Geleise A K, A' K' einen stumpfen Winkel bilden, was beim Übergange der Wagen einen Stoß veranlaßt.

3. Es findet nicht immer ein guter Anschluss der Verschiebschiene an die Geise B L und C M statt, wodurch ebenfalls Stöße beim Übergange der Wagen veranlaßt werden.

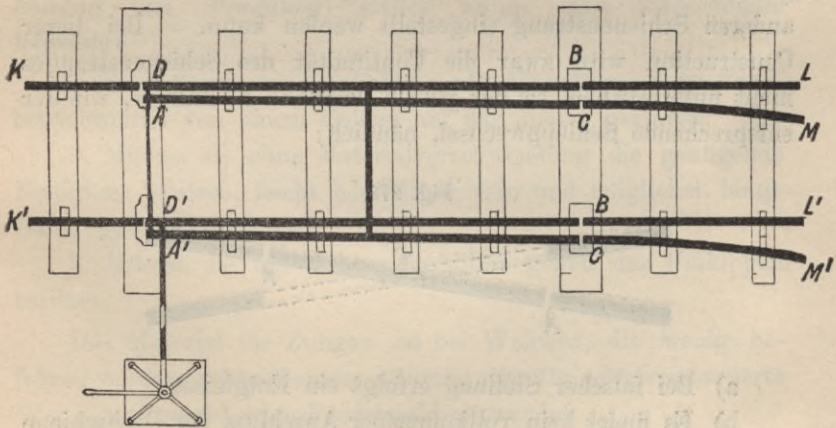
4. Eine große Stabilität der Verschiebschiene ist nicht leicht zu erzielen, da dieselbe nur an einem Ende festgehalten wird.



Jetzt findet dieser Wechsel fast nur noch zu untergeordneten Zwecken Anwendung; z. B. beim Rangieren einzelner Wagen und bei Arbeitsbahnen mit Pferdebetrieb, wo durch ein etwaiges Entgleisen kein Unglück geschehen kann. Auch kann diese Construction im Kriege zur Wiedereröffnung demolierter Bahnhöfe im Feindeslande dienen, wenn die Constructionstheile unserer jetzigen Weichen nicht vorhanden sind; denn die Verschiebschiene des Schleppewechsels bedarf keiner besonderen Bearbeitung.

Man hat zur Vermeidung des Entgleisens wohl auch die Einrichtung getroffen, dass die Räder eine schiefe Ebene emporsteigen, wobei sie durch Zwangschienen geführt werden und sodann über die Verschiebschienen hinweg in das richtige Geleise fallen. Jedoch entstehen hiebei heftige Stöße, welche die Wagen und den Wechsel ruinieren.

Fig. 271.



Eine weitere Art dieses Wechsels zeigt Fig. 271. Hier sind doppelte Verschiebschienen angeordnet, von denen die eine D B, D' B' für das Hauptgeleise, die andere A C, A' C' für das Ausweichgeleise bestimmt ist. Die Drehung findet nicht mehr, wie bei voriger Anordnung, um die Spitze, sondern um die Wurzel statt.

Jede Schiene ist so gekrümmt, dass sie bei der Einstellung für das entsprechende Geleise an beiden Enden sich tangential an die anstossenden Schienen anschliesst. Bei einem geraden Hauptgeleise ist also die eine Verschubschmie  $DB$ ,  $D'B'$  gerade, die andere  $AC$ ,  $A'C'$  gekrümmt.

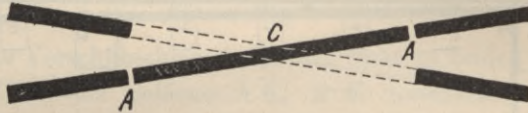
Bei Doppelweichen würden dreifache Verschubschienen anzuwenden sein.

Hiedurch wird der zweite Übelstand der vorigen Anordnung beseitigt, wohl auch der vierte, weil die beiden Schienen, wenn man sie miteinander gut verbindet, eine grössere Stabilität erlangen. Der erste und gröfste Übelstand wird aber nicht beseitigt.

### B. Kreuzung.

An der Kreuzung ist für beide Schienenstränge nur eine Schiene  $AA$  (Fig. 272) angeordnet, welche sich um eine verticale, durch den Durchschnittspunkt  $C$  beider Schienenachsen gehende Achse dreht und so beliebig für den einen oder den anderen Schienenstrang eingestellt werden kann. — Bei dieser Construction wird zwar die Continuität des Schienenstranges nicht unterbrochen, sie hat jedoch dieselben Nachtheile, wie der entsprechende Schleppwechsel, nämlich:

Fig. 272.



- a) Bei falscher Stellung erfolgt ein Entgleisen.
- b) Es findet kein vollkommener Anschluss der Drehschiene an die anstossende Schiene statt, so dass der Übergang doch mit Stößen verbunden ist.
- c) Die Drehschiene hat keine genügende Stabilität, weil sie nicht vollkommen befestigt werden kann.

Diese Construction hat jedoch vor anderen den Vorzug der Einfachheit. Aus diesen Gründen wird man die Kreuzung mit Drehschienen nur in denselben Fällen anwenden, wie den



Schleppwechsel, nämlich bei Arbeitsbahnen mit Pferdetransport und beim Wiederöffnen demolierter Bahnhöfe im Kriege, wenn es an anderen Kreuzungen fehlt. Als Drehschiene dient im letzteren Falle eine gewöhnliche Schiene, welche in der Mitte und nach dem jedesmaligen Einstellen auch an den Enden durch Hakennägel befestigt wird. Natürlich ist bei dieser primitiven Construction ein langsames Fahren nöthig.

#### 4. Zungenweiche.

Von den verschiedenen Gattungen der Weichen finden im allgemeinen nur die Zungenweichen (bei welchen die Verschubschienen, hier Zungen genannt, in eine Spitze auslaufen) Anwendung.

##### *A. Zungen.*

Die Bedingungen, welche man an die Construction der Weichenzunge (ohne Rücksicht auf ihre Unterstützung, Festhaltung und Bewegung) stellen kann, sind insbesondere folgende:

1. Sie müssen eine möglichst sanfte Überführung der Fahrbetriebsmittel von einem Geleise auf das andere gestatten.
2. Müssen sie ohne Materialverschwendung die genügende Festigkeit besitzen, leicht herstellbar sein und möglichst lange Dauer gewähren.
3. Müssen sie die nöthige Stabilität gegen das Umkippen besitzen.

Das Material für Zungen ist bei Weichen, die wenig befahren werden, Schmiedeeisen, während man für sehr frequentierte Weichen Gusstahl oder Puddelstahl verwendet.

Die Art des Anschlusses der Zunge an die Stockschiene ist eine zweifache.

Die älteste ist diejenige, bei welcher der Kopf der Stockschiene auf der einen Seite von der Zungenspitze an soweit abgeschnitten oder der Kopf soweit eingeklinkt ist, als die Dicke der Zunge beträgt, so dass sich beim Hineinlegen der Zunge am Kopfe kein Absatz bildet. (Fig. 273.)

Die Tiefe der Einklinkung nimmt nach der Wurzel zu ab und verschwindet an der Stelle ganz, wo die Zunge und Stockschiene ihre volle Kopfbreite behalten können.

Diese Art der Zungen nennt man eingeklinkte oder einschlagende Zungen. Bei der gegenwärtig allgemein üblichen Art wird der Kopf der Stockschiene nicht bearbeitet. Von der Stelle aus, wo der Kopf der Zunge an den der Stockschiene stößt, wird der Kopf der Zunge auf der Seite der Stockschiene so bearbeitet, dass er sich gut an diese anschliesst; ebenso wird auf der anderen Seite des Kopfes immer mehr von demselben weggenommen, so dass von demselben schliesslich nichts mehr übrig bleibt; an der Spitze ist daher nur noch der Steg und der Fufs vorhanden.

In der Nähe der Spitze legt sich die Zunge unter den Kopf der Stockschiene; man nennt diese Zungen unterschlagende oder unterkriechende Zungen (Fig. 274, 275).

Zungen aus gewöhnlichen breitbasigen Schienen finden häufig Anwendung; hiebei werden, wie folgende Figuren 276 bis 278 zeigen, sowohl der Fufs der Stockschiene, als auch jener der Zunge zum Theile abgehobelt.

Diese Art der Zungen aus gewöhnlichen Eisenbahnschienen haben jedoch mancherlei Nachtheile.

Einige andere Profile von Zungen zeigen folgende Figuren 279—282.

Die Stellung der Stockschiene und des Wechsels ist zumeist vertical (ohne Texelung), doch ist eine geneigte Lage der Schienen, wie auf offener Strecke, empfehlenswerter; dagegen ist für die Zunge, der horizontalen Verschiebung wegen, eine horizontale Basis gerechtfertigt. Werden Zungen mit besonderem Profile angewendet, so soll deren Lauffläche eine ebenso geneigte Lage haben, wie die Schiene auf offener Strecke.

Die Grundrissformen der Zunge sind verschieden und darauf eingerichtet, eine möglichst sanfte Ablenkung der Fahrbetriebsmittel zu bewerkstelligen.



Fig. 276.

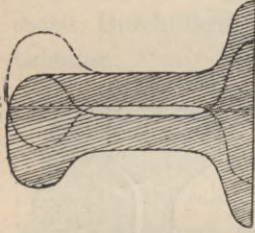
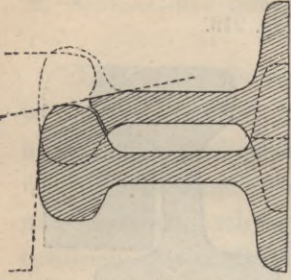


Fig. 273.

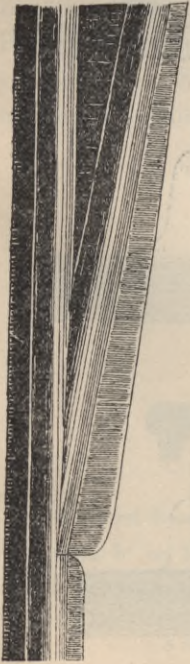


Fig. 275.

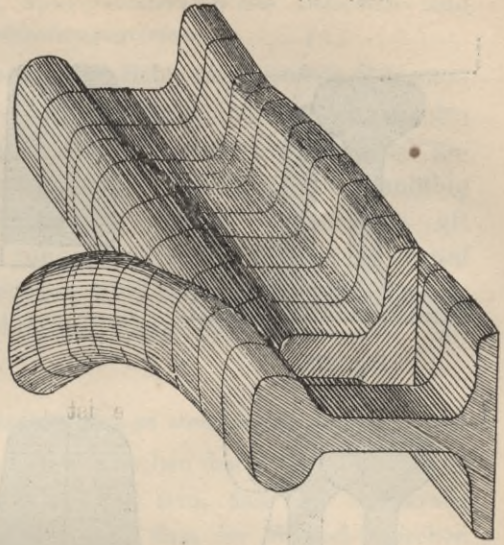


Fig. 274.

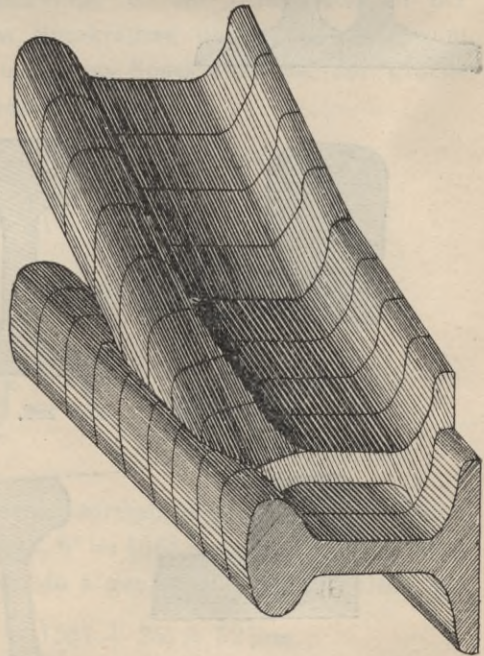


Fig. 277.

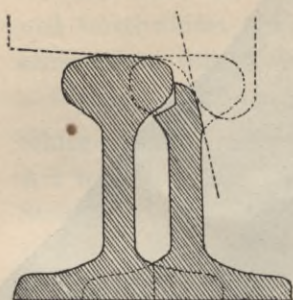


Fig. 279.

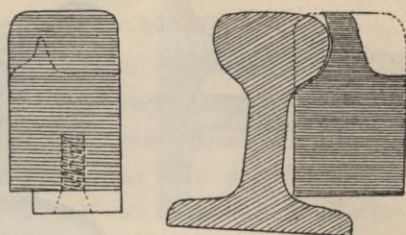


Fig. 278.

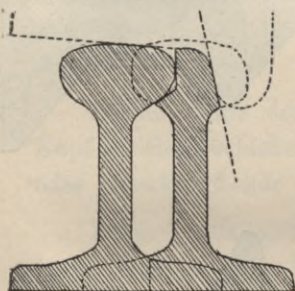


Fig. 280.

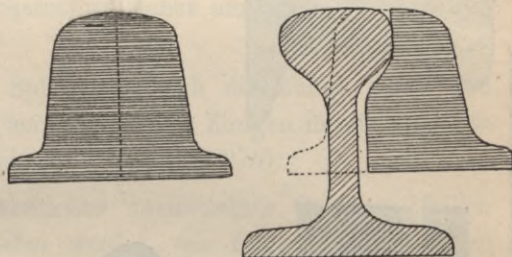


Fig. 281.

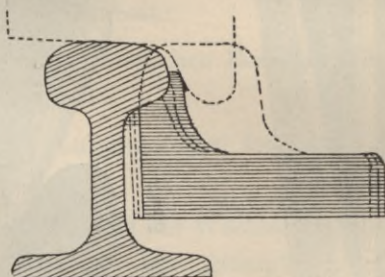
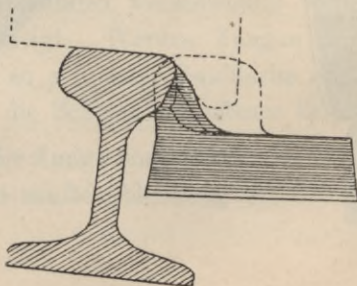


Fig. 282.





**B. Schienenüberhöhung, Spurerweiterung des Ausweich- und Verbindungsgeleises.**

Die in den Curven auf freier Bahn angewendete Schienenüberhöhung kommt bei Weichenanlagen (meist auch bei den übrigen Bahnhofsgleisen) in Wegfall, weil sie einmal der geringeren Fahrgeschwindigkeit wegen in Bahnhöfen unnöthig und zweitens schwer hergestellt werden können, da oft Schienen zweier Geleise von verschiedenen Krümmungen auf einer Schwelle liegen; dagegen wird man die Spurerweiterung, deren Durchführung nichts im Wege liegt, auch hier beibehalten.

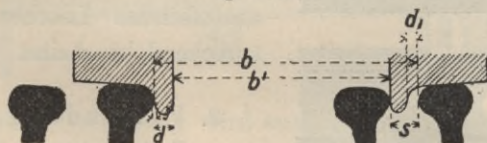
**C. Spielraum zwischen Zunge und Stockschiene.**

Der kleinste Zwischenraum zwischen den Köpfen der Zunge und der Stockschiene muss so groß sein, dass der Spurkranz bequem hindurch gehen kann, ohne dass der Winkel zwischen Zunge und Stockschiene zu groß werde. Ist  $s$  (Fig. 283) dieser Zwischenraum,  $b$  die Spurweite,  $b'$  der lichte Abstand der Räder,  $d$  die Breite des Spurkranzes und  $d_1$  der Spielraum zwischen den Schienen und dem Spurkranze bei der größtmöglichen seitlichen Verschiebung, so ist:

$$d = \frac{1}{2}(b - b' - d_1) \text{ und } s = d + d_1$$

$$s = \frac{1}{2}(b - b' + d_1).$$

Fig. 283.



Nun ist  $b = 1435$  mm; der normale Wert von  $b_1 = 1360$  mm und min.  $b' = 1357$  und max.  $b' = 1363$  mm, der maximale Wert von  $d_1 = 25$  mm und daher, da  $s$  genügend groß zu halten ist:

$$s = \frac{1}{2}(1435 - 1357 + 25) \doteq 52 \text{ mm.}$$

Es ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, dass dieser minimale Zwischenraum von der Wurzel bis zur Spitze nicht verringert werde.

In der Praxis wird dieser Spielraum an der Wurzel bei Weichen mit geraden Zungen mit 42—60 mm (gewöhnlich 54 mm), an der Spitze mit 70—150 mm (gewöhnlich 120 mm), dann bei Weichen mit tangential gekrümmten Schienen an der Wurzel mit 58 mm, an der Spitze mit 183 mm angenommen.

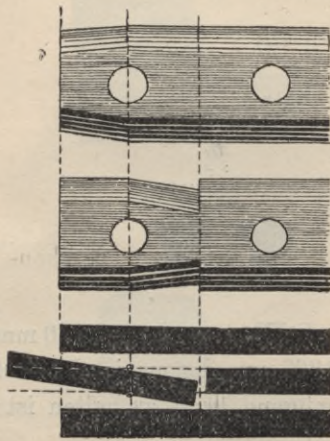
#### D. Festhaltung der Schienen eines Wechsels.

##### a) Wurzelbefestigung.

Die Zungen erhalten ihre einzige Befestigung an der Wurzel, weshalb diese möglichst vollkommen sein und eine geringe Drehung zulassen soll. Damit beim Stosse zwischen Zunge und darauffolgender Schiene ein ungleichmäßiges Ein-drücken der Schienen vermieden werde, wird daselbst eine Platte angeordnet; diese Platte heißt Wurzelplatte, und wenn sie mit Backen zum Festhalten der Schiene versehen ist, Wurzelstuhl oder Drehpunktstuhl.

Die verschiedenen Verbindungen sind:

Fig. 284.



##### 1. Laschenverbindung.

Hiebei kann man der Zunge dadurch Beweglichkeit gestatten, dass man die an die Zunge anstossenden Laschenteile entsprechend bearbeitet (Fig. 284).

##### 2. Verbindung beider Schienenstränge.

Diese Art ist bei Anwendung von gewöhnlichen Schienen als Zungen zweckmässig, namentlich, wenn die Befestigung der Zunge auf den Unterlagen nur durch Nägel erfolgt.



Hiebei verbindet man meist auch die an die Zunge anstoßende Schiene mit der daneben liegenden, um dadurch einen Ersatz der mangelhaften oder gänzlich fehlenden Laschenverbindung zu erreichen.

Fig. 285.

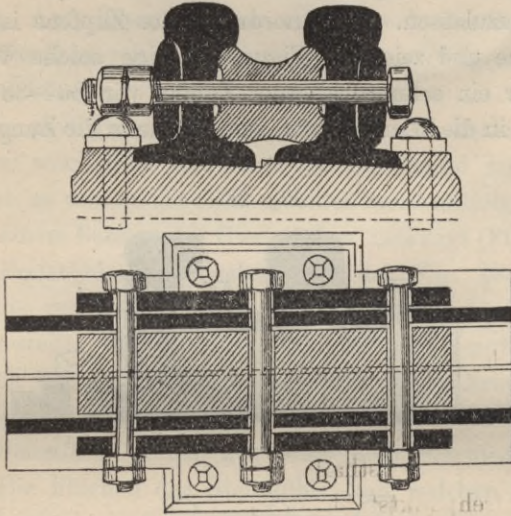
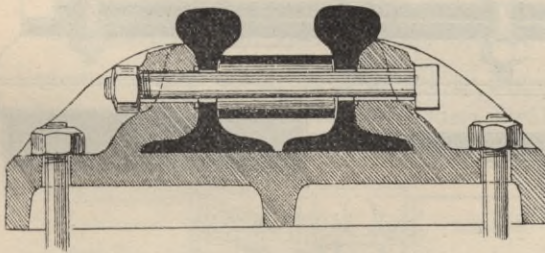


Fig. 286.



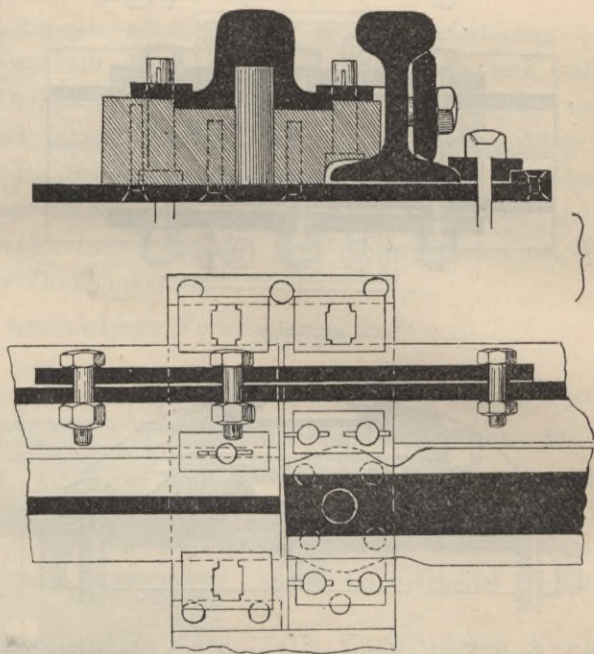
Durch diese Verbindung wird auch der normierte Zwischenraum zwischen Stockschiene und Zunge eingehalten.

Die Verbindung der beiden Schienenstränge erfolgt entweder, wie die Figur 285 zeigt, mit Hilfe eines keilförmigen Eisenstückes oder mit Stehbolzen nach Figur 286. Endlich werden auch an Stelle dieser beiden Anordnungen Stahlfedern verwendet.

## 3. Zapfenverbindung.

Für Zungen mit besonderem Profile hat man gewöhnlich einen Zapfen angeordnet, um welchen sich die Zunge drehen kann. Der Zapfen hat den Zweck, eine seitliche und Längsverrückung der Zunge zu verhindern und gleichzeitig eine Drehung zuzulassen. Die Anordnung des Zapfens ist eine sehr verschiedene und zeigt die Figur 287 eine solche Verbindung, bei welcher ein schmiedeeiserner Zapfen von 30—38 mm Dicke zum Theile in die Wurzelplatte, zum Theile in die Zunge eingreift.

Fig. 287.



Das Gusstück, auf welchem die Zunge ruht, ist mit einer 226 mm breiten und 12 mm dicken Blechplatte, die beide Wurzeln miteinander verbindet, vernietet. Die Blechplatte selbst liegt auf einer Querschelle auf. Um ein selbstthätiges Abheben der Zunge zu verhindern, sind Keile angeordnet.



**b) Gleitstühle.**

Die Zunge unterstützt man allgemein durch Eisenplatten, sogenannte Gleitstühle oder Führungsstühle, theils um einen möglichst geringen Widerstand für die Bewegung zu erhalten, theils um der nicht befestigten Zunge eine sichere Unterstützung zu bieten. Auf diesen Stühlen ruhen auch die Stockschiene auf, um dieselben mit den Zungen in der richtigen Höhenlage erhalten zu können.

Da die gewöhnliche Befestigung der Stockschiene durch Hakennägel wenigstens auf der Seite der Zunge nicht gut anwendbar ist, so werden die Stockschiene meist mittels Schraubenbolzen an einem Backen des Gleitstückes befestigt (Fig. 288, 289).

Die Gleitstühle, von welchen in der Fig. 288 jener der österr. Süd- und in der Figur 289 jener der österr. Staatsbahn dargestellt erscheinen, werden gewöhnlich auf den Unterlagen durch Schraubenbolzen oder durch Holzschrauben, selten durch Nägel befestigt.

Die Gleitstühle werden aus Guss- oder Schmiedeeisen hergestellt. Die Flächen der Gleitstühle, auf welchen die Zungen gleiten, Gleitflächen genannt, müssen stets rein gehalten werden und geschmiert sein.

**c) Unterlagen und Anordnung der Stöße.**

Die Unterlagen, auf welche die Wechsel zu liegen kommen, sind wie beim gewöhnlichen Oberbau Querschwellen, sogenannte Extrahölzer, welche über Langschwellen gelagert werden (Wechselrost, Fig. 290, 291).

Die Stockschiene ( $t_2$  Fig. 301) darf, soweit die Zunge an diese anschliesst, keinen Stoß erhalten.

Man ordnet daher fast allgemein einen Stoß über der Schwelle an, welche der Zungenspitze  $A_1 A_2$  am nächsten liegt  $S_1 S_2$ , den zweiten an der Zungen-Wurzel  $B_1 B_2$ . (Fig. 301).

**d) Verbindungsstangen und Stellvorrichtungen.**

Die beiden Zungen werden durch Verbindungsstangen (Fig. 267, 268, 292, 293) miteinander derart verbunden, dass

sich bei der Umstellung eine Zunge von der betreffenden Stock-  
schiene entfernt und die andere an die zweite Stock-  
schiene anschließt.

Fig. 288.

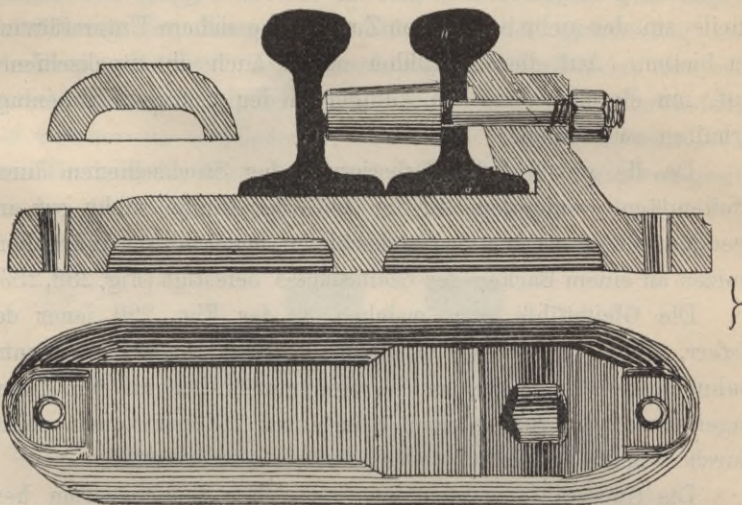
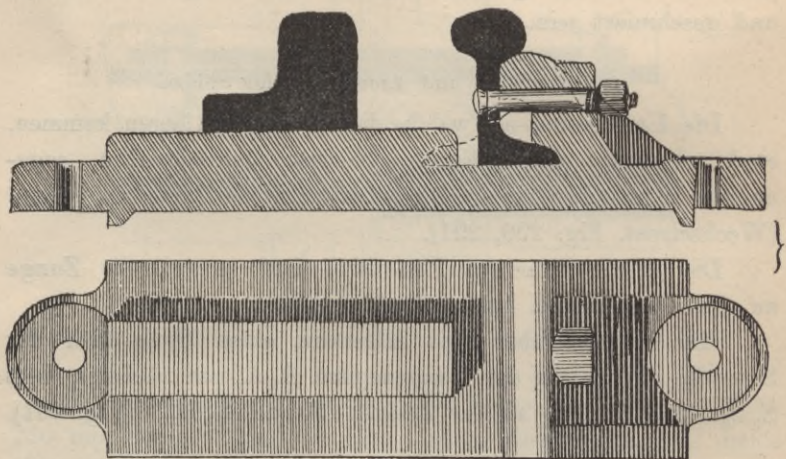


Fig. 289.



Die Anzahl dieser Stangen ist verschieden, zumeist zwei  
oder drei.



Bei manchen Bahnen sind auch die Stockschiene durch zwei oder drei Spurstangen miteinander verbunden.

Fig. 290.

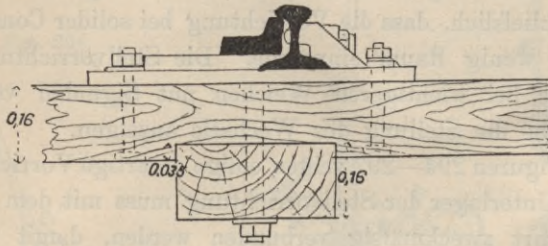


Fig. 291.

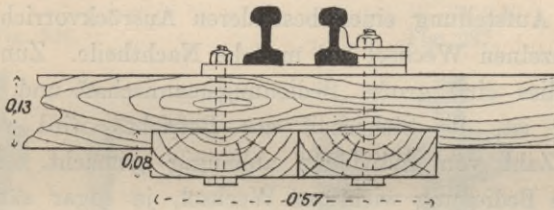
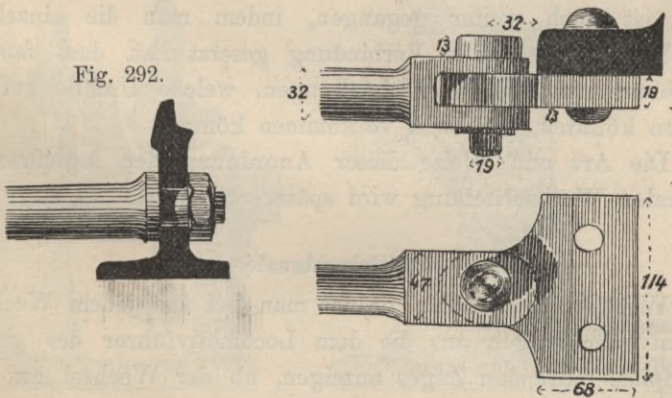


Fig. 293.



Das Umstellen des Wechsels erfolgt mittels eines Apparates, den man Stellvorrichtung, Ausrückvorrichtung, Weichenbock u. s. w. nennt.

Die Stellvorrichtung soll derart eingerichtet sein, dass das Umstellen leicht von einem Manne ausführbar ist, dass sich die Zunge fest an die Stockschiene anpresst, sich die geöffnete Zunge in ihrer Lage erhält, die Weiche womöglich selbstthätig ist und schliesslich, dass die Vorrichtung bei solider Construction möglichst wenig Raum einnehme. Die Stellvorrichtung muss wenigstens bei wichtigeren Weichen mit Signalen verbunden sein, welche die Stellung des Wechsels anzeigen.

Die Figuren 294—297 zeigen einige derartige Vorrichtungen.

Das Unterlager der Stellvorrichtung muss mit dem Wechsel selbst derart zweckmässig verbunden werden, damit sich die genaue Entfernung, auf deren Einhaltung die sichere Wirkung des Apparates mit beruht, nicht ändern kann.

Die Aufstellung einer besonderen Ausrückvorrichtung für jeden einzelnen Wechsel hat manche Nachteile. Zunächst erfordert dies eine grosse Bedienungsmannschaft und, was viel wichtiger ist, die Sicherheit des Betriebes wird von einer grossen Zahl von Individuen abhängig gemacht. Man hat daher die Bedienung wichtiger Wechsel, ja sogar sämtlicher Hauptwechsel eines Bahnhofes nach einem einzigen Punkte verlegt und von nur wenigen Individuen besorgen lassen. Ja, man ist noch weiter gegangen, indem man die einzelnen Wechselzüge derart in Verbindung gesetzt hat, dass falsche Combinationen von Wechselstellungen, welche Unfälle herbeiführen könnten, gar nicht vorkommen können.

Die Art und Weise dieser Anordnung der sogenannten centralen Wechselstellung wird später angeführt.

#### e) Weichensignale.

Wie bereits erwähnt, ordnet man bei fast jedem Wechsel Signalvorrichtungen an, die dem Locomotivführer des gegen die Spitze fahrenden Zuges anzeigen, ob der Wechsel auf das gerade oder Seitengeleise geöffnet ist oder etwa auf halb steht; dem aus der Weiche fahrenden Zuge ist bei den üblichen Ausrückvorrichtungen die Stellung des Wechsels nicht unbedingt anzuzeigen.



Während man früher vielfach Tages- und Nachtsignale unterschied und diese verschiedenartig herstellte, werden jetzt

Fig. 295.

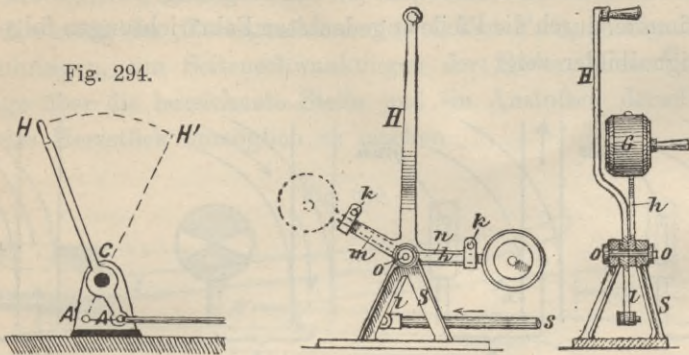


Fig. 296.

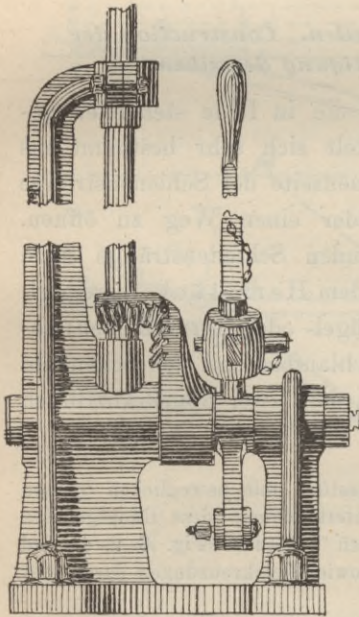
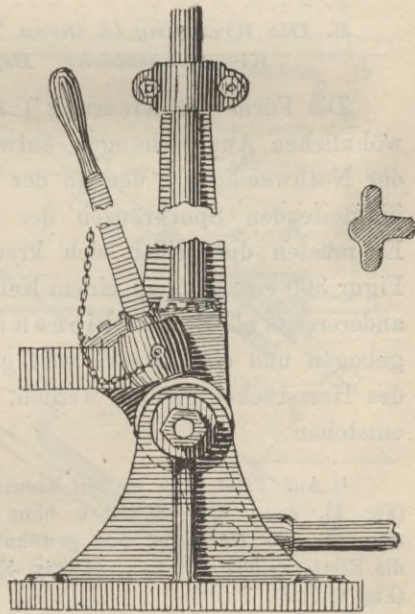
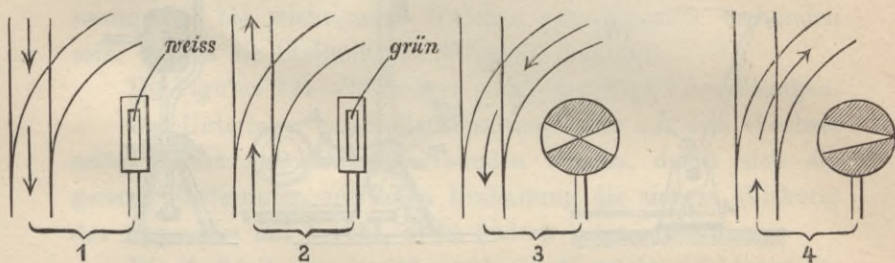


Fig. 297.



vorwiegend Signallaternen (1,5—2,0 m über den Schienen, jedoch ohne Einengung des Lichtraumprofils) angewendet, die bei Tag und Nacht dasselbe Signalbild zeigen.

Die Laterne wird mit dem Weichenbock derart verbunden, dass sie sich beim Umstellen der Weiche um einen rechten Winkel dreht und dadurch in der Richtung der Geleise für bestimmte, durch die Pfeile angedeuteten Fahrtrichtungen folgende 4 Signalbilder zeigt:



**E. Die Kreuzung in ihren Theilen. Construction der Kreuzungsblöcke. Befestigung derselben.**

Die Form der Kreuzung<sup>1)</sup> für die in Rede stehenden gewöhnlichen Ausweichungen entwickelt sich sehr bestimmt aus der Nothwendigkeit, den an der Innenseite der Schienenstränge hingleitenden Spurkränzen der Räder einen Weg zu öffnen. Es müssen die beiden sich kreuzenden Schienenstränge nach Figur 300 einerseits zu einem Keil, dem Herzstück, vereinigt, andererseits als Knieschienen (Flügel- oder Hornschienen) abgebogen und eine Strecke weit gleichlaufend mit den Schenkeln des Herzstückes geführt werden, so dass zwei Spurkränzrinnen entstehen.

<sup>1)</sup> Auf Tafel IIIa ist ein Kreuzungsstück mit beweglichen Spitzen (Fig. 1), dann ein Herzstück ohne Unterbrechung des Hauptgeleises (Fig. 2), ein Herzstück aus gewöhnlichen Schienen (Fig. 3 u. 4) und die Kletterweiche von Blauel (Fig. 5), sowie Gleiskreuzungen dargestellt (Fig. 6, 7, 8).

Die Tafel IIIb zeigt u. a. die Gesamtanordnungen einiger Weichen: (Fig. 9—11).

Die symmetrische Bogenweiche (Fig. 12) gestattet die Anwendung größerer Radien; bei den bayerischen Staatsbahnen hat man hierbei für  $\text{tg } \alpha = 1:12$  und Zungenlängen von 6,5 m einen Zungenhalbmesser von  $R_z = 1000$  m, einen Weichenbogen  $R_w \doteq 800$  m;  $s = 1445$  mm,  $p = 140$  mm.



Da weiter die Räder zwischen den Eckpunkten der Knie-schienen (dem Knie) und dem Anfange des eigentlichen Herzstückes ohne Führung sein würden, sind als dritter Theil der Kreuzung die „Zwangsschienen“ ( $PQ$  und  $P_1Q_1$  in Fig. 301) anzubringen, um Seitenschwankungen der Räder beim Übergange über die bezeichnete Stelle und ein Anstoßen derselben an das Herzstück unmöglich zu machen.

Fig. 300.

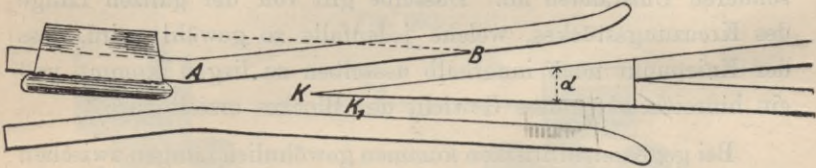
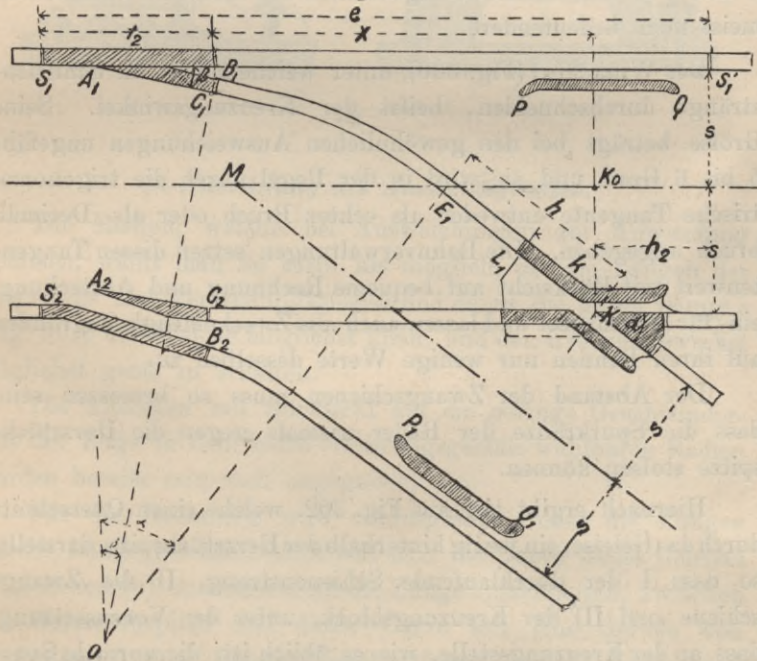


Fig. 301.



Der Durchschnittspunkt der inneren Schienenkopfkanten ( $K$ ) heisst der mathematische Kreuzungspunkt, und die stumpfe Spitze ( $K_1$ ), welche in Gusseisen oder Stahl zur Darstellung

kommt und immer ein Stück hinter jenem liegt, die „wirkliche Herzstückspitze“.

Vor und hinter dem mathematischen Kreuzungspunkte werden die Schienenstränge ein Stück weit gerade geführt  $h h_2$ , sowohl mit Rücksicht auf die leichte Herstellung des Kreuzungsstückes, als auch darauf, dass die Räder eine möglichst sichere Führung längs der Unterbrechungsstelle erfahren. Die Länge der fraglichen Strecken hängt theils hievon, theils von anderen besonderen Umständen ab. Dasselbe gilt von der ganzen Länge des Kreuzungsstückes, welche jedenfalls so gewählt wird, dass der Kniepunkt noch innerhalb desselben zu liegen kommt und ein hinreichend großes Gewicht des Blockes erzielt wird.

Bei gegossenen Stücken kommen gewöhnlich Längen zwischen 2 und 3 m vor, bei Kreuzungsblöcken aus mehreren Stahltheilen meist noch bedeutendere.

Der Winkel ( $\alpha$ ) (Fig. 300), unter welchem sich die Schienenstränge durchschneiden, heißt der Kreuzungswinkel. Seine Größe beträgt bei den gewöhnlichen Ausweichungen ungefähr 5 bis 6 Grad, und sie wird in der Regel durch die trigonometrische Tangente entweder als echter Bruch oder als Decimalbruch angegeben. Die Bahnverwaltungen setzen diesen Tangentenwert mit Rücksicht auf bequeme Rechnung und Absteckung, ein- für allemal fest und lassen auch aus Zweckmäßigkeitsgründen auf ihren Bahnen nur wenige Werte desselben zu.

Der Abstand der Zwangschienen muss so bemessen sein, dass die Spurkränze der Räder niemals gegen die Herzstückspitze stoßen können.

Hiernach ergibt sich aus Fig. 302, welche einen Querschnitt durch das Geleise, ein wenig hinterhalb der Herzstückspitze darstellt, so dass I der durchlaufende Schienenstrang, II die Zwangsschiene und III der Kreuzungsblock, unter der Voraussetzung, dass an der Kreuzungsstelle, wie es üblich ist, die normale Spurweite  $2s = 1,435$  eingehalten wird, für den fraglichen Zwischenraum zunächst mit:

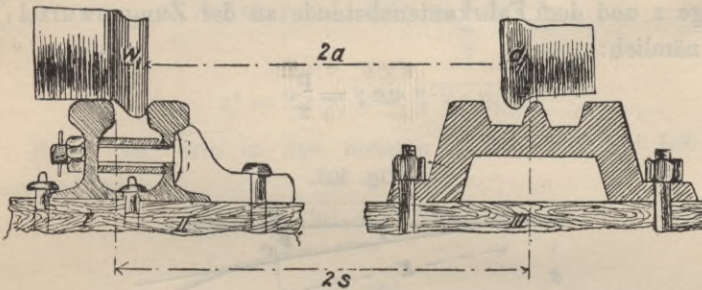
$$w_1 = 2s - 2a - d_1.$$



Der ungünstigste Fall liegt offenbar vor, wenn besonders weit gestellte Räder mit neuen, noch nicht abgenutzten Reifen über die Kreuzungsstelle gehen, weil dann am leichtesten ein Stofs gegen die Spitze erfolgen kann. Es ist also der Bestimmung von  $w_1$  der grölste im § 168 der technischen Vereinbarungen zugelassene Abstand  $2a = 1,363$  und für  $d_1$  der Wert  $d_1 = 0,031$  m zu Grunde zu legen, wofür:

$$w_1 = 1,435 - 1,363 - 0,031 = 0,041 \text{ m.}$$

Fig. 302.



#### F. Anordnung des Ausweichgeleises.

Die Radien, welche bei Ausweichungen zur Anwendung kommen, wählt man so klein als möglich, um die Längen der Ausweich- und Verbindungsgeleise und damit die ganze Länge  $e$  (Fig. 301) der Weiche möglichst klein, und den Kreuzungswinkel möglichst grofs zu erhalten.

Die kleinsten mit Rücksicht auf die geringe Geschwindigkeit der Züge in Bahnhöfen erfahrungsgemäfs wählbaren Radien wurden bereits seinerzeit angegeben.

Für die Rechnung wird vorausgesetzt, dass die Zungen gleiche Länge besitzen, dann soll sich die Curve dieses Geleises (Weichencurve) unmittelbar an die Zunge anschließen, zwischen der Herzstückspitze und dieser Curve soll eine Gerade von mindestens 1,00 m Länge (zweckmäßiger 3,00 m) liegen und schliesslich soll die Entfernung zwischen Zungenwurzel und Herzstück (Fig. 301) so sein, dass keine Haustücke (kurze Schienenstücke) zur Verwendung gelangen.

Im allgemeinen werden folgende Anordnungen getroffen:

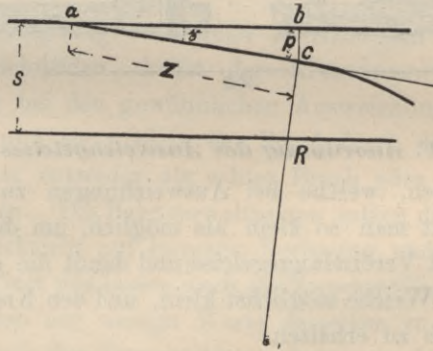
1. Die gebräuchlichste Anordnung ist die nach folgender Fig. 303 mit geraden Zungen, weil sie sich durch Einfachheit besonders auszeichnet.

Als Nachteile sind anzuführen: die plötzliche Ablenkung der Fahrzeuge und die große Länge der Ausweiche. Je kleiner der Zungenwinkel  $\gamma$ , desto sanfter findet die Ablenkung der Fahrzeuge statt, aber desto länger wird die Ausweichung.

Die Größe des Winkels  $\gamma$  ist abhängig von der Zungenlänge  $z$  und dem Fahrkantenabstande an der Zungenwurzel; es ist nämlich:

$$\sin \gamma = \frac{p}{z}.$$

Fig. 303.



Ist nun, was in den meisten Fällen zutrifft:  $p = 112 \text{ mm}$  (Spurkranzrinne + Schienenkopfbreite)  $z = 5,00 \text{ m}$ , so ist  $\gamma = 1^{\circ}17'$ .

2. Die 2. Anordnung charakterisiert sich dadurch, dass gebogene Zungen (mit den Radius  $r$ ) derart eingebaut werden, dass die fortlaufenden Schienen in den Tangenten an den Zungenspitzen liegen.

Diese Anordnung gewährt den Vortheil, dass die Ablenkung der Fahrzeuge allmählich erfolgt und dass die Länge der Ausweichung geringer ist, als in dem früheren Falle.



Als Nachteile sind anzuführen: die schwierige Herstellung und der Umstand, dass besondere Rechts- und Linksweichen angefertigt werden müssen.

Um die für den Fahrkantenabstand an der Zungenwurzel erforderliche Gröfse  $p$  zu erhalten, muss man den Krümmungsradius der Zunge  $r$  sehr klein wählen, wenn nicht die Länge der Zungen wesentlich überschritten werden soll.

Es ist die Zungenlänge (Fig. 304) annähernd gegeben durch:

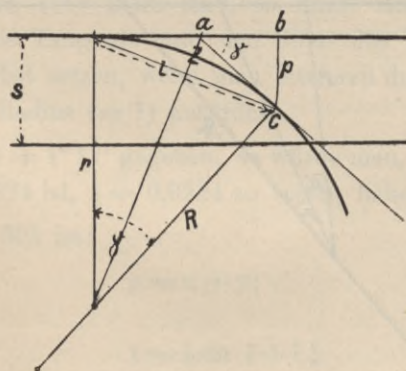
$$z \doteq r \sin \gamma = l; \quad \sin \gamma = \frac{p}{z} = \frac{2p}{z}$$

$$z^2 = 2rp; \quad z = \sqrt{2rp}.$$

Somit ist, wie in den meisten Fällen: für  $r = 180$  und  $p = 0,112$  m

$$z = \sqrt{2 \cdot 180 \cdot 0,112} = 6,35 \text{ m.}$$

Fig. 304.



Das tangierende Ende der Zunge lässt sich in Wirklichkeit nicht ausführen und ist man daher gezwungen, die äußerste Spitze abzustumpfen und die Länge der Zunge etwas kürzer (vielleicht mit 5,00 m) als berechnet anzunehmen.

In den meisten Fällen wird  $r$  und  $p$  gegeben und  $z$  zu bestimmen sein.

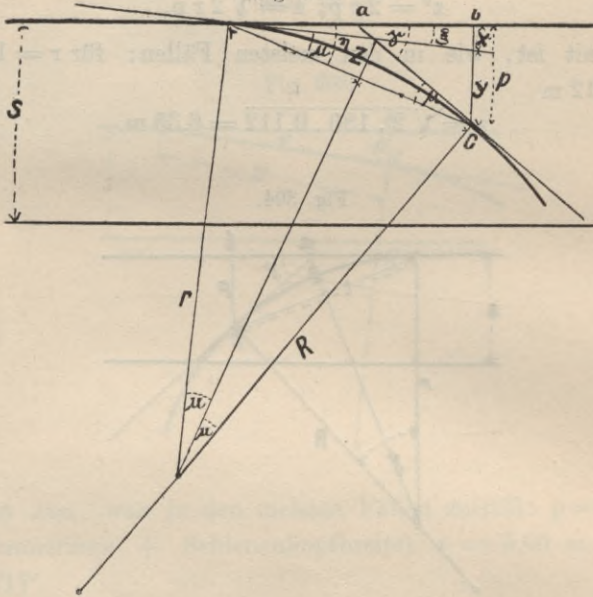
Hat man  $z$  wie oben ermittelt, so ergibt sich:

$$\gamma = \frac{2p}{z} = \frac{2 \cdot 0,112}{6,35} \text{ und } \gamma = 2^\circ 1' 13''.$$

3. Eine weitere Anordnung besteht darin, dass die Zunge, wie im zweiten Falle, mit dem Radius  $r$  gekrümmt ist, die fortlaufende Schiene jedoch etwas von der Richtung der Tangente an die Zungencurve in der Zungenspitze abweicht.

Diese Anordnung hat vor der zweiten den Vortheil, dass die berechnete Zungenlänge  $Z$  annähernd gleich der Sehnenlänge  $l$  in ihrer ganzen Länge ausführbar ist; im übrigen gewährt sie dieselben Vor- Nachtheile, wie die frühere Art.

Fig. 305.



Hier ist (Fig. 305):

$$\begin{aligned} \gamma &= \eta + \mu, \quad \xi = \eta - \mu, \\ \text{ferner ist: } \sin \eta &= \frac{p}{l}, \\ \frac{1}{2}l &= r \sin \mu, \\ \sin \mu &= \frac{l}{2r}; \quad a c = \frac{p}{\sin \gamma}. \end{aligned}$$



Je nach den gegebenen Stücken wären für die 3. Anordnung 3 Fälle zu unterscheiden:

a) Gegeben ist:  $r$ ,  $p$ ,  $l$  (Zungenlänge  $z=1$ ) z. B.  $r=180$  m,  $p=0,112$ ,  $l=5,00$  m, dann ergeben sich die für die Aussteckung nothwendigen Größen:

$$\sin \eta = \frac{0,112}{5} \text{ oder } \eta = 1^{\circ}17';$$

$$\sin \mu = \frac{5}{2 \cdot 180} \text{ oder } \mu = 47' 44''$$

somit:

$$\gamma = \eta + \mu = 2^{\circ} 4' 44''$$

und:

$$\xi = \eta - \mu = 30' 44''$$

$$a c = \frac{p}{\sin \gamma} = \frac{0,112}{\sin 2^{\circ} 4' 44''} = 3,085.$$

Wird z. B.  $r=200$  m gewählt, so wird  $\gamma=2^{\circ}$ .

b) Gegeben ist  $r$ ,  $p$ ,  $\xi$ .

Hiebei muss zunächst  $l$  berechnet werden. Da die Winkel  $\xi$ ,  $\eta$  und  $\gamma$  sämmtlich sehr klein sind, so kann man ohne erheblichen Fehler die Tangente und den Sinus des Winkels gleich dem Winkel selbst setzen, wenn man letzteren durch den Bogen in Theilen des Radius ( $=1$ ) ausdrückt.

Wäre also  $\xi = 1^{\circ} 17'$  gegeben, so würde man, da  $\text{tg } 1^{\circ} 17' \doteq \sin 1^{\circ} 17' = 0,0224$  ist,  $\xi = 0,0224$  zu setzen haben.

Nach Fig. 305 ist:

$$p = x + y;$$

ferner:

$$x = l \sin \xi \doteq l \xi$$

$$y \doteq l \sin \mu = \frac{2r}{l^2};$$

somit:

$$p = l \xi + \frac{l^2}{2r}$$

und:

$$l = \sqrt{2rp + r^2 \xi^2} - r \xi.$$

Ist z. B.

$$r = 200 \text{ m, } p = 0,112, \xi = 1^{\circ} 17',$$

so ist:

$$l = \sqrt{64,8704} - 4,48 = 3,574$$

$$\sin \eta = \eta = \frac{p}{l} = \frac{0,112}{3,574} = 0,03134$$

$$\sin \mu = \mu = \frac{l}{2r} = \frac{3,574}{400} = 0,00893$$

$$\gamma = \eta + \mu = 0,03134 + 0,00893 = 0,04027 = \text{tg } \gamma$$

oder:

$$\gamma = 2^{\circ} 18' 22''.$$

c) Gegeben ist:  $r, p, \gamma$ 

$$\gamma = \eta + \mu = \frac{p}{l} + \frac{l}{2r}; \quad 2r\gamma l = 2rp + l^2$$

$$l = \sqrt{2rp + r^2\gamma^2} + r\gamma.$$

Für die weitere Berechnung der Weiche, ob jetzt gerade (wenn eines von den beiden zu verbindenden Geleisen gerade, und zwar je nachdem das gekrümmte Geleise nach rechts oder nach links geht, Rechts- oder Linksweiche) oder Curvenweiche (wenn beide Geleise gekrümmt und zwar nach rechts oder links) oder symmetrische Weichen (wenn auf beiden Seiten die Hälfte des Zungenwinkels vorhanden) kann man also die Größen  $z, p$  und  $\gamma$ , sowie auch die Spurweite  $s$  und den Herzstückwinkel  $\alpha$  bekannt voraussetzen, und bleiben sonach noch die Größen  $G$ , das ist die Gerade vor der mathematischen Herzstückspitze,  $R$  der Radius der Weichencurve,  $T$  die Tangentenlänge der Weichencurve und  $E$  die Entfernung von der Zungenwurzel bis zur mathematischen Herzstückspitze im geraden Geleise, resp. in der Verlängerung der geraden Mutterschiene gemessen zu ermitteln. Gleichungen zur Bestimmung dieser Größen ergeben sich sehr einfach, indem man die Spurweite  $S$ , (Fig. 306) als Projection des Linienzuges, bestehend aus der Zunge, den beiden Tangenten und der Geraden vor der mathematischen Herzstückspitze, und dann die Entfernung  $E$  durch die Projection des Linienzuges, bestehend aus den beiden Tangenten und der Geraden vor der mathematischen Herzstückspitze ausdrückt:



$$S = (Z + T) \sin \gamma + (T + G) \sin \alpha$$

$$E = T \cos \gamma + (G + T) \cos \alpha.$$

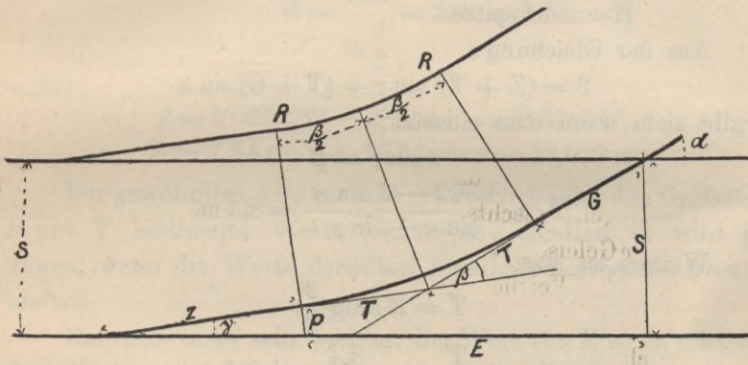
Weiters ergibt sich die Tangente  $T$  aus der Figur mit

$$T = R \tan \frac{\beta}{2}.$$

Diese drei Gleichungen gelten sowohl für Weichen mit geraden als auch gekrümmten Zungen.

Die soeben aufgestellten drei Gleichungen genügen jedoch nicht, um die unbekannt vier Gröfsen  $R$ ,  $T$ ,  $E$  und  $G$  zu bestimmen und muss daher eine derselben von vorneherein angenommen werden.

Fig. 306.



Es können daher 4 Fälle eintreten und zwar:

1. Gegeben:  $G$ ; gesucht:  $R$ ,  $T$  und  $E$
2. " "  $R$  "  $G$ ,  $T$  "  $E$
3. " "  $T$  "  $G$ ,  $R$  "  $E$
4. " "  $E$  "  $G$ ,  $R$  "  $T$

1. Beispiel.

Es sollen die Abmessungen einer Ausweichung einer normalspurigen Bahn mit einem Herzstücke, dessen Winkel  $\alpha$  (Kreuzungswinkel) sich aus dem Verhältnisse  $1 : 10$ , also  $\tan \alpha = \frac{1}{10}$  oder  $\alpha = 5^\circ 42' 38''$  ergibt, bei geraden, 5,00 m langen Zungen und einem Fahrkantenabstand an der Zungenwurzel von  $p = 0,112$  m

so festgetellt werden, dass vor der Herzstückspitze eine Gerade von 3,00 m bleibt.

Es erscheint also gegeben:

S die Spurweite, G die Gerade vor der Herzstückspitze, Z die Zungenlänge, p der Fahrkantenabstand und

$$\sin \gamma = \frac{p}{z} = \frac{0,112}{5,00} \text{ oder } \gamma = 1^{\circ} 17'.$$

$$\alpha \text{ aus } \tan \alpha = \frac{1}{10}.$$

Zu berechnen ist:

R der Radius der Weichencurven,

T die Tangente an dieselbe und

E die Länge der Weiche von der Zungenwurzel bis zur Herzstückspitze.

Aus der Gleichung:

$$S = (Z + T) \sin \gamma + (T + G) \sin \alpha$$

ergibt sich, wenn man einsetzt:

$$z \sin \gamma = p$$

$$T = \frac{1,323 - 3 \sin \alpha}{\sin \alpha + \sin \gamma} = 8,4 \text{ m.}$$

Weiters ist aus:

$$T = R \tan \frac{\beta}{2}:$$

$$R = \frac{T}{\tan \frac{\beta}{2}} = \frac{8,4}{\tan \frac{\beta}{2}} = 217 \text{ m.}$$

$$E = T \cos \gamma + (T + G) \cos \alpha = 8,4 \cos \gamma + 11,4 \cos \alpha = 19,74 \text{ m.}$$

## 2. Beispiel.

Die Angaben seien dieselben wie im ersten Beispiele, nur sollen gekrümmte Zungen nach der zweiten Art angewendet werden. Es gelangen daher Zungen von der Länge  $z = 6,35 \text{ m}$ , bei einem Ablenkungswinkel  $\gamma = 2^{\circ} 1' 13''$  zur Anwendung.

Es ist:

$$T = \frac{1,323 - 3 \sin \alpha}{\sin \alpha + \sin \gamma} = 7,6 \text{ m}$$

$$R = \frac{7,6}{\text{tg} \frac{\beta}{2}} = 236 \text{ m,}$$



wobei:

$$\beta = 5^{\circ} 42' 38'' - 2^{\circ} 1' 13'' = 3^{\circ} 14' 25''$$

ist oder:

$$\frac{\beta}{2} = 1^{\circ} 50' 42''$$

$$E = 7,6 \cos \gamma + 10,6 \cos \alpha = 18,142 \text{ m.}$$

### 3. Beispiel.

Die Angaben seien dieselben wie im 2. Beispiele, jedoch soll die Abzweigung nach der 3. Art erfolgen; die Zungenlänge  $z = 5,00 \text{ m}$ , somit  $\gamma = 2^{\circ} 4' 44''$ .

Es ist:

$$T = \frac{1,323 - 3 \sin \alpha}{\sin \alpha + \sin \gamma} = 7,54 \text{ m}$$

$$R = \frac{7,54}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} = 238 \text{ m}$$

wobei:

$$\beta = 5^{\circ} 42' 38'' - 2^{\circ} 4' 44'' = 3^{\circ} 37' 54''$$

$$E = 7,54 \cos \gamma + 10,54 \cos \alpha = 18,022 \text{ m.}$$

Für gewöhnlich wird es nicht erforderlich sein, den Größen  $G$ ,  $R$  und  $T$  bestimmte Werte beizulegen, sondern es wird genügen, wenn die Werte derselben innerhalb bestimmter Grenzen bleiben.

Dagegen ist es sehr wichtig, den Wert von  $E$  so zu erhalten, dass die Ausweichung ohne Hauschienen hergestellt werden kann.

Mit Rücksicht hierauf ist es am zweckmässigsten, den Wert  $E$  in den einzelnen Fällen, den gebräuchlichen Schienenlängen und den übrigen Bedingungen entsprechend festzusetzen und die Gröfse  $G$ ,  $R$  und  $T$  zu berechnen.

## § 4. Centralisierung der Weichen und Signale.

### 1. Zweck der Centralisierung der Weichen und Signale.

Als Centralisierung der Weichen wird eine Anordnung bezeichnet, welche die Bedienung derselben von einem Orte — von der Centralstelle — aus gestattet. Dieselbe hat sowohl den Zweck einer Ersparung von Weichenstellern, als auch den

weiteren, durch Verlegung des Geschäftes in eine oder nur wenige Hände gegenseitige Mißverständnisse auszuschließen und dadurch die Sicherheit des Betriebes zu vermehren. Letzteres wird in erhöhtem Grade erreicht, wenn zusammengehörige Weichen gleichzeitig durch nur eine Hebelbewegung verstellt und ferner, wenn die verschiedenen Weichenhebel in eine derartige Verbindung gebracht werden, dass gegenseitig gefährdende Stellungen der Weichen ausgeschlossen sind.

Beispiele einer derartigen gleichzeitigen Umlegung mehrerer Weichen durch nur eine Hebelbewegung zeigen die englischen Weichen (Fig 307 und 308).

Fig. 307.

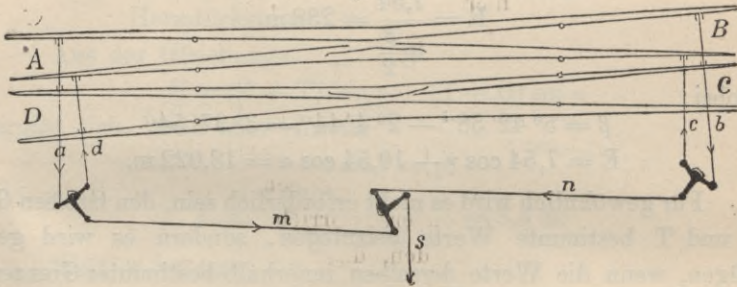
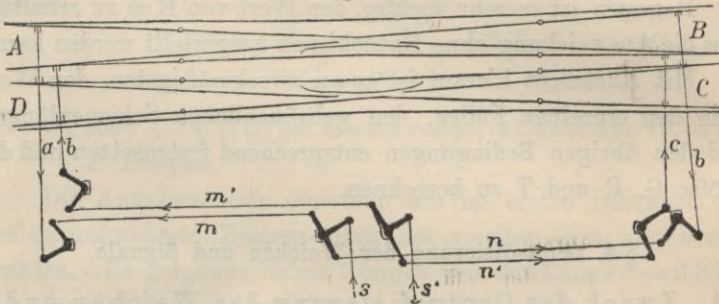


Fig. 308.



## 2. Bestandtheile für die Centralisierung der Weichen und Signale.

Bei jeder zur Centralisierung der Weichen und Signale dienenden Anlage lassen sich folgende drei Haupttheile unterscheiden:



I. Das Stellwerk in engerem Sinne, das ist die meist in einem thurmartigen Gebäude befindliche mechanische Einrichtung, mittelst derer die Stellung der Weichen und Signale von einander abhängig gemacht und bewirkt wird.

II. Das Gestänge, beziehungsweise die Drahtleitungen, welche von dem Stellwerke ab zu den Weichen und Signalen führen.

III. Die an den Weichen und Signalen angebrachten Einrichtungen, durch welche die ersteren verlegt und die letzteren gezogen werden.

Zu diesen drei Haupttheilen tritt häufig noch ein vierter, welcher das Stellwerk mit dem Stationsbureau verbindet, und durch welchen von hier aus durch den leitenden Beamten das Stellen der Einfahrtssignalhebel verhindert oder gestattet werden kann.

Das im Weichenthurme befindliche Stellwerk enthält besondere Hebel für die Verlegung der Weichen, und besondere Hebel für die zu den Signalen führenden Leitungen. Alle diese Hebel müssen durch besondere Vorrichtungen derartig in Zusammenhang gebracht werden, dass die Anlage folgende Bedingungen erfüllt:

Das Fahrsignal darf für einen bestimmten Zug erst dann gegeben werden können, wenn:

1. alle von dem Zuge zu durchfahrenden Weichen richtig stehen;

2. alle anderen Weichen so gestellt und in diesen Stellungen gesichert sind, dass kein auf benachbarten Geleisen laufendes Fahrzeug in die Fahrstraße des Zuges gelangen kann;

3. alle Fahrsignale für Geleise, welche die Fahrstrecke für den Zug kreuzen oder gefährden, auf „Halt“ gestellt und gegen Verlegung gesichert sind.

Das Stellwerk muss ferner noch so eingerichtet sein, dass, solange ein Fahrsignal nicht gegeben ist, alle Weichen und, nach dem Geben eines Fahrsignals, noch alle die dem betreffenden Zuge ungefährlichen Weichen vom Stellwerke aus unbehindert verlegt werden können.

Ist eine Verbindung des Stellwerkes mit dem Stationsbureau vorhanden, so werden die Signalhebel, aufser der bereits durch das Stellwerk gegebenen Verbindung untereinander und mit den Weichen, noch mit einer weiteren Verschlussvorrichtung — Blockverschluss oder Blockapparat — versehen, welche nur vom Stationsbureau aus geöffnet — frei gegeben — werden kann. Diese Einrichtung setzt den diensthabenden Beamten in den Stand, die Ein- und Ausfahrt von allen Zügen nach seinem Willen zu gestatten oder zu verhindern. Bei grosfen Abständen des Stellwerkes von dem Bureau kommt für die Verbindung beider zumeist elektrische Kraftübertragung zur Anwendung, während für geringe Abstände mechanische Verbindungen beider üblich sind.

### 3. Verschlusstabelle.

Um dem das Stellwerk für eine centralisierte Weichen- und Signalanlage bedienenden Beamten eine sichere Übersicht über die zu seinem Bereiche gehörenden Weichen und Signale, sowie ferner für die gegenseitige Abhängigkeit derselben von einander für verschiedene Zugbewegungen zu verschaffen, kommt eine schematische Darstellung der betreffenden Anlage zur Anwendung, welche das zur Sicherung des Betriebes erforderliche Abhängigkeitsverhältnis der Weichen und Signale durch die sogenannte Verschlusstabelle oder das Fahrprogramm kenntlich macht. (Fig. 309).

### 4. Der Centralapparat.

Die Fig. 310 und 311 stellen einen Centralapparat — Stellwerk — für Weichen und Signalstellung in der Vorder- und Seitenansicht dar. Aus Fig. 310 wird die Verbindung und Abhängigkeit der Weichen und Signale von einander und aus Fig. 311 besonders die Art der Blockierung und Freigebung der Signalhebel F von dem Stationsbureau aus ersichtlich. Die Signalhebel selbst sind in Fig. 310 nicht mit dargestellt und in Fig. 311 nur durch strichpunktierte Linien F (· — · — · —) angedeutet.



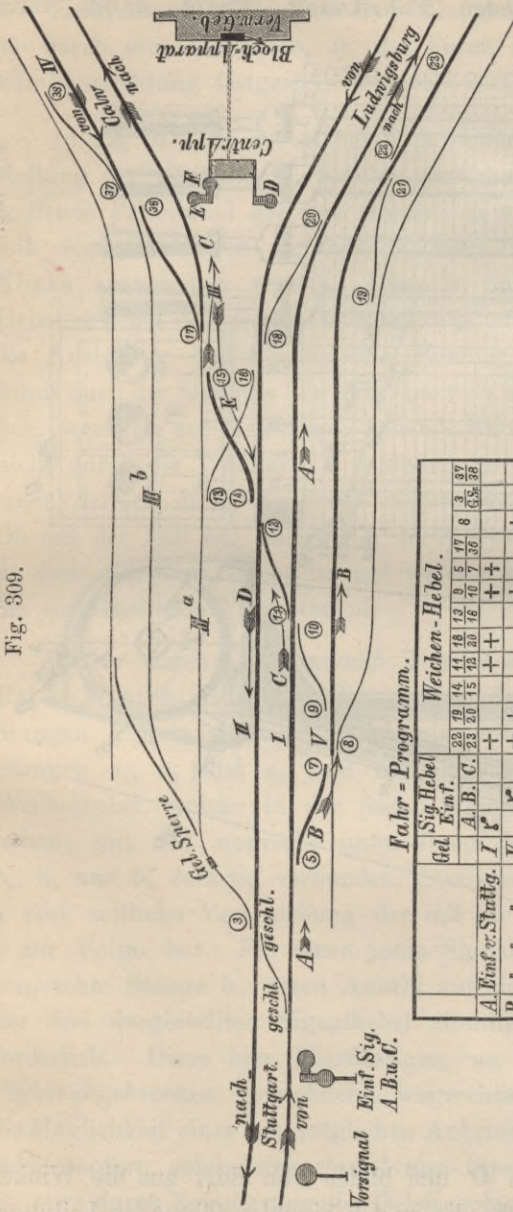


Fig. 309.

Fahr-Programm.

	Sig. Hebel		Weichen-Hebel.											
	Gal.	Einfl.	22	19	14	11	18	12	9	5	17	8	3	137
	A.	B.	C.	23	20	15	12	30	16	10	7	36	6	554
A. Einf. v. Stuttg.	I	f		+	+									
B. " " "	V	f	+										+	
C. " " "	III	f												
D. Ausf. n. "	II													+
E. " " "	III													+
F. " " "	VI													+

- + Weichen in der Normalstellung verriegelt
- " umgestellt und
- f Signalhebel d. Einf. i. Normstell.
- f " f. freie Fahrt n. Ludwbg.
- f Signal f. freie Einf. n. Calw

Die Signalhebel, deren Zahl sich aus der Zahl der verschiedenen herzustellenden Fahrstraßen ergibt, haben ihren

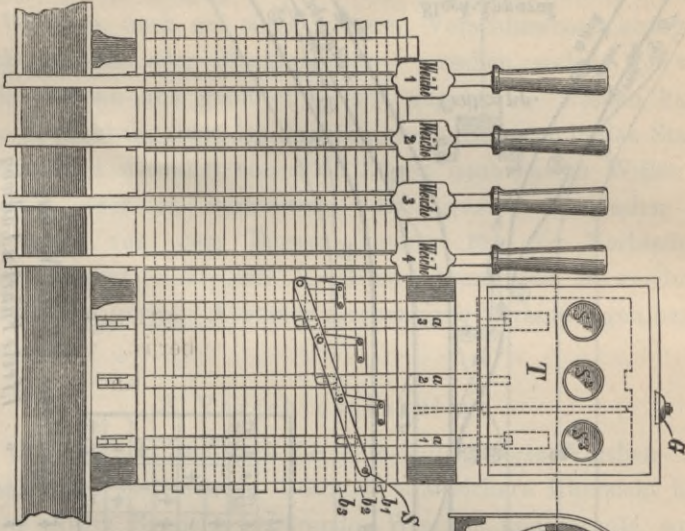


Fig. 310.

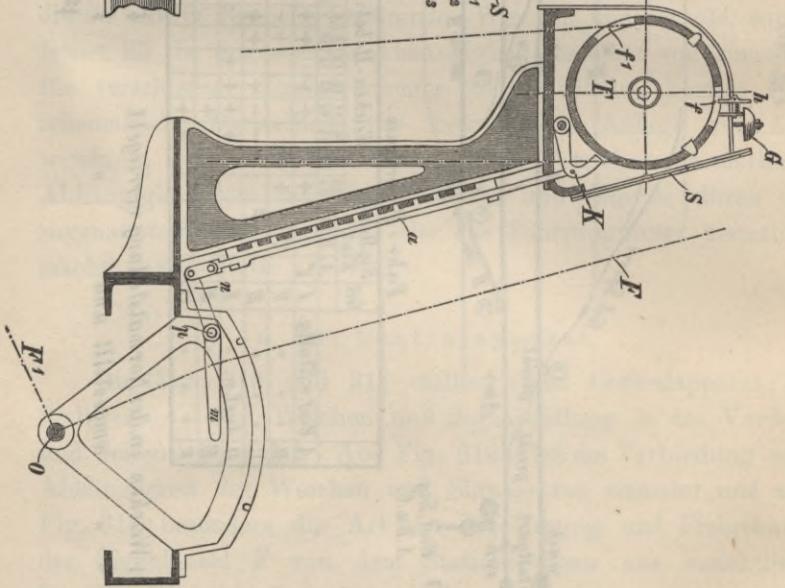


Fig. 311.

festen Drehpunkt in O und bilden von dort aus die Winkelhebel F, durch welche die zu den Signalen führenden Leitungen bewegt werden.



Die Hebel F bewegen sich je einem Gradbogen entlang, der Einklinkungen für ihre Endstellungen enthält, in welchen sie durch eine besondere, in der Figur nicht mit dargestellte Klinkvorrichtung festgestellt werden.

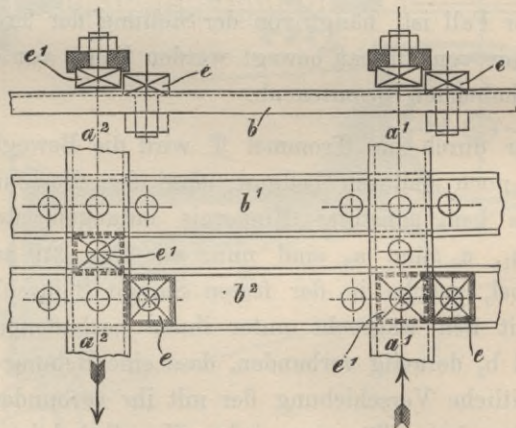
In Fig. 311 ist der Hebel F in seiner Ruhelage — Grundstellung — gezeichnet. Soll er zurückverlegt, also das betreffende Fahrsignal gezogen werden, so muss zunächst die ihn mit dem Gradbogen verbindende, hier nicht mit dargestellte Klinke ausgehoben werden. Diese ist mit dem doppelarmigen Hebel m n mit dem festen Drehpunkte p derartig verbunden, dass die Auslösung der Klinke eine Hebung des Armes n, und damit auch der Stange a bewirkt. Letztere aber ist nur dann möglich, wenn die auf der Stange a ruhende Klinke K an ihrer Hebung nicht durch die Trommel T behindert wird, wenn sie also auf einen der in dieser Trommel angebrachten Schlitze f stößt. Ob das der Fall ist, hängt von der Stellung der Trommel und, da diese nur vom Bureau bewegt werden kann, von dem Willen des diensthabenden Beamten ab.

Außer durch die Trommel T wird die Beweglichkeit der Hebel F noch dadurch bedingt, dass der Verschiebung der Stangen a kein sonstiges Hindernis entgegen steht. Diese Stangen  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  sind nun, wie Fig. 310 zeigt, durch Winkelhebel, welche in der festen Stange S ihre Drehpunkte haben, mit den wagrecht unter ihnen herlaufenden Stangen  $b_1$ ,  $b_2$  und  $b_3$  derartig verbunden, dass eine Hebung der Stange a eine seitliche Verschiebung der mit ihr verbundenen Stange b zur Folge hat. Für einen jeden Signalhebel ist eine solche wagrechte Stange b, deren Anzahl auf der Fig. 310 die Zahl der drei dargestellten Signalhebel allerdings überschreitet, erforderlich. Diese hier überflüssigen, an der linken Seite der Figur abgebrochen gezeichneten wagrechten Stangen gewähren die Möglichkeit einer nachträglichen Anbringung weiterer Signalhebel, sofern solche sich einmal aus irgend welchen Gründen — etwa durch Erweiterung der Geleiseanlage — als erforderlich erweisen sollten.

In gleicher Weise wie die Signalhebel, sind auch die Weichenhebel, von denen in der Figur 310 4 Stück angegeben sind, und deren Zahl durch seitliche Verlängerung des Apparats beliebig vermehrt werden kann, mit Stangen *a* verbunden, welche sich also ebenfalls bei Verlegung der zugehörigen Hebel verschieben. Auch hier ist die Vorbedingung für das Ziehen der Weichenhebel, dass der Verschiebung der zugehörigen Stangen kein Hindernis im Wege steht.

Die Stangen *a* sind so lang, dass sie über sämtliche Stangen *b* führen, während diese unter sämtlichen Signal- und Weichenhebeln fortlaufen müssen; sie werden mit untergeschraubten, und die wagrechten Stangen *b* mit aufgeschraubten viereckigen Vorsprüngen versehen, von deren gegenseitiger Stellung die Verschiebbarkeit beider Stangengruppen abhängt.

Fig. 312.



Die Fig. 312 stellt Theile der Stangen *a* und *b* nebst den angeschraubten Vorsprüngen *e* in größerem Mafsstabe dar. Es ist dabei angenommen, dass die zur Stange *a*<sub>2</sub> gehörige Weiche gezogen ist, die zu *a*<sub>1</sub> gehörige Weiche sich dagegen nebst dem zur wagrechten Stange *b*<sub>2</sub> gehörigen Signale in normaler Stellung — in der Grundstellung — befindet.

Die oben wagrechte Stange *b*<sub>1</sub> ist durch nichts an einer seitlichen Verschiebung gehindert; es kann daher das Signal



gezogen oder in die Normalstellung gebracht werden, ohne durch die Weichen  $a_1$  oder  $a_2$  darin behindert zu sein. Da eine Rückverlegung der Weiche  $a_2$ , bei welcher der Vorsprung  $e_1$  sich abwärts, oder ein Ziehen der Weiche  $a_1$ , bei welchem der Vorsprung  $e_1$  sich um die Stangenbreite aufwärts bewegt, ohne Einfluss auf die Verschiebbarkeit der Stange  $b_1$  bleibt, so wird klar, dass diese beiden Weichen das Signal  $b_1$  nicht beeinflussen, und dass auch umgekehrt die Stellung des Signals  $b_1$  auf die Stellung der Weichen  $a_1$  und  $a_2$  ohne Einfluss bleibt. Das Signal  $b_1$  beherrscht demnach eine Fahrstrafe, welche durch die Weichen  $a_1$  und  $a_2$  nicht gefährdet wird.

Für die Weiche  $b_2$  liegt der Fall wesentlich anders. Die Stange  $b_2$  kann nicht nach links verschoben, also das betreffende Fahrsignal nicht gegeben werden, bevor nicht die Weiche  $a_1$  umgestellt und so durch Heben der Stange  $a_1$  nebst des mit ihr verbundenen Vorsprunges  $e_1$  der Weg für den Vorsprung  $e$  frei gemacht wird. Ist diese Hebung aber erfolgt und das Signal gegeben, so gelangt der Vorsprung der Signalstange  $b_2$  unter den Vorsprung  $e_1$  der Weiche  $a_1$ , letztere kann also nicht eher wieder zurückverlegt werden, als bis das Signal in seine Haltstellung zurückgeführt ist.

Bezüglich der Weiche  $a_2$  finden genau die gleichen Beziehungen statt, wie für die Weiche  $a_1$ . So lange sich das Signal  $b_2$  in seiner Haltstellung befindet, kann die Weiche beliebig verlegt werden, sie wird aber in ihrer Umstellung verriegelt, sobald durch das Ziehen des Signals der Vorsprung  $e$  unter den Vorsprung  $e_1$  gelangt.

Da die sämtlichen Stangen  $a$  und  $b$  von vornherein mit den erforderlichen Bohrungen zur Vermehrung und beliebigen Versetzung der Vorsprünge  $e$  versehen sind, so leuchtet ein, dass man imstande ist, das zwischen den Weichen und Signalen bestehende Abhängigkeitsverhältnis rasch und beliebig zu ändern.

Zur mechanischen Blockierung der Signalhebel in der Centralstelle befindet sich im Stationsbureau ein besonderer Apparat, der in den Fig. 313 und 314 in der Ansicht und im Durchschnitt dargestellt ist.

Die Blockirung und Deblockirung der Signalhebel erfolgt durch Verschiebung der Hebel K-K . . . . . in den Pfeilrichtungen nach rechts oder nach links bis in die mit . . . . . bezeichneten Stellungen. Bei lothrechter Stellung der Kurbel K sind die Signalhebel blockirt, bei Verlegung der Kurbel K nach rechts wird ein Signalhebel und bei Verlegung der Kurbel K nach links wird ein anderer Signalhebel freigegeben; es be-

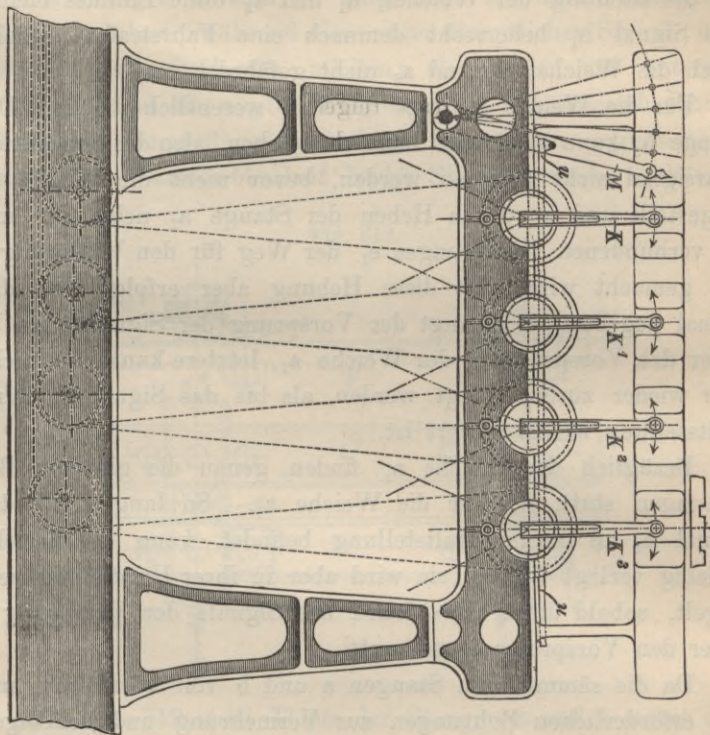


Fig. 313.

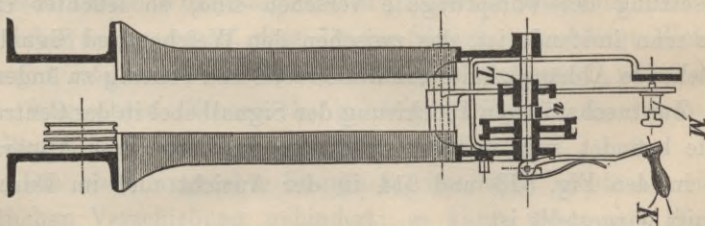


Fig. 314.



herrscht also eine jede Kurbel zwei Signalhebel und reichen demnach die 4 Kurbeln der Fig. 313 für einen Centralapparat mit 8 Signalhebeln aus.

Die Verbindung des Apparates im Stationsbureau mit dem in der Centralstelle ist durch Drahtzüge hergestellt. Durch Drehen der Kurbeln K werden die zugehörigen Trommeln T, Fig. 311, ebenfalls gedreht und wird eine der beiden Öffnungen f oder f<sup>1</sup>, je nach der Richtung, in welcher die Drehung erfolgt, vor die Klinke einer der beiden zu ihr gehörenden Signalhebel gebracht und damit der Weg zum Heben der betreffenden Stangen a frei gemacht.

Um ein gleichzeitiges Freigeben von Signalen zu verhindern, deren Fahrstraßen einander gefährden, ist in dem dargestellten Apparate noch die Einrichtung getroffen, dass die Möglichkeit, die Kurbeln K zu drehen, von der Stellung des Hebels M abhängt. Zu dem Zwecke ist mit diesem Hebel die wagrecht sich bewegende, mit verschiedenen Einschnitten versehene Stange u verbunden. Mit den Kurbeln K drehen sich nun die mit Nasen versehenen Scheiben T (Fig. 314) und hängt die Drehbarkeit dieser Scheiben, und daher auch die Möglichkeit, durch die Kurbeln K das Fahrsignal frei geben zu können, davon ab, ob die Nasen der Scheiben T bei der jeweiligen Stellung der Stange u auf Einklinkungen letzterer stoßen oder nicht.

Die mit . . . . . angedeuteten Stellungen des Hebels M entsprechen den verschiedenen Stellungen der Stange u und diesen wieder verschiedene Möglichkeiten, das eine oder das andere, oder auch gleichzeitig mehrere Fahrsignale freizugeben.

Zu den Fig. 310 und 311 bleibt noch zu erwähnen, dass die mit S<sup>1</sup>, S<sup>2</sup> und S<sup>3</sup> bezeichneten Kreise kleine runde Fenster in der Umhüllung der Trommel T bezeichnen, unter welchen bei der Stellung der letzteren auf „Einfahrt verboten“ rothe Scheiben erscheinen, an Stelle derer mit dem Drehen der Trommel T auf „Einfahrt frei“ für den betreffenden Signalhebel eine weiße Scheibe tritt. Außerdem stoßen noch, um den Wächter in dem Signalhäuschen auf die vorgenommene

Drehung der Trommel T — die Deblockierung des Signales — aufmerksam zu machen, die in dieser angedeuteten beiden vorstehenden Zähne auf einen kleinen Hebel h und bringen dadurch die kleine Glocke G zum Ertönen.

Neben den angeführten Apparaten in der Centralstelle und im Stationsbureau gibt es noch andere verschiedene Systeme von Vorrichtungen und elektrischen Blockirungen.

### 5. Leitungen für Weichen und Signale.

Die Verbindungen des Stationsbureaus mit der Centralstelle und zwischen dieser und den Weichen und Signalen werden entweder auf elektrischem oder durch Übertragung der beabsichtigten Bewegung auf mechanischem Wege bewirkt. Es sollen hier nur die mechanischen Verbindungen besprochen werden.

Wie bereits früher erwähnt, kommen zur Verstellung von Weichen, sowie auch der Signale sowohl Drahtzüge, als auch feste Gestänge zur Anwendung. Letztere sind allerdings theurer als jene, gewähren dafür aber auch das Gefühl der größeren Zuverlässigkeit; sie dienen vorzugsweise zur Verlegung der Weichen, während Drahtleitungen mehr für die Signale gebräuchlich sind.

Die Gestänge bestehen zumeist aus eisernen Röhren von 41 mm äußerem Durchmesser und 5 mm Wandstärke; es kommen jedoch an Stelle jener auch volle, aus 25 mm starkem Rundstahl hergestellte Stäbe zur Anwendung.

Zur Unterstützung der Gestänge, welche in Abständen von etwa 3,5 m üblich ist, wandte man früher Tragrollen an, die an Holzunterlagen befestigt wurden; man hat dieselben aber in neuerer Zeit durch die in den Fig. 315 und 316 dargestellte Anordnung ersetzt. In derselben bezeichnet b das auf der Walze a ruhende Gestänge.

Aufser durch obige Tragwellen wird auch häufig die Unterstützung der Gestänge, besonders wenn dieselben aus vollem Rundstahl bestehen, durch Kugeln bewirkt; letztere gestatten geringe Biegungen der Leitung, welche demnach den vorkommenden Bahnkrümmungen leicht folgen kann.



Die Gestänge werden sowohl oberirdisch, als auch unterirdisch in Canälen geführt, letztere wurden früher zumeist in Holz und stellenweise auch in Mauerwerk ausgeführt, in neuerer Zeit werden sie fast ausschließlich aus Eisen hergestellt.

Fig. 315.

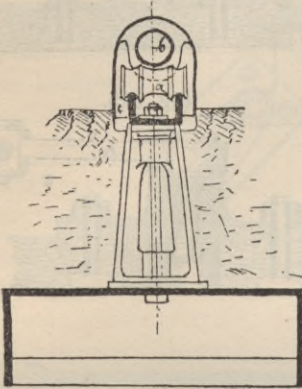
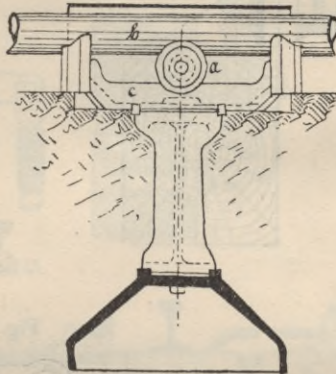


Fig. 316.



Die Fig. 317 und 318 zeigen ältere Anordnungen der Unterstützung und Führung oberirdischer Gestänge dann 319 und 320 Ablenkungen derselben mit Hilfe von Winkelhebeln.

Beispiele für unterirdische Leitungen zeigen die Fig. 321 und 322, von denen die letztere für zwei Gestänge und außerdem noch zur Führung von vier Drähten bestimmt ist. Ablenkungen durch Hebel bei eisernen unterirdischen Leitungen sind durch die Fig. 323 bis 326 dargestellt.

Da das Weichengestänge mit zunehmender Wärme länger wird und sich bei eintretender Kälte verkürzt, so leuchtet es ein, dass Ausgleichs- (Compensations-) Vorrichtungen nöthig werden, welche diese Längenänderungen ausgleichen, beziehungsweise für die Verlegung der Weiche unschädlich machen. In neuerer Zeit pflegt man solche Ausgleichsvorrichtungen mit den zu verstellenden Theilen — Weichen, Signalen, Geleissperren etc. etc. — zu verbinden und im Gestänge selbst nur dann anzubringen, wenn die Leitung so lang wird, dass die Größe der an den Weichen auszugleichenden Längenverschiebungen

Fig. 317.

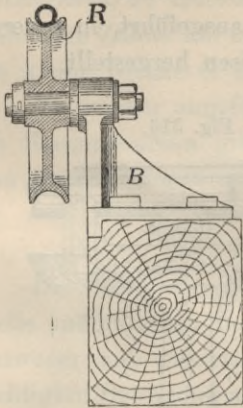


Fig. 318.

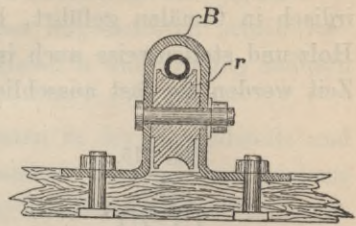


Fig. 319.

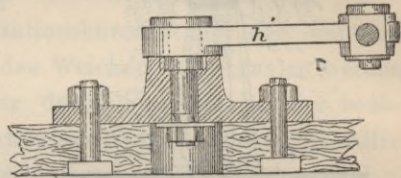


Fig. 320.

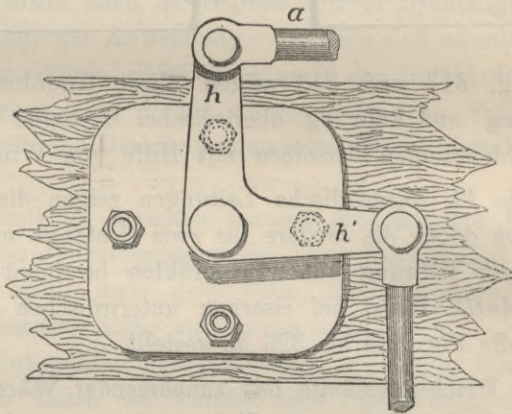


Fig. 321.

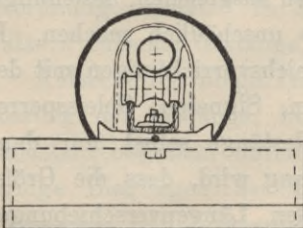
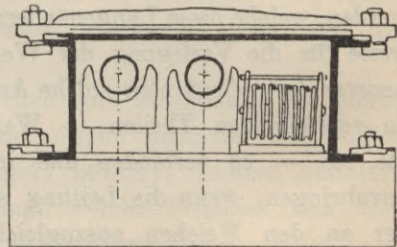


Fig. 322.





Schwierigkeiten verursacht. Da diese Verschiebungen bei unterirdischen Leitungen weit geringer, als bei freiliegenden ausfallen, so bedürfen erstere nur ausnahmsweise besonderer Aus-

Fig. 323.

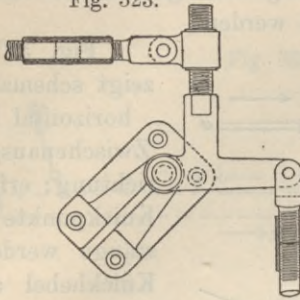


Fig. 324.

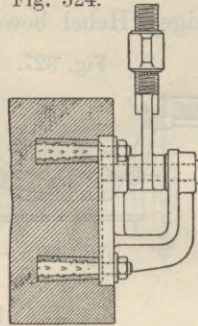


Fig. 325.

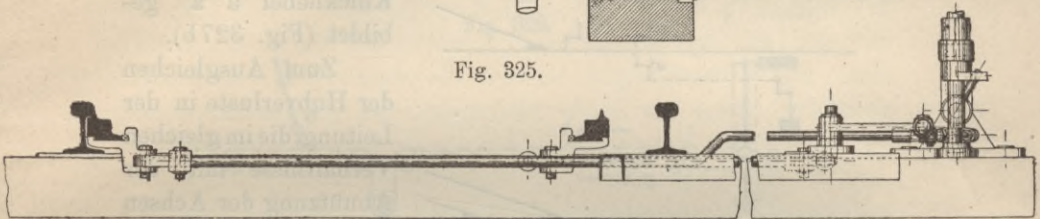
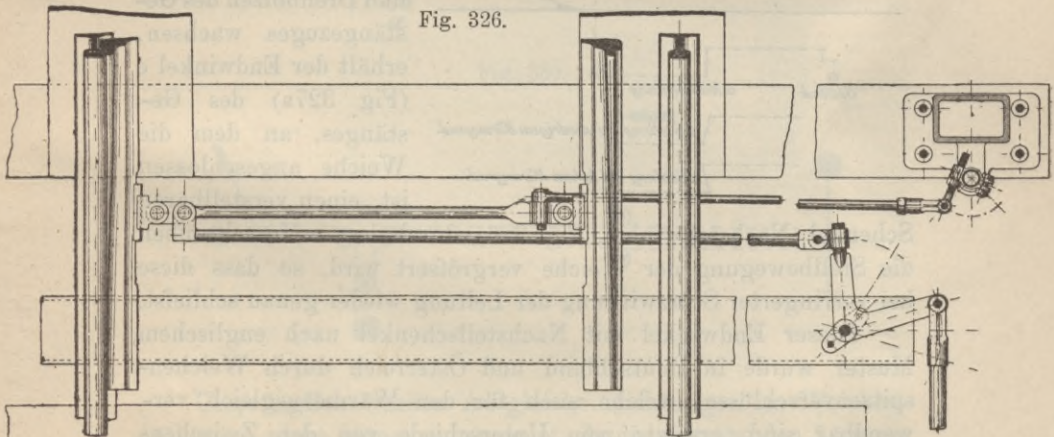


Fig. 326.



gleichsvorrichtungen innerhalb der Leitung. Die Einrichtung einer solchen Ausgleichsvorrichtung (lothrecht schwingend), Figur 327 ist in der Mitte der Leitung angebracht gedacht. Mit zunehmender Wärme werden beide Gestänge a und a<sup>1</sup> länger und nähern sich die Angriffspunkte o und o<sup>1</sup> derselben

mit den Winkelhebeln einander, während die nicht mit dargestellten Endpunkte der Leitungen ihre Lage beibehalten. Wird nicht verlangt, dass die Mittellinie der Leitungen  $a$  und  $a^1$  zusammenfällt, so kann die Ausgleichung einfacher durch einen doppelarmigen Hebel bewirkt werden.

Fig. 327.

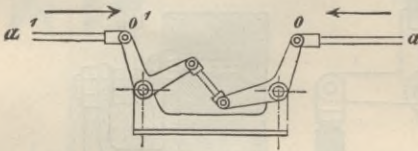


Fig. 327 a.

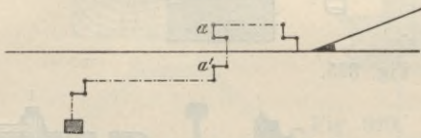


Fig. 327 b.

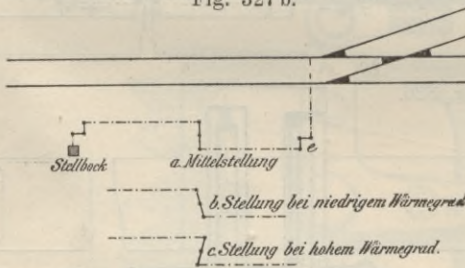


Fig. 327a und b zeigt schematisch eine horizontal liegende Zwischenausgleichvorrichtung; erforderliche Knickpunkte im Gestänge werden durch Knickhebel  $a$   $a^1$  gebildet (Fig. 327b).

Zum Ausgleichen der Hubverluste in der Leitung, die im gleichen Verhältnisse mit der Abnutzung der Achsen und Drehbolzen des Gestängezuges wachsen, erhält der Endwinkel  $e$  (Fig. 327a) des Gestänges, an dem die Weiche angeschlossen ist, einen verstellbaren

Schenkel (Nachstellwinkel, Fig. 326), durch dessen Vorschrauben die Stellbewegung der Weiche vergrößert wird, so dass diese bei verringerter Stützwirkung der Leitung wieder genau schließt.

Dieser Endwinkel mit Nachstellschenkel nach englischem Muster wurde in Deutschland und Österreich durch Weichenspitzenverschlüsse, welche auch für den Wärmeausgleich verwendbar sind, ersetzt; zum Unterschiede von den Zwischenausgleichungen nennt man sie auch Endausgleichungen und wird hierüber später noch die Rede sein.

Drahtleitungen für Weichen und Signale werden fast ausnahmslos mit verzinktem 5 mm starken Draht aus Tiegelgussstahl als Doppelleitungen ausgeführt, um nach beiden Richtungen einen Zug ausüben zu können.



Die Anordnung dieser Drahtzugweichenleitungen entspricht im Princip genau den doppelten Signalleitungen, welche schematisch in Fig. 328 u. 329 dargestellt sind. Die Drähte werden durch Rollen unterstützt, eventuell in Röhren unterirdisch verlegt.

Fig. 328.

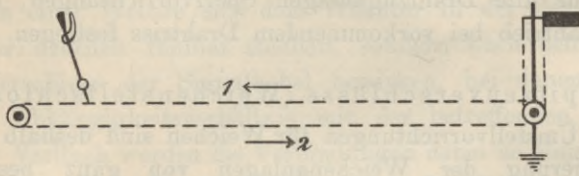


Fig. 329.

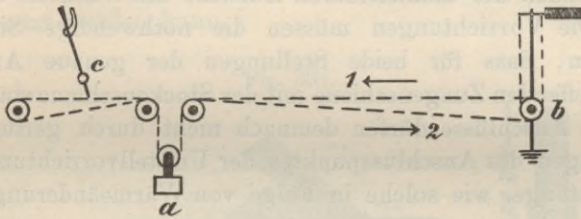
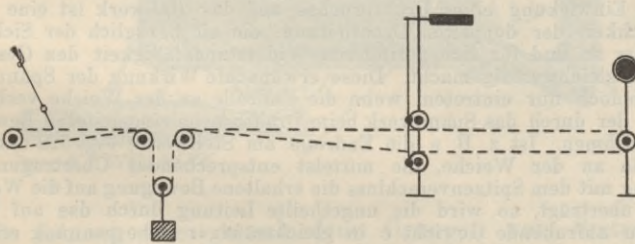


Fig. 330.



Ursprünglich wurden Ausgleichvorrichtungen im Weichen-drahtzuge nicht immer angewendet, da die eintretenden Längenänderungen der Drähte durch eine geringere oder grössere Drahtspannung zum selbstthätigen Ausgleich gelangen. Die Endausgleichungen sind jedoch unbedingt nothwendig. Die bei längeren Leitungen in Folge der Temperaturänderungen eintretenden wesentlichen Änderungen in der Drahtspannung rufen aber Bewegungswiderstände hervor, welchen durch Einschaltung

selbstthätiger Spannwerke<sup>1)</sup> entgegen getreten werden kann; diese sind um so zweckmäßiger, als mit der Verwendung aufschneidbarer<sup>2)</sup> Spitzenverschlüsse auch für die Drahtzugleitungen ein Mittel gegeben ist, einen vorkommenden Leitungsbruch im Stellwerk kenntlich zu machen.

Als Sicherung gegen das selbstthätige Umstellen der Weichen dienen für alle Drahtzulanlagen Sperrvorrichtungen, die den Weichenantrieb bei vorkommendem Drahrtriss festlegen.

#### 6. Spitzenverschlüsse (Weichenstellschloss).

Die Umstellvorrichtungen für Weichen sind deshalb bei der Centralisierung der Weichenanlagen von ganz besonderer Wichtigkeit, weil sie sich entfernt von der Centralstelle befinden und demnach der unmittelbaren Aufsicht des Wächters entrückt sind. Die Vorrichtungen müssen die nothwendige Sicherheit gewähren, dass für beide Stellungen der genaue Anschluss der betreffenden Zungenschiene mit der Stockenschiene stattfindet.

Die Anschlüsse dürfen demnach nicht durch geringe Verschiebungen des Anschlusspunktes der Umstellvorrichtungen mit dem Gestänge, wie solche in Folge von Wärmeänderungen ein-

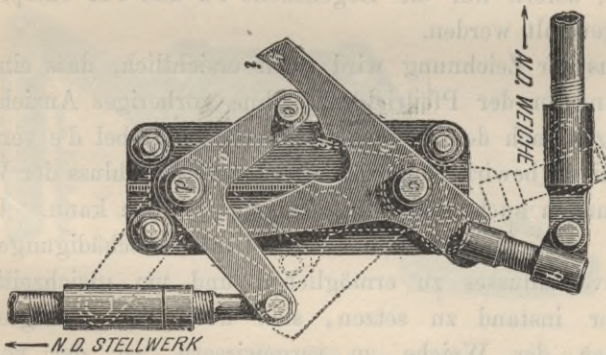
<sup>1)</sup> Selbstthätig wirkende Spannwerke sind bei Weichenleitungen aus Doppeldraht ein wichtiger Bestandtheil. Die Möglichkeit einer zwangsweisen Einwirkung eines Drahtbruches auf das Stellwerk ist eine Eigenthümlichkeit der doppelten Drahtleitung, die sie bezüglich der Sicherheit trotz der an und für sich geringeren Widerstandsfähigkeit den Gestängeanlagen gleichwerthig macht. Diese erwünschte Wirkung der Spannwerke kann jedoch nur eintreten wenn die Endrolle an der Weiche verhindert ist, an der durch das Spannwerk beim Drahtbruche eingeleiteten Bewegung theilzunehmen. Ist z. B. a die Endrolle am Stellwerke Fig. 329 und b die Endrolle an der Weiche, die mittelst entsprechender Übertragungsvorrichtung mit dem Spitzenverschluss die erhaltene Bewegung auf die Weichenzunge überträgt, so wird die ungetheilte Leitung durch das auf beiden Drähten aufruhende Gewicht c in gleichmäßiger Ruhespannung erhalten. Die Rolle a steht mit dem zugehörigen Angriffshebel d in lösbarer Verbindung und der Hebel selbst ist in seiner Endstellung durch eine mittelst Handklinke bewegte und durch Federkraft in entsprechende Ausschnitte des Rollenrandes selbstthätig einklinkender Fallenstange eingelegt. Das Umstellen der Weiche geschieht durch Umlegen des Stellhebels in der Pfeilrichtung. Bei einem Drahtbruch wird das auf dem ganz gebliebenen Drahte aufruhende Gewicht die lösbare Verbindung bei a aufheben; außerdem aber kann die eintretende Zugwirkung an der Antriebsrolle b ein selbstthätiges Umstellen der Weiche herbeiführen, wenn der gerissene Draht bei der zuletzt vorgenommenen Stellbewegung ein Zugdraht war (Draht 2). In diesem Falle wirkt der ganz gebliebene durch das Spannwerk belastete Draht 1 in derselben Weise auf das Umstellen der Weiche, wie der Hebel wirkt, wenn er zum Umlegen der Weiche umgestellt wird.

<sup>2)</sup> Siehe ad 6 dieses §.



treten oder durch Hubverluste, wie sie aus den mit der Zeit sich vergrößernden Spielräumen von Bolzenverbindungen im Gestänge entstehen können, beeinflusst werden. Überdies wird in neuerer Zeit von den Stellvorrichtungen verlangt, dass sie ein Aufschnneiden der Weiche (Durchfahren einer nicht geöffneten Weiche vom Herzstücke her) gestatten. Dabei soll das Aufschnneiden einer Weiche sich dem Wächter in der Centralstelle nicht nur deutlich fühlbar machen, sondern auch selbstthätig einen Verschluss der Signalhebel bewirken, bei denen irgend welches Abhängigkeitsverhältnis mit der betreffenden Weiche besteht. Vielfach werden die Verbindungen dabei so eingerichtet, dass das Aufschnneiden der Weiche den Bruch eines solchen Theiles des Weichenstellschlusses bewirkt, welcher rasch und billig ersetzt werden kann.

Fig. 333.



Es können zwei verschiedene Gruppen von Spitzenverschlüssen unterschieden werden. Bei der älteren Anordnung sind die beiden Zungen der Weiche fest mit einander verbunden und werden gleichzeitig und gleichmäÙig bewegt, während bei der neueren Anordnung eine solche starre Verbindung der Zungen nicht vorhanden ist und die Bewegung derselben mehr oder weniger unabhängig von einander und nach einander erfolgt.

Die Figur 333 zeigt eine ältere Ausgleichvorrichtung (Spitzenverschluss) für durch Wärmeschwankungen verursachte

Längenveränderungen der Weichengestänge, welche unmittelbar neben der Weiche angebracht wird. Wie ersichtlich, wird durch Anziehen des nach den Stellwerk führenden Gestänges der Endpunkt *e* des Hebels *d e* des Winkels, an welchem letzterer eingreift, dem Kreisbogen *i k* des dreifachen Hebels *g q m* mit dem festen Drehpunkte *c* so lange entlang geführt, ohne eine Bewegung der Weichenzungen zu bewirken, bis *e* in den halbkreisförmigen Ausschnitt *kl* gelangt. Erst von diesem Augenblicke an erfolgt die Verschiebung der Weiche und zwar so lange, bis *e* sich an den zweiten Flügel *lm* des Weichenhebels legt (vergl. die punktirte Einzeichnung). Nachdem das geschehen ist, bleibt eine weitere Verschiebung des Gestänges auf die Weiche ohne Einfluss. Der Hub der Weiche ist demnach unabhängig von dem durch Wärmeschwankungen hervorgerufenen Mafse der Verlängerung oder Verkürzung des Gestänges, sofern nur die Bogentheile *ik* und *lm* entsprechend groß gewählt werden.

Aus der Zeichnung wird noch ersichtlich, dass eine Verschiebung in der Pfeilrichtung ohne vorheriges Anziehen des Gestänges nach dem Stellwerke durch den Hebel *d e* verhindert wird; dieser bewirkt daher einen sicheren Verschluss der Weiche, die demnach auch nicht aufgeschnitten werden kann. Um ein solches Aufschneiden ohne erhebliche Beschädigungen des Spitzenverschlusses zu ermöglichen und um gleichzeitig den Wächter in stand zu setzen, sich über das erfolgte Aufschneiden der Weiche zu vergewissern, ist der vorherige Spitzenverschluss später in der durch die Fig. 334—335 dargestellten Weise verbessert. Bei dieser Vorrichtung besteht der früher in einem Stücke hergestellte dreifache Hebel aus zwei Theilen, von denen der mit dem Weichengestänge bei *J* verbundene Hebel einen in Form eines Kreisbogens gebildeten Ansatz erhalten hat. Mit diesem Ansatz ist der Doppelhebel *a* — derselbe entspricht dem Hebel *g c m* der vorigen Anordnung — durch eine schwache Schraube *B* verbunden, welche wohl zur Übertragung der Bewegung von dem Stellwerke aus auf die Weiche ausreicht, für die bei dem Auf-



schneiden der Weiche auftretenden Kräfte jedoch zu schwach ist und daher durch diese abgeschert wird. In Folge dessen tritt durch das Aufschneiden der Weiche die in Fig. 336 dargestellte gegenseitige Stellung der einzelnen Theile des Spitzen-

Fig. 334.

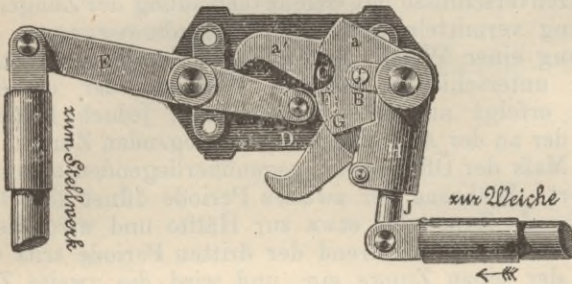


Fig. 335.

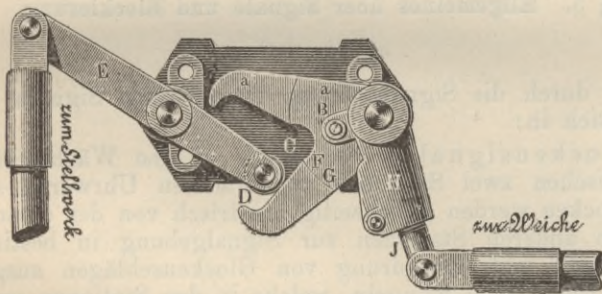
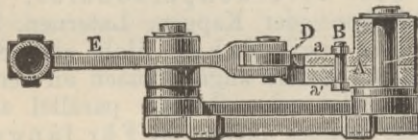


Fig. 336.



verschlusses zu einander ein, bei welcher nur eine geringe (nach der Figur bereits vorgenommenen) Verschiebung des Gestänges von dem Centralapparate aus möglich bleibt, da bei derselben der Kopf D des Doppelhebels alsbald vor den Bogen F G (Fig. 335)

tritt und so an einer weiteren Umlegung verhindert wird. Nach der früheren Anordnung blieb diese Verlegung auch nach Zerstörung des Verschlusses in Folge Aufschneidens der Weiche in vollem Maße möglich. Durch Einziehen eines neuen Bolzens B (Fig. 336) kann der durch das Aufschneiden der Weiche nur leicht beschädigte Weichenverschluss rasch wieder gangbar gemacht werden.

Spitzenverschlüsse mit Gelenkverbindung der Zungen neuerer Anordnung vermitteln getrennte Zungenbewegungen. Bei der Umstellung einer Weiche mit solchem Verschlusse können drei Perioden unterschieden werden. Während der ersten dieser Perioden erfolgt nur eine Entriegelung, jedoch keinerlei Bewegung der an der Anschlusschiene anliegenden Zunge, während sich das Maß der Öffnung der gegenüberliegenden offenen Zunge vermindert. Während der zweiten Periode öffnet sich die früher anschließende Zunge bis etwa zur Hälfte und wird die andere Zunge geschlossen. Während der dritten Periode tritt die volle Öffnung der einen Zunge ein, und wird die zweite Zunge in ihrer geschlossenen Stellung verriegelt.

## § 5. Allgemeines über Signale und Blockierung.

### a) Signale.

Die durch die Signalordnung festgesetzten Signale untertheilen sich in:

1. Glockensignale u. z.: a) die an den Wächterhäusern zwischen zwei Stationen angebrachten Uhrwerke sammt Glocken werden gleichzeitig elektrisch von der einen oder den anderen Stationen zur Signalgebung in bestimmter Anzahl und Gruppierung von Glockenschlägen ausgelöst. b) Elektrische Klingeln, welche in den Stationen ertönen, so lange diese durch Signale ad 3 gedeckt sind, und an den Enden der Blockstrecken.
2. Signale des Streckenpersonales, gegeben mit Fahnen, Scheiben oder Kappen, Laternen, Signalkapseln u. dgl. a) Für freie Fahrt. Habt acht Stellung Front gegen die Bahn. Fahne angeschlossen an den Körper nach aufwärts gerichtet oder Scheibe parallel zur Bahn beziehungsweise weisses Licht b) Für langsame Fahrt oder Vorsicht Stellung wie für freie Fahrt, jedoch Fahne schräg nach abwärts gegen die Bahn, grüne Seite der Scheibe bezw. grünes Licht gegen die Fahrtrichtung. c) Für Halt Schwingen der Fahne, Kappe oder dgl. im Kreise oder Schwenken der Scheibe oder Einstecken dieser in der Gleismitte mit rothweisser Fläche oder rothes Licht gegen den Zug oder Auflegen von Signalkapseln auf den Schienen.





Fig. 337.

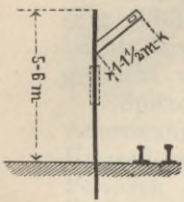


Fig. 337 a.

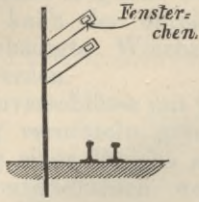


Fig. 337 b.

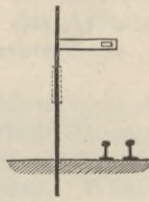


Fig. 337 c.

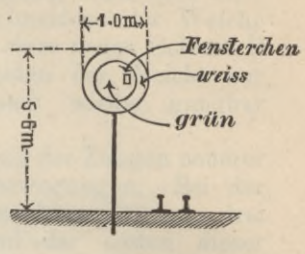


Fig. 337 d.

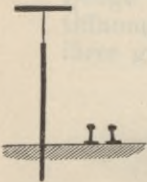


Fig. 337 e.

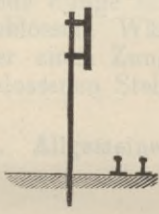


Fig. 337 f.

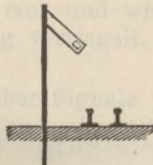


Fig. 337 g.

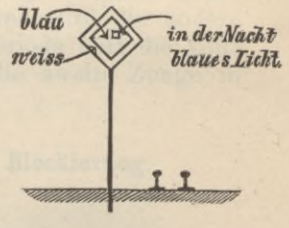


Fig. 337 h.

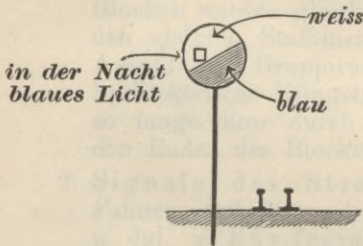


Fig. 337 i.

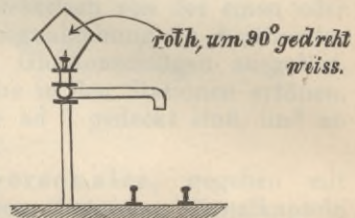


Fig. 337 j.

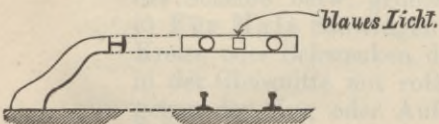


Fig. 338.

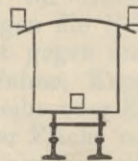
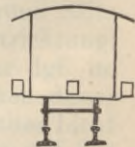


Fig. 338 a.





## 3. Feststehende Signale; hierzu gehören:

- a) Das Einfahrtssignal (Distanzsignal) und das mit diesem gekuppelte 600 m (Bremsdistanz) vor demselben gelegene Vorsignal auf jeder Stationseinfahrt; sie decken die Station, so lange die zu benutzende Fahrstraße nicht frei ist. Das Vorsignal muss mindestens auf 150 m vom Lokomotivführer aus gesehen werden, damit dieser beim Signal Halt den Zug sicher beim Einfahrtssignal zum Stehen bringt. Das Einfahrtssignal ist ein Armsignal oder Semaphor (Fig. 337, 337 a u. b) und zwar ist die Stellung für freie Fahrt in der geraden Einfahrt (Fig. 337) für eine Abzweigung auf eine 2. Fahrstraße (Fig. 337 a); in der Nacht zeigt das Fensterchen weisses Licht. Die Stellung für Halt zeigt Fig. 337 b, in der Nacht sieht man im Fensterchen rothes Licht. Das Vorsignal ist ein Scheibensignal, auch Mastsignal genannt, mit um horizontaler oder vertikaler Achse drehbarer Scheibe (Fig. 337 c, d u. e). Klappscheiben sind insbesondere in Krümmungen den um vertikale Achse drehbaren vorzuziehen, weil sie unzweideutig den Locomotivführer das Signal langsam fahren (Scheibe senkrecht zur Bahnachse [Fig. 337 c], in der Nacht grünes Licht) oder freie Fahrt (Scheibe horizontal [Fig. 337 d], in der Nacht weisses Licht) erkennen lassen. Bei der zweiten Art dieser Signale steht die Scheibe bei freier Fahrt parallel zur Bahnachse (Fig. 337 e). Ein unbeleuchtetes Signal gilt in der Nacht Halt. Der Station wird die richtige Stellung dieser Signale durch Rücklichter angezeigt.
- b) Signale, welche die Blockstrecken abgrenzen, d. s. Semaphore, welche gleich den Einfahrtssignalen das Signal Halt oder freie Fahrt anzeigen und Ständige Langsamfahr-Signale, welche jene Stellen, die stets vorsichtig befahren werden müssen, bezeichnen (Fig. 337 f) in der Nacht sieht man hinter dem Fensterchen grünes Licht.
- c) Die bereits bekannten Weichensignale und feststehenden Versubsignale innerhalb des Versubrayons ähnlich den Mastsignalen (Fig. 337 g und h). Diese Signale hängen in ihrem Gebrauche insofern vom Einfahrtssignal ab, dass sie für jene Geleise, welche eine freigegebene Fahrstraße kreuzen, Halt signalisieren müssen
- d) Wasserkrahnsignal (Fig. 337 i) und Prellbocksignal (Gleiseabschluss) (Fig. 337 j), wenn auf dem Gleise verschoben wird; Schrankensignal zeigen in der Nacht durch rothes Laternenlicht an ob der



Schranken geschlossen ist. Brückenwagesignale sind kleine Armsignale bei Brückenwagen.

4. Signale am Zuge, sowohl die Stirn der Locomotive wie auch das Zugende tragen Laternen (auch Scheiben); u. a. sieht man an der Tête des Zuges bei zweigeleisigen Bahnen zwei weiße, bei eingeleisigen zwei rothe oder, wenn neben dem Geleise jenes einer anderen Bahn führt, eine weiße und eine grüne bei Nacht beleuchtete Laterne. Auch sind Bezeichnungen für einen Vor- und Nachtrain, dann wenn der Zug auf einem unrichtigen Gleise fährt u. s. w.; ebenso ist der Schluss des Zuges gekennzeichnet u. z. derart (Fig. 338 oder 338 a), dass der Locomotivführer durch einen Blick nach rückwärts sich davon überzeugen kann, ob nicht vielleicht ein Zugriss stattgefunden hat.
5. Signale des Zugpersonales; diese erfolgen durch Pfeifen mit der Locomotivpfeife, mit Trompeten, durch Winken mit Laternen u. dgl. (Langer Pfiff: Achtung, mehrere kurze Pfeife: Bremsen fest, ein langer und zwei kurze Pfeife: Bremsen los.)
6. Rangiersignale werden mit Fahnen oder Laternen und Pfiffen, mit Mundpfeifen gegeben. (Langer Pfiff und gleichzeitiges Auf- und Abwärtsbewegen des Signalmittels bedeutet vorwärts, horizontale Bewegung des letzteren bei langem Pfiff rückwärts, mehrere kurze Pfeife Halt.)

#### b) Blockierung.

Die Zugfolge auf freier Strecke wird bei Hauptbahnen durch Raumdistanz, bei Nebenbahnen (geringer Zuggeschwindigkeit) durch Zeitdistanz gesichert.

Bei der Sicherung durch Raumdistanz wird die Strecke durch Blockzwischenstationen mit Semaphore in Abschnitte eingetheilt und bleibt jeder Abschnitt so lange für einen nachfolgenden Zug durch Signale gesperrt, bis der vorhergehende dieselbe vollkommen verlassen hat.

Die Länge der Blockstrecken hängt von der Anzahl der täglich erforderlichen Züge und ihrer Geschwindigkeit ab; z. B. es sei alle 10 Minuten ein Zug erforderlich, die Geschwindigkeit betrage 30 km/St. und die Stationsentfernung sei 20 km, so benöthigt man  $\frac{20}{30 \cdot \frac{1}{6}} = 4$  Blockfelder mit 5 km Länge.

Das Princip der Einrichtung und Handhabung der Blockeinrichtung ist im Anhange erläutert.

Die Sicherung durch Zeitdistanz charakterisiert sich dadurch, dass zwischen der Abfahrt aufeinanderfolgender Züge eine bestimmte minimale Zeit, die sich nach der Geschwindigkeit der in Betracht kommenden Züge richtet, verstreichen muss.



## V. Abschnitt.

### Bauliche Anlagen auf freier Strecke.

Es bedarf einer ganzen Reihe von Bauwerken und Vorrichtungen auf der freien Strecke, um einerseits den durch die Bahn gehinderten Strafsen- oder Bahnverkehr und die Flussläufe aufrecht zu erhalten, anderseits um die Gradienten in der projectierten Höhe zu führen, als auch zur Sicherung des Bahnkörpers und der diesen befahrenden Züge. Man pflegt jene mit der Bahn im Zusammenhange stehenden Bauwerke, wie: Canäle, Durchlässe, Brücken, Viaducte, Stütz- und Futtermauern, welche weder Erd- noch Hochbauten (Gebäude) sind, Kunstbauten zu nennen.

Für die Führung der Bahn tief unter der Oberfläche des Terrains (über 20—25 m) ordnet man Tunnels an. Zur Sicherung der Bahn werden weiters eine Reihe von Nebenarbeiten, namentlich bei Wegübersetzungen, Abblänkungen etc. Schutz gegen Schneeverwehung und dgl. nothwendig.

### 1. Capitel.

#### *Kunstbauten.*

#### § 1. Canäle und Durchlässe.

##### 1. Canäle.

Die Canäle und Durchlässe sind Objecte im Bahnkörper, welche den Zweck haben, sich ansammelndes Quell- oder Niederschlagswasser, sowie kleinere Bäche von der einen Seite unter

dem Bahnkörper fort an die andere Seite der Bahn zu leiten. Die letzteren können auch für die Wegunter- und Wegüberführungen dienen.

Die Anordnung richtet sich in erster Reihe nach der Menge des abzuführenden Wassers, bzw. der betreffenden Fahrbetriebsmittel, außerdem aber auch noch nach der Dammhöhe und dem zur Verfügung stehenden Materiale.

Ist nur eine geringe Menge Wassers abzuführen, die keine größere lichte Weite als 0,4—1,3 m erfordert, so ordnet man Canäle an und zwar entweder Canäle in der Form von Röhren, Canäle mit Wänden aus Platten, Deckelplattencanäle oder Deckeldohlen oder gemauerte Canäle. Ist die Auskleidung in Holz hergestellt, so nennt man den Canal auch Schlauch.

Die Röhrencanäle können hergestellt werden aus Eisen, Figur 339 (bis zu 4 m Länge, nicht unter 300 mm und bei 8 m Länge nicht unter 600 mm Durchmesser) aus Thon, mit demselben Längenschnitt wie die eisernen Rohre oder aus Beton mit den in Figur 340 ersichtlichen Querschnitt.

Die Thonröhren müssen in frisch geschüttetem Boden, damit sie bei der Setzung des Erdwerkes nicht brechen, mit entsprechenden Unterlagen, Figur 341 oder 342 versehen werden.

Die Canäle mit Wänden aus Platten (Fig. 343) und die Deckelplattencanäle (Fig. 344, 345) werden in jenen Fällen mit Vorliebe angewendet, wo nur geringe Constructionshöhe zur Verfügung steht.

Sind größere Breiten zu übersetzen, so trifft man die Anordnung Figur 346 und 347.

Ist eine lichte Weite von 0,6—1,3 m nothwendig, so ordnet man gewölbte Canäle an, Fig. 348, oder man macht sie oval nach Fig. 349; hiebei kann man folgende Dimensionen anwenden:

W = 0,3 m,	d = $\frac{1}{2}$ Ziegelstärke u.	b = W
W = 0,3—0,6 m,	d = 1	b = W
W = 0,6—1,0 m,	d = $1\frac{1}{2}$	b = 0,7 h
W = 1,0—1,3 m,	d = 2	b = 0,7 h



Fig. 339.

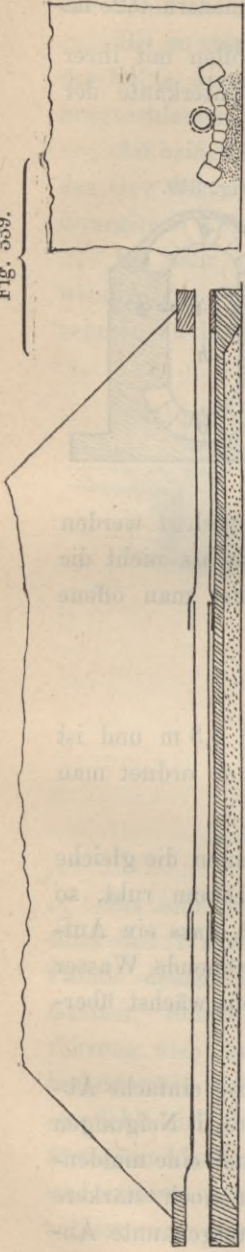


Fig. 345.

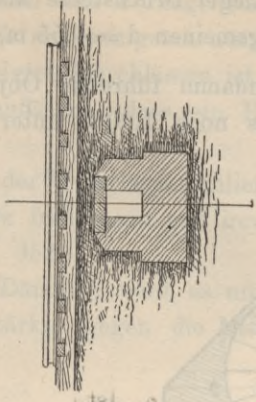


Fig. 346.

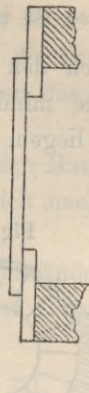


Fig. 347.



Fig. 343.

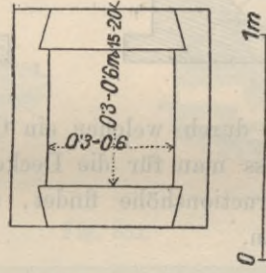


Fig. 341.

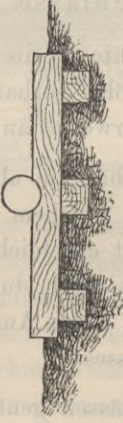


Fig. 342.

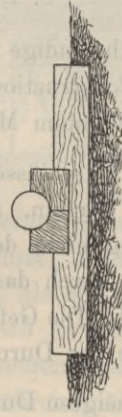


Fig. 344.

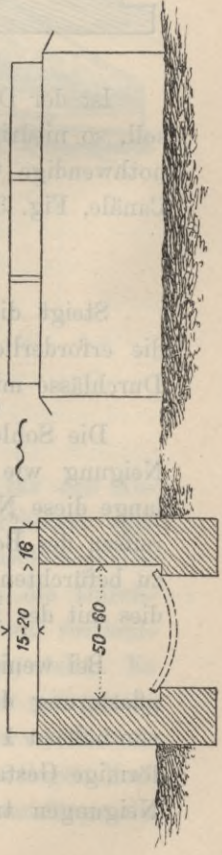
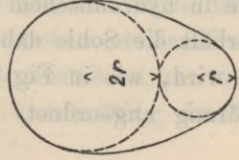


Fig. 340.



Sind statt der Ziegel Bruchsteine als Baumaterialien vorhanden, so ist im allgemeinen  $d = 0,55$  m, bei Quadern  $0,25$  m.

Durch den Bahndamm führende Objecte sollen mit ihrer Oberkante mindestens noch  $1,00$  m unter der Unterkante der Bettung liegen.

Fig. 348.

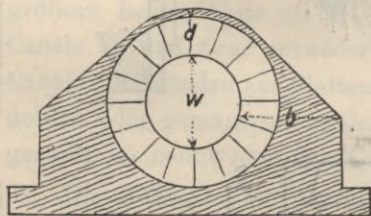
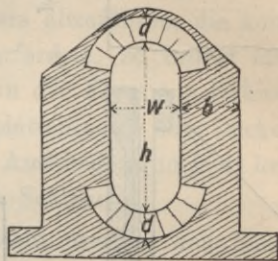


Fig. 349.



Ist der Damm, durch welchen ein Canal angelegt werden soll, so niedrig, dass man für die Decke des Canals nicht die nothwendige Constructionshöhe findet, so ordnet man offene Canäle, Fig. 350, an.

## 2. Durchlässe.

Steigt die nothwendige lichte Weite über  $1,3$  m und ist die erforderliche Constructionshöhe vorhanden, so ordnet man Durchlässe mit gewölbtem Mauerwerke an.

Die Sohle der Durchlässe erhält im allgemeinen die gleiche Neigung wie das Terrain, auf welchem der Damm ruht, so lange diese Neigung nicht derart erheblich wird, dass ein Aufreißen des Bodens durch das zu rasch durchströmende Wasser zu befürchten steht. Die Gefahr dieses Aufreißens wächst überdies mit der Länge des Durchlasses.

Bei wenig geneigten Durchlässen genügt eine einfache Abpflasterung der Sohle in hydraulischem Mörtel, bei Neigungen von nahezu  $1 : 100$  erhält die Sohle dabei passend eine muldenförmige Gestalt und wird, wie in Fig. 351 für noch stärkere Neigungen treppenförmig angeordnet. Die letztgenannte An-



ordnung hat auch noch den Vorzug, dass sie Unterspülungen der Sohle am Auslaufe am wenigsten ausgesetzt ist.

Bei so stark geneigten Durchlässen ist auch die Fundierung der Sohle derart auszuführen, dass ein Rutschen des Objectes ausgeschlossen ist.

An beiden Enden der Widerlager schliessen sich Mauerflügel, das Gewölbsmauerwerk freilassend und gewöhnlich nach aussen divergirend an. (Fig. 352.)

Bei sehr hohen Dämmen wird es unter Umständen nothwendig, die Gewölbstärke (gegen die Mitte) des Dammes zu nehmen zu lassen.

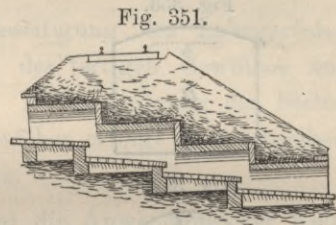
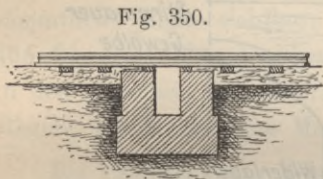
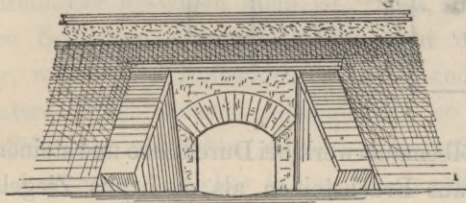


Fig. 352.

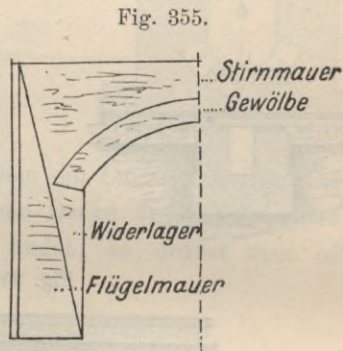
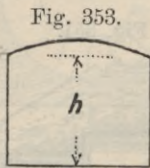


Bei sehr niedrigen Dämmen werden mitunter für den Abfluss des Wassers Dücker angeordnet, d. s. Durchlässe oder Canäle dessen Sohle niedriger liegt als die der anschließenden Graben. Solche Dücker werden, wo es sich um die Durchführung nicht erheblicher Wassermengen handelt, am vorteilhaftesten in der Form eiserner Röhrencanäle hergestellt. Es empfiehlt sich dabei, Anfang und Ende der Dücker mit gitterförmigem Abschlusse zu versehen, um das Hineinfallen von Steinen und anderen grösseren Gegenständen zu vermeiden. Gegen Verschlammung werden sie zweckmässig durch Schlammfänge an

den beiden Enden ihres wagrechten Mittelstückes geschützt. In enge und nicht besteigbare Dücker legt man auch Ketten, durch deren Bewegung etwa abgelagerter Schlamm aufgelockert und entfernt wird.

Die lichte Höhe ( $h$ ) bei Durchlässen ist in der Regel von der Sohle bis zu den Kämpfern (Fig. 353) bei halbkreisförmigen Gewölben (Fig. 354) bis auf  $\frac{1}{3} l$  vom Schlusse zu nehmen.

Die Benennungen der einzelnen Theile der Durchlässe sind aus Fig. 355 ersichtlich.



Das Gewölbemauerwerk bei Durchlässe und steinernen Brücken wird sowohl aus Bruchsteinen als auch aus Ziegelsteinen hergestellt. Die Bruchsteine sind stets keilförmig so zu bearbeiten, dass die Verlängerung der überall gleich starken Stosfugen in den Mittelpunkt des Kreisbogens trifft, aus welchem der betreffende Gewölbetheil geschlagen ist. Die Gewölbeform bei überall gleicher Steindicke durch Verbreiterung der Fuge nach oben zu erzielen, ist durchaus verwerflich.

Auch bei Gewölben mit flachen Krümmungen und großen Spannweiten ist diese Regel sorgfältig zu beobachten und sind die Berührungsflächen der Steine genau aufeinander zu passen, weil bei weiten Gewölben der Druck zwischen den Steinen vergleichsweise groß wird und bei Aufserachtlassung der obigen



Regel daher ein Bruch der vorspringenden Steinkanten unvermeidlich sein würde.

Das Gewölbe soll stets von beiden Seiten des Lehrgerüsts gleichmäÙig aufgeföhrt werden. Vor dem Schlusse des Gewölbes öfönen sich häufig die Fugen am Anfange (Kämpfer) des Gewölbes und schliessen sich erst wieder nach erfolgtem Schlusse des Gewölbes und Beseitigung des Lehrgerüsts. Da der Mörtel in vorher offenen Fugen später nicht wieder bindet, so spreizt man wohl die beiden Gewölbehälften bei der Ausführung der Arbeit gegeneinander ab und verhindert so obige Erscheinung.

Es ist zu empfehlen, vor Beseitigung des Lehrgerüsts sämtliche oben sichtbare Fugen des fertigen Gewölbes mit dünnflüssigem Mörtel auszugiefsen. Die Anordnung der Steine in den einzelnen Schichten des Gewölbes erfolgt nach denselben Regeln wie in geradem Mauerwerke.

Bei Gewölben aus Ziegeln wird die Anwendung der Keilform für diese erforderlich, wenn die Dicke des Gewölbes groÙ oder der Halbmesser desselben klein ist. Man stellt auch wohl die einzelnen Schichten weiter Gewölbe nicht miteinander in Verband her, wendet also Rollschichten übereinander an. Wird dabei die untere Schichte zuerst fertiggestellt, so kann dieselben oberen Schichten als Stütze dienen, es bedarf also nur eines schwachen Lehrgerüsts, welches ja nur die eine Steinschichte zu tragen hat. Die Anordnung leidet jedoch an dem groÙen Übelstande, dass die untere Schichte mit bereits erhärtetem Mörtel das Setzen der oberen Steinschichten verhindert, dass sie also weit mehr als jene beansprucht wird. Bekommen bei der Anwendung nicht keilförmiger Steine die Fugen von oben weniger als die doppelte Dicke wie unten, so begnügt man sich meist damit, zu den oberen Schichten die dicksten Steine auszusuchen und lässt sich die so sich ergebende UngleichmäÙigkeit der Fugenstärke gefallen.

Ist das Gewölbe so rasch hergestellt, dass der Mörtel noch überall weich ist, so ist die Entfernung des Lehrgerüsts nach

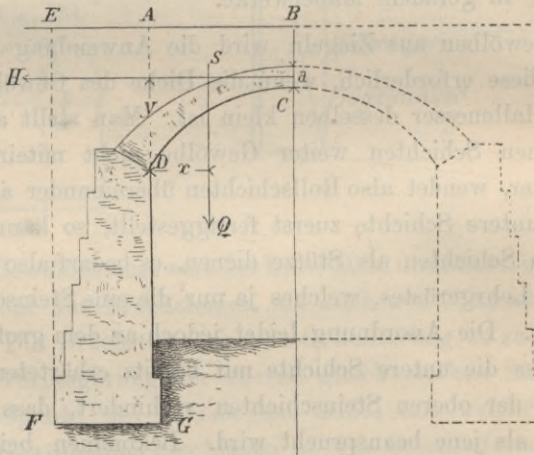
beendeter Mauerarbeit im allgemeinen rathsam. Der Mörtel presst sich dann etwas zusammen und das Gewölbe setzt sich.

Will man dieses Setzen verhüten, so muss das Lehrgerüst so lange stehen bleiben, bis aller Mörtel vollständig verhärtet ist.

Die Mauerstärke hängt, aufer von dem zur Anwendung kommenden Materiale, von der Spannweite der Pfeilhöhe und der Belastung des Gewölbes sowie von der Höhe der Widerlager ab.

Bezeichnet in Fig. 356 A B C D ein im Scheitel durchschnittenen Gewölbe, so wird dasselbe, indem es sich um den Stützpunkt D dreht, zusammenfallen, sobald es nicht durch eine im Scheitel wagrecht wirkende Kraft H gehalten wird. Diese wagrecht wirkende Kraft H wird in Wirklichkeit durch die zweite, hier punktiert angedeutete Hälfte des Gewölbes ausgeübt.

Fig. 356.



Das Bestreben, welches auf das Einstürzen des Gewölbes wirkt, ist offenbar gleich dem Vielfachen aus seinem Gewichte  $Q$  und dem Abstände  $x$  seines Schwerpunktes  $S$  von  $D$ , also gleich  $Q \cdot x$ . Damit die Kraft  $H$  das Gleichgewicht aufrecht erhalte, muss  $H \cdot y = Q \cdot x$  sein. Das Gewicht  $Q$  des Mauerkörpers sowie seine Schwerpunktslage können aus der Figur nach den



Regeln der Mechanik bestimmt werden, ferner kann der Abstand  $y$  der Horizontalkraft  $H$  von dem Punkte  $D$  aus der Figur abgemessen werden.

Die Gleichung  $H \cdot x = Q y$  enthält demnach nur  $H$  als einzige unbekannte Gröfse, die sich durch Theilung beider Seiten derselben durch  $x$  zu:

$$H = Q \frac{y}{x}$$

ergibt. Ist  $H$  aus der letzten Formel für ein Bauwerk von bestimmter, z. B. von einem Centimeter Tiefe ermittelt, so ergibt die Theilung von  $H$  durch die für einen Quadratcentimeter zulässige Beanspruchung des Gewölbematerials die erforderliche Gewölbstärke  $a$  in Centimetern.

In ähnlicher Weise lässt sich das für  $G F$  erforderliche Maß ermitteln, wenn man bedenkt, dass die Horizontalkraft  $H$  den Pfeiler um den Punkt  $F$  nach links umzuwerfen versucht, das Gewicht des Mauer- und Erdkörpers  $E B C D G F$  aber an dem Abstände seiner Schwerpunktslinie von  $F$  dieser Drehung entgegenwirkt.

Für die kleineren im Eisenbahnbaue vorkommenden Brücken und Durchlässe genügt meist die Bestimmung der Gewölbe und Widerlagerstärken auf folgendem einfacheren Wege. Bezeichnen

$W$  die Spannweite des Gewölbes in Metern,  
 $f$  die Pfeilhöhe des Gewölbes in Metern und  
 $n$  das Verhältniß von  $W$  zu  $f$ ,

so ist für Gewölbe mit wenig Überschüttungshöhe, wenn also  $B C$  in Fig. 356 nicht erheblich gröfser ist als  $a$ , für halbkreisförmige Gewölbe anzunehmen:

für Quaderbau	für Ziegelbau
$a = 0,24 + 0,03 W$	$a = 0,24 + 0,06 W$

und für flache Gewölbe

für Quaderbau	für Ziegelbau
$a = 0,22 + 0,08 W (0,3 + 0,04 n)$ ; $a = 0,22 + 0,16 W (0,3 + 0,04 n)$ .	

Wird die Überschüttungshöhe erheblich gröfser als die Gewölbs-Stärke, so sind dieser für jeden Meter Überschüttungshöhe 3—6 cm an Gewölbstärke zuzusetzen.

Kleineren Brücken und Durchlässen bis zu 3 m Spannweite gibt man passend eine Gewölbstärke von  $1\frac{1}{2}$ , und solchen von 3—5 m Spannweite eine Gewölbstärke von 2 Ziegelsteinen, sobald die Pfeilhöhe des Gewölbes nicht weniger als  $\frac{1}{3}$  seiner Spannweite besitzt. Die mittlere Widerlagerstärke ist dabei für Spannweiten von 1—2 m gleich der Hälfte, und für Spannweiten von 2—5 m gleich  $\frac{1}{3}$  der Spannweite zu nehmen.

Die Widerlager in Metern kann für größere derartige Objecte nach der Formel:

$$C = \frac{W}{8} \cdot \frac{3n-1}{n+1} + 0,16h + 0,31$$

bemessen werden, in welcher:

C die Widerlager am Fufse,

h die Widerlagerhöhe bis zum Gewölbekämpfer,

W die Spannweite des Gewölbes bezeichnet und

$n = \frac{W}{f}$  die frühere Bedeutung hat.

Die Kämpferlinie ordnet man bei flachen Gewölben nicht unterhalb der Hochwasserlinie an, bei großer Pfeilhöhe des Gewölbogens dagegen und namentlich bei überhöhten Bögen (Spitzbögen) wird ein Hinaufreichen des Hochwassers bis zu  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Pfeilhöhe als zulässig erachtet.

Bei flachen kleinen Durchlässen und Brücken wird der Gewölbbogen meist voll hintermauert und nach den Widerlagern hin abgeschrägt, während bei größeren Objecten vortheilhafter Aussparungen und zwar am besten in der Form hohler Räume, sogenannter Kapellen, über den Mittelpfeilern zur Anwendung kommen.

Das Tagwasser sucht man nach Möglichkeit schon an der Oberfläche der Fahrbahn abzuleiten; das in den Schotter eindringende Sickerwasser wird entweder auf der Gewölbeabdeckung entlang hinter die Widerlager geführt, oder durch den Gewölbscheitel, die Gewölbschenkel, die Stirnmauern über den Zwischenpfeilern oder durch die Zwischenpfeiler abgeführt. Die Durchleitung des Wassers durch das Mauerwerk erfolgt zweckmäßig durch gewölbte Ringe oder durch leicht zugänglich zu



machende eiserne Röhren, die meist offen ausmünden, aber auch wohl mit dem Wasser des Flusses so in Verbindung gebracht werden, dass die Ausmündung nicht gefrieren kann.

Die Hintermauerung des Gewölbes bewirkt man durch eine in Cement vermauerte doppelte Flachschiicht von Ziegeln, auf welche 1,5 cm Cement und dann Asphaltfilz gebracht wird.

## § 2. Brücken.

Sind grössere Gewässer, Flüsse und Ströme oder kleinere Bäche, welche zeitweise bedeutend anschwellen, zu überschreiten, so werden die unter den Namen Brücken bekannten Bauwerke erforderlich.

Während früher Steine und Holz das Brückenmaterial bildeten, kommt jetzt, insbesondere bei den Eisenbahnen, vorzugsweise Eisen zur Anwendung.

Steinerne Brücken werden in analoger Weise ausgeführt wie dies bei den Durchlässen angegeben wurde.

Hölzerne Brücken sind im allgemeinen am billigsten herzustellen; sie haben aber eine geringe Dauer und kommen daher für Hauptbahnen meist nur bei provisorischen Anlagen zur Anwendung. Steinerne Brücken sind von allen die dauerhaftesten; sie beanspruchen aber eine grosse Constructionshöhe und sind theuer. Eiserne Brücken werden stets bei Spannweiten von 60 und mehr Metern erforderlich.

Die hölzernen Brücken sind in Amerika noch sehr gebräuchlich. Aufser Häng- und Sprengwerke kommen den eisernen Brücken nachgebildete Bauwerke zur Anwendung und sind hier hauptsächlich Fachwerksbrücken zu erwähnen. Von diesen besteht das System Long aus Gurtungen mit drei nebeneinander liegenden Balken, Verticalen und Druckdiagonalen aus je zwei Balken und in jedem Felde mit Gegenstreben — bis zu 63 m Spannweite ausgeführt.

Das System Howe hat doppelte oder dreifache Gurtungen mit ebensolchen Druckdiagonalen und eisernen verticalen Zugstangen.

Außer jenen Bauarten sind noch Häng- und Sprengwerke und Bogenhängwerke mit Fachwerken in Verbindung gebracht.

Von den eisernen Brücken sind besonders die aus Schmiedeeisen und Stahl von Wichtigkeit.

Die Brücken müssen nicht nur so stark sein, dass sie, außer ihrem eigenen Gewichte, auch die schwersten über sie fahrenden Züge mit Sicherheit zu tragen imstande sind, sondern auch seitlichen Durchbiegungen, veranlasst durch Schwankungen des Zuges und durch Winddruck, einen genügenden Widerstand entgegenzusetzen. Man gibt zu diesem Zwecke den Hauptträgern etwa  $\frac{1}{12}$  bis  $\frac{1}{8}$  der Spannweite als Höhe und legt sie dort, wo sich nicht aus der Anordnung ohnehin eine größere Breite ergibt, auf  $\frac{1}{10}$  der Spannweite voneinander entfernt. Eingeleisige Brücken erhalten meistens zwei, und doppelgeleisige zwei, drei oder vier Hauptträger.

Bei Brücken von nicht über 5 m Spannweite und mit niedriger Constructionshöhe werden die Schienen zwischen je zwei Längsträger gelegt (Zwillingsträger).

Blechbrücken sind bis zu 10 m Spannweite üblich, bei größeren Spannweiten treten meist Gitterbrücken an ihre Stelle.

Die früher gebräuchliche große Zahl der sich kreuzenden Gitterstäbe, wodurch eine Menge kleiner Öffnungen entstand, wird unter gleichzeitiger Verstärkung der einzelnen Stäbe gegenwärtig stark beschränkt.

Häufig laufen die beiden Gurtungen der Träger nicht zu einander parallel, diese haben also nicht überall die gleiche Höhe, wobei entweder nur eine oder gleichzeitig beide Gurtungen gekrümmt sein können. Die wichtigeren der diesbezüglichen Bauarten sind der Parabelträger, das System Pauli und der Schwedler'sche Träger.

Die Bauart der Brücke hängt außer von der zu überbrückenden Spannweite hauptsächlich von der zur Verfügung stehenden Constructionshöhe ab. Ist diese genügend vorhanden, so erweist es sich meist als vortheilhaft, die Träger ganz unter die Fahrbahn zu legen, anderenfalls wird die Fahrbahn zwischen



die Hauptträger und zwar um so tiefer gelegt, je beschränkter die Constructionshöhe ist. Während im ersten Falle außer den Diagonalverstrebnngen gegen seitliche Durchbiegungen und Verschiebungen nur schwache Querverbindungen erforderlich sind, werden diese bei zwischen den Hauptträgern liegender Fahrbahn zu Querträgern, die das Gewicht des Zuges auf die Hauptträger zu übertragen haben.

Liegen dabei die Hauptträger weit von einander ab, so erweist es sich oft als vortheilhaft, an Stelle vieler, verhältnismäßig langer und schwerer Querträger eine geringere Zahl anzuwenden und, um zwischen diesen die Schienen genügend zu unterstützen, noch kurze Hilfslängsträger — auch Schwellenträger oder, im Gegensatze zu den Hauptträgern, einfach Längsträger genannt — anzubringen.

Besondere Aufmerksamkeit ist auch auf die Auflager der Brücken auf den Pfeilern zu verwenden, da diese Verschiebungen der Brücken, hervorgerufen durch den Temperaturswechsel gestatten müssen.

### § 3. Viaducte.

Werden bei Überschreitungen von tiefen Thälern — gewöhnlich von 15—20 m Höhe an — die Erdarbeiten zur Herstellung eines Bahndammes sehr theuer, so erweist sich häufig die Ausführung besonderer brückenähnlicher Bauwerke an Stelle eines Dammes als vortheilhaft, die Viaducte genannt werden. Viaducte können gleich den Brücken in Holz, Stein oder Eisen ausgeführt werden, es kommt aber hier weit mehr als bei jenen Stein zur Anwendung, da die große Constructionshöhe größere Pfeilhöhen für die Bögen, die unter Umständen passend als Spitzbögen anzuordnen sind, gestattet.

Im allgemeinen sollen Viaducte normal zum Hindernisse und womöglich nicht im Bogen angeordnet werden. Hohe Viaducte sind etagenförmig zu projectieren.

Erfahrungsgemäß soll die lichte Weite  $l$  der einzelnen Bögen bei:

leichter Fundierung  $l = 4 + 0,4 h m$   
 schwerer „ „  $l = 6 + 0,5 h m$   
 wenn  $h$  die Höhe des Objectes bedeutet, betragen.

Für die Gewölbsformen werden Halbkreise, Segmente und Parabeln verwendet.

Die Pfeiler besitzen im allgemeinen einen rechteckigen, wenn sie im Bogen liegen einen trapezförmigen Grundriss.

Die Pfeiler eines Viaductes werden in Trag- oder Mittelpfeiler und in Trennungspfeiler eingetheilt, welch' letztere neben dem Verticaldrucke auch noch für einen horizontalen Schub, wie dies bei Endpfeilern stets, und bei Mittelpfeilern dann, wenn ein Bogen z. B. repariert wird, der Fall ist, aufzunehmen haben.

Diese Trennungspfeiler werden alle 4—5 Öffnungen angeordnet und erfahrungsgemäß mit 0,3 der Spannweite in der Breite dimensioniert.

Die Stärke der Gewölbe und Widerlager ergibt sich aus folgenden Formeln, wenn  $l$  die lichte Weite,  $b$  die Breite des Trennungspfeilers und  $b_1$  die Breite des Mittelpfeilers und  $d$  die Gewölbstärke bedeutet:

$$b = 0,3 l; b_1 = 0,76 + 0,081 l; d = 0,33 + 0,035 l.$$

Die Nach- oder Übermauerung wird behufs Wasserabführung unter 1:3 bis 1:5 geböschet.

Über der Nachmauerung muss eine Überschüttung mit Kies von mindestens 0,7 m Stärke angeordnet werden.

Der Abfluss des Regen- und Schneewassers wird auf verschiedene Weise erzielt: entweder leitet man je nach der Anordnung der Übermauerung das Wasser durch den Gewölbscheitel, durch die Kämpfer oder durch die Pfeiler.

## 2. C a p i t e l.

### *Tunnelbau.*

Wenn Bergzüge sich der Weiterführung der Bahn entgegensetzen, deren Überschreitung wegen der erforderlich werdenden scharfen Krümmungen und starken Steigungen



unthunlich ist, während bei Herstellung eines Einschnittes von der erforderlichen Tiefe die Erdarbeiten zu theuer werden, so wird ein unterirdischer Gang, „Tunnel“, durch den Berg gearbeitet. Unter Umständen können sich Tunnels auch unter ebenen Boden als vorthellhaft erweisen, wenn der für das Geleise erforderliche Grund und Boden sehr theuer ist, wenn sich z. B. kostspielige Bauwerke oder gar ganze Stadttheile auf demselben befinden; es entstehen so unterirdische Eisenbahnen.

Die Herstellung der Tunnels kann in zweifacher Art erfolgen:

1. Indem man einen Schlitz von Tag aus bis auf die gehörige Tiefe aushebt, diesen durch eine Bölzung vor Einsturz bewahrt, ein den gegebenen Lichtraum umschliessendes Ringgewölbe einbaut und den Rest des Schlitzes wieder zuschüttet.

2. Indem man bergmännisch den Hohlengang unterirdisch freimacht und ausbaut.

## § 1. Projectierung der Tunnels.

### 1. Geologische Studien.

Um einen Tunnel in einer tracierten Linie projectieren zu können, ist vor allem die genaue Kenntnis der geologischen Verhältnisse jenes Gebirges nothwendig, woselbst der Tunnel zur Erbauung gelangen soll.

Die Druck- und Wasserverhältnisse, welche sich aus der geologischen Beschaffenheit des Gebietes schliessen lassen, sind Hauptfactoren, welche für die Wahl der verschiedenen Bau-Systeme entscheidend wirken.

Je mehr Wasser das Gebirge führt, desto geringer ist die Consistenz desselben, und desto größer ist der Druck, den die Auskleidung des unterirdischen Raumes zu ertragen hat.

Es sind für die Projectsverfassung nothwendig:

1. das geologische Längenprofil,
2. geologische Querprofile und
3. die geologische Situation in der Höhe der Gradienten.

## 2. Richtungs- und Steigungs-Verhältnisse.

Die Trace wählt man im Tunnel möglichst gerade, und werden eventuell nothwendige Curven mit Radien von mindestens 300 m, besser jedoch 500 m angeordnet, da bei kleineren Radien infolge der Schienenüberhöhung gröfsere Profile erforderlich werden.

Die Steigung muss, wie bekannt, im Tunnel verringert werden, umsomehr wenn in demselben eine Krümmung liegt.

Gut ist es, bei längeren Tunnels die Gradienten nach beiden Seiten des Tunnels hin zu neigen (zweckmäfsig 2<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) damit einerseits ein Wasserabfluss erzielt wird, und andererseits die beladenen Wagen beim Baue des Tunnels ohne grofse Mühe aus demselben gebracht werden können.

Bei kurzen Tunnels, die von einem Mundloche aus vorge- trieben werden, kann eine continuierliche Steigung eingehalten werden.

## 3. Tunnelprofile und Mauerstärken.

Die Tunnelprofile Fig. 357 u. 358 (d. s. die Umgrenzungen des lichten Querschnittes eines Tunnels) der verschiedenen Bahnen weichen sowohl in Dimensionen als auch in Form voneinander ab.

Ausbruch- und Mauerungsflächen sowie Gewölbstärke sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

		Druck	Ausbruch m <sup>2</sup>	Mauerung m <sup>2</sup>	Gewölbstärke in m
Eingleisige Tunnels	ohne Sohlen- gewölbe	mäfsig	35,3	8,6	0,5
		stark	44,6	17,9	1,0
	mit Sohlen- gewölbe	mäfsig	46,1	17,9	0,75
		stark	51,3	23,6	1,0
Zweingleisige Tunnels	ohne Sohlen- gewölbe	mäfsig	58,7	10,0	0,5
		stark	69,5	20,8	1,0
	mit Sohlen- gewölbe	mäfsig	75,8	23,4	0,75
		stark	81,7	29,2	1,0



Fig. 357.

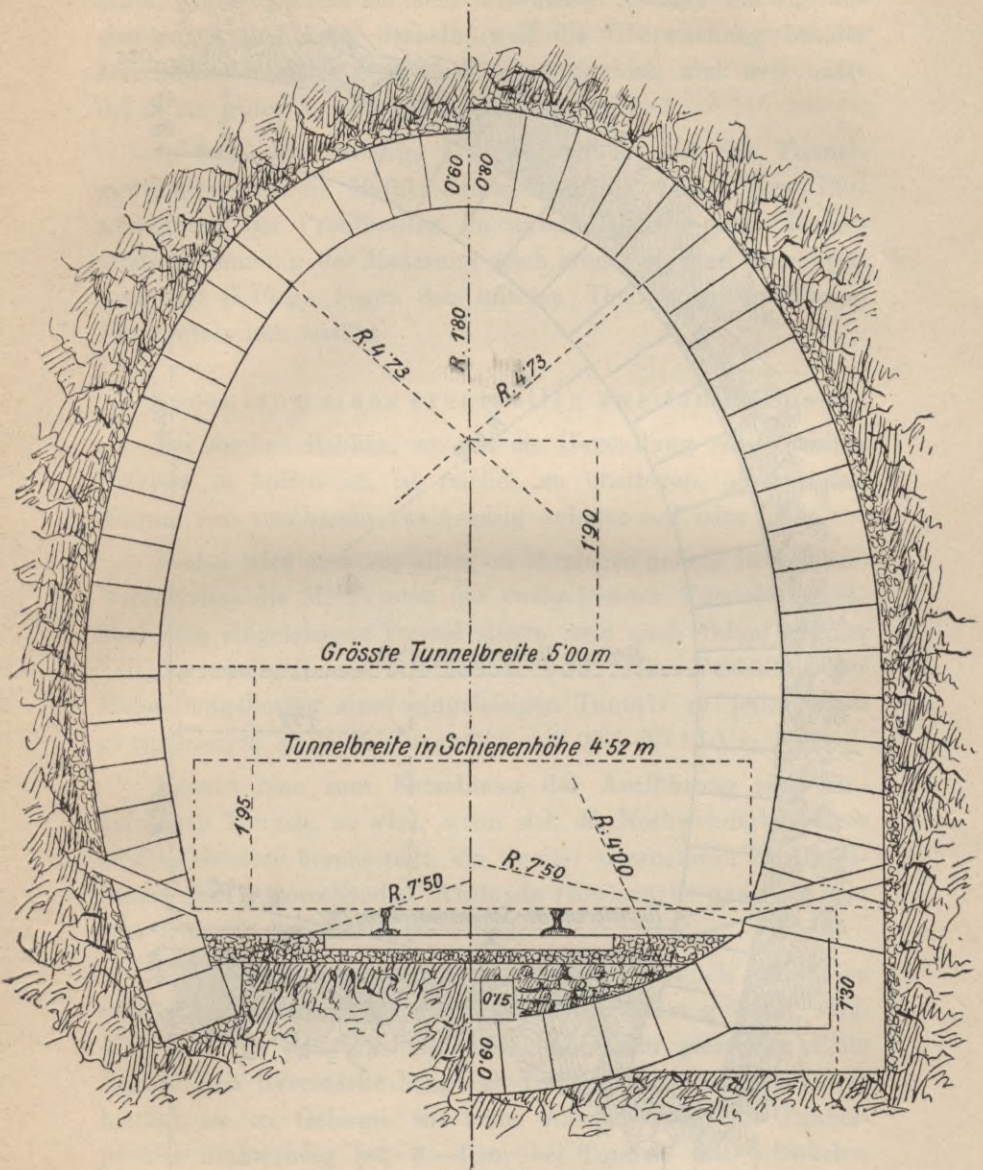
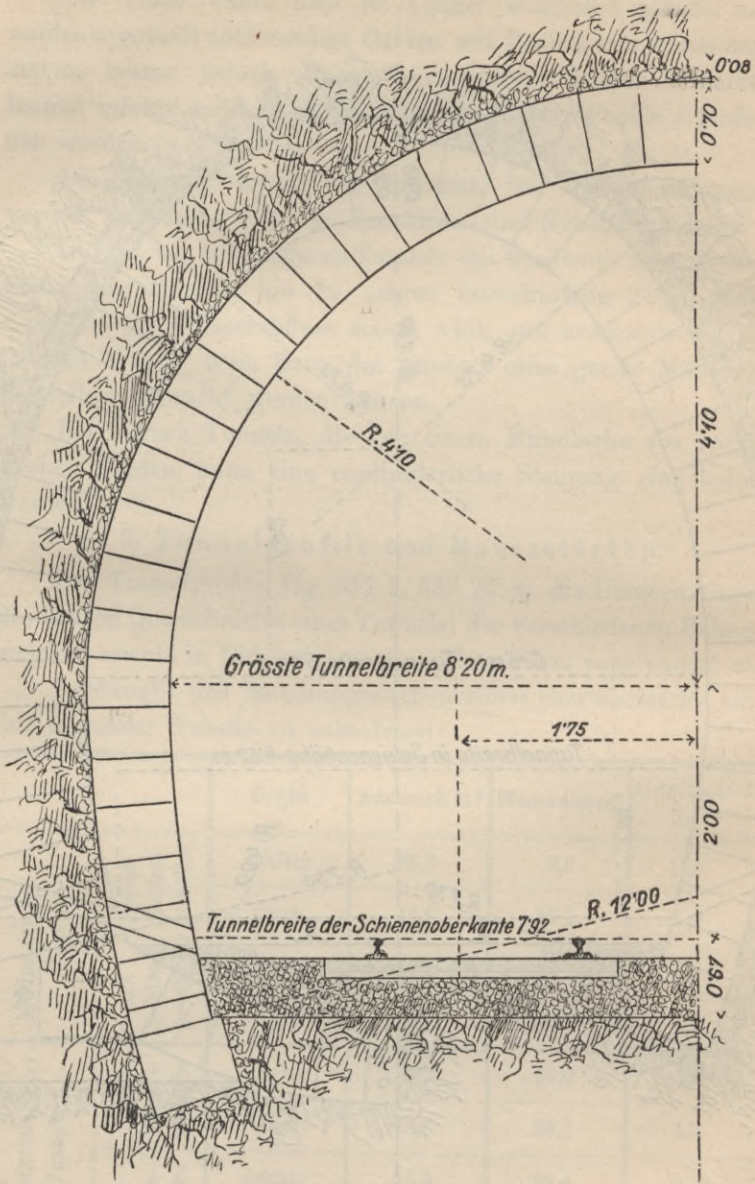


Fig. 358.





Die Mauerstärken, sowohl der Gewölbe als auch der Widerlager, werden selbst bei sehr schwachem Drucke mit 0,5 angenommen und zwar deshalb, weil die Überwachung bei der Durchführung der Arbeit eine schwierige ist, und weil unter 0,5 m ein guter Verband schwer erzielt wird.

Je fester das Gebirge ist, desto mehr soll das Tunnelgewölbe gegen die Halbkreisform überhöht sein. Eine Einschränkung der Profildreiten im unteren Theile durch fortgesetzte Krümmung der Mauerung nach innen ist dann begründet, wenn das Gebirge gegen den unteren Theil einen merkbaren Horizontalschub ausübt.

#### 4. Beachtung eines eventuellen zweiten Geleises.

Bei solchen Bahnen, wo auf die Herstellung eines zweiten Geleises zu hoffen ist, ist reiflich zu überlegen, ob man den Tunnel von vornherein zweigeleisig anlegen soll oder nicht.

Hiebei wird man vor allem zu überlegen haben, in welchem Verhältnisse die Mehrkosten des zweigeleisigen Tunnels gegenüber dem eingleisigen Tunnel stehen, und nach Ablauf welcher Zeit das zweite Geleise erforderlich wird. (Das Verhältniß der Herstellungskosten eines eingleisigen Tunnels zu jenen eines zweigeleisigen stellt sich ungefähr mit 0,6—0,7 : 1.)

Kommt man zum Entschlusse der Ausführung eines eingleisigen Tunnels, so wird, wenn sich die Nothwendigkeit eines zweiten Geleises herausstellt, ein zweiter sogenannter Zwillings-tunnel im entsprechenden Abstände (Kernstärke genannt) von dem früheren hergestellt.

Es ist bei der Projectierung des ersten Tunnels darauf zu sehen, dass die Lage der Achse desselben derart gewählt wird, dass sich für den Zwillings-tunnel noch ein passender Platz ergibt. Die Kernstärke hängt ab von der Gebirgsart und zwar beträgt sie im Gebirge, wo keine Ausmauerung des Tunnel-profiles nothwendig ist, 3—4 m, bei Tunnels mit schwacher Ausmauerung 5—7 m, bei Tunnels mit starker Ausmauerung 10—12 m.

Bei langen Tunnels (über 3000 m) ist es wegen der nothwendigen Ventilation praktisch, den Tunnel sofort zweigeleisig anzulegen; es ist ferner auch angezeigt, den Tunnel von Haus aus zweigeleisig herzustellen, wenn hoher Gebirgsdruck zu erwarten ist.

### 5. Wölbematerial.

Unter gewöhnlichen Druckverhältnissen genügt als Wölbematerial Ziegel und Bruchstein, während bei großem Drucke Quadern zur Anwendung gelangen müssen.

Die Ziegel sind jedoch stets nur im doppelt gebrannten Zustande als Klinker in Verwendung zu nehmen.

Die Bruchsteine, welche in Verwendung kommen, müssen eine entsprechende Festigkeit besitzen und dürfen nicht hygroskopisch sein. Entweder lassen sich die Bruchsteine in regelmäßigen passend dicken Schichten gewinnen oder müssen sie aus Massengestein (Granit, Gneis, Syenit) gebrochen werden, in welch' letzterem Falle das zur Ausführung gelangende Mauerwerk Cyklopenmauerwerk genannt wird.

Bei diesem Mauerwerke müssen die Steine derart zugearbeitet werden, dass keine Zwickel entstehen.

Die Quadern werden dem Tunnelprofil entsprechend zugearbeitet und als Laufer und Binder eingebaut.

### 6. Entwässerung des Tunnelmauerwerkes und Abwässerung des Tunnels. Nischen. Tunnelportal.

Früher war man bestrebt, das Tunnelmauerwerk durch eingemauerte Dachpappe vor der Einwirkung des Wassers zu schützen, doch wurden infolge des großen Druckes Löcher in derselben erzeugt und ihre Wirkung illusorisch gemacht.

Ferner baute man Cementdecken ein, aber auch diese wurden infolge der Setzung des Mauerwerkes unbrauchbar, indem sie Risse erhielten.

Der beste Schutz vor Wassereinwirkung ist folgender:

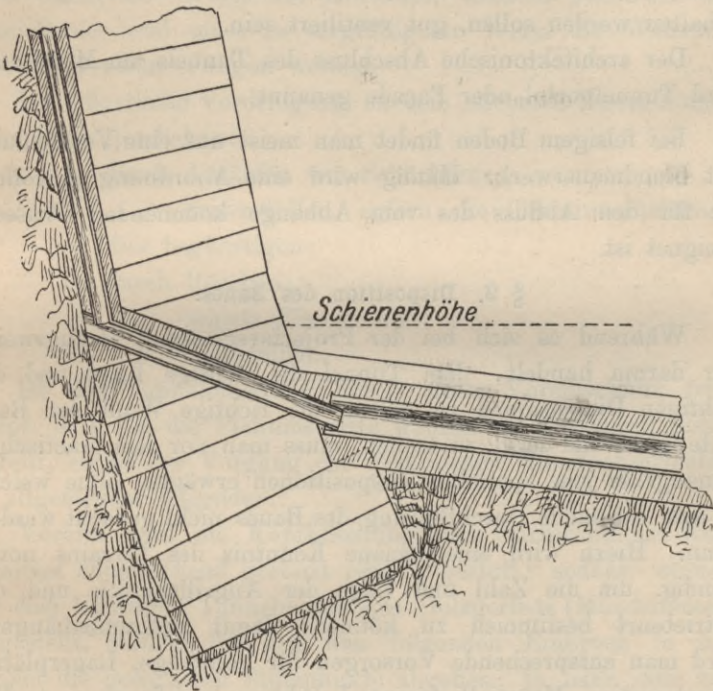
Das Mauerwerk wird aus nicht hydroskopischem Materiale in Cement hergestellt, über dem Gewölbe wird eine Trocken-



mauerung, besser aber auch eine Cementmauerung hergestellt, und trifft man hiebei an eine Stelle, wo sichtbar Wasser ausfließt, so leitet man dieses direct durch Röhren (Figur 59) in den Tunnel.

Das in den Tunnel geleitete Wasser wird durch einen Canal aus demselben entfernt.

Fig. 359.



Dieser Canal ist bei zweigeleisigen Tunnels in der Mitte, bei eingleisigen Tunnels seitwärts; die Dimensionen dieser Canäle sind im Minimum 0,5—0,8 m im Gevierte; bei großen Wassermassen richtet sich die Dimension des Canals nach der abzuführenden Wassermenge.

Damit sich die in einem fertigen Tunnel beschäftigten Aufsichtsorgane und Arbeiter vor einem herannahenden Zuge schützen können, werden in den Widerlagern zu beiden Seiten

Nischen ausgemauert, deren Entfernung auf einer Seite voneinander nicht mehr als 50—60 m betragen soll.

Ferner müssen schon bei 3000—5000 m langen Tunnels in Entfernungen von 1 km große Nischen, 3—4 m im Quadrate angeordnet werden, die den Namen Kammern führen und für die Aufbewahrung der Geräte und dgl. dienen.

Diese Kammern müssen vom anderen Tunnelraume durch Thüren getrennt und falls in denselben auch Menagen abgehalten werden sollen, gut ventiliert sein.

Der architektonische Abschluss des Tunnels am Mundloche wird Tunnelportal oder Façade genannt.

Bei felsigem Boden findet man meist nur eine Verkleidung mit Blendmauerwerk. Häufig wird eine Anordnung getroffen, die für den Abfluss des vom Abhange kommenden Wassers geeignet ist.

## § 2. Disposition des Baues.

Während es sich bei der Projectsverfassung vorzugsweise nur darum handelt, dem Tunnel die richtige Lage und die richtigen Dimensionen zu geben, die richtige Wahl der Baumaterialien und dergl. zu treffen, muss man vor dem practischen Bauangriffe jene speciellen Dispositionen erwägen, ohne welche an eine rationelle Durchführung des Baues nicht gedacht werden kann. Hiezu wird eine genaue Kenntnis des Terrains nothwendig, um die Zahl und Lage der Angriffspunkte und die Betriebsart bestimmen zu können; damit zusammenhängend wird man entsprechende Vorsorgen für Fahrwege, Lagerplätze, Bauutensilien, Materiallieferung, Lehrbögen und dergl. zu treffen haben.

### 1. Mundlochbetrieb.

Die Beschaffenheit und Festigkeit des auszugrabenden Gebirges, die Transportweite für die gewonnenen Massen, die Länge und Tiefe des Voreinschnittes, dann die Gestalt des Terrains sind Factoren, welche bestimmen, ob man ein oder beide Tunnelmündungen freilegt, oder ob man sich den Zutritt zu einer derselben auf andere Methoden verschafft.



Gelangt man zu der Entscheidung, den ganzen Voreinschnitt vollständig auszugraben, ehe der Tunnel begonnen wird, so fällt die Disposition rein in das Gebiet des Erdbaues.

Ergeben jedoch die localen Verhältnisse, dass der Einschnitt vor Beginn des Tunnelbaues nur theilweise hergestellt werden kann, oder dass man in künstlicher Weise zum Tunnelmundloche vordringen muss, so berühren die diesfälligen Dispositionen nicht allein das Gebiet des Erdbaues, sondern auch das des Tunnelbaues und muss in sorgfältigster Weise die Wahrung beider Interessen erwogen werden.

Die künstliche Vordringung zu dem nächsten Tunnelmundloche kann geschehen:

1. durch Abtäufen von Schächten;
2. „ Seitenstollen, sofern die Terrainverhältnisse dies begünstigen;
3. durch Röschen;
4. „ schiefe Ebenen und
5. „ Sohlstollen.

Ist die Tunnelmündung durch einen Voreinschnitt freigelegt, d. h. ist die Planumsbreite wenigstens annähernd fertig gestellt, so ist der Vorgang der bezüglichen Mundlocharbeiten im allgemeinen folgender:

Vorerst wird die Kopfböschung und Stirnwand des Einschnittes entsprechend geebnet resp. abgestuft; sodann werden vor dem künftigen Tunnelmundloche Holzgerüste (Mundzimmer) aufgestellt, welche für den nun folgenden Einbruch in den Tunnel die geeigneten Stützpunkte abgeben; je nach dem zur Anwendung gelangenden Bausysteme wird sodann ein Firststollen oder ein First- und Sohlstollen vorgetrieben, dann von diesem aus das Tunnelprofil ausgearbeitet, entweder durch Erweiterung des Firststollens oder durch Aufbruch von den Sohlstollen in den Firststollen oder es kann das ganze Tunnelprofil auf einmal ausgebrochen werden.

Sodann wird das Mundloch untermauert und damit zugleich oder nach Umständen in einem späteren Zeitpunkte diejenige Mauerung aufgeführt, welche die Façade bildet.

Der Mundlochbetrieb findet Anwendung, wenn:

1. der Tunnel eine so geringe Länge hat, dass der Angriff von einer oder beiden Tunnelmündungen völlig hinreicht, um den Bau rechtzeitig fertigstellen zu können.

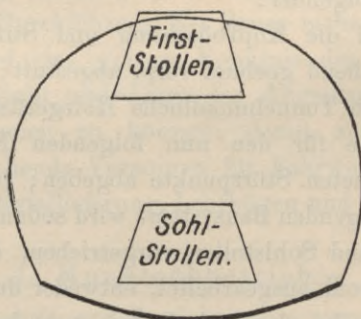
2. Wenn bei längeren Tunnels, bedingt durch die örtlichen Verhältnisse, sich nicht mehr Angriffspunkte, als die durch die zwei Mundlöcher gegebenen, schaffen lassen, oder wenn die Bildung von mehr Angriffspunkten nicht gerechtfertigt erscheint.

Ist die Planumsbreite des Voreinschnittes nicht wenigstens annähernd fertiggestellt, so ist der Betrieb durch Einschnittstollen und Einschnittschlitze (Rösche) oder über schiefe Ebenen im Einschnitte einzuleiten um zum zukünftigen Mundloche gelangen zu können.

## 2. Stollenbetrieb.

Wird vor der eigentlichen Herstellung des Tunnels im zukünftigen Tunnelprofile ein Stollen und zwar ein Firststollen unter dem Tunnelfirste oder ein Sohlstollen über der Sohle des Tunnels oder beide getrieben (Fig. 360), so kann man sich für die Herstellung des Tunnels beliebig viele Angriffspunkte schaffen.

Fig. 360.



Der Firststollen ist für die Strossenbildung unbedingt notwendig.

Die Anlage des Sohlstollens hat zwar den Nachtheil, dass man neben dem Firststollen noch einen zweiten Stollen zu treiben hat, verbindet mit sich aber die großen Vortheile einer



gediegenen Entwässerung, einer einheitlichen permanenten Förder-  
sohle in der Höhe der Gradiente, und ferner hat man bei ma-  
schineller Bohrung eine unveränderte Lage der Rohrleitungen.

Es empfiehlt sich bei langen Tunnels First- und Sohl-  
stollen, bei kurzen trockenen Tunnels dagegen nur Firststollen  
anzuordnen.

### 3. Fördereinrichtung.

Damit die Förderung der im Tunnel gewonnenen Erd-  
materialien durch die Stollen anstandslos bewerkstelligt werden  
kann, müssen dieselben entsprechende Dimensionen besitzen.

Diese sind für zwei Transportseile bei 0,75 m Spur  
practisch mit 2,75 m Breite und 2,50 Höhe anzunehmen. Bei  
Anwendung von Schub- und Kippkarren sind die Dimensionen  
diesen anzupassen.

Als Motoren sind bei kurzen Tunnels Menschen, bei bis  
1000 m langen Tunnels Pferde, bei über 1000 m langen Tunnels  
Locomotiven anzuwenden.

Mit Rücksicht auf die Rauch- und Dampfentwicklung der  
gewöhnlichen Locomotive, welche in dem geschlossenen Tunnel-  
raume auf die darin Beschäftigten sehr ungünstig einwirkt, hat  
man als Fördermaschinen feuerlose Locomotiven verwendet.

Da man aber bei diesen Maschinen von der Speisestelle  
abhängig ist und es vorkommen kann, dass man diese nicht  
immer rechtzeitig erreicht, hat man beim Bau des Arlberg-  
tunnels die Kraus'sche Fördermaschine verwendet.

Das Förderseil ist in der Regel so herzustellen wie am  
Tage, nur wird man häufig, um einen geeigneten Wasserabfluss  
zu erzielen, unter der Seilemitte einen Wasserabzugsgraben  
anordnen.

Die Leistung der Förderung im Stollen wird im allgemeinen  
60 % jener am Tage betragen.

### 4. Bauangriff durch Schächte.

Durch Abteufen von Schächten kann man sich ebenfalls  
Angriffspunkte für die Herstellung von Tunnels schaffen. Diese

Schächte dienen entweder für interimistische Zwecke oder für den Vollbetrieb (definitiven Betrieb).

Im ersteren Falle erfolgt das Abteufen nur, um Vorbereitungen für den Tunnelbau (Herstellen des Sohlstollens etc.) zu treffen oder um untergeordnete Tunnellängen herzustellen. Im zweiten Falle erfolgt der Bau des Schachtes, um durch ihn einen bedeutenden Theil der Tunnellänge auszubauen.

Diese Art der Herstellung wird sich empfehlen, wenn man für den Betrieb der Bohrmaschinen nicht genügend Wasser hat, wodurch der Baufortschritt des Stollens oder Tunnels vom Mundloche aus zu langsam wäre.

Diese Schächte hatten früher auch den Zweck der Ventilation; später hat jedoch die Erfahrung gelehrt, dass diese infolge des herrschenden Wetters auch ohne Schächte erzeugt wird.

Schächte für interimistische Zwecke haben auch entsprechend geringere Dimensionen als jene für den Vollbetrieb.

Der Querschnitt derselben beträgt  $4 \text{ m}^2$  und ist in folgende Theile (Trume) untertheilt und zwar in: einen Kübeltrum, einen Fahrtrum und einen Pumpentrum.

Das Schachtprofil für den Vollbetrieb beträgt  $12 \text{ m}^2$  und wird in zwei Kübel- oder Fördertrume, einen Bremstrum, einen Fahrtrum und einen Pumpentrum eingetheilt.

In dem Fördertrume erfolgt der Transport der Erdmaterialien, im Bremstrume das Hinablassen der Baumaterialien, im Fahrtrum das Auf- und Niedersteigen der Arbeiter und im Pumpentrum die Ab- und Zuführung von Wasser und dgl.

Für den Transport des gewonnenen Erdmaterials dienen Kübel, an einem Seile befestigt, die mittelst Haspel oder Göpel in die Höhe gezogen werden, oder Rollbahnwagen, welche in eigene Schalen gestellt und ebenfalls mittelst Göpel zutage gebracht werden.

##### 5. Bauangriff durch Seitenstollen oder Hilfsstollen.

Unter einen Seitenstollen- oder Hilfsstollenbetrieb versteht man jenen Betrieb, bei welchem das gewonnene Haufwerk



durch Stollen oder Strecken gefördert wird, welche rechtwinklig oder schräg gegen die Tunnelmittellinie getrieben worden sind.

### § 3. Betrieb des Baues.

#### 1. Eintheilung der Ringe.

Für den Betrieb des Baues wird das Tunnelprofil in Theile getheilt, welche, dem Bausysteme entsprechend, der Reihe nach in Angriff genommen werden. Z. B. Fig. 361—363.

Der Länge nach wird der Tunnel für den Ausbau in Ringe getheilt, in welchen man derart arbeitet, dass die Arbeiten im vorhergehenden Ringe die Vorbereitungen für jene im folgenden sind. (Fig. 364.)

Die Länge der Ringe (5—8 m) richtet sich nach den Druckverhältnissen und nach der Länge des verfügbaren Holzes.

Im 5. Ringe erfolgt der Vortrieb des Firststollens, im 4. Ringe die Bildung einer Stroße, im 3. Ringe die Aushebung des ganzen Tunnelprofils, vollkommene Ausrüstung mit Lehrbögen und theilweise Mauerung der Tonne und Widerlager, im 2. Ringe erfolgt die Ausmauerung der Tonne und Widerlager, dann Beginn des Sohlengewölbes, wenn ein solches projektiert wurde und im 1. Ringe erfolgt die vollständige Fertigstellung des Ringes.

Eine andere Ringeintheilung wird Platz greifen bei zuerst fertiggestellten Sohlstollen.

#### 2. Bergmännische Zimmerung.

Unter Zimmerung im Tunnelbaue, Bölzung genannt, versteht man die Ausstüzung eines unterirdischen Raumes mit Holzwerk.

Wenngleich das Tunnelprofil von viel größeren Dimensionen ist, als jenes irgend eines bergmännischen Stollens, so wird doch die Bölzung auf die erprobten Errungenschaften der Grubenzimmerung basieren und ist daher die Kenntnis dieser um so nothwendiger, da man ja im Tunnelbaue ebenfalls Stollen und Strecken aufzufahren und auszubölzen haben wird.

Die bei der Grubenzimmerung gebräuchlichen Ausdrücke finden auch beim Tunnelbaue Anwendung und wird man daher das Ende eines Stollens (Strecke) Ort, die Decke Dach, die Firste oder auch Förste nennen.

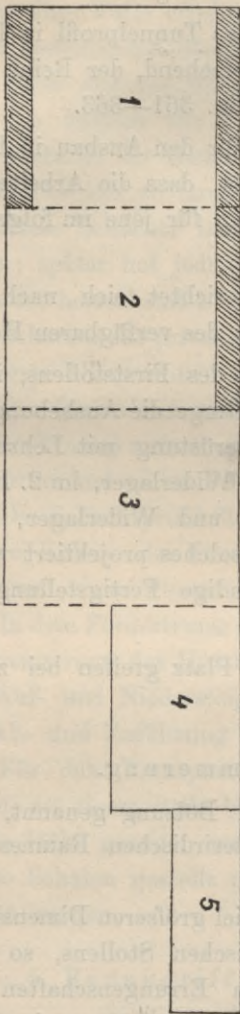


Fig. 364.

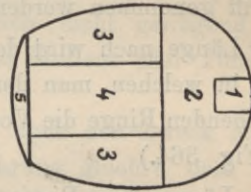


Fig. 361.

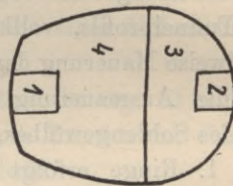


Fig. 362.

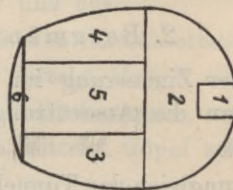


Fig. 363.

Die Seitenwände heißen Seitenstöße oder Ulme und der Fußboden des Baues die Sohle.



Die gegen das Hereindringen des Gebirges angebrachten Schwarten, Bretter, Bohlen und Pfosten heißen Pfähle und die dadurch geschützte Wand verpfählte Wand.

Fig. 365.

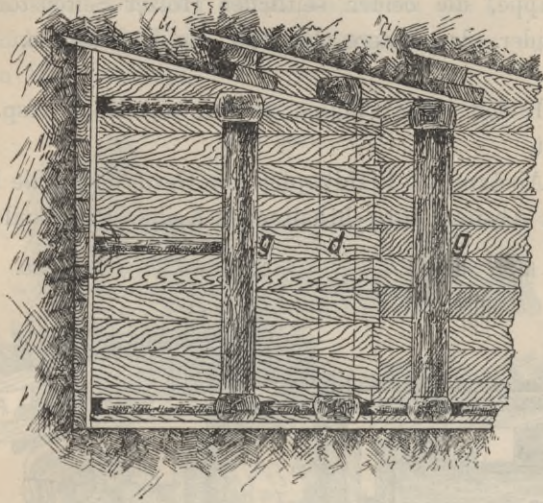
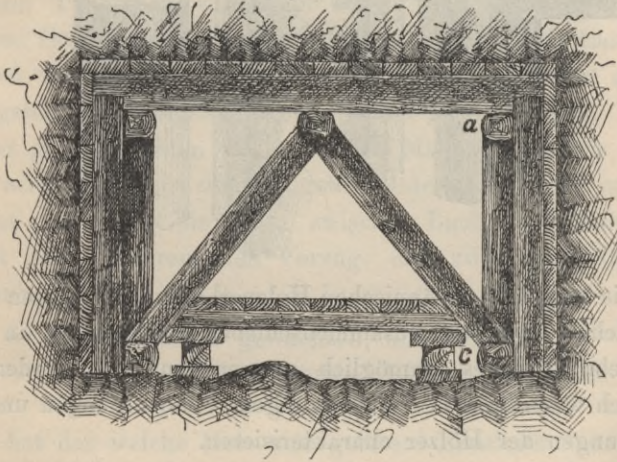


Fig. 366.



Zur Unterstützung der Pfähle dient bei Stollen das Geviere, Thürstock oder Zimmer g (Fig. 365), bei Schächte der Kranz. Der Theil zwischen zwei aufeinanderfolgenden Unterstützungen heißt Verzug.



Constructions, welche zur Verstärkung der Geviere dienen, heißen Böcke a c (Fig. 366) oder Gespärre mit Unterzüge (Fig. 366) oder ohne solche (Fig. 370).

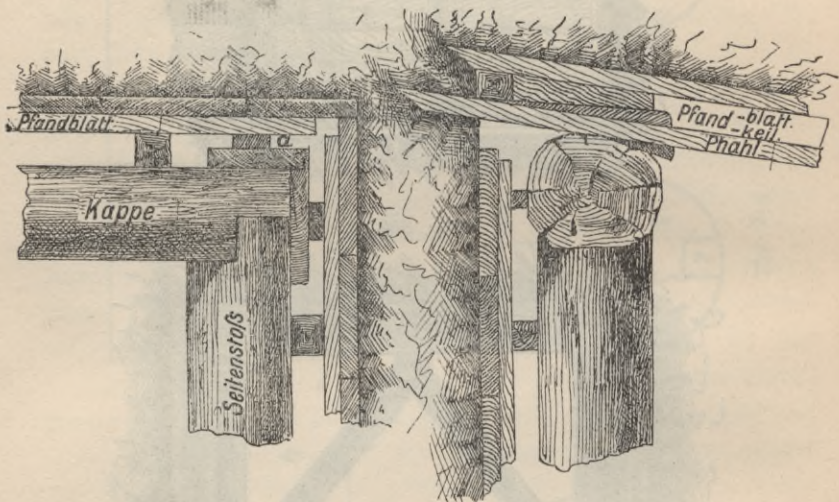
Das obere, die Firste stützende Querholz eines Zimmers heißt Kappe, die beiden seitlichen Hölzer Seitenstöße, Seilen oder Ständer, das untere Querholz die Grundsohle. (Fig. 367 und 368).

Die Enden eines Pfahles werden mit Kopf resp. Schwanz bezeichnet.

Der Abstand des Pfahlkopfes vom Geviere wird die Pfändung, die diesen Abstand aufrechthaltenden Keile a Pfandkeile genannt.

Fig. 367.

Fig. 368.



Die bergzimmermännischen Holzverbindungen müssen darauf eingerichtet sein, ein Zusammenschieben der Böhlung in Folge des Gebirgsdruckes unmöglich zu machen und werden sich demnach wesentlich in Verspreizungen, Verspannungen und Verklemmungen der Hölzer charakterisieren.

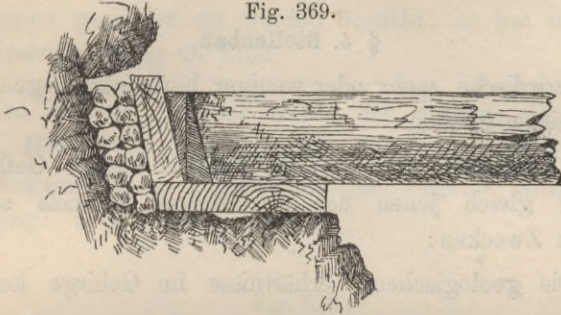
Die Hölzer, am besten mit runden Querschnitten, sollen nicht unnothwendig durch Bearbeitung geschwächt werden und ihre Anordnung soll so sein, dass die Zimmerung in jeder Spannung dem Gebirgsdrucke gemeinsam Widerstand leiste, dass



trotz leicht lösbarer Verbindungen ein selbstthätiges Lostrennen nicht eintrete, und dass durch ein Auswechseln oder Entfernen eines Holzes nicht die Umsetzung anderer erforderlich wird.

Die Verbindung des Zimmerungsholzes mit dem Gesteine erfolgt (Fig. 369) entweder durch Anpressen des Holzes an die Gesteinswände mittels Keile und Bergversatz oder durch Eintreiben von Holz und dgl.

Fig. 369.



### 3. Wahl der Hölzer.

Beim Tunnelbau wird man wegen der Masse des nothwendigen Holzes und der erforderlichen Raschheit der Lieferung desselben vornehmlich an die nächste Umgebung oder an die ergiebigsten und billigsten Bezugsquellen gewiesen sein.

Der großen Kosten wegen, die die Masse des Holzes verursacht, wird man stets zum billigsten Materiale greifen müssen.

Hat man indes die Wahl zwischen Laub- und Nadelholz, so gibt man letzterem den Vorzug, und zwar aus folgenden Gründen:

1. ist es geradliniger gewachsen, als Laubholz;
2. ist das weiche Holz bedeutend leichter und somit besser handbar;
3. hat das weiche Holz eine gröfsere Elasticität und zeigt einen übermäfsigen Druck längere Zeit vor dem Bruche durch Ausbiegen an und
4. stockt hartes Holz in unterirdischen Räumen viel eher, als weiches.

Unter den Nadelhölzern gibt man wieder der Tanne und Fichte den Vorzug vor der Kiefer.

Der kurzen Verwendungsdauer des Holzes beim Tunnelbau wegen ist es nicht nothwendig, dasselbe unbedingt in der saftfreien Zeit zu fällen.

Das zur Verwendung gelangende Holz muss abgeschält oder wenigstens abgefleckt werden.

#### § 4. Stollenbau.

Unterirdische, mehr oder weniger horizontal liegende Hohlgänge heißen Stollen.

Im Tunnelbau dienen die Stollen, deren Gefälle und Richtung gleich jenen des zukünftigen Tunnels sein soll, folgenden Zwecken:

1. Die geologischen Verhältnisse im Gebirge kennen zu lernen;
2. zur Entwässerung des Gebirges;
3. zur genauen Absteckung der Tunnelachse;
4. um eine gröfsere Zahl von Angriffspunkten zu schaffen und
5. um die Aufsicht über die Arbeiter leichter führen zu können.

##### 1. Allgemeines über den Ausbau der Stollen.

Jene Construction, welche die Sicherung des Stollens gegen Einsturz zum Zwecke hat, nennt man den Stollenausbau.

Jeder Stollenausbau muss mit Rücksicht auf die Druckverhältnisse dimensioniert und versteift sein.

Dementsprechend kann es auch vorkommen, dass im festen Gesteine liegende Stollen gar keinen Ausbau benöthigen, während bei cohäsionslosen Massen diesem die größte Sorgfalt zugewendet werden muss.

Im allgemeinen wird man zwei Gattungen des Ausbaues zu unterscheiden haben, und zwar die Anlegezimmerung im festen und die Getriebezimmerung im druckreichen Gebirge.



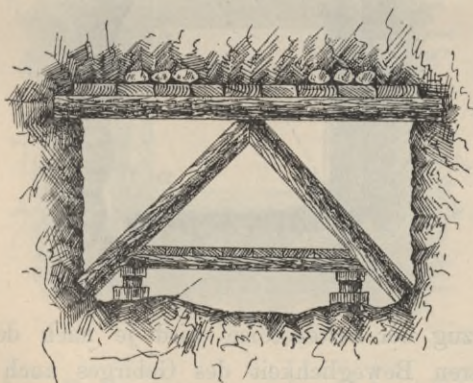
### a. Stollenzimmerung im festen Gebirge (Anlege-Zimmerung).

Wird das Gebirge zuerst auf eine, den Festigkeitsverhältnissen entsprechende Tiefe ausgehöhlt und dann erst die Pfähle an die Wände angelegt, so wird diese Zimmerung Anlege-Zimmerung genannt.

Ist die Haltbarkeit des Gesteins derart, dass nur die Firste mit Kappen gesichert zu werden braucht, so hat man es mit einer Firstzimmerung zu thun.

Wird in Folge großer Breite des Stollens durch schiefstehende Hölzer (Sparren genannt) eine Mittelunterstützung der Kappe angeordnet, so kommt man zum Begriffe einer Sparrenzimmerung. (Fig. 370.)

Fig. 370.



Die meist aus runden Hölzern bestehenden Theile eines Thürstockes werden am Tage abgebunden, d. h. entsprechend dem auf einem Aufrissboden aufgetragenen Lichtraumprofile des Stollens zugeschnitten.

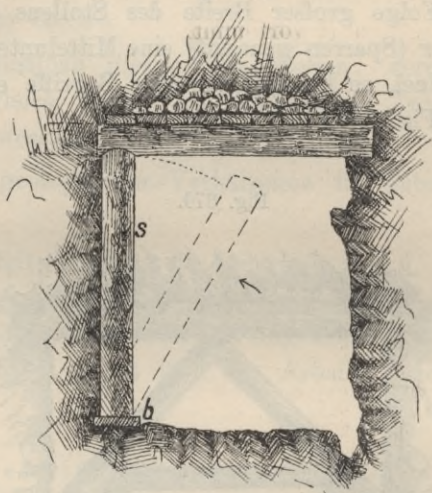
Die Längensmitte der Kappschwelle jedes Thürstockes muss behufs Einhaltung der Richtung beim Baue mit einem Sägeschnitte bezeichnet werden.

Die Ständer oder Stempel *s* stützen meist ihren Fuß auf ein Bodenstück *b* (Fußpfahl), Fig. 371, um den Druck auf eine größere Fläche zu vertheilen.

Um eine Verschiebung der Thürstücke in der Längsrichtung zu verhindern, sind ebenfalls Versteifungen in diesem Sinne anzuordnen.

Beim Mundloche wird der horizontale Schub durch Streben auf das Terrain übertragen.

Fig. 371.



Der Verzug der Seitenstöße wird je nach der größeren oder geringeren Beweglichkeit des Gebirges auch mehr oder weniger dicht ausgeführt und kann sogar in eine Verpfählung übergehen.

Wenn der Gebirgsdruck so groß ist, dass ein Verdrehen oder Verschieben des Einbaues zu befürchten wäre, so verstärkt man denselben durch Anordnung eines Doppelgeviere *a*. (Fig. 372.)

Die Entfernung der Geviere von einander wird je nach dem Drucke bis 1,5 m bemessen.

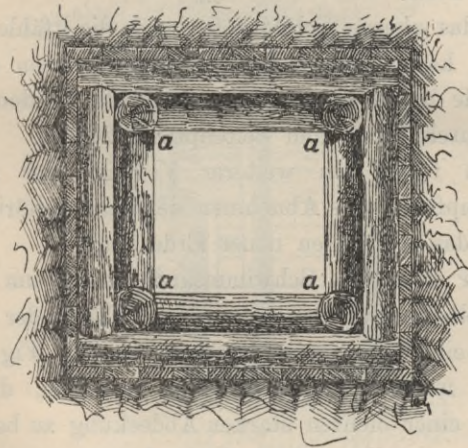


### b. Stollenzimmerung im beweglichen Gebirge (Getriebe-Zimmerung).

Beim Baue im schwimmenden Gebirge, unter welchem man ein Gebirge versteht, bestehend aus feinen, unter einander losgetrennten Theilchen, die derart mit Wasser durchzogen sind, dass sie einen flüssigen Brei bilden, oder im druckreichen Gebirge überhaupt wird die Getriebezimmerung angewendet.

Darunter versteht man jene Zimmerung, bei der man vor der Aushöhlung Pfähle in das Gebirge eintreibt, sich also den Umfang des auszuhöhlenden Raumes sichert und die Aushöhlung selbst nur immer in einzelnen Bretterbreiten, stets geschützt durch das Schild oder die Brust, d. s. vorgesprenzte Bretter (Zumachbretter genannt) vornimmt.

Fig. 372.



Neben den Hauptgeviere, auf welchen Schwanz, resp. Kopf der Pfähle aufruhn, werden bei der Getriebezimmerung noch Mittel- oder Hilfsgeviere d (Fig. 365) nothwendig, welche in der Hälfte des letzten Verzuges aufgestellt und zur Führung und Unterstützung der Pfähle dienen. Nach Ausbau des Hauptgeviere wird das Mittelgeviere wieder entfernt, um bei weiterem Vortriebe wieder verwendet zu werden.

Damit die Pfähle des folgenden Verzuges beim Eintreiben nicht durch jene des vorhergehenden gehindert sind, müssen

diese so weit vom Thürstocke abstehen, dass ein leichtes Durchschieben der Pfähle für den folgenden Verzug ermöglicht ist. Die Herstellung dieses nothwendigen Zwischenraumes zwischen Pfahl und Thürstock erfolgt durch das Pfandblatt (ein Brett längs der Kappe und den Ständern) und die Pfandkeile. (Fig. 367, 368).

Die am Stollenfirse anzuwendenden Pfähle müssen derart trapezförmig abgebunden werden, damit der vorhin erwähnte nothwendige Raum auch bei den Seitenstößen eingehalten werden kann.

Das Vortreiben der Pfähle beginnt an den Firstecken gegen die Mitte des Firstes; sind alle Firstpfähle gleichweit auf eine Strecke vorgetrieben, so erfolgt der Vortrieb der Seitenpfähle auf dieselbe Tiefe.

Sobald das oberste Schildbrett durch die Pfähle vollkommen umfaßt ist, kann es nach Lüftung der Spreizen abgenommen und die Erde davor so weit weggeschafft werden, als es die Sicherung durch First- und Seitenpfähle zuläßt.

Darnach findet ein weiterer Vortrieb der zweiten und dritten Seitenpfähle, das Abnehmen der dazu gehörigen Zumachbretter und das Abräumen neuer Erde statt.

Bei sehr flüssigem Schwimmsande muss, um ein Emporquellen desselben zu verhindern, die freie Fläche der entstehenden Stufe durch ein Stufenbrett abgedeckt werden (Fig. 373).

In den meisten Fällen wird es genügen, die Sohle des Stollens mit einer dichten starken Abdeckung zu belegen; sollte aber das Hervorquellen sehr bedeutend sein, so muss die Sohle gerade so vorgetrieben werden, wie die Firse und Seitenstöße.

Wenn der Verzug bis auf die halbe Länge des Pfahles vorgetrieben ist, wird das Mittelgeviere (Fig. 373) aufgestellt. Um beim Hauptgeviere den nöthigen Raum für die Anbringung der Pfandkeile zu erlangen, werden die Mittelgeviere dementsprechend etwas höher gehalten als die Hauptgeviere.

Durch die Unterkante des vorhergehenden Hauptgeviere und die Oberkante des Hilfsgeviere erhalten die Pfähle ihre neue Führung.

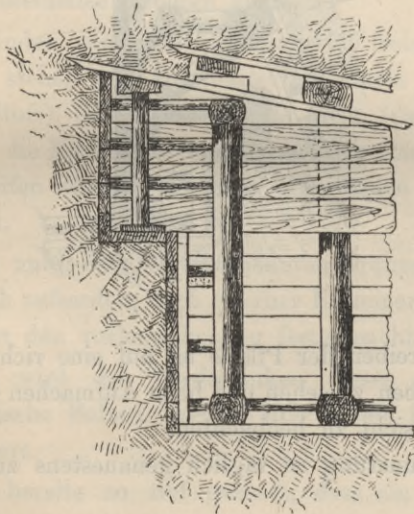


Ist die ganze Verzugslänge ausgebaut, so wird vor Ort das Hauptgeviere aufgestellt, das Hilfszimmer entfernt, um es beim nächsten Verzuge wieder zu verwenden.

Nicht immer wird im schwimmenden Gebirge der Vorgang des Ausbaues sich in den eben besprochenen regulären Grenzen bewegen, es werden vergrößerte Schwierigkeiten eintreten und zwar insbesondere beim Abbauen des Ortsstosses oder der Brust.

Bei breiten Stollen wird man in diesem Falle die Zumachbretter nicht mehr aus einer Länge quer über die Brust bestehen lassen, sondern in entsprechend langen Stücken herstellen.

Fig 373.



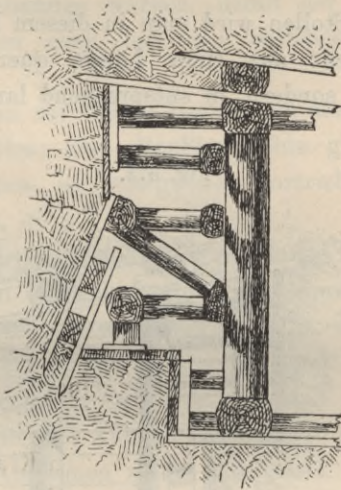
Erreicht das Gebirge in seiner Überwindung eine solche Stufe, dass das Ort mit den Zumachbrettern nicht mehr niedergebracht werden kann, weil durch die Hinwegnahme eines Zumachbrettes schon ein zu großer Raum für das Ausrinnen entstehen würde, so muss, wie Fig. 374 zeigt, die Brust selbst abgetrieben werden.

Bei der Getriebe-Zimmerung ist im wesentlichen auf Folgendes zu achten:

1. Schon 2—3 Verzüge vor dem Übergange in das druckreiche Gebirge ist mit der Getriebezimderung zu beginnen.

2. Die Pfähle sollen astfrei und gut gefugt sein, eventuell sind für gute Dichtung Vorkehrungen zu treffen (Dichtung der Fugen mit Moos, Stroh, Mist etc.).

Fig. 374.



3. Beim Treiben der Pfähle ist auf eine richtige und gute Führung derselben zu sehen und beim Aufmachen des Ortsstofses die größte Vorsicht zu beobachten.

4. Die Zimmerung ist täglich genauestens zu untersuchen.

### § 5. Schachtbau.

Die Schächte werden je nach dem Zwecke in Schächte für interimistische Zwecke und für den Vollbetrieb eingetheilt; außerdem unterscheidet man noch seigere und tonlägige Schächte, je nachdem sie vertical oder schief zur Teufe gehen.

Die Gewinnungsarbeiten in einem Schachte sind viel schwieriger und zeitraubender als jene vor einem vertical stehenden Orte, da die Beengung des Raumes und andere Erschwernisse (als Zutritt von Wasser, Entfernen der Arbeiter beim Schiefsen,



gebückte Stellung der Arbeiter, Schwierigkeit der Auszimmerung etc.) das Niedergraben verlangsamten.

Beim Abteufen sind zweierlei Gebirgsarten zu unterscheiden und zwar eine solche, welche die Anlegezimmerung gestattet, und eine, welche die Getriebezimmerung fordert.

### 1. Schachtzimmerung im festen Gebirge (Anlegezimmerung).

Für die Anlegezimmerung werden zunächst die Schachtkränze sorgfältig abgebunden und die einzelnen Theile bezeichnet.

Auf der Innen- und Außenseite werden die Hölzer geradlinig beschlagen, so dass ein Einbauen der Kränze nach dem Loth- und Winkelmaße erfolgen kann.

Beim Abbinden von Schachtkränzen für festes Gebirge lässt man Vorköpfe stehen und überplattet bei einem die Kappe (das ist der kurze Stofs), beim nächsten die Joche (das ist der lange Stofs), so dass die Köpfe abwechselnd bei den einen und anderen Wänden eingreifen können, wodurch eine Stütze für die Kränze geschaffen wird.

Teuft man unter dem letzteingebauten Kranze weiter ab, so bedient man sich außerdem noch eiserner Klammern, mit welchen dieser Kranz an den vorhergehenden festgemacht wird.

Außerdem wird das Niedersinken dieses Kranzes noch durch provisorische Bolzen, welche sich an die jeweilige Sohle stützen, gehindert.

Hat man bereits so tief geteuft, dass ein neues Geviere eingebaut werden muss, so wird die Sohle an jenen Stellen, wohin der neue Kranz zu liegen kommt, geebnet und das vorherige Geviere durch Unterzüge gestützt.

Ist der neue Kranz gelegt, so wird er wie der frühere befestigt und die Sprengbolzen zwischen diesem und dem vorhergehenden stramm eingespannt und der Unterzug entfernt.

Je nachdem die Geviere ähnlich, wie bei Blockhäusern, unmittelbar übereinander gelegt sind, oder ob sie durch Bolzen auf eine bestimmte Entfernung voneinander abgehalten werden,

unterscheidet man die Schrottzimmerung und die Bolzenschrottzimmerung.

Hierauf werden mit Aufrechterhaltung der Pfändung die Umfangspfähle hinter die Kränze des fertigen Verzuges gebracht und der leere Raum hinter diesem mit Berg versetzt.

Wegen der Vorköpfe der Geviere müssen die Eckpfähle entsprechende Ausnehmungen haben und zuerst eingebaut werden.

Die schliesslich vorzunehmende Arbeit besteht in dem Einbaue der Einstriche, d. s. die Scheidewände, welche das Schachtprofil in Trume theilen.

Dieselben werden in der Regel vorerst provisorisch und nicht an jenen Stellen errichtet, wohin später die definitiven Einstriche zu stehen kommen.

Mit dem Einbaue der definitiven Einstriche beginnt man erst dann bis ein gröfserer Theil des Schachtes hergestellt ist.

Befindet man sich in weniger consistentem Gebirge, welches jedoch die Anlegezimmerung noch gestattet, so nützt das Einbühnen der Vorköpfe der Geviere nichts mehr und muss bereits eine Vorwandruthung platzgreifen.

Erreicht man aber in einem solchen Gebirge eine feste Steinschichte, so muss dieselbe unbedingt zur Tragung der oberen Schachtzimmerungslast durch Anwendung tief eingreifender Tragestempel ausgenützt werden.

## 2. Schachtzimmerung im beweglichen Gebirge. (Getriebe-Zimmerung.)

Liegt der Fall vor, dass schwimmendes oder druckreiches Gebirge erwartet wird, so ist eine Voruntersuchung mittels Abbohren dringend geboten.

Befindet sich das schwimmende Gebirge in geringer Mächtigkeit oben am Tage, so wird es oft vortheilhaft sein, eine gröfsere, gebölzte Baugrube, die bis zum festen Gebirge reicht, auszuwerfen, darin eine Schachtzimmerung aufzustellen und die Böschungsräume mit trockenem Gebirge auszufüllen.

Fährt man im Verlaufe des Abteufens schwimmendes Gebirge an, so ist vor allem nöthig, dass die obere Schacht-



zimmerung gegen Drehung und Senkung durch Einbau von Wandruthen, Tragstempeln und dgl. geschützt wird.

Nach dieser Sicherung erfolgt die Bedeckung der Sohle mit Sohlenbrettern bis zur Aufsenkante der Geviere.

Damit die Pfähle ringsum gut anschliessend vorgetrieben werden können, dürfen bei den Kränzen keine Vorköpfe in's Gebirge eingreifen.

Der kurze Stofs, das ist die Kappe, ruht hier immer auf dem langen Stofse, das ist dem Joche auf und ist mit diesem durch Blattung bündig.

Vor dem eigentlichen Abteufen muss das Vorgestümpfe, das ist eine Vertiefung in der Schachtsohle hergestellt werden.

Dieses Vorgestümpfe hat den Zweck der Entwässerung, resp. Abseigung der übrigen Schachtsohle, indem das Wasser, welches sich in demselben sammelt, durch Pumpen gehoben und aus dem Schachte entfernt wird.

Nun kann das eigentliche Schachtabteufen, das Anstecken der Pfähle beginnen.

Dieselben erhalten ihre Führung durch die Innenkante eines Hilfs- oder Einwechseljoches und der Aufsenkante des unteren Hauptjoches.

Sind die Pfähle entsprechend weit vorgetrieben, so wird ein Theil der Sohlenabdeckung entfernt und bei weiterem Vortreiben der Pfähle die Schachtsohle schichtenförmig niedergebracht.

Bei erreichtem Vortriebe einer halben Pfahllänge wird ein neues Einwechseljoch eingebaut, dem später nach erfolgtem Vortriebe der ganzen Pfahllänge das Hauptjoch folgt.

Sobald ein neuer Kranz gelegt ist, wird eine provisorische Verwandruthung vorgenommen, um denselben vor Senken und Verschieben zu schützen.

Sind mehrere Schachtkränze eingebaut, so wird das Abteufen auf einige Zeit sistiert. Während dieser Zeit erfolgt die definitive Verwandruthung.

Kann man auf diese Art die Abteufung nicht bewerkstelligen, so müssen entsprechende Vorkehrungen zur Beseitigung des zufließenden Wassers getroffen werden.

### § 6. Tunnel-Bausysteme.

Die Anforderungen, welche an ein Tunnelbausystem zu stellen sind, bilden neben der Rücksichtnahme auf grösste Sicherheit, auf billige Ventilation und Wasserhaltung eine Vereinigung von Regeln für die Gewinnung und Förderung der Berge, für die Auszimmerung des Raumes und für die Durchführung der Wölbung.

Hierauf bezugnehmend, soll bei einem brauchbaren Systeme die Wasserhaltung und Ventilation leicht und billig zu bewerkstelligen sein. Das Bausystem soll die billigste Gewinnung und Förderung der Massen gestatten und keine grossen Gebirgsflächen direct erschliessen, um einen übermässig grossen Gebirgsdruck zu vermeiden. Die Böhlung muss Starrheit besitzen, in jeder Gebirgsart anwendbar sein, darf die Aufmauerung nicht hindern und keine Concentration des Gebirgsdruckes zur Folge haben.

Da sich die Tunnelbaukunst in allen Culturländern fast zu gleicher Zeit Bahn gebrochen hat, haben sich daher auch mehrere Bausysteme gebildet und zwar:

- a) Das alte deutsche System
- b) „ belgische „
- c) „ englische „
- d) „ österreichische „
- e) „ neue deutsche „ und schliesslich
- f) „ Eisenbau-System.

#### a) Das alte deutsche System.

Das alte deutsche System charakterisiert sich, wie Fig. 375 zeigt, durch Aushöhlung und Ausböhlung jenes Raumes, der zur Aufnahme des Mauerwerkes bestimmt ist und durch vorläufiges Stehenlassen eines Mittelkernes, gegen welchen sich die Hölzer h der Ausböhlung stützen.

Nach Herstellen des Mauerwerkes wird dieser Kern entfernt.

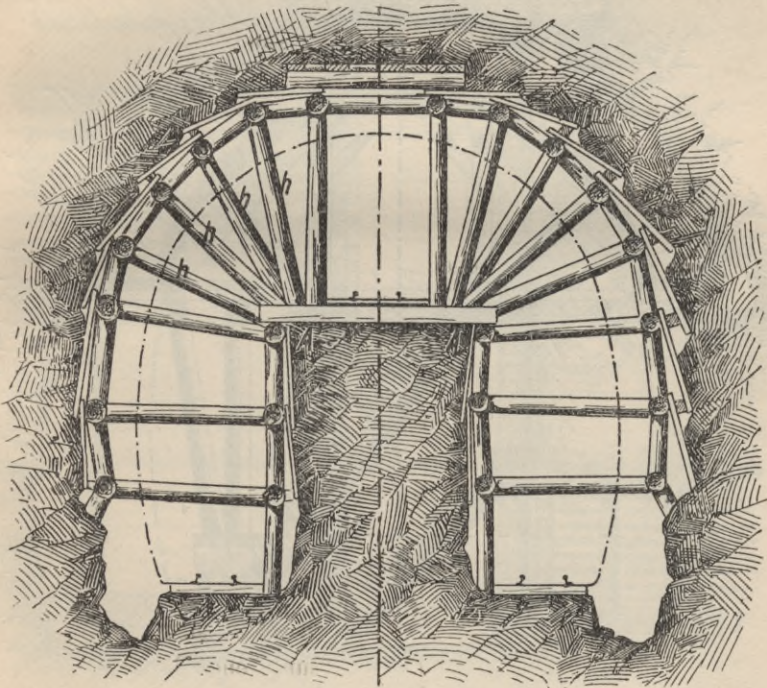
Die Reihenfolge der Aushebungen ist aus Fig. 361 ersichtlich.



Die Vortheile dieses Systemes sind Holzersparnis und Anpassung der Ausgrabung an das Profil.

Dagegen hat das System den großen Nachtheil der Unsicherheit des Kernes bei weicherem Materiale, weiters hat man keine gemeinschaftliche Fördersohle, keinen Sohlstollen, schlechte Wasserleitung und Ventilation, dann sind die Arbeitsräume klein, der Druck wird an den Ecken A (Fig. 375) des Erdkernes concentrirt und dgl. m.

Fig. 375.



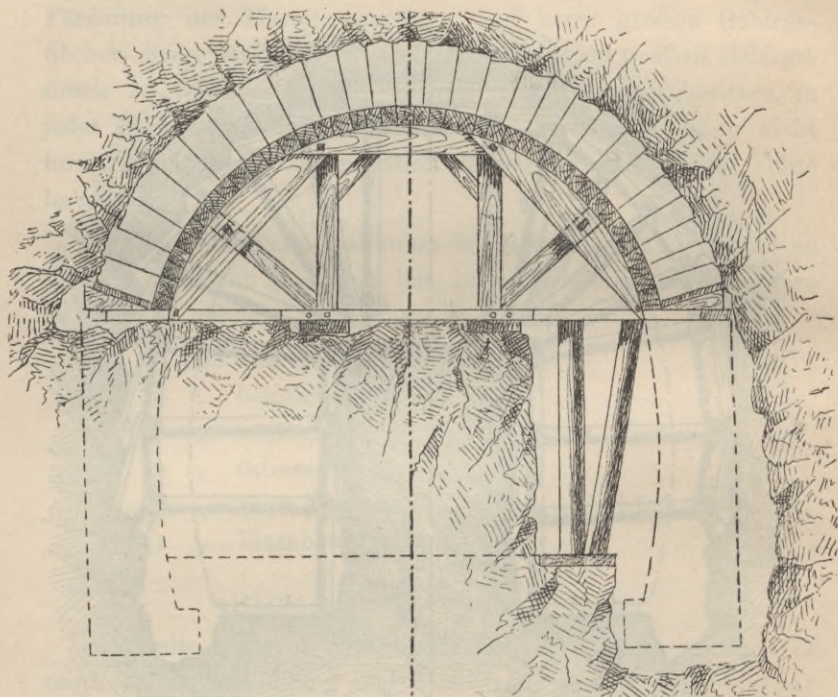
#### b) Das belgische System.

Das belgische Tunnelbausystem, dargestellt in Figur 376, charakterisiert sich dadurch, dass man sich zuerst die Tonne und dann erst aufeinanderfolgend die Widerlager herstellt.

Die Reihenfolge der Ausgrabungen erfolgt entsprechend der Fertigstellung des Mauerwerkes nach Figur 363.

Den Raum für die Herstellung des Widerlagers stellt man sich durch stufenweises Abgraben der Erde und Unterstützung der auf Langschwellen erbauten Tonne, durch Stempel her. Die Langschwellen, auf welche die Tonne aufgemauert wurde, werden, ehe die Verbindung der Tonne mit dem Widerlager hergestellt wird, in entsprechenden Entfernungen ausgehackt.

Fig. 376.



Diese Methode wird auch in Frankreich angewendet und heisst daher auch französische Methode.

Der Vortheil dieses Systemes liegt hauptsächlich in der früheren Herstellung der Tonne, wodurch der Gebirgsdruck für die späteren Arbeiten geschwächt wird.

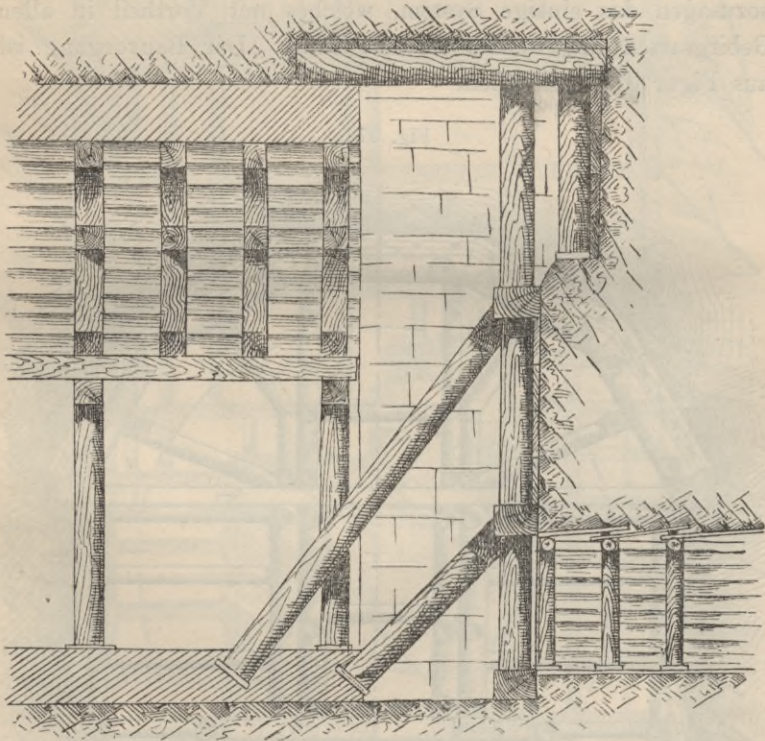


Die Nachteile dagegen sind: kleine Profilsräume, unterbrochene Fördersohle, ungünstige Lagerung für die Rohrleitungen der Maschinenbohrung, unvollständige Entwässerung.

### c) Das englische System.

Das englische System, dargestellt in Figur 377, charakterisiert sich durch das Aufschließen des vollen Profils.

Fig. 377.



Die Vortheile dieses Systemes sind großer ungehemmter, freier Arbeitsraum, gute Entwässerung, Holzersparnis.

Alle diese Vortheile bestehen jedoch nur im Gebirge mit geringem Drucke, während bei größerem Drucke die Brust derart gesichert werden muss, dass die dazu angewendete Holz-

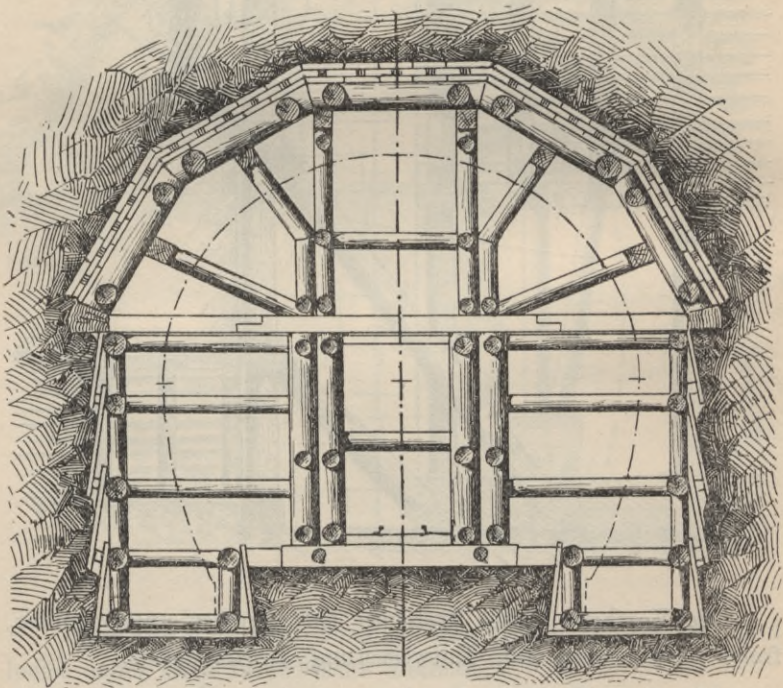
menge den Arbeitsraum verstellt, die Beleuchtung erschwert und durch das Einbeissen der Hölzer ineinander oft bedeutende Arbeiterschwernisse eintreten.

Manchmal wird, um sich weitere Angriffspunkte zu verschaffen, ein Sohlstollen (Fig. 377) vorgetrieben.

#### d) Das österreichische System.

Dieses System, dargestellt in Figur 378, durch die consequente Anwendung von Bockgespärren gekennzeichnet, ist sozusagen das einzige System, welches mit Vortheil in allen Gebirgsarten angewendet werden kann. Der Bauvorgang ist aus Figur 379 ersichtlich.

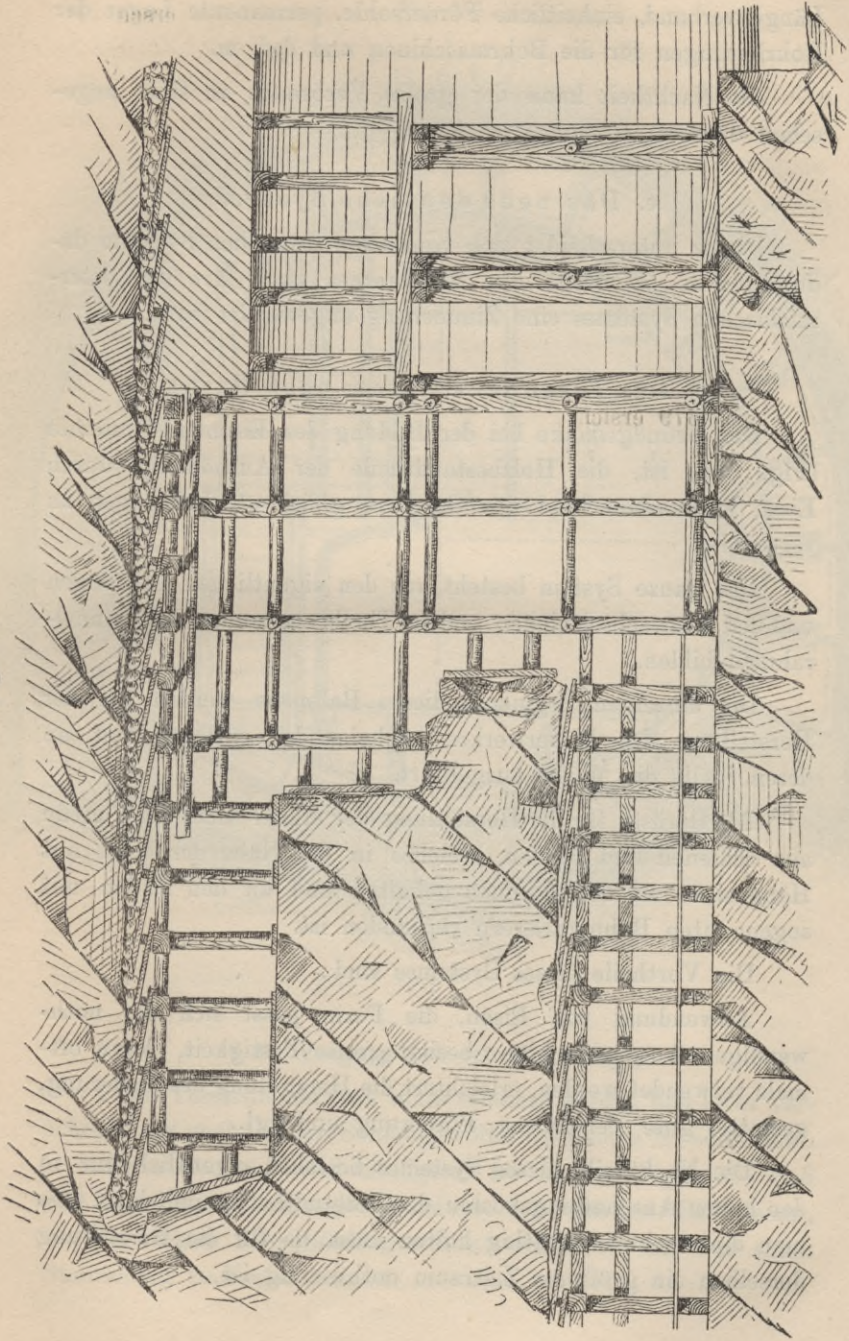
Fig. 378.



Die Vortheile dieses Systemes sind fachgemäße Construction der Zimmerung; das ganze Profil ist freigelegt, sehr guter



Fig. 379.





Längenverband, einheitliche Fördersohle, permanente Lager der Rohrleitungen für die Bohrmaschinen und dgl. m.

Als Nachtheil kann der große Verbrauch an Holz angesehen werden.

#### e. Das neue deutsche System.

Dieses unterscheidet sich vom alten deutschen Systeme dadurch, dass an Stelle des Mittelkernes nach Art des österreichischen Systemes eine Zimmerung angewendet wird.

#### f) Das Eisenbau-System nach Rziha.

Der Grundgedanke bei der Bildung des Eisenbau-Systemes (Fig. 380) ist, die Holzbestandtheile der Ausböschung durch Eisen zu ersetzen und das Gespärre gleich als Lehrbogen zu verwenden.

Das ganze System besteht aus den eigentlichen Lehrbögen und den Auswechselrahmen, welche Theile zusammen den Tunnelrahmen bilden.

Die einzelnen Segmente dieses Rahmens werden bei der Herstellung des Mauerwerkes nacheinander entfernt und an deren Stelle die Mauer ausgeführt.

Als Gerüste für die Herstellung der Mauer dient ein Plateau aus Schienen und Bohlen, welches in der Nähe der Mitte mit Hängeeisen an den Rahmen gehalten und an den Enden mit sogenannten Bühnenträgern verbunden ist.

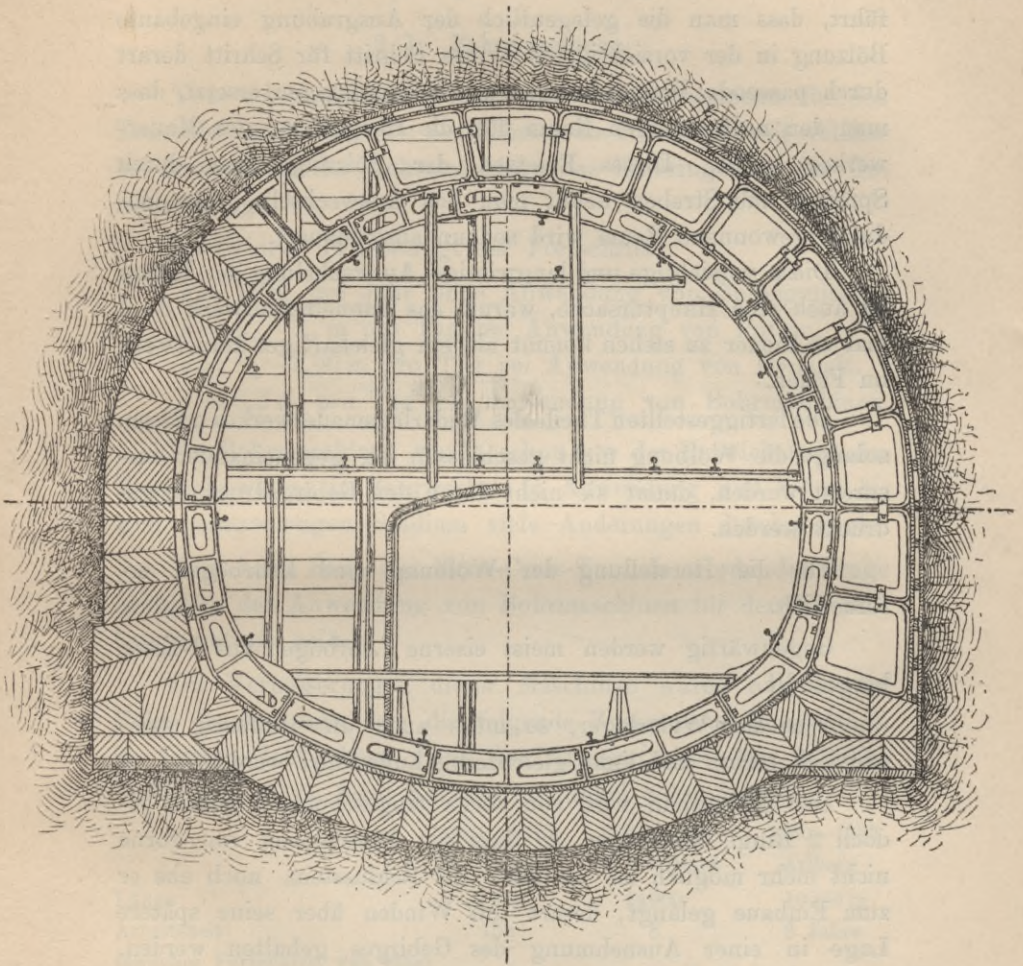
Die Vortheile dieses Systemes sind:

Anwendung von Eisen, die Form passt sich der nothwendigen Ausgrabung an, besitzt große Festigkeit, kann oftmals verwendet werden, erleichtert die Herstellung der Mauerung, gestattet gute Ventilation, Förderung und dgl.

Die Nachtheile dieses Systemes bestehen eigentlich nur in den hohen Anschaffungskosten der Bestandtheile, und darin dass man diese schon vorrätbig halten muss, da für die Herstellung derselben ein größerer Zeitraum nothwendig ist.



Fig. 380.



### § 6. Vorgang bei der Mauerung.

Jedes Tunnelmauerwerk muss fundiert werden und zwar verschieden, je nachdem ein Sohlengewölbe vorhanden ist oder nicht.

Am einfachsten und häufigsten ist die aus Figur 357 und 358 ersichtliche Anwendung eines sogenannten Fußsteines, welcher, wenn kein Sohlengewölbe vorhanden ist, auf einen Steinschlag zu liegen kommt.



Die Widerlagsmauerung wird in der Weise ausgeführt, dass man die gelegentlich der Ausgrabung eingebaute Böhlung in der vorsichtigsten Weise Schritt für Schritt derart durch passende Verspreizungen und Verstrebungen ersetzt, dass man den nothwendigen Raum für die Herstellung des Mauerwerkes erhält. Dieses Ersetzen der Böhlungshölzer durch Spreizen und Streben nennt man das Auswechselln. Der hiedurch gewonnene Raum wird sodann ausgemauert.

Diese vorsichtige und langwierige Auswechsellung der Hölzer ist auch eine Hauptursache, warum das Tunnelmauerwerk 3—4 mal so theuer zu stehen kommt als ein gleichartiges Mauerwerk im Freien.

Die fertiggestellten Theile des Widerlagsmauerwerkes müssen, solange die Wölbung nicht geschlossen ist, gegeneinander verspreizt werden, damit sie nicht durch den Gebirgsdruck eingedrückt werden.

Für die Herstellung der Wölbung sind Lehrbögen erforderlich.

Gegenwärtig werden meist eiserne Lehrbögen aus I-Eisen hergestellt.

Wie das Widerlager, so muss auch die Wölbung symmetrisch rechts und links gleichzeitig aufgeführt werden.

Der Schlussstein wird von vorne eingeschoben; stossen jedoch 2 Ringe zusammen, so dass ein Einschieben von vorne nicht mehr möglich ist, so muss der Schlussstein, noch ehe er zum Einbaue gelangt, derart mit Winden über seine spätere Lage in einer Ausnehmung des Gebirges gehalten werden, dass er schliesslich von oben herab in das Gewölbe gelassen werden kann.

Das Sohlengewölbe wird je nach dem Bausysteme und der Nothwendigkeit entweder zuletzt oder zuerst, meist aber zuletzt eingebaut.

In druckreichem Gebirge müssen dann die Widerlager entsprechend verspreizt werden, falls die Eingerüstung schon vor Inangriffnahme des Sohlengewölbes entfernt worden wäre.



## § 7. Bohrmaschinen.

Von welcher grösseren Bedeutung die Bohrmaschinen für den Tunnelbau sind, zeigt am deutlichsten die Raschheit, mit welcher bei Anwendung der Bohrmaschinen das Eindringen in das Gebirge erfolgt.

Im Gebirge IVc beträgt der Fortschritt:

$s = 10$  m pro Jahr ohne Anwendung von Sprengmitteln.

$s = \frac{1}{4} - \frac{1}{2}$  m pro Tag bei Anwendung von Pulver.

$s = \frac{3}{4} - 1,00$  m pro Tag bei Anwendung von Dynamit.

$s = 8,2$  m pro Tag bei Anwendung von Bohrmaschinen.

Die Bohrmaschinen waren schon vor der Entwicklung des Eisenbahnwesens in Bergwerken in Anwendung und haben bis zum gegenwärtigen Stadium viele Änderungen durchgemacht.

Erst beim Baue des Mont-Cenis-Tunnels wurde die Frage bezüglich der Anwendung von Bohrmaschinen für den Tunnelbau praktisch gelöst.

Die Verbesserungen dieser Maschinen waren nun in der Folge derart, dass, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, im letzten Jahre beim Baue des Arlbergtunnels der tägliche Fortschritt 5,3 m, beim Karawankentunnel 8,2 m betrug.

	1857—1870	1872—1880	1880—1883
	Mont-Cenis	St. Gotthard	Arlberg
Länge:	12333	14900	10250 m
Arbeitszeit:	13	8	3 Jahre
täglicher Fortschritt von einer Arbeitsstelle aus:	1,7	2,9	5,3 m

Beim Bau des Karawankentunnels (1901—1906) der österr. Alpenbahnen betrug der grösste Tagesfortschritt 8,2 m und wurden auf der Nordseite elektrische Bohrmaschinen System Siemens & Halske auf der Südseite solche der Union Elektrizitätsgesellschaft verwendet.

Im Allgemeinen unterscheidet man je nach der Bewegung des Bohrers Stofsbohrmaschinen und Drehbohrmaschinen und werden dieselben entweder mit Hilfe comprimierter Luft oder Wassers in Activität gesetzt.

a) Schematische Darstellung der Gesteinsbohrmaschine von Ferroux.

1. Allgemeine Angaben.

Ganze Länge der Maschine 3,05 m. Kolbendurchmesser 0,105 m. Durchmesser der Kolbenstange 0,07 m. Hublänge 0,16 m. Höhe der Maschine in der Mitte 0,29 m, Breite der Maschine 0,21 m. Nothwendige Kolbenpressung im milden Sprenggesteine Min. 2 Atm., im festen Sprenggesteine Min. 3 Atm., in sehr festem Sprenggesteine Min. 4 Atm. Zahl der Schläge pro Minute je nach Pressung 250—550. Luftverbrauch pro Schlag 2,31. Vordringen des Meißels bei unausgesetztem Bohren je nach der Gesteinsfestigkeit 60 mm bis 30 mm pro Minute. Bohrleistung einer Maschine mit Rücksicht auf Störungen und auf Gesteinsfestigkeit 1,2 m bis 1,8 m pro Stunde. Loch-tiefen in der Regel 1,2 m bis 1,5 m, im Maximum 2,0 m. Maximallänge des Bohrers 2,25 m. Lochweite im Anfange 50 mm, am Ende 35 mm. Gewicht der completeen Maschine 210 kg. Preis 800 fl.

2. Beschreibung der Maschine (Taf. IV).

Die Maschine (Fig. 1) besteht aus zwei Theilen:

- a) dem Propulseur AB, welcher die eigentliche Maschine automatisch vorschiebt, und
- β) der eigentlichen Bohrmaschine VW.

a) Der Propulseur AB.

Dieser ist nur ein accessorischer Bestandtheil der ganzen Maschine und tritt in Wirksamkeit, wenn der variable Hub ausgenutzt ist, oder der Rückzug der ganzen Maschine stattfinden soll.

Er besteht aus einem Cylinder FT, in dem sich der ringförmige Vorschubkolben b, der an der hohlen Kolbenstange c befestigt ist, auf- und abbewegen lässt. Mit dem Ende der letzteren ist die eigentliche Maschine VW verbunden.

Durch ein Zuleitungsrohr  $\gamma$  wird dem Cylinder FT bei Öffnung des Hahnes á die Druckluft zugeführt. Diese hat nun



zwei Functionen; einmal wirkt sie auf den ringförmigen Vorschubkolben *b*, wodurch stets die Tendenz vorhanden ist, das cylindrische Rohr oder die hohle Kolbenstange *c* und mit dieser die eigentliche Bohrmaschine *V W* vorwärts zu pressen. Die zweite Function der Druckluft ist die Bethätigung des zweiten Theiles der Maschine, nämlich:

β) der eigentlichen Bohrmaschine *V W*.

Der Stofs oder Schlag wird dadurch bewerkstelligt, dass die gepresste Luft durch die hohle Kolbenstange *c* und ein Zuleitungsrohr  $\beta$  nach *d* geführt wird, in welchem Raume die Vertheilung desselben vor und hinter dem Stofskolben *e* mittelst der Steuerungskolben *f* und *f'* und des Hebels oder Balanciers *g* eintritt. Durch diese Function wird beim Eintritt der Luft aus *d* durch  $\delta$  nach  $\alpha$ , also vor dem Kolben *e*, der Stofs und aus *d* durch  $\delta'$  nach  $\alpha'$ , also hinter denselben, der Rückzug erzielt.

Infolge des continuierlichen Druckes der gepressten Luft auf den Vorschubkolben *b* würde die ganze Bohrmaschine immerwährend vorwärts schieben, muss aber, damit sie bohren kann, festgehalten werden. Es muss also eine Art Fixpunkt geschaffen werden, und dieser wird dadurch hergestellt, dass der Luftdruck, welcher beständig auf einen an der Maschine angebrachten Piston *l* wirkt, durch Hebelübersetzung eine Sperrgabel *K* in eine verticalstehende Zahnstange *w* einpresst, die fest mit der Maschine verbunden ist und somit jede Vorwärtsbewegung hindert. Dieses findet solange statt, als der variable Hub nicht ausgenützt ist, der darin besteht, dass bei einer gewissen Stellung der Maschine der Meißel eine gewisse Tiefe des Bohrloches erreicht, wo er unwirksam würde, wenn der Bohrmaschine nicht die Gelegenheit geboten wäre, vorwärts zu schreiten. Aus diesem Grunde hat auch der Cylinder des Propulseurs eine gröfsere Länge, als eben unbedingt nöthig ist. Tritt also der Fall ein, dass der variable Hub ausgenützt ist, so muss die Arretierung ausgelöst werden, und dies geschieht dadurch, dass ein schräger, ringförmiger Absatz *h* der Kolbenstange  $\sigma\sigma$  an dem am obgenannten Hebel *E* angebrachten

Daumen *i* (Fig. 1 u. 2) stößt, der infolge des kräftigeren Stofses, welcher die viel geringere Wirkung des Pistons *l* überwindet, den Hebel *e* in die Höhe hebt, womit zugleich die Sperrgabel *K* zur Auslösung gebracht wird. Sofort wirkt die Pressung vorne im Propulseur, und es rückt die ganze Bohrmaschine um einige Zähne vor, was nur einen Moment dauert; denn sofort übt der Piston *l* seine Function wieder aus.

Aber aufser diesem Fixpunkte ist bei der vorliegenden Bohrmaschine noch ein Widerstandspunkt nothwendig.

Ferroux hat zu diesem Zwecke eine Verriegelung in Anwendung gebracht. Es sind nämlich aufser den oben erwähnten Zahnstangen auch unten eben solche  $\rho\rho$  angebracht, in welche ein Anker *t* eingreift. Dieser wird von der Gabel *s* getragen, welche durch einen Piston *r* (in die Höhe) gehalten wird, den der durch die hohle Kolbenstange hereindringende, continuierliche Luftstrom nach aufwärts preßt.

Das Setzen des Bohrers erfolgt beim Rückgange des Bohrers. An der Kolbenstange  $\sigma\sigma$  ist ein Zackenrad (Fig. 3) befestigt, das zwei Sperrhähne hat, von denen der eine durch die eigene Schwere, der andere mit Hilfe einer Feder in die Zacken des Rades gepreßt wird.

Die Kolbenstange  $\sigma\sigma$  hat nur vier (oder weniger) spiralförmig gewundene Nuthen *p* (Fig. 1), in welche ein an dem Sperrad *m* angebrachter Stift eingreift, wodurch eine Führung geschaffen ist.

Bewegt sich der Kolben *e* nach vorwärts, so wird das Schaltrad *m*, das jetzt nicht eingeklinkt ist, sich drehen, da der Stift in den spiralförmigen Drall *p* der Kolbenstange  $\rho\rho$  eingreift, während die Kolbenstange sammt Gestänge nur eine progressive und keine drehende Bewegung aus dem Grunde machen wird, weil diese einmal eine viel schwerere Masse und lebendige Kraft in sich birgt, als das Schaltrad, und ferner der Reibungswiderstand der Kolbenstange ein bedeutend größerer, als jener des Schaltrades ist.

Geht der Kolben *e* zurück, so arretieren die Klinken *n* das Sperrrad *m* und der in die Kolbennuth *p* eingreifende Stift



bringt jetzt den Kolben zur schraubenförmigen Bewegung, wodurch das Setzen erzielt wird.

Die Rückbewegung der Bohrmaschine V W wird durch die Schließung des Hahnes a und Öffnung von a' ermöglicht.

Jetzt gelangt die Preßluft durch den Canal z hinter den Kolben b. Der Luftdruck wirkt dann nicht mehr auf den Piston r; dadurch fällt die Gabel s und der Anker t herab und der einseitig gedrückte Kolben b zieht die Maschine zurück.

Bei neueren Maschinen besteht der Canal z nicht, sondern der Rückzug der Maschine geschieht von Hand aus.

## b. Schematische Darstellung der Gesteins-Drehbohrmaschine von Brandt.

### 1. Allgemeine Angaben.

Länge ca. 1,5 m, Breite ca. 0,5 m, nothwendige Wasser-  
 pressung im milden Sprenggesteine 40—60 Atm., im festen Spreng-  
 gesteine 60—90 Atm., in sehr festem Sprenggesteine 90—130  
 Atm.; ausnahmsweise 150 Atm. Durchmesser der Spannsäule  
 $D = 15,6$  cm;  $a = 14,6$  cm; Durchmesser des Vorschubkolbens  
 $d = 11—12\frac{1}{2}$  cm, der Hydromotoren  $D = 5,4—6,2$  cm,  $d = 3,8$  cm  
 bis 4,4 cm, Hub 6,0 cm, Bohrer  $D = 6,0—8,0$  cm, dessen Fleisch-  
 stärke 0,9—1,3 cm; Zähne 4—5 Stück. Wasserverbrauch  
 ca. 0,4—1,6 l pro Secunde. Bohrerumdrehungen 3—8 pro  
 Minute. Tourenzahl der Hydromotoren je nach Pressung  
 und Gesteinfestigkeit 120—250 pro Minute. Bohrloch  $D = 6,2$   
 bis 8,2 cm. Fortschritt des Drehbohrers ohne Störungen  
 je nach Pressung und Gesteinsfestigkeit 40—120 mm mit  
 normalen Störungen 30—70 mm pro Minute. Bohrloch-  
 tiefe 1,2—1,5 m, Maximum 2,0 m. Gewicht der Spannsäule  
 ca. 220 kg; Gewicht der Maschine sammt Bohrer im Mittel ca.  
 300 kg. Preis sammt Spannsäule ca. 2100 fl.

### 2. Beschreibung der Maschine Tafel IV.

Der feste Widerstandspunkt wird durch die Spannsäule  
 A B in Fig. 5 gebildet. Diese hat eine perspektivartige Ein-  
 richtung und besteht das Wesen derselben in Folgendem:

In einem cylindrischen Rohre  $z z$  bewegt sich ein Kolben  $w$ , der auf einer hohlen Kolbenstange  $y y$  sitzt. — Läßt man durch den Hahn  $b$  Druckwasser ein, so wird bei aufrechter Stellung der Säule der Kolben  $w$  gegen die Sohle, die Spannsäule gegen die Firste gepresst; wie jedoch leicht einzusehen, kann der Säule auch jedwede schiefe oder seitliche Stellung im Stollenraume gegeben werden.

Will man die Spannung lösen, so werden die Hähne  $c$  und  $a$  geöffnet; das Druckwasser kann bei geschlossenem Hahne  $b$  durch  $c$  ausströmen, gelangt dagegen gleichzeitig durch den Hahn  $a$  hinter den Kolben  $w$  und veranlasst ein Zusammenziehen der Säule. — An dieser Widerstandssäule ist ein Ring  $d$  auf- und abschiebbar, an welchem Ringe vermittelt eines Gelenkes die eigentliche Bohrmaschine befestigt wird.

Die Drehbohrmaschine selbst hat zwei Functionen zu verrichten:

- $\alpha$ ) das Verschieben der Cylindersäge und
- $\beta$ ) das Drehen derselben.

Das Verschieben (Fig. 5) wird durch den Vorschubmechanismus  $C D$  erreicht. Dieser besteht aus einem Cylinder  $\alpha \beta$ , welcher sich über den Kolben  $E$ , der an der hohlen Kolbenstange  $K$  befestigt ist, hin- und herbewegen läßt.

Vom Ortsende des Cylinders ragt ein Rohr  $l$  durch den Kolben  $E$  in die hohle Kolbenstange  $K$  hinein.

Durch den Einlasshahn  $i$  kann das Spülwasser durch die hohle Kolbenstange  $k$ , das hohle Rohr  $l$  und das hohle Rohrgestänge  $m$  in das Bohrloch gelangen und die Spülung der Bohrlochsohle vornehmen.

Das Druckwasser wird durch die Hähne  $f$  und  $g$  in den Cylinder  $C D$  eingeleitet, also vor und hinter den Kolben  $E$  gebracht; dieses Wasser presst in Folge der Differenzialflächen des Kolbens den Cylinder  $\alpha \beta$  sammt dem Bohrgestänge  $m$  gegen die Stollenbrust, wobei natürlich der Ablasshahn  $h$  geschlossen sein muss. Wird dagegen der Hahn  $h$  geöffnet, so zieht sich der Cylinder  $\alpha \beta$  sammt dem Bohrer über den Differenzialkolben  $E$  zurück.



Die drehende Bewegung (Fig. 8) der Bohrmaschine wird mit Hilfe zweier Wassersäulenmaschinen  $F E'$  bewerkstelligt; dieselben bewegen eine Schraube ohne Ende  $v$  und dadurch ein Schraubenrad  $n$ , womit der Cylinder  $C D$  in Rotation versetzt wird.

Weil aber das Rad  $n$  mit einem Vorsprunge in einen in der Metallstärke des Cylinders befindlichen Schlitz eingreift, so ist einmal dem Cylinder und mit diesem der Bohrsäge eine Führung in der Richtung des Bohrers gegeben, andererseits aber auch die drehende Bewegung mit Hilfe des Rades  $n$  möglich gemacht.

Die Wassersäulenmaschinen  $F E'$ , welche die drehende Bewegung bewerkstelligen, bestehen aus Cylindern, in denen sich die Kolben  $p$  auf- und abbewegen; die Umsteuerung wird dabei durch den Kolben  $q$  (Fig. 6) besorgt und die Bewegung mittelst der Kurbeln  $R$  und  $r$  auf die Schraube  $v$  übertragen.

Durch eine beständige Zuleitung  $s$ , Fig. 6, wird das Druckwasser durch die Öffnung  $u$  vor und durch  $t$  hinter den Kolben  $p$  gebracht; in Folge der Differenzialflächen geht der Kolben  $p$  nach aufwärts; zugleich bewegt sich der Umsteuerungskolben  $q$  nach derselben Richtung und macht dabei die Öffnung  $u$  frei, so dass das Wasser vor dem Kolben durch  $u$  nach  $x$  zum Abfluss kommen kann. (Fig. 7.) Der Druck kommt jetzt hinter dem Kolben zur Geltung und dieser geht nach aufwärts.

Diese progressive Bewegung des Kolbens wird durch die Kurbeln und das Schraubenrad in eine drehende Bewegung des Bohrers umgewandelt. Das Ventil  $v$  hat den Zweck, jeden schädlichen Stofs zu verhindern.

Fig. 9 zeigt eine Bohrerkrone, welche an das Bohrgestänge angeschraubt wird. —

### 3. Capitel.

#### *Nebenanlagen.*

##### § 1. Niveauübergänge.

Übergänge für Fuhrwerke oder Fußgänger, oder für beide dienend, kommen wie schon wiederholt erwähnt, sowohl in Schienenhöhe als auch oberhalb oder unterhalb (Wegüber- oder unterführungen) derselben vor.

Liegt das Bahnniveau höher oder tiefer als der zu überführende Weg, so wird die Anlage von Rampen nothwendig. In das Terrain eingeschnittene Rampen sind mehr zu vermeiden, als solche auf Dämmen, weil sie zu Schneeeverwehungen Anlass geben, mehr aber noch, weil sie das rechtzeitige Anhalten des im Gefälle sich dem Geleise nähernden Fuhrwerkes erschweren.

Der Oberbau an der Kreuzungstelle des Weges und der Bahn wird, je nach der Bedeutung des Weges, in verschiedener Weise ausgeführt; Bedingung für denselben ist, dass er dem Verkehr genügen muss, ohne die Sicherheit des Betriebes zu gefährden. Für Fußgänger kommen passend Steinplatten in der Höhe bis zur Oberkante der Schienen zur Anwendung, bei welchen eine Rille für die Spurkränze der Räder ausgespart ist. Für den Wagen-Verkehr dient sowohl Bepflasterung der Strasse, als auch Beschotterung derselben und, jedoch nur bei wenig benutzten Wegen, Bebohlung oder einfache Bekiesung.

Bei der Bekiesung werden häufig zu beiden Seiten der Schienen Streichbohlen *b* (Fig. 381) angebracht und mit Hilfe der untergelegten Klötze *a* und langer Nägel auf den Schwellen befestigt. Bei Fig. 382 besitzt die innere Streichbohle die volle Höhe der Schienen und ist an Stelle der Bekiesung ein Steinpflaster getreten. Da die Höhe der Pflastersteine dabei nur gering und höchstens der der Schienen gleich sein darf, so wird das Pflaster in Folge der durch die Züge hervorgebrachten Erschütterungen besonders über den Schwellen leicht losgerüttelt; man legt diese daher wohl tiefer in die Bettung und bringt (Fig. 383) unter der Schiene noch eine Langschwelle an.



Andere Anordnungen zeigen Fig. 384 und 385.

Fig. 381.



Fig. 382.



Fig. 383.

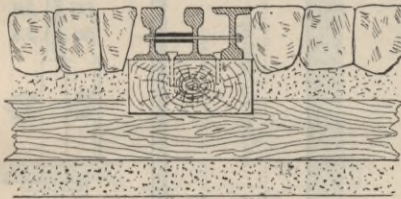
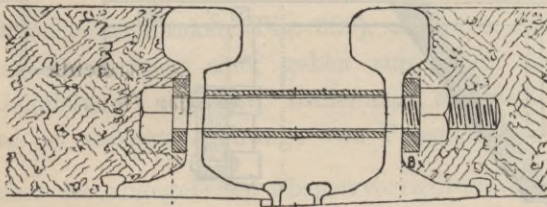


Fig. 384.



Fig. 385.



Um Menschen, Fuhrwerke und Vieh vom Bahnkörper abzuhalten, wenn sich ein Zug nähert, gibt es an den Übergängen mannigfache Anordnungen. Man muss von diesen verlangen,

dass sie ihren Zweck, nämlich den sichern Abschluss der Bahn, gut erfüllen; sie müssen also fest, dauerhaft und gut sichtbar sein.

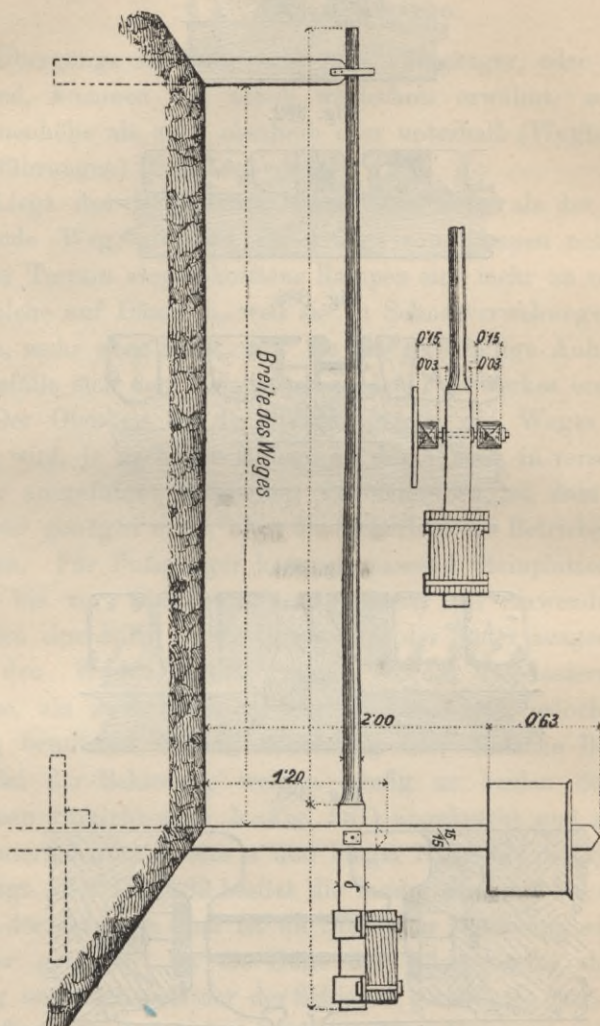


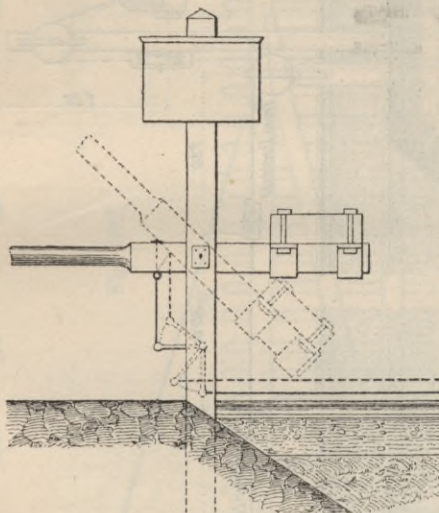
Fig. 386.

Während die Öffnungsweiten der Zugänge für Viehtriften bis zu 50 m steigen, betragen sie für Hauptstraßen 5—8 m, für stark benutzte Straßen und Wege 3,5—5 m, für Feldwege 2,5 m



bis 3,5 m und für Fußwege 0,75—2,5 m. Von den Wegschranken sind die nach Art der Schlagbäume (Fig. 386—388) und die Schiebeabschlüsse (Fig. 389) die gebräuchlichsten. Die ersteren eignen sich besonders dann, wenn es darauf ankommt, die Schranken aus größerer Entfernung mittelst eines Drahtzuges zu schließen (Fig. 387, 388); sie lassen sich auch am leichtesten derartig miteinander verbinden, dass das Schließen des Schlagbaumes an der einen Seite der Bahn zugleich den Schluss des gegenüberliegenden bewirkt.

Fig. 387.



Den Schiebeschranken (Fig. 389), zu denen auch die Rollschranken zu rechnen sind, gehen zum Theil die Vortheile der Schlagbäume ab, ihre Bedienung erfordert mehr Zeit und wird bei starkem Andrang von Personen auch schwierig.

Außer den angegebenen Absperrvorrichtungen kommen hin und wieder noch Drehschranken (Fig. 390—392) vor, bei welchen sich der Verschlussbaum in wagrechter Ebene um einen seitlich des Weges angebrachten Ständer dreht.

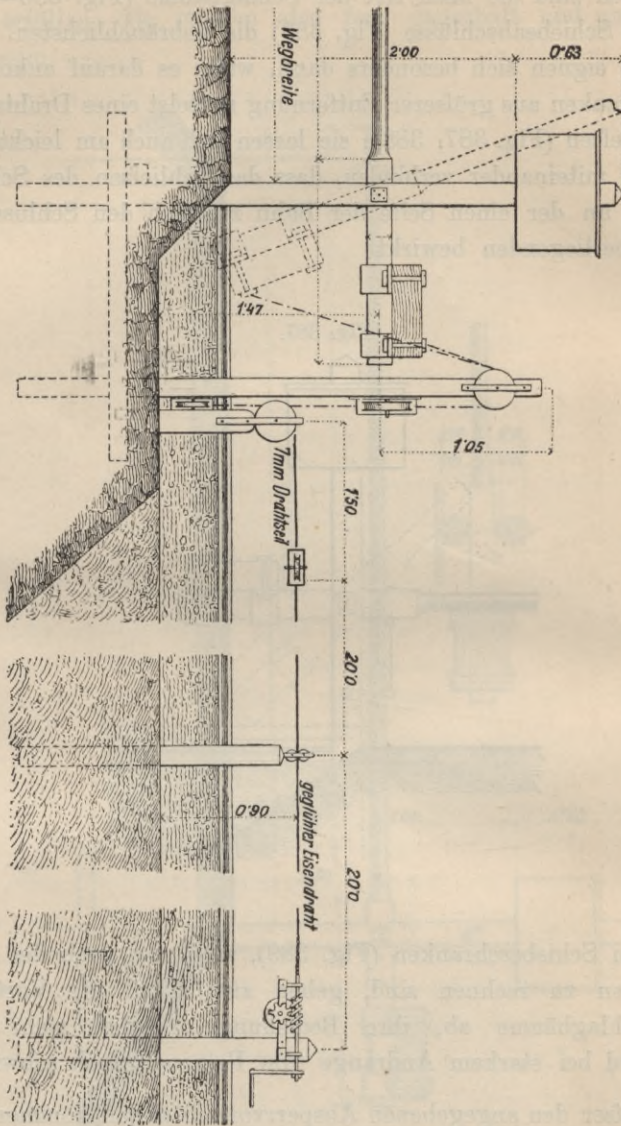


Fig. 388.



Fig. 391.

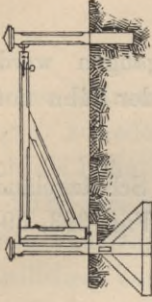


Fig. 390.

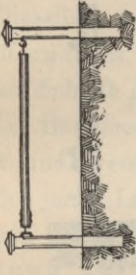


Fig. 389.

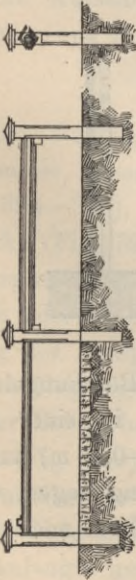
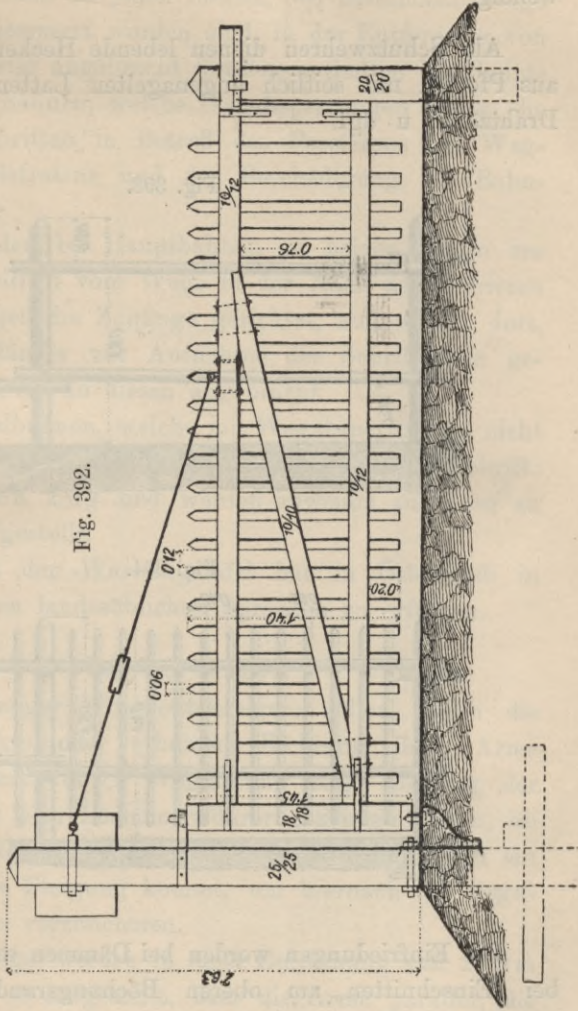


Fig. 392.



## § 2. Bahneinfriedungen.

Aufser Wegschraken an den Bahnübergängen werden stellenweise noch Einfriedungen zu beiden Seiten der Bahn nothwendig.

Als Schutzwehren dienen lebende Hecken, Schutzgeländer aus Pfosten mit seitlich angenagelten Latten (Fig. 393, 394), Drahtzäune u dgl.

Fig. 393.

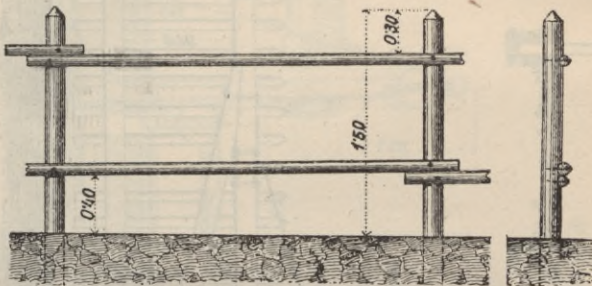
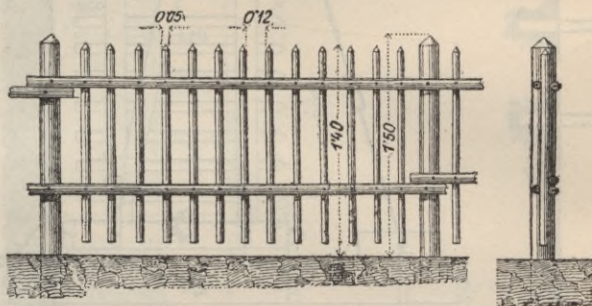


Fig. 394.



Die Einfriedungen werden bei Dämmen am Böschungsfuße, bei Einschnitten am oberen Böschungsrande in einer entsprechenden Entfernung von demselben (0,30—0,50 m) aufgestellt. Bei Bahnhöfen, welche in der Anschüttung liegen, wird die Einfriedung am Plateaurande ungefähr 0,30 m nach einwärts angelegt.



### § 3. Bahnzeichen.

#### a. Warnungstafeln.

Die Warnungstafeln (Fig. 395), welche bei Niveauübergängen, zuweilen auch an jenen Stellen, wo bestandene Wege durch die Bahn abgesperrt worden sind, in der Entfernung von 10—20 m vom Geleise angebracht werden, enthalten bei Hauptbahnen und jenen Bahnen, welche Wegabsperungen haben, die polizeilichen Vorschriften in Betreff des Passierens des Wegüberganges, des Betretens und der Beschädigung der Bahnanlagen.

Dieselben werden bei Hauptbahnen zu beiden Seiten des Wegüberganges, seitlich vom Wege in der Nähe der Barrieren mit der Schrift gegen die Zugänge gerichtet, aufgestellt; dort, wo die Barrierenständer zur Aufnahme der Schrifttafeln geeignet sind, werden sie an diesen angebracht.

Bei jenen Localbahnen, welche mit Wegabsperungen nicht versehen sind, erhalten die Warnungstafeln die Aufschrift: **Achtung auf den Zug** und werden zuweilen auch nur an einer Bahnseite aufgestellt.

Die Aufschrift der Warnungstafel hat in Österreich in deutscher und in den landesüblichen Sprachen zu erfolgen.

#### b. Neigungszeiger.

Die Neigungszeiger (Gradientenzeiger) sollen durch die horizontale, gesenkte oder erhobene Richtung ihrer Arme (Fig. 396—398), bzw. durch Weglassung resp. Stellung der Dreiecke (Fig. 399) dem Locomotivführer erkennen lassen, ob er beim nächsten Neigungswechsel an eine Horizontale, an ein Gefälle oder an eine Steigung kommt, um hiernach die Regulierung des Dampfes vorzunehmen.

Die Neigungszeiger werden in einer Entfernung von 2,60 m von der Bahnachse so aufgestellt, dass die Arme parallel, die Tafeln (Fig. 399) senkrecht zur Bahnachse und in einer Höhe von 2 m über der Schwellenhöhe sich befinden.

Die Neigungszeiger sind auf der rechten Bahnseite (Richtung vom Anfangs- gegen den Endpunkt) anzubringen.

Das Neigungsverhältnis und die Länge der Neigung sind auf den Armen Fig. 396—398 beziehungsweise auf dem Recht-

Fig. 395.

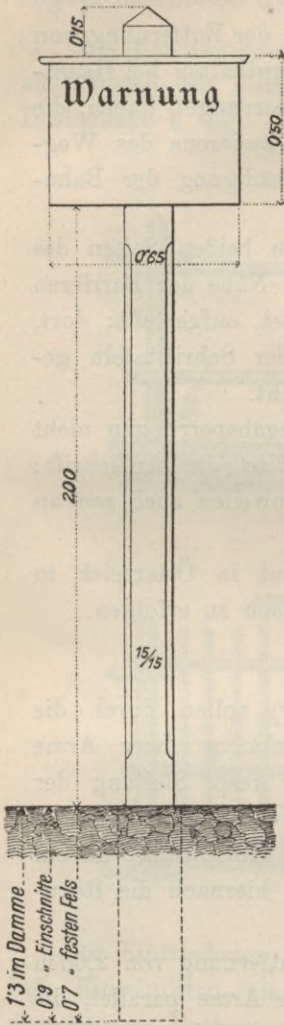


Fig. 396.

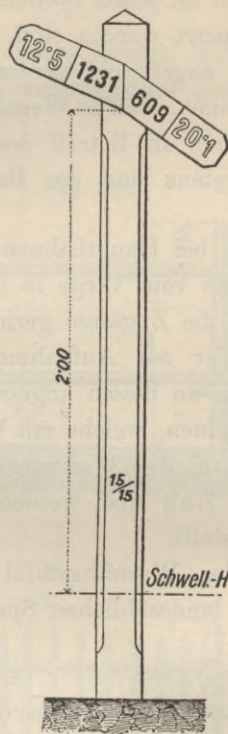


Fig. 397.

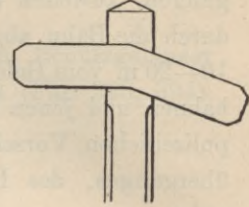


Fig. 398.

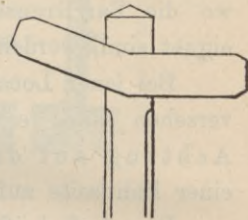
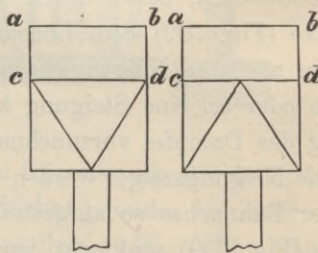


Fig. 399.



ecke a b c d Fig. 399 durch Ziffern und zwar für das Neigungsverhältnis durch rothe, für die Länge der Neigung durch schwarze Ziffern auf weißem Untergrunde ersichtlich gemacht.



c. Distanzzeiger.

Zur Angabe der Entfernungen längs der Bahn sind auf der rechten oder linken Seite an der Planuskante Steine oder Pflöcke gesetzt (Fig. 400, 401), welche die Entfernungen in km und Zehntel-km anzeigen.

Die km-Steine (Pflöcke) erhalten von dem Anfangspunkte der Bahn, welcher mit Null bezeichnet wird, fortlaufende Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. und die dazwischen gesetzten Zehntel-km-Steine (Pflöcke) die Zahl der ganzen und die fortlaufenden Zahlen der Zehntel-km z. B. 15,1, 15,2 u. s. f.

Fig. 400.

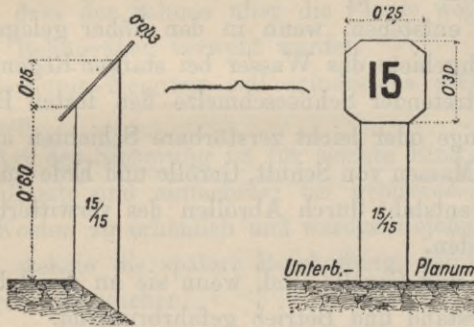
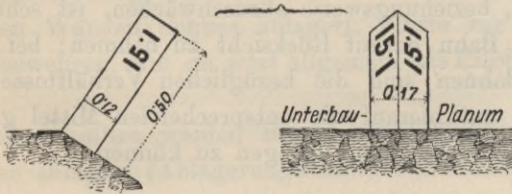


Fig. 401.



Bei Steinen werden die Ziffern eingemeißelt und mit Öl-farbe geschwärzt, bei Pflöcken diese zuerst mit weißer Öl-farbe grundiert und dann die Ziffern mit schwarzer Öl-farbe auf-getragen.

#### § 4. Schutzvorrichtungen gegen Schnee- und Flugsandverwehungen, Lawinen, Muhren und Gerölle.

Der Schnee kann durch directen Schneefall oder durch Wind — durch Schneeverwehungen (Schneewehen) und durch Herabrollen infolge des Eigengewichtes — durch Lawinen — auf die Bahn gelangen und hiedurch den Zustand der Bahn schädigen und nachtheilige Störungen für den Betrieb verursachen.

Verwehungen durch Flugsand (Versandungen) entstehen durch Wind, welcher den mit Flugsand bedeckten Boden aufwühlt, Flugsand dann mitführt und auf der Bahn ablagert. Die schädlichen Einwirkungen des Flugsandes auf den Betrieb sind unter Umständen noch nachtheiliger als der Schnee, da die Bahn sehr bald unfahrbar wird, und die Betriebsmittel ungleich schwer darunter leiden.

Muhren entstehen, wenn in den höher gelegenen Theilen der Wildbachgebiete das Wasser bei starken Regengüssen, oder plötzlich eintretender Schneeschmelze den festen Boden unterwäscht, thonige oder leicht zerstörbare Schichten aufwühlt und dann große Massen von Schutt, Gerölle und Erde zu Thale führt.

Gerölle entsteht durch Abrollen des verwitterten Materials von Felswänden.

Muhren und Gerölle sind, wenn sie an die Bahn gelangen, für deren Bestand und Betrieb gefahrbringend.

Um nun die schädlichen Einwirkungen der vorerwähnten Störungen auf den Zustand und Betrieb der Bahn möglichst abzuwenden, beziehungsweise abzuschwächen, ist schon bei der Anlage der Bahn darauf Rücksicht zu nehmen; bei schon bestehenden Bahnen sind die bezüglichen Verhältnisse genau zu beobachten, um hierauf die entsprechenden Mittel gegen diese Störungen in Anwendung bringen zu können.

##### *A. Schutz gegen Schneeverwehungen.*

Die gegen Schneeverwehungen anzuwendenden Mittel sind:

1. Entsprechende Lage der Trace.

Es wird nicht immer möglich sein, die Bahn in die herrschende Windrichtung zu bringen, wodurch allerdings den Schneever-



wehungen vorgebeugt würde: es wird aber zuweilen bei der Wahl der Trace möglich sein, solche Stellen zu umgehen, die starken Schneeverwehungen ausgesetzt sind.

## 2. Vermeidung seichter Einschnitte.

Seichte Einschnitte sind dem Verwehen am meisten ausgesetzt, demnach solche Einschnitte thunlichst zu vermeiden sind.

Die Tiefe der Einschnitte, bei welcher die Planie ganz vor Verwehung geschützt ist, ist sehr verschieden und lässt sich daher im vorhinein nicht bestimmen.

## 3. Abflachen der Einschnittsböschungen.

Die sehr flachen Böschungen werden vom Winde durchstrichen, so dass der Schnee über die Planie weggeweht wird und nur die Bahngräben verweht werden.

Die Böschungs-Neigung soll mindestens sechs — besser achtfüßig sein.

Diese Art der Sicherung ist für seichte Einschnitte bis zu 1,5 m die billigste und einfachste; bei größerer Tiefe werden jedoch die Kosten zu erheblich und werden diejenigen bedeutend übersteigen, welche die spätere Beschaffung der Schneeschutz-Vorrichtungen verursachen.

## 4. Schneewehren.

Die Erscheinung, dass sich vor und hinter den im Terrain befindlichen Wänden Schnee ablagert, führte zur Anwendung von Schneewehren, wie sie jetzt allgemein mit Erfolg ausgeführt werden.

Durch dieselben werden Räume geschaffen, in denen sich der Schnee ablagert (Ablagerungsraum), ehe derselbe den Einschnitt erreicht. Zu diesem Zwecke müssen sie eine solche Höhe und einen solchen Abstand vom Einschnittsrande haben, dass sich womöglich die ganze Schneemasse vor dem Einschnitte ablagern kann.

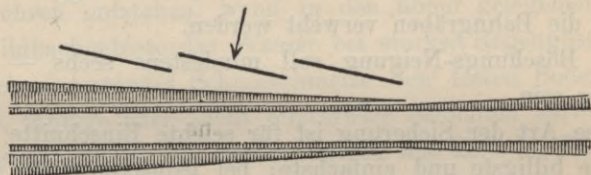
Für die Berechnung des Ablagerungsraumes sind genaue Aufnahmen und Beobachtungen bei stattgehabten Verwehungen

nöthig; fehlen solche Beobachtungen wie z. B. beim Neubau der Bahn, so dürften nachstehende Angaben Werth haben, wonach  $1 \text{ m}^2$  Ablagerungsraum zu rechnen ist:

- a) für je 150 m Vorland, wenn in letzterem Wegeinschnitte, Gräben, Hecken etc. vorhanden sind, welche dem Schnee als Ablagerungsraum dienen können.
- b) für je 80 m Vorland, wenn solche Ablagerungsstellen nicht vorhanden sind.

Unter Vorland ist hier das vor dem Einschnitte gelegene Gelände verstanden, das bis zum nächstliegenden Wald, Höhenzug, Thalsohle, größeren Straßeneinschnitt, Terrainbruch etc., sich erstreckt.

Fig. 402.



Die Neigung der Oberfläche ist bei den Schneepismen erfahrungsgemäß sechs- bis achtfüßig und ist daher die Wand soweit vom Einschnittsrande wegzustellen, dass die Böschungslinie zum mindesten noch vor den Einschnittsrand fällt, da sonst ein Theil des Schnee's in den Einschnitt geweht würde.

Hiernach können dann die Abmessungen des Ablagerungsraumes bestimmt werden.

Die Schneewehen werden in der Regel nur auf der Seite der herrschenden Windrichtung anzubringen sein; doch kommen auch Fälle vor, wo beide Seiten der Bahn mit Schneewehren zu versehen sind, die dann unter Umständen verschiedene Höhen erhalten können.

Die Richtung der Schneewehren ist senkrecht zur Windrichtung zu wählen.

Wenn der Wind nicht senkrecht zur Bahn weht, so sind die Wände wie in Fig. 402 ersichtlich aufzustellen.



An jenen Stellen, wo der Einschnitt in den Damm übergeht, ist die Wand 10—20 m über den Einschnitt hinaus in der Dammrichtung zu verlängern, oder es sind die Böschungen des Einschnittes vom Nullpunkte bis zur Abtragstiefe von 2 m abzufachen und ist hier erst mit der Schneewehre zu beginnen.

Die Schneewehren lassen sich in verschiedener Form ausführen; die gebräuchlichsten sind:

1. Erddämme; diese erhalten eine Höhe von 1—4 m; eine obere Breite von 0,5 m (Fig. 403).

Auch können zwei Dämme aus einem dazwischen liegenden Graben gebildet werden (Fig. 404), nur muss dann auf dem hinteren Damme noch eine Hecke angelegt werden, um zu verhüten, dass der Schnee über den Damm hinweg im aufsteigenden Bogen nach dem Einschnitte getrieben wird.

Diese Art der Herstellung hat sich besonders bei flachen Einschnitten bewährt.

2. Steinmauern; diese sind dann den Dämmen vorzuziehen, wenn große Schneemassen abzuhalten sind und genügend Steinmaterial vorhanden ist.

Die in Anwendung kommenden Mauern sind trocken, bis zu 5,0 m hoch, mit 1,0 m oberer und 2,0 m unterer Dicke.

Diese Mauern werden in der Regel erst aufgeführt, nachdem die zweckmäßigste Anordnung durch Aufstellung provisorischer Holzwände ermittelt worden war. Dieselben haben sich besonders bei steilen Felseinschnitten bewährt.

3. Hölzerne Wände. Vielfach werden alte Bahnschwellen zur Herstellung von Wänden benützt.

Die Schwellen werden entweder feststehend in die Erde gegraben oder sie werden nur sehr wenig in den Boden eingelassen, und durch Streben gestützt.

Im ersteren Falle kann die Wand 1,8 m Höhe, im letzterem Falle indessen bis zu 2,4 m erhalten.

Höhere Wände bis zu 5 m sind als Bretterwände herzustellen (Fig. 405).

Auch können transportable Holzwände (Fig. 406) angewendet werden, welche nicht ganz dicht verschalt sind, und je

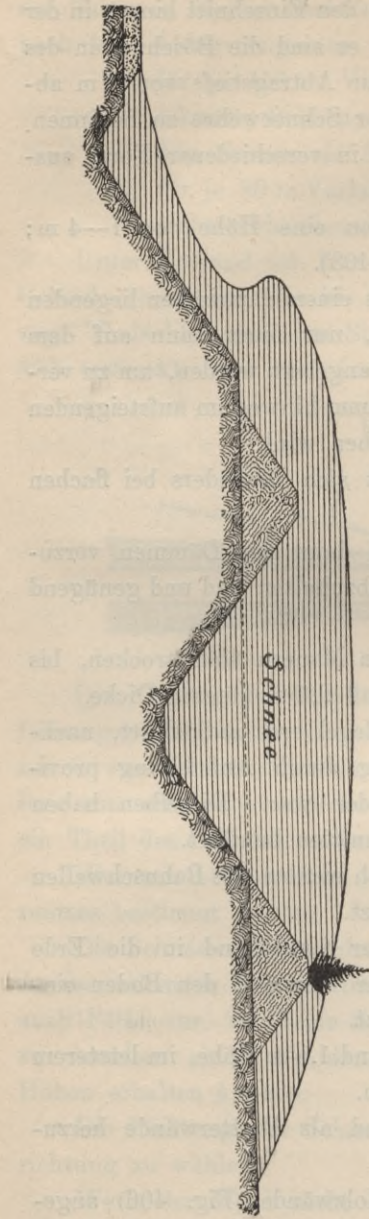


Fig. 404.

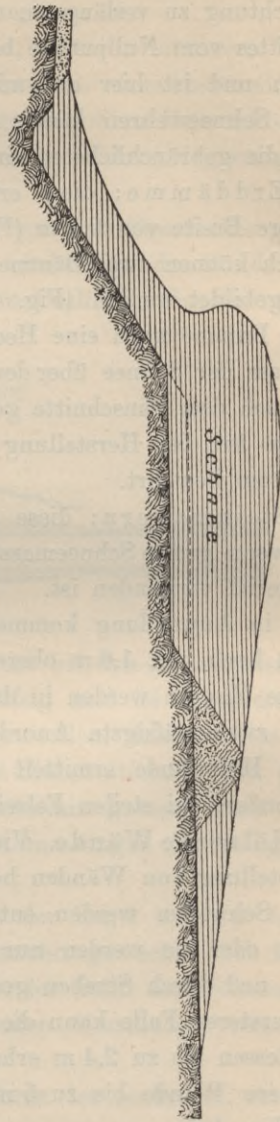


Fig. 403.



nach Bedarf in ein, zwei oder drei Reihen mit 10—12 m Abstand hintereinander aufgestellt werden.

4. Flechtzäune werden nur provisorisch bis zum Heranwachsen von lebenden Zäunen angewendet.

5. Hurden sind als Provisorium sehr zweckmäfsig, da sie sich leicht transportieren und dort aufstellen lassen, wo sie sich als nöthig erweisen.

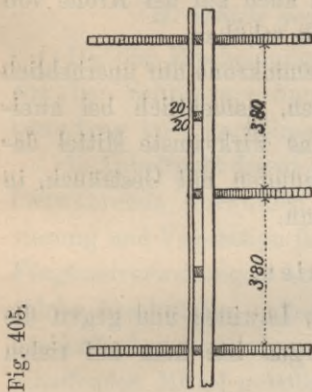


Fig. 405.

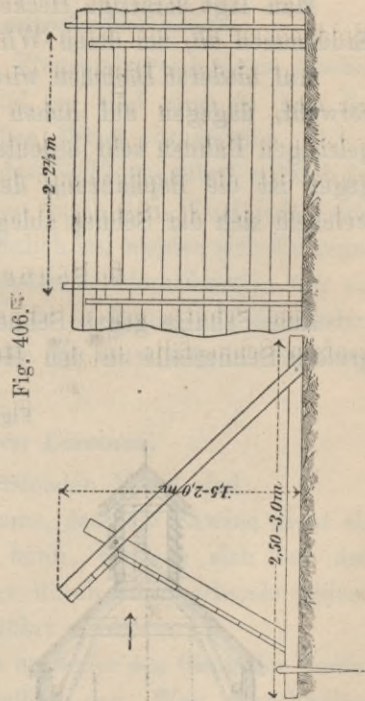
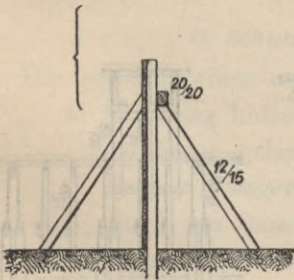


Fig. 406.

Behufs Aufstellung der Hurden werden Pfähle in den Boden geschlagen, welche an ihrem oberen Ende durch Stangen oder Draht verbunden werden, um an diese die Hurden zu lehnen.

Am Fusse werden die Hurden durch Holzpflocke an den Boden befestigt oder es werden die Pflocke der Hurden in den Boden getrieben, oder auch wirft man einen kleinen Damm aus Schnee längs derselben auf.

Die Wände können auch in zwei oder drei Reihen hinter einander aufgestellt werden.

6. Lebende Hecken aus Fichten, Kiefern, Tannen sind ein gutes Schutzmittel gegen Schneeverwehungen, wenn sie ziemlich dicht sind und eine genügende Höhe haben. Sie werden am besten in zwei oder drei Reihen angelegt. Bis sie die nöthige Höhe in ihrem Wachstume erreicht haben, müssen Bretterwände oder Flechtzäune den nöthigen Schutz gewähren.

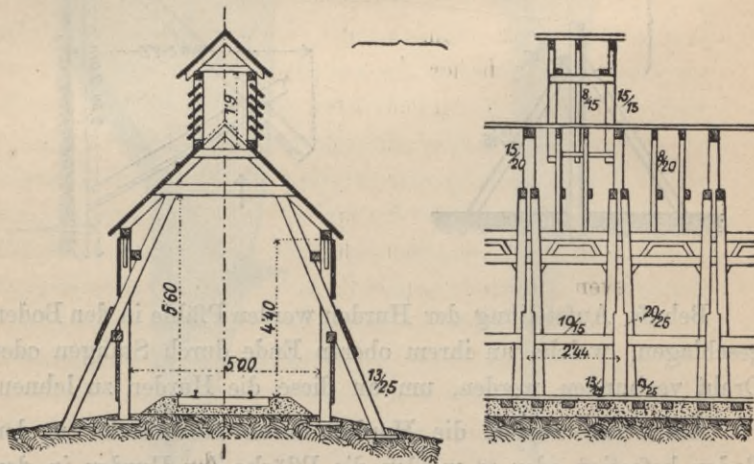
Man legt derartige Hecken wohl auch auf der Krone von Erddämmen an, um deren Wirkung zu erhöhen.

Auf niederen Dämmen wird die Dammkrone nur unerheblich verweht, dagegen auf hohen Dämmen, namentlich bei zweigeleisigen Bahnen sehr bedeutend. Das wirksamste Mittel dagegen ist die Bepflanzung der Böschungen mit Gesträuch, in welchem sich der Schnee ablagern kann.

### 5. Schneegalerien.

Zum Schutze gegen Schneewirbel, Lawinen und gegen die großen Schneefälle in den Hochgebirgen hat man auf vielen

Fig. 407.



Bahnen Schneegalerien hergestellt. Es sind dies Holzgerüste mit schützendem Dache und seitlicher Verschalung z. B. Fig. 407



oder pultdachartig, deren innere Flächen gewöhnlich mit Eisenblech gegen Feuersgefahr verwahrt sind.

### 6. Sonstige Nothmittel.

Für blofs vorübergehende Zwecke können als Schneewehen Äste von Nadelhölzern nebeneinander, oder Spaltholz, Schindeln kreuzweise eingesteckt werden, welche dann eben nur so viel Halt bedürfen, dass der Schnee sich dort ablagern kann.

#### *B. Schutz gegen Flugsandverwehungen.*

Da die Erscheinungen bei Flugsandverwehungen ähnlich wie bei Schneeverwehungen sind, so sind auch zu ihrer Bekämpfung im allgemeinen dieselben Mittel anzuwenden.

In Anbetracht dessen jedoch, dass bei Flugsandboden durch das fortwährende Aufwühlen desselben durch den Wind jede Cultivierung und Vegetation fast unmöglich ist, werden sich die gegen Flugsandverwehungen anzuwendenden Schutzmafsregeln nur auf solche beschränken müssen, wie sie in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit zulässig oder durch die sonst möglich herbeizuschaffenden Mittel geboten sind.

#### *C. Schutz gegen Lawinen.*

Die gegen Lawinen anzuwendenden Mittel sind:

- a) Erbauung hoher Dämme, dass die Lawine nicht auf die Bahn gelangen kann, sondern sich vor dem Damm ablagert oder durch entsprechende Objecte durch den Damm geführt wird;
- b) Schutzbauten, welche entweder den Gang der Lawine aufhalten oder derselben den Weg vorschreiben, eventuell über die Bahn leiten (Fig. 408 und 409).

#### *D. Schutz gegen Muhren und Gerölle.*

Flussläufe und Seitenthäler zu denselben sind von der Bahn aus gegen ihren Ursprung zu begehen und ist nachzusehen, ob die Bahn nicht vielleicht durch sich bildende Muhren in ihrem Bestande gefährdet werden könne und um in diesem Falle die nothwendigen Vorkehrungen zu treffen, die nach-





## Anhang.

### I. Feldmässige normalspurige Eisenbahnen.

Die feldmässigen Eisenbahnen unterscheiden sich nicht nur in der Linienführung, sondern auch im Unterbau und im Oberbau von den permanenten Bahnen.

Bei der Linienführung muss man darauf Rücksicht nehmen, dass für die Herstellung feldmässiger Eisenbahnen nicht jene Mittel und insbesondere auch nicht jene Bauzeit zur Verfügung steht, wie dies für den Bau permanenter Anlagen der Fall ist, dass aber in betriebstechnischer Hinsicht oft hohe Anforderungen an dieselben gestellt werden.

Die kommerziellen und politischen Erwägungen entfallen bei der Anlage feldmässiger Bahnen, da die zu verbindenden Punkte sich durch die jeweiligen Verhältnisse ergeben und imperativ bezeichnet werden. Zwischen diesen Punkten ist, wie bei permanenten Bahnen, die Linie zunächst generell und dann im Detail auszumitteln und im Terrain festzulegen.

#### a) Linienführung feldmässiger normalspuriger Eisenbahnen.

Gegenüber der im Abschnitte II, Kapitel 2, erläuterten Art und Weise der Trassierung von Eisenbahnen sind bei feldmässigen Trassierungen (Technischer Unterricht, 10. Theil für

die k. u. k. Eisenbahntuppe) manche Abweichungen zu verzeichnen, die im folgenden dargetan werden:

der Laufwiderstand  $w_0 = 4,00 + 0,0015 v^2$ ,

der Curvenwiderstand  $w_r = \frac{500}{R-50}$  oder wenn der Achs-

stand  $l$  berücksichtigt wird:  $w_r = 2 l \frac{4 l + l^2}{R-45}$  und

der Steigungswiderstand <sup>1)</sup>  $w_s = \pm \sin s = s$ ,

wenn  $v$  die Geschwindigkeit in m pro Sek.,  $R$  der Krümmungsradius und  $s$  der Steigungswinkel bedeuten.

Die Steigungen sollen bei feldmässigen Bahnen gering, im Maximum  $15 \text{ ‰}$  sein, damit nicht allzuschwere Lokomotiven, die ja sehr starken Ober- und Unterbau erfordern, verwendet werden müssen.

Der Minimalradius bei feldmässigen Eisenbahnen beträgt 150 m und werden dabei keine Übergangscurven angeordnet.

Legt man einem Eisenbahntwurf die Grösse der Zugkraft  $Z$  und des Zuggewichtes  $Q$  zu Grunde, so ergibt sich bei einem Locomotivgewicht  $L$  und einem Tendergewicht  $T$  das maassgebende Widerstandsverhältnis  $w_z$  aus:

$$w_z = w_0 + w_r \pm s = \frac{Z}{L + T + Q}$$

und die Anzahl der erforderlichen Züge:

$$n = \frac{w_z M}{Z - w_z (L + T + Q)},$$

wenn  $M = A + aA$  das zu befördernde Bruttogewicht  $A$ , die am Ende der Bahn täglich abzuliefernde Nettoladung und  $a$  das Verhältniss des Wagengewichtes zur Ladung bedeutet (bei 2-achsigen Güterwagen ist circa  $a = 3 : 5$ ).

---

<sup>1)</sup> In oben genannten Techn. Unt. werden alle jene Steigungen, deren Steigungsverhältniss in ‰ ausgedrückt, gleich oder kleiner ist als das Widerstandsverhältniss auf horizontaler Bahn unschädliche, die über diese Grenze vorkommenden schädliche Steigungen genannt, weil bei letzteren, der bei der Bergfahrt notwendige Mehraufwand an Zugkraft nicht durch Ersparnis an solcher bei der Thalfahrt hereingebracht werden kann.



Als allgemeiner Anhalt für die Bestimmung der Entfernung der Kreuzungspunkte wird folgende Fahrgeschwindigkeit angenommen:

Durchschnittliches Steigungsverhältnis der Strecke bis			
5 ‰	10 ‰	15 ‰	25 ‰
beiläufige Fahrgeschwindigkeit in km pro St.			
22	18	15	10

Sollen z. B. innerhalb von 24 Stunden in jeder Richtung 15 Züge mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 22 km/St. und einen durchschnittlichen Stationsaufenthalt von 10 Minuten verkehren, so ergibt sich die größte Entfernung  $x$  der Kreuzungsstationen aus:

$$2 \cdot 15 \left( \frac{x}{22} + \frac{10}{60} \right) = 24$$

mit:  $x = 14$  km.

Verkehren Doppelzüge (Zeitintervall 10 Minuten), so ist das Zeitintervall dem Stationsaufenthalt hinzuzuzählen (also nicht  $\frac{10}{60}$ , sondern  $\frac{10 + 10}{60}$ ).

Kreuzungsstationen feldmäfsiger Eisenbahnen für den Verkehr mit Doppelzügen müssen mindestens 4 Geleise erhalten.

Die Wasserstationen müssen soviel Wasser enthalten, dass alle innerhalb eines Tages verkehrenden Züge mit Wasser versehen werden können.

Bei feldmäfsigen Eisenbahnen sind Dämme von mehr als 2,00 m Höhe und Einschnitte von mehr als 1,5 m Tiefe möglichst zu vermeiden. Von den Hochwasserständen sind nicht die höchsten, sondern nur die gewöhnlichen zu berücksichtigen.

Zur Erklímmung steiler Hänge werden Spitzkehren angewendet.

Das Trassierungsprogramm für feldmäßige Eisenbahnen wird auf Grund des für die Bahn überhaupt aufzustellenden Programms bestimmt.

Letzteres gibt an: Kategorien der Bahn, Anfangs- und Endpunkt, dann Zwischenpunkte, zulässige Fahrgeschwindigkeit, größte Zuglänge, Leistungsfähigkeit der Bahn, Grundsätze für die Anlageverhältnisse (Tragfähigkeit für den Ober- und Unterbau, Baunormalien), Kommunikationen, deren Benutzung nicht beeinträchtigt werden darf und endlich Bauerleichterungen, insoweit solche nicht schon im Technischen Unterricht für die k. und k. Eisenbahntruppe vorgesehen sind, dann über Verwendung vorbereiteter Brücken, Oberbaumaterialien und dgl. und Leistungsfähigkeit der Fahrbetriebsmittel.

Das Trassierungsprogramm enthält Angaben über: größtes Steigungsverhältnis, kleinsten Bogenradius, größte Stations- (Wasserstation, Ausweichen) Entfernung, Anzahl der Geleise und Länge der Ausweichen und sonstige allgemeine Grundsätze der Anlageverhältnisse und dergl.

Baunormalien werden für Unterbau, Oberbau und Hochbauten aufgestellt und bilden hierüber die einzelnen Theile des Technischen Unterrichts der k. und k. Eisenbahntruppe die Grundlage.

Behufs Zeitersparnis ist bei den einzelnen geodätischen Arbeiten nur insoweit in das Detail einzugehen, als es die ihren Zweck entsprechende Genauigkeit fordert. Andererseits müssen wichtige die Länge und Höhenlage der Trasse beeinflussende Messungen mindestens durch zwei Partien gemacht werden, wenn sich die Controle der einmaligen Arbeiten an einem Anbindepunkt zum Schlusse nicht von selbst ergeben soll. Die mit den Feldarbeiten zusammenhängenden Hausarbeiten, Rechnen der Koten und dergl. sollen thunlichst noch am selben Tag grundsätzlich durch dieselbe Trassierungspartie vorgenommen werden.

Für lange Bahnlinien von 100 km und darüber dient zur allgemeinen Orientierung die Generalkarte (1 : 200 000), in welche die Eisenbahnlinie, ohne sich sehr um das Terrain zu kümmern,



zwischen den festgelegten Punkten eingezeichnet wird. Die weitere Bearbeitung dieser Linien beziehungsweise die Orientierung über die Trasse von kürzeren Linien findet in der Spezialkarte (1 : 75 000) statt. Hierbei ist es meist möglich, die Trasse in ihren Hauptzügen annähernd richtig zu stellen; ein Längenprofil dieser Linie gibt einen Überblick über die Steigerungsverhältnisse, Kunstbauten und dergl.

Sind Detailkarten (photographische Copien der Original-Aufnahmesektionen des k. und k. milit. geogr. Instituts zur Verfügung, so empfiehlt es sich auch diese zu verwenden, um die Null-Linie zu construieren. Je gröfser der Horizontalabstand der aus der Null-Linie und dem Bahnpolygon zu construierenden Bahnlinie von der Null-Linie ist, desto höher sind die Dämme und desto tiefer die Einschnitte und ist es einleuchtend, dass bei ersteren die Null-Linie bergwärts, bei letzteren thalwärts liegt.

Die in der Detailkarte eingezeichnete Linie wird dann stationiert und nach dieser das Profil angefertigt.

Nach diesen Operationen schreibt der Techn. Unterricht die Recognoscierung und dann das Vornivellement vor, welch' letzteres bei Verwendung guter Karten bis auf das Fixpunkt-nivellement auch entfallen kann.

Das Vornivellement folgt im allgemeinen der bei der Recognoscierung als günstig erkannten Linie, welche zu diesem Zwecke mit Fahnen und dergl. weithin sichtbar zu markieren ist. Durch Messen des Gefällsverhältnisses der recognoscirten Linie, weitere Beurteilung des Terrains und Verschiebung der Linie wird man trachten, in großen Zügen die annähernd richtige Trasse zu ermitteln.

Die Hauptrichtungspunkte der Trasse sind durch Boden- und Schriepflock mit der Beschreibung V und fortlaufender Nummerierung zu bezeichnen. Zur leichteren Auffindung dieser Punkte stellt man daneben noch Stangen oder dergl. auf. Für das Vornivellement wird ein eigenes Protokoll geführt.

Nach dem Vornivellement folgt die Entwicklung, worunter man das Aufsuchen einer mit der Trasse möglichst übereinstimmenden Leitlinie beziehungsweise Null-Linie mittels Instruments im Terrain

versteht (Entwickeln im Gefälle). Hierbei bestimmt man sich einen Polygonzug mit möglichst langen Seiten und nimmt auch die wichtigen seitlich gelegenen Terrainpunkte auf. Die zugehörige Hausarbeit besteht im Auftragen der Horizontalprojektion des Polygonzugs und der aufgenommenen Punkte. Die weitere Behandlung dieser Aufnahme erfolgt dann so, wie es im § 4 des 2. Kapitels, II. Abschnittes angegeben.

Schwieriges Terrain erfordert die Aufnahme eines Schichtenplanes, der gleich wie die Detailkarte behandelt wird. Es ist aber zumeist nicht nothwendig, die Nulllinie auszumitteln, sondern man kann ohne weiteres schon das Bahnpolygon einzeichnen und bei Maßstäben von 1:1000 und 1:2880 zum Einlegen der Kurven, die in der Feldausrüstung vorhandenen Radiengarnituren verwenden.

Nach Fertigstellung der Hausarbeiten begeht man die ganze Strecke an der Hand des Situationsplanes und des Längenprofils, um die ermittelte Linie zu prüfen und um Bodenbeschaffenheit, Kulturgattung, Kunstbauten, Nebenanlagen u. s. w. vorzumerken.

Die Trasse wird sodann auf das Terrain übertragen, stationiert und nivelliert und schliesslich werden die Querprofile aufgenommen. Letztere können wieder zu Verbesserungen resp. Verschiebungen der Trasse Veranlassung geben.

Die endgiltig festgelegte Trasse wird in der Weise versichert, dass man durch Hilfspflöcke seitwärts der Achse alle Hauptpunkte der Bahn, die beim Baue verloren gehen können, leicht wieder auffindet.

Die Verwendung der Arbeitskräfte für die Trassierung hängt von den jeweiligen Verhältnissen ab.

Der als Leiter der Arbeiten bestimmte Offizier hat die Arbeitseinteilung derart zu treffen, dass die gleichzeitig in Angriff genommenen Arbeiten thunlichst zum gleichen Zeitpunkt beendet werden. Je nach der Länge der Strecke, der Zeit, Arbeitskräfte, Zahl der zur Verfügung stehenden Instrumente u. s. w. kann die Trassierung abschnittsweise oder in der ganzen Strecke durch eine oder mehrere Trassierungspartien



oder Trassierungsgruppen durchgeführt werden. Die Zusammenstellung und Ausrüstung einer Trassierungspartie ist aus folgender Tabelle zu entnehmen:

**Zusammenstellung der Stärke und Ausrüstung der  
Tracierungs-Partien.**

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
1	Generelle Vorarbeiten  Recognoscierung	1—2	1 <sup>1)</sup>	—	—	Tracierungskarte, Notizbuch, Feldstecher (Fern- rohr), 20 m Meßband, kleine Boussole samt Kästchen, eventuell noch,  entweder: 1—2 Stück com- plete Aneroide, barometrische Höhentafel, barometrisches Pro- tokoll;  oder: completes Taschen- Nivellier - Instru- ment, 3 m selbstablesbare 3-theilige Nivel- lierlatte.	<sup>1)</sup> Soll der Landessprache mächtig sein.

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich		Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung*)
			Leiter	Assistent				
2	Generelle Vorarbeiten		1	1	1	6 <sup>1)</sup>	Tracierungskarte, 2 Stück complete Aneroide, barometrische Höhentafel, barometrisches Pro- tokoll, eventuell: 1) completes großes Universal-Nivel- lier-Instrument <sup>2)</sup> , 2 Stück 4 m selbst- ablesbare 2-theilige Nivellierlatten, 3—4 Stück 4 m roth- weise Aussteck- stangen mit Fähn- chen in denselben Farben, Vornivellement-Pro- tokoll (tachym.). a) b) c)*).	1) Entbehrlich wenn das Vor- nivellement mit Aneroiden durchgeführt wird. 2) oder com- pletes Nivellier- Instrument.
3							Fixpunkt- Nivellement 1. Partie	

\*) Eine 2. Anmerkung befindet sich am Schlusse der Tabelle.



Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich		Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
			Leiter	Assistent				
4	Generelle Vorarbeiten	Fixpunkt- Nivellement	1		1	3—4	<p>completes Nivellier-Instrument, 1—2 Stück 4 m selbstablesbare 2-theilige Nivellierlatten, 1—2 Stück Latten-Unterlagen, Nivellement - Protokoll. a)</p>	
5		Entwicklung der Trace	1	1	2	7—8	<p>completes großes Universal - Nivellier-Instrument, 3—4 Stück 4 m selbstablesbare Nivellierlatten<sup>1)</sup>, 3—4 Stück 4 m rothweisse Aussteckstangen<sup>2)</sup>, kleine Boussole sammt Kästchen, 20 m Meßband, 50 m Tracierschnur, 1 m hölzerner sechsgliedriger Massstab, tachymetrisches Protokoll, Croquiematerial, Fixpunkt - Verzeichnis der Partien Nr. 3 und 4. a) b) c)</p>	<p><sup>1)</sup> Hiervon 1 Stück eventuell mit Zielcheibe. <sup>2)</sup> Eventuell mit Fähnchen in denselben Farben.</p>

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
6	Generelle Vorarbeiten  Hausarbeit (Generelles Project)	1	11)	21)	2	<p>1—2 Stück Tracierungskarten, Gepakte kleine Zeichenrequisiten-Kiste, ferner Dr. W. Jordan's Hilfs-Tabellen für Tachymetrie (eventuell Rechenschieber für tachymetrische Aufnahmen sammt Futteral), completer Amsler's Polar-Planimeter, 75/100 cm Reissbrett, 100 cm Reisschiene, Papier - Transporteure, 0,3 kg sammt Fläschchen arabischer Gummi, 1 Fläschchen blaue Metall-Tinte, 1 Fläschchen rothe Metalltinte, 1 l sammt Flasche schwarze Tinte.</p>	1) Für je 5 bi 10 km.



Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
7	Detailtracierung  Übertragen der Trace aus dem Plane auf das Terrain, Ausstecken der Geraden, Bestimmung der Winkel- punkte	1	1	2	6	Tracierungskarte und Plan mit der eingezeichneten Trace, completes großes oder kleines Uni- versal - Nivellier- Instrument, complete Winkel- trommel, Feldstecher, 2-3 Stück 4 m) roth- 2-3 Stück 2 m) weisse Aussteckstangen, Senkel sammt Schnur u. Spule, 50 m Tracierschnur, completes 20 m Stahl- mefsband, 1 m hölzerner sechsgliedriger Mafstab. a) b)	
						completes kleines oder großes Uni- versal - Nivellier- Instrument, 2-3 Stück 4 m) roth- 2-3 Stück 2 m) weisse Aussteckstangen, completes 20 m Stahl- mefsband, 1 m hölzerner sechsgliedriger Mafstab, 50 m Tracierschnur, Tabelle über Rich- tungsverhältnisse, Notizbuch, Tracierungs - Hand- buch Hanhart und Waldner, Stampfer's Loga- rithmentafel. a) b)	1) Wenn wenig Bögen in der Trace vorkom- men, so können diese Arbeiten der Tracierungs- partie Nr. 7 übertragen werden.
8	Messen der Tangenten- winkel, Ausstecken der Bögen <sup>1)</sup>	1		2	6		

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich		Officiere (In- genieure)		Unterofficier (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
			Leiter	Assistent				
9	Detailtracierung	1. Partie (Hektometriren)	—	—	1	4	2 Stück 4 m } roth- 2 Stück 2 m } weiße Aussteckstangen, completes 20m Stahl- meßband, 1 m hölzerner sechsgliedriger Maßstab. b)	Für das Stationieren in den Bögen erhält der Unterofficier (Gehilfe) vom Leiter (Partie Nr 10) einen Auszug aus der Richtungstabelle.
10		2. Partie (Controle und Zwischenpunkte)	1	—	1	4	Wie Nr. 9, ferner Richtungstabelle mit den Eintragungen der Partie Nr. 8, Stationierungs-Protokoll. b)	
11		Aufnahme des Längenprofils (Längen-Nivellement)	1		1 <sup>1)</sup>	3—4)	completes Nivellier-Instrument, 1—2 Stück 4 m selbstablesbare Nivellierlatten, Nivellement - Protokoll mit dem Auszuge aus dem Stationierungsprotokoll der Partie Nr. 10, Fixpunkt - Verzeichnis der Partie Nr. 3 und 4. a)	1) Um 1 Unterofficier und 2 Pioniere zu vermehren, wenn gleichzeitig Querprofile aufzunehmen sind und daher die Tracierungs-partie Nr. 13 entfällt.



Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
12	Aufnahme von Quer- profilen mittels Staffelzeuges	1 <sup>1)</sup>	—	1	3	completes Staffel- zeug, complete Winkel- trommel, 2 Stück 4 m   roth- 2 Stück 2 m   weiße Aussteckstangen, Vormerkung, Croquiermaterial, Nivellement - Proto- koll (Auszug) der Partie Nr. 11.	1) Für mehrere Partien.
Detailtracierungs							
13	Aufnahme von Querprofilen (Quernivellement)  mittels Nivellier- Instru- mentes <sup>1)</sup>	1		2	5—8	completes Nivellier- Instrument, completes 20 m Stahlmefsband, complete Winkel- trommel, 1—2 Stück 4 m selbstablesbare Nivellierlatten, 2 Stück 4 m   roth- 2 Stück 2 m   weiße Aussteckstangen, Croquiermaterial, Quer-Nivellement- Protokoll, Fixpunkt - Verzeich- nis der Partie Nr. 3 und 4, Nivellement-Pro- tokoll, (Auszug) der Partie Nr. 11. a)	1) Kann even- tuell der Tracie- rungspartie Nr. 11 über- tragen werden

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich		Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung	
			Leiter	Assistent					
14	Detailtracierung Aufnahme von Querprofilen (Quernivellement)		tachy- metrisch mittels Universal- Nivellier- Instru- mentes	1	1	1	4	<p>completes kleines oder großes Uni- versal - Nivellier - Instrument, 2 Stück 4 m selbst- ablesbare Nivel- lierlatten, 1—2 Stück 4m) roth- 1—2 Stück 2m)weifse Aussteckstangen, Croquiematerial, tachymetrisches Protokoll, Fixpunkt - Verzeich- nis u. Nivellement- Protokoll wie bei Partie Nr. 13. a)</p>	
15	Detailtracierung Aufnahme von Querprofilen (Quernivellement)		mittels Aneroide	1—2	1	—	—	<p>Tracierungskarte (Detailkarte), 1—2 Stück complete Aeroide, barometrische Höhentafel, barometrisches Protokoll, Croquiematerial, kleine Boussole samt Kästchen, Fixpunkt - Verzeich- nis u. Nivellement- Protokoll wie bei Partie Nr. 13.</p>	



Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
16	Versicherung der Trace	1		1	4	<p>completes kleines oder großes Uni- versal - Nivellier - Instrument, complete Winkel- trommel, 2 Stück 4 m   roth- 2 Stück 2 m   weisse Aussteckstangen, Senkel sammt Schnur und Spule, completes 20 m Stahlmefsband, 1 m hölzerner sechsgliedrig. Mafsstab, Protokoll über die Versicherung der Trace, Stationierungs - Pro- tokoll der Partie Nr. 10, Richtungstabelle der Partie Nr. 8. a) b) c).</p>	
17	Aufnahme von Detail- situationen	1	1	1	4—8	<p>completes großes oder kleines Uni- versal - Nivellier - Instrument, 2—3 Stück 4m selbst- ablesbare Nivel- lierlatten, kleine Boussole sammt Kästchen, 3—4Stückrothweisse Aussteckstangen, completes 20 m Stahlmefsband, tachym. Protokoll, Croquiematerial, Fixpunkt - Verzeich- nis derPartie Nr. 3 u. 4, oder Auszug aus dem Nivellementprotokoll der Partie Nr. 11. a) c).</p>	

Tracierungs-Partie Nummer	Benanntlich	Officiere (In- genieure)		Unterofficiere (Gehilfen)	Pioniere (Hand- langer)	Ausrüstung	1. Anmerkung
		Leiter	Assistent				
18	Detailtracierung  Hausarbeit (Detail- project)	1	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1	1—2 Stück Tracierungs- karten, gepackte große Zeichenrequisiten- Kiste 1) 2).	1) Für je 3 bis 6 km. 2) Eventuell die gepackte kleine Zeichen- requisitenkiste nebst den bei Tracierungs- partie Nr. 6 an- geführten Gegenständen und Materialien.

## 2. Anmerkung.

a) Zu jedem Nivellier- oder Universal-Nivellier-Instrumente gehört ein Sonnenschirm sammt Verlängerungsstab.

b) Die Tracierungspartien Nr. 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10 und 16 haben sich mit einem entsprechenden Vorrathe von Boden- und Schreibpflöcken, Partie Nr. 2, 5 und 7 überdies mit Winkelpunkt- und Richtstangen, sowie mit dem zum Herrichten, Beschreiben, Versetzen, beziehungsweise Einschlagen erforderlichen Handhacken, Handsägen, Nägel, Weiskalk, Försterstifte (eventuell auch Ölfarbe, blecherne Ölfarbflasche sammt Riemen, Anstreichpinsel), Vorschlagpflocke, hölzernem Schlägel, Spitz-eisen u. s. w. zu versehen.

c) Nach Thunlichkeit sind auch die Tracierungspartien Nr. 5, 16 und 17 mit der Tracierungskarte zu betheiligen.

Für die Trassierung durch einzelne Trassierungsgruppen  
genügen in den meisten Fällen

2—4 Offiziere,

3—6 Unterofficiere,

8—15 Pioniere (Handlanger).



Längere Linien werden nach bereits vorhandenen oder zu bestimmenden Terrainfixpunkten in Theilstrecken, Sectionen von 3—6 km untertheilt und für jede Section eine Trassierungsgruppe bestimmt. Nach Disposition des Sectionsleiter kann die Section, wenn sie länger als 3 km ist, in 2 Loose untertheilt werden, jedoch muß zur Wahrung des Zusammenhanges der Linie an den Berührungsgrenzen der Sectionen und Loose das Richtungs- und Höhenverhältnis der Trasse von Trassierungs- resp. Sectionsleiter festgesetzt werden.

b) Der Unterbau feldmäfsiger normalspuriger Eisenbahnen.

Dieser unterscheidet sich von jenen permanenter Bahnen nur insofern, dass für die Herstellung von Kunstobjecten nur Holz und Eisen in Verwendung kommt. Eine große Rolle spielen die Eisenbahnprovisorien aus Holz und zwar mit Rücksicht auf die erforderliche rasche Herstellung, in der möglich einfachsten Form; für größere Spannweiten (8—10 m) kommen Träger als gewaltigere Formeisen in Betracht, während für sehr große Spannweiten (bis zu 57 m) zerlegbare Gitterconstruktionen Anwendung finden.

Es ist einleuchtend, dass man schon bei der Trassierung der Linie nicht nur darauf Rücksicht nimmt, dass die Erdwerke möglichst geringe Dimensionen erhalten, sondern dass auch die unbedingt notwendigen Kunstobjecte in ihren Ausmaßen innerhalb praktischer Grenzen bleiben.

c) Oberbau feldmäfsiger normalspuriger Eisenbahnen.

Der Oberbau dieser Bahnen besteht aus denselben Theilen wie jener permanenter Anlagen, nur sind gewisse durch den Technischen Unterricht, 13. Teil, der k. und k. Eisenbahntrope festgesetzte Abänderungen, die im folgenden angeführt werden, gestattet:

Die Spurweite beträgt in Geraden und in Krümmungen von mehr als 300 m Radius 1,445 m.

Kommen ausnahmsweise doppelspurige feldm. Eisenbahnen zur Ausführung, so hat der Geleiseabstand auf freier Strecke mindestens 3,5 m zu betragen.

Das Bettungsmaterial ist in der Regel dasselbe, aus welchem der Unterbau besteht und ist die Bettungsstärke unter den Schwellen 10 cm; unter Umständen kann die Bettung auch ganz entfallen. Normal bedeckt sie, wie Fig. 1 zeigt, das ganze Unterbauplanum, kann aber auch ähnlich wie bei permanenten Bahnen nach Fig. 2 hergestellt werden.

Fig. 1.

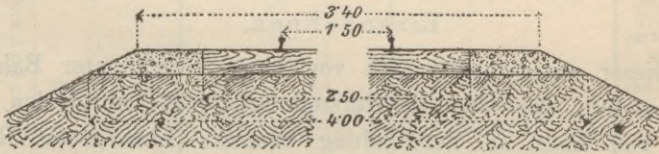
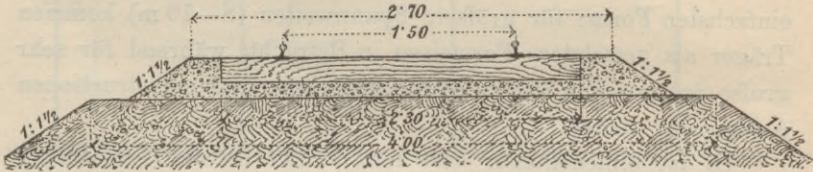


Fig. 2.



Die Schraubenmuttern der Laschenbolzen werden stets an der Innenseite der Schienen angeordnet; Unterlagsplatten entfallen gänzlich und macht man keinen Unterschied zwischen Stofs- und Mittelschwellen, deren Länge im Minimum 2,3 m zu betragen hat. Die Schwellenaustheilung zeigt Fig. 3.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit wird der Abstand der Mittelschwellen mit 65 cm festgesetzt; die an den (schwebenden) Stößen angeordneten Schwellen stehen so weit von einander ab, dass die Enden der Laschenpaare noch beiderseits über Schwellen zu liegen kommen.

Beim feldmässigen Legen des Oberbaues wird auf die senkrechte Stellung der Stöße nur insoweit Rücksicht genommen, als hierdurch der rasche Fortschritt der Arbeit nicht leidet.



Bei Brücken, offenen Objecten oder dergl. muß auf eine bestimmte Anordnung der Schienen Rücksicht genommen werden.

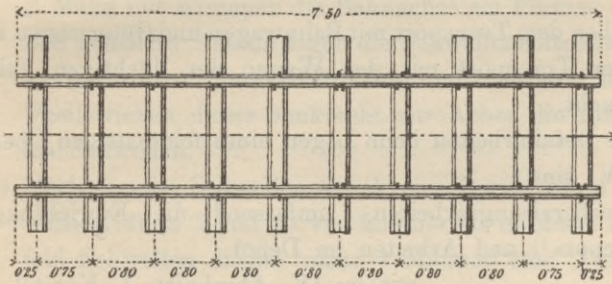
Auf kleinere Objecte sollen keine Stöße fallen. Vom Widerlager soll der nächste Stofs ungefähr 2 m entfernt sein.

Um den entsprechenden Ausgleich treffen zu können, müssen Hauschienen angewendet werden.

Auf eisernen Brücken, dann auf Objecten über 10 m Spannweite wird der Oberbau durch die Brücken-Baupartie gelegt. Auf kleineren Objecten geschieht dies gleichzeitig mit dem Legen des Oberbaues der Anschlussstrecke.

Im ersten Falle, dann auch bei den Anschlüssen an schon gelegte Weichen, müssen die anschließenden Schienen verkürzt werden. Die geringste Länge der einzulegenden Hauschienen muß noch so groß sein, dass die Schiene auf mindestens 4 Schwellen aufruft.

Fig. 3.



Um Aufenthalte zu vermeiden, können an Stelle von Hauschienen für den ersten Verkehr mit Bahnwagen Balken aus hartem Holz eingelegt werden.

Diese Balken müssen mit ruhendem Stofse angeordnet sein und die Schwellenentfernung darf nur 0,40 m betragen.

Das Texteln der Schwellen kann entfallen.

In Geraden und in Bögen mit über 300 m Radius werden die Schienen auf jeder Schwelle nur mit 2 Nägeln genagelt; in Bögen mit Radien von unter 300 m ist die Schiene jedoch auf jeder Stofs- und 1—2 Mittelschwellen mit 3 Nägeln nach

Fig. 3 zu nageln, wobei 2 Nägel an der Innenseite der Schienen anzuordnen sind.

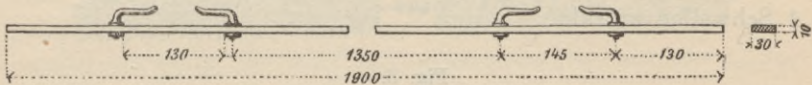
Spurerweiterung wird nur bei Curven mit einem Radius von weniger als 300 m Länge angeordnet.

Schienenüberhöhung findet nur bei Curven mit einem Radius unter 500 m statt, kann aber auch ganz entfallen.

Ausrundung der Gefällsbrüche entfällt.

Neben den im Abschnitt IV, Capitel 1, § 6 angeführten Werkzeugen, Geräten und dergl. verwendet man beim Legen des feldmäßigen Oberbaues noch die Spurklemme, Fig. 4, welche die noch nicht genagelten Schienen — die gegenüber liegenden Schienenfüße umfassend — so in der Spur erhalten, dass beladene Bahnwagen über diese geschoben werden können.

Fig. 4.



Neben dem Transport mit Bahnwagen und Güterwagen kommt noch der Transport mit den Wagen der flüchtigen Feldbahn in Betracht.

Die Detailarbeiten beim Legen eines feldmäßigen Oberbaues (Tafel V) sind:

1. Vorbereitungsarbeiten, umfassend die Einrichtung der Depots<sup>1)</sup> und Arbeiten im Depot,

wie im IV. Abschnitt, 1. Kapitel, § 7 a,

<sup>1)</sup> Hauptdepots am Anfang und Ende der Linie, bei langen Strecken auch Zwischendepots. Füllung der letzteren erfolgt vom Hauptdepot aus. Für den Bau selbst wird das Material aus obigen Depots mittelst Materialzügen an die Bautete vorgebracht und dort in Baudepots abgelagert. Ausnahmsweise empfiehlt es sich, das Baudepot fahrend einzurichten, d. h. der Materialzug ladet an der Bautete angekommen nur soviel ab, als auf einmal auf die Bahnwagen verladen werden kann, und fährt dann um Zuglänge zurück. Das abgeladene Material wird auf die Bahnwagen verladen und zum Einbau vorgefahren.

Ist der Materialzug fast gänzlich entladen, so wird der Rest abgeleert und fährt der Zug in das Depot zurück, damit er dem nächsten Materialzug Platz macht.



2. Aussteckarbeiten wie im IV. Abschnitt, I. Kapitel, § 7 b,
3. Materialtransport „ „ „ „ „ „ § 7 c,
4. Verrichtungen beim Legen des Oberbaues:

- a) Arbeiten im Baudepot (Schienenbiegen, Verpackungsgefäße öffnen, Laschenbolzen einölen, in jeder Schiene an dem in der Baurichtung vorn gelegenen Ende ein Laschenpaar mit einem inneren Laschenbolzen lose befestigen, Werkzeuge und Requisiten vorbereiten und in Stand setzen.
- b) Planieren des Unterbauplanums durch eine den jeweiligen Verhältnissen entsprechend starke Planierpartie, welche mit Schaufeln, Abweglatten mit Libelle, Absehkreuzen, Pflöcken und eisernen Rechen ausgerüstet ist.
- c) Trassieren durch 1 Unteroffizier und 4 Männer. Zwischen den Achspflöcken und einvisierten Zwischenpflöcken wird eine Trassierschnur gespannt und längs dieser durch 2 Mann mit Krampen die Bahnachse am Planum ersichtlich gemacht, 2 Mann legen die Schweleneinteilungslatte an die so bezeichnete Bahnachse und trassieren nach den Theilstrichen dieser senkrecht zur Achse die Plätze für die Schwellen.
- d) Vorlegen der Schwellen durch eine Partie von 1 Unteroffizier, dann 2 mal so viel Männer als in einem Geleisefeld Schwellen liegen mehr 4 Männer zum Ausrichten der Schwellen am Planum.

Die Schwellenträger entnehmen die Schwellen vom Bahnwagen, tragen sie auf einer Seite der Bahn zur Einbaustelle, werfen sie dort ab und kehren auf der anderen Seite zum Bahnwagen zurück.

- e) Vorlegen der Schienen. Die Partie hierfür besteht aus zwei Schienentragpartien mit je 1 Partieführer (einer hiervon mit einer Spurlehre, wenn die Schienen geheftet werden), ferner aus 2 Männer mit je einem großen Geisfuß zum Heben der Schienen beim Laschen und 4 Männer mit je 3 Spurklemmen und einem Handhammer. Gelangen ausnahmsweise Unterlagsplatten zur

Anwendung, so werden noch 2 Männer zum Austeilen derselben abgetheilt.

Die Schienentransportpartien nehmen je eine Schiene vom Bahnwagen, legen sie so auf die Schwellen, dass das eine Schienenende zwischen den schon eingebauten Laschen und beide Schienen in die richtige Spur zu liegen kommen.

Die mit den großen Geisfüßen ausgerüsteten Männer richten an der Tête die Schienen, damit die Laschenbolzen eingezogen werden können.

Liegt die Schiene richtig, und ist ein Laschenbolzen eingezogen, so wird am vorderen Ende der letztvorgelegten Schienen eine Spurklemme eingelegt und das Schienenpaar parallel zur Bahnachse gebracht. Sind keine Spurklemmen vorhanden, so wird jede Schiene vorn mit je 2 Nägel geheftet.

- f) Laschen der Schienen untertheilt sich in ein flüchtiges und festes Laschen; ersteres besteht im Einziehen der beiden inneren Laschenbolzen, wobei die Muttern nur soweit angezogen werden, dass die Schienen für die langsame Fahrt der Bahnwagen genügend festgehalten werden. Das Festlaschen, welches auch bei den Vollendungsarbeiten erfolgen kann, umfasst das Einziehen der äußeren und Festziehen aller Laschenbolzen.

Für das flüchtige Laschen hat man eine Partie von 1 Unteroffizier und 4 Laschern (mit 4 französischen und 4 deutschen Schraubenschlüsseln, dann 4 Handhämmer) und 2 Männer mit je einem Bund Dilatationsplättchen. Je ein Lascher hält die Enden der an der liegenden Schiene angebrachten Laschen auseinander und erwartet die nächste vorzulegende Schiene; je 1 Mann bei jedem Schienenstrang hält ein Dilatationsplättchen an das Ende der liegenden Schiene. Ist die Schiene ausgelegt, so wird der innere Laschenbolzen eingeführt. Die 4 Lascher je 2 an einem Schienenstrang arbeiten sich übergreifend.



Die Partie zum Festlaschen besteht aus 1 Unteroffizier und 6 Mann, wovon 4 Männer wie die früheren Lascher ausgerüstet sind und je 2 davon (einer am rechten, einer am linken Schienenstrang) hinter den letzten Bahnwagen die innern Laschenbolzen festziehen, während die zwei andern Lascher die äußeren Laschenbolzen einziehen und festziehen; 2 Mann vertheilen mit Schiebtruhen die Bolzen und haben noch eine Ölkanne zum Ölen der Bolzen mit.

- g) Nageln umfaßt die Vorbereitungsarbeiten (Zurechtrücken der Schwellen) u. z.: 1 Unteroffizier als Partieführer und 12 Mann: 4 Männer bezeichnen die Schwellenlagen unter Zuhilfenahme der Schwelleneintheilungslatte mit Kreide am Schienenfuß, 6 Männer mit stählernen Schlägeln rücken die Schwellen zurecht, 2 Männer vertheilen die Nägel), das Vornageln (umfaßt das Nageln der Stofs- und einer Mittelschwelle) und das Vollnageln (umfaßt das Nageln aller übrigen Schwellen).

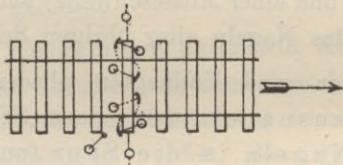
Das Vor- und Vollnageln gliedert sich wieder in das Vorausnageln (auf einem Schienenstrang) und in das Nageln in die Spur (um ein Schienenfeld den Vorausnaglern zurück auf den andern Schienenstrang) wie es Tafel V zeigt.

Das Nageln selbst erfolgt durch Unternagelpartien in der Stärke von 3 Mann, welche mit 2 stählernen 4,3 kg schweren Schlägel mit einem Unterlagsklotz und 1 Geißfuß ausgerüstet sind, die Unternagelpartien für das Nageln in die Spur haben noch je einen Spurlehrn.

Die Anzahl der Unternagelpartien ergibt sich, wie Tafel V zeigt, aus der Anzahl der Schwellen per Geleisefeld. Für das Vornageln und für das Nageln in die Spur wird je 1 Unteroffizier als Partieführer bestimmt. — Die Handhabung der Werkzeuge ist aus der Tafel V zu entnehmen.

- h) Zuschub des Materials erfolgt durch eine oder mehrere Zuschubpartien und rechnet man per Bahnwagen 8 bis 10 Mann, je 1 Partieführer (Unteroffizier) überwacht die Schienen- und Schwellenwagen. — Diese Parteien beladen die Wagen im Baudepot, führen dieselben zur Bautete vor, schieben sie in dem Maße als der Ausbau erfolgt weiter, heben die geleerten Wagen aus und hinter dem letzten beladenen Wagen wieder in das Geleise, um sie abermals im Baudepot beladen zu können u. s. w.
- i) Unterstopfen (Fig. 5) erfolgt unmittelbar nach dem Nageln, dabei werden nur die hohlliegenden Schwellen soweit unterstopft, dass das Passieren des Materialzuges möglich wird. Das Unterstopfungsmaterial wird seitwärts der Bahn entnommen. Die Partie besteht aus

Fig. 5.



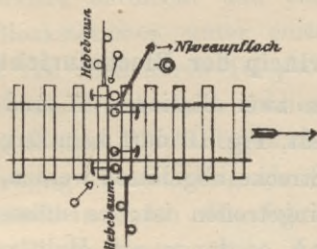
- 1 Unteroffizier und aus Unterpartien in der Stärke 7 Mann (4 Mann mit Unterschlagkrampen, 2 Mann mit je einem großen Geißfuß zum Heben der Schwellen, 1 Mann, mit einer Schaufel zum Zuwerfen des Materials). Die Arbeitsanstellung ist aus Tafel V u. Fig. 5. ersichtlich.
- j) Flüchtige Richten des Geleises erfolgt nach dem Augenmaße gleichzeitig mit dem Unterstopfen durch einen Partieführer und 4 Mann, welche letztere mit großen Geißfüßen ausgerüstet sind.
- k) Vollendungsarbeiten bestehen in eventuellen Festlaschen, Einbringen der Bettung (entweder mit Materialzügen oder seitlicher Entnahme durch Schaufelwurf, Schiebtruhen, Rollbahnen und dergl. zwischen den Schwellen vertheilt), Heben des Geleises



ins Niveau, Unterkrampen, Richten des Geleises, Vollschootern und Aufstellen der Bahnzeichen.

Das Heben des Geleises (Tafel V u. Fig. 6) erfolgt durch eine Partie von 1 Unteroffizier und 10 Mann (4 Mann, und zwar je 2 Mann mit einem Hebebaum, heben die Schwellen auf die richtige Höhe, 4 Mann unterkrampen,

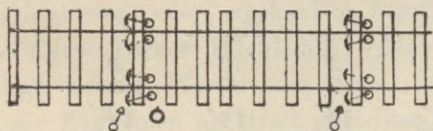
Fig. 6.



2 Mann werfen Bettungsmaterial zu, der Unteroffizier handhabt bei den Niveauflöcken die Abwäglatte, während die richtige Höhenlage der übrigen Stöße durch Abschkreuze kontrolliert wird).

Unterkrampen (Tafel V u. Fig. 7) besorgen Parteien in der Stärke von 5 Männer. (4 Männer handhaben die Unterschlagkrampen, stellen sich am Anfang eines Geleisefelds mit der Front gegen das Ende desselben,

Fig. 7.



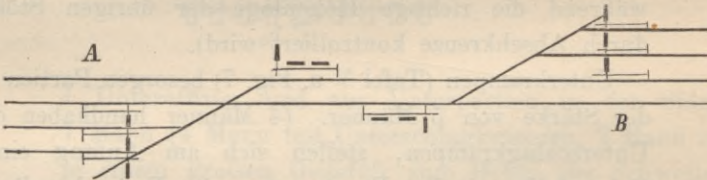
gehen im Takt unterkrampent gegen das Feldende, kehren um und unterkrampen die andere Seite der Schwellen. 1 Mann wirft Bettungsmaterial zu). Die Anzahl der Parteien richtet sich nach der Länge der zugewiesenen Strecke.

Richten des Geleises erfolgt nach Tafel V, durch 1 Unteroffizier und 4 Mann, welche 1 Stichmafs gleich der halben Spurweite und 4 grofse Geifsfüfse als Ausrüstung haben und das Geleise in die richtige Lage verschieben. — Nach dem Richten des Geleises ist anfangs das Bettungsmaterial nur auferhalb der Schienen bis zur Schwellenoberkante anzuschütten und erst nach erfolgtem Nachrichten und Nachheben die Vollschotterung vorzunehmen.

## II. Princip der Blockeinrichtung.

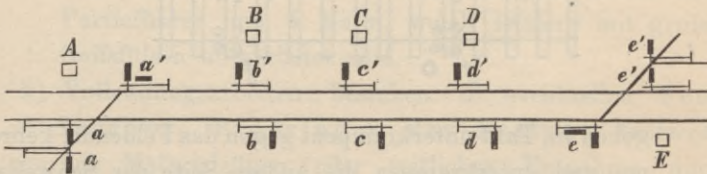
Wenn zwischen zwei Stationen A und B z. B. nur ein Bahnabschnitt besteht, Fig. 10 darf kein Zug von der Station A in die vorliegende Strecke abgelassen werden, bevor der vorausgegangene in B eingetroffen ist; es müssen daher alle drei Ausfahrtsignale in A so lange auf Halt zeigen, solange der vorausfahrende Zug nicht an dem Abschlussignal in B vollständig vorbeigefahren ist.

Fig. 10.



Ist die Stationsentfernung groß oder ist eine regere Zugfolge erwünscht als dies bei einem Blockabschnitt (gleich der Länge

Fig. 11.



einer Stationsentfernung) möglich ist, so wird die Strecke durch Blockzwischenstationen in mehrere Theile getheilt, z. B. Fig. 11.



In jeder solcher Blockstation befindet sich ein Semaphor und neben diesem eine Bude für einen Wärter und einen — weiter unten beschriebenen — Blocksatz, durch welchen die benachbarten Blockstationen derart zwangsweise in Abhängigkeit gebracht sind, dass ein auf Halt gestellter Semaphor sich selbst blockt und verriegelt — erst dann wieder auf Freie Fahrt umgestellt werden kann, wenn die in der Fahrtrichtung folgende Blockstation durch eigene Haltstellung sich selbst blockt und die erstere entblockt und entriegelt. Die Verständigung der Blockstationen unter einander erfolgt durch elektrische Klingel und auch durch Telephon und dergl.

Außer den durch Blockwärter bedienten Blockstationen stehen auch selbstthätige Blockanlagen in Anwendung, bei welchen die Einstellung der Blocksignale durch entsprechende Übertragung unmittelbar durch den fahrenden Zug bewirkt wird. Bei diesen Blockanlagen ergibt sich für eine in die Abschnitte AB, BC, CD und DE zerlegte mit Blocksignalen versehene Bahnstrecke nachstehende Signalfolge.

Der von B kommende an C vorbeifahrende Zug stellt dieses Signal auf Halt und gleichzeitig, sofern der vorausfahrende Zug die Strecke DE verlassen hat, das Signal d auf Freie Fahrt; das Signal b am Anfange der soeben vom Zuge verlassenen Blockstrecke bleibt vorläufig auf Halt, wird aber entriegelt, so dass ein bei A in die Strecke AB einfahrender Zug die Stellung des Signals b auf Freie Fahrt veranlassen kann.

Die Übertragung erfolgt auf elektrischem Wege durch Schienenstromkreis (Halt), durch elektrisch gesteuerte Pressluftanlagen (Westinghouse) oder mechanisch durch Druckschienen und Gestänge (New-Yorker Hochbahn). Eine solche Blockanlage benötigt keinen Wärter, es muß aber zugestanden werden, dass ein Zug einen auf Halt gestellten Semaphor auch — jedoch mit Vorsicht — passieren darf und dann erst wieder mit seiner vollen Geschwindigkeit weiter fahre, wenn er wieder ein auf freie Fahrt gestelltes Signal begegnet.

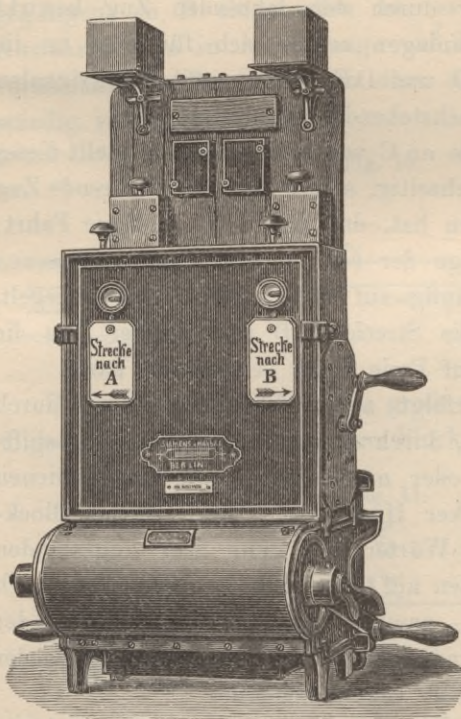
Diese Blockierung nennt man die bedingte zum Unterschiede der sicher wirkenden unbedingten Blockierung, bei welcher die

Umstellung des Semaphors durch einen Wärter erfolgt, die Haltstellung blockiert und erst durch Umstellung des folgenden Semaphors wieder entblockt wird.

Zugleich mit der Stellung des Semaphors auf Freie Fahrt bei einer Blockstation wird die Einfahrt eines Zuges in die Blockstrecke gewöhnlich durch elektrische Klingel nach vorwärts gemeldet, um den Blockwärter dadurch zur Stellung seines Signals auf Freie Fahrt aufzufordern, die er jedoch nur vornehmen kann, wenn die Entblockung für dieses Signal von der nächsten weiter vorliegenden Blockstation bereits vorgenommen ist.

Zur Herstellung der Abhängigkeit zwischen den Blockstationen dienen elektrische Blockwerke und zwar haben jene von

Fig. 12.



Siemens & Halske am meisten Anwendung gefunden.

Die äußere Einrichtung eines derartigen zweitheiligen Blockwerkes in Verbindung mit einer Signalkurbel zeigt Fig. 12, während die Einrichtung für die gegenseitige Abhängigkeit — Verbindungen und

Schaltungen — zweier räumlich von einander entfernt gedachten Blockstationen I und II die Fig. 13 und 14 (Seite 529) veranschaulichen.

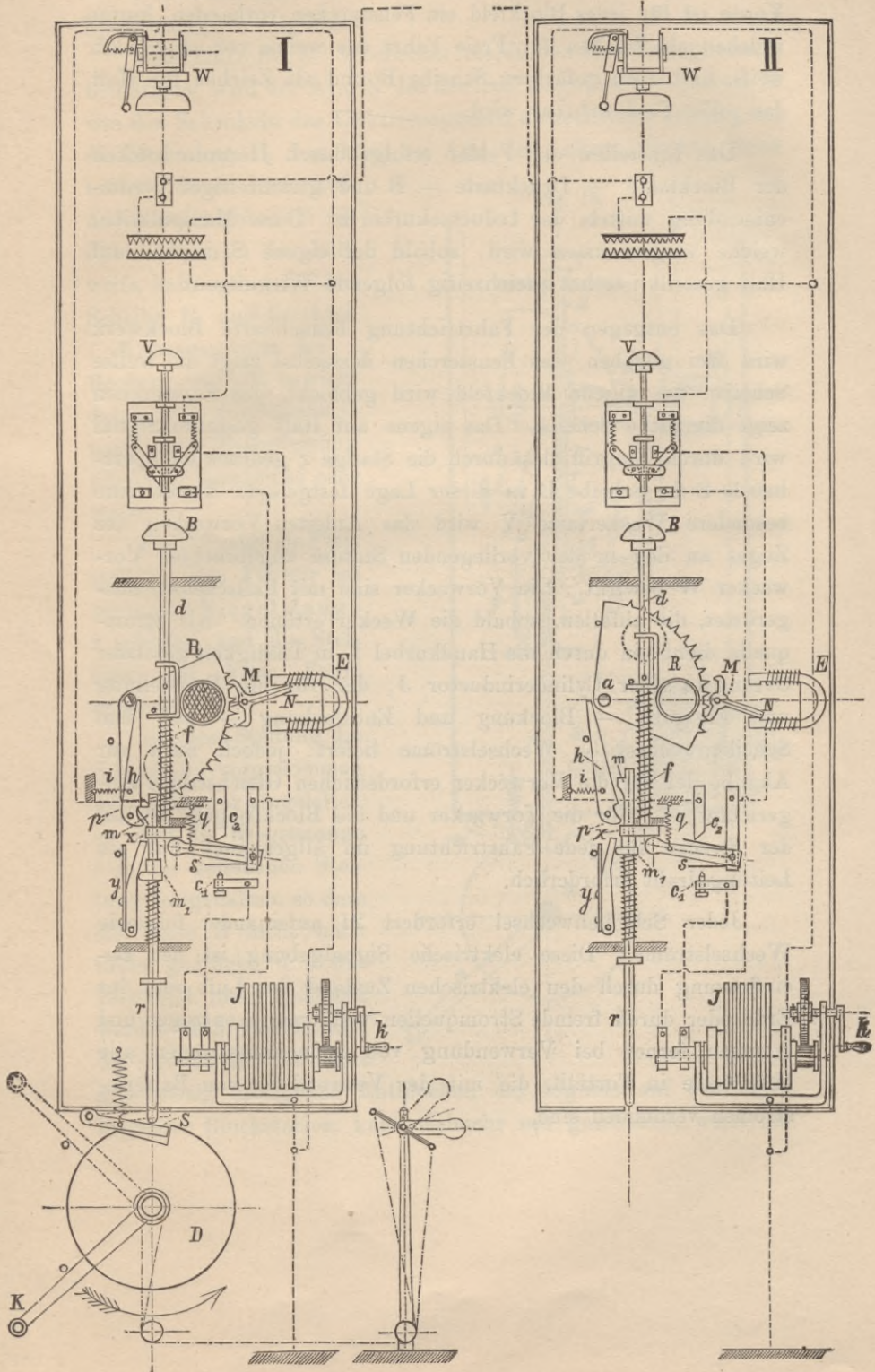
Das Blockwerk trägt in einem an der

Wand der Signalbude befestigten gußeisernen Gehäuse die Vorrichtung zum Blocken oder Entblocken des Signals, dessen



Fig. 13.

Fig. 14.



Stellkurbel R am unteren Theile des Blockwerkes angeordnet ist. Vorne ist für jedes Blockfeld ein Fensterchen vorhanden, hinter welchen als Zeichen für Freie Fahrt das weisse von einer halb weifs, halb roth gefärbten Scheibe R und als Zeichen für Halt das rothe Feld sichtbar wird.

Das Einstellen der Felder erfolgt durch Herunterdrücken der Blocktaste — Drucktaste — B und gleichzeitiger Stromentsendung mittels der Inductorkurbel k. Diese Manipulation, welche vorgenommen wird, sobald der eigene Semaphor auf Halt gestellt ist, hat gleichzeitig folgende Wirkungen:

Das entgegen der Fahrtrichtung benaehbarte Blockwerk wird frei gegeben, das Fensterchen dortselbst zeigt die weisse Scheibe, das eigene Blockfeld wird geblockt, das Fensterchen zeigt die rothe Scheibe. Das eigene auf Halt gestellte Signal wird durch Eingriff des durch die Stange r gedrückten Sperrhebels S in Scheibe D in dieser Lage festgelegt. Durch eine besondere Weckertaste V wird das Anleiten Vorwecken des Zuges an den in der vorliegenden Station angebrachten Vorwecker W bewirkt. Die Vorwecker sind mit Fallscheiben ausgerüstet, die abfallen, sobald die Wecker ertönen. Als Stromquelle dient ein durch die Handkurbel k in Thätigkeit gesetzter Siemens'scher Cylinderinductor J, der für die Feststellung und Freigabe — Blockung und Entblockung — und dem Scheibenwechsel — Wechselströme liefert, jedoch auch zur Abgabe der für die Vorwecker erforderlichen Gleichströme eingerichtet ist. Für die Vorwecker und die Blockfreigabe ist auf der Strecke für jede Fahrtrichtung im allgemeinen nur ein Leitungsdraht erforderlich.

Jeder Scheibenwechsel erfordert 21 aufeinander folgende Wechselströme. Diese elektrische Signalgebung ist der Beeinflussung durch den elektrischen Zustand der Luft oder der Erde oder durch fremde Stromquellen vollkommen entzogen und kommen ferner bei Verwendung von Inductionsströmen alle Mifsstände in Fortfall, die mit der Verwendung von Batterieströmen verbunden sind.



Die Wirkungsweise der in den Fig. 13 und 14 dargestellten Einrichtung ist folgende:

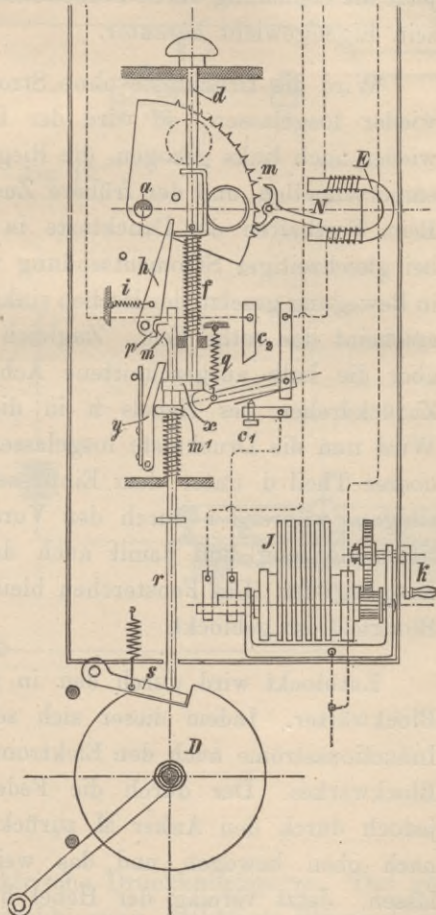
Beim Eintreffen der Wechselströme, die den Elektromagneten E bethätigen, wird der Arm N des dauernd magnetischen Ankers M von den Schenkeln des Elektromagneten abwechselnd angezogen; die Hemmung an dem kürzeren Arm des Ankers, die mit ihren beiden Zähnen beim Auf- und Abwärtsgehen in die Zähne eines an der halb weifs, halb roth gefärbten Scheibe R angebrachten

Kreisausschnitt des Rechens eingreift, bewirkt daher, dass die Scheibe je nach ihrer Beeinflussung allmählig herabsinkt oder steigt.

Fig. 13 zeigt die Freistellung, das Fenster ist weiss, die Riegelstange r gehoben und die Stellung auf Freie Fahrt möglich.

Ist diese Stellung des Semaphors vorgenommen oder auch nur eingeleitet, so wird die Riegelstange r in der gehobenen Stellung festgehalten, so dass die Taste B nicht nach unten gedrückt, d. h. das Blockfeld nicht geblockt werden kann. Das Blocken des eigenen und das damit gleichzeitig erfolgende Entblocken des Signals auf der rückliegenden Blockstation, kann vielmehr nur geschehen, wenn das

Fig. 15.



eigene Signal auf Halt gestellt ist, wobei sich der Einschnitt in der Scheibe D der Sperrhebel S gegenüber befindet, Fig. 14. Wird in dieser Lage die Blocktaste B heruntergedrückt, Fig. 15, so wird einerseits die Rolle D durch den Sperrhebel festgelegt, während anderseits der Vorsprung m an der Riegelstange r gegen die Nase b des Hebels h drückt und letzteren nach rechts überlegt. Der Rechen ist vom Drucke der Feder f befreit und sinkt, sobald jetzt die Hemmung durch Inductionsströme ausgelöst wird, durch sein Eigengewicht herunter.

Wird die Drucktaste ohne Stromentsendung gedrückt und wieder losgelassen, so wird der Hebel h durch die Feder i wieder nach links gezogen, die Riegelstange r kann ungehindert emporschnellen und der frühere Zustand ist wieder hergestellt. Beim Festhalten der Drucktaste in der gedrückten Lage und bei gleichzeitiger Stromentsendung wird dagegen die Hemmung in Bewegung gesetzt, der Rechen sinkt und hinter dem Fensterchen erscheint das rothe Feld. Zugleich mit dem Rechen hat sich aber die halb ausgeschnittene Achse a gedreht, die jetzt ein Zurückdrehen des Hebels h in die frühere Lage verhindert. Wird nun die Drucktaste losgelassen (Fig. 13), so wird nur ihr oberer Theil d unter dem Einflusse der Feder q in die Höhe steigen, während r durch den Vorsprung am Hebel h in der tiefen Stellung und damit auch das eigene Signal auf Halt festgelegt ist. Das Fensterchen bleibt roth, d. h. das arbeitende Blockfeld ist geblockt.

Entblockt wird durch den in der Fahrtrichtung nächsten Blockwärter. Indem dieser sich selbst blockt, bethätigen die Inductionsströme auch den Elektromagneten des vorhergehenden Blockwerkes. Der durch die Feder f nach oben gedrückte, jedoch durch den Anker M zurückgehaltene Rechen wird sich nach oben bewegen und das weiße Fensterchen erscheinen lassen. Jetzt vermag der Hebel h durch den Ausschnitt der Achse a hindurchzuschlagen, die Riegelstange r wird freigegeben, sie schnellst zugleich mit der Sperrklinke S nach oben und das Signal kann auf Freie Fahrt gestellt werden.



Um Unregelmäßigkeiten in der Bedienung des Blockwerkes durch falsche Handhabungen oder Fehler in deren Reihenfolge nach Möglichkeit auszuschalten, sind eine Reihe von Sicherungen zur Anwendung gelangt.

Fig. 16.

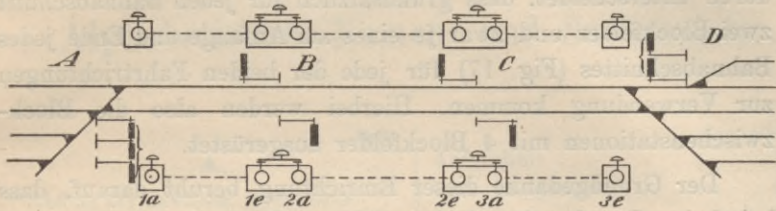


Fig. 17.

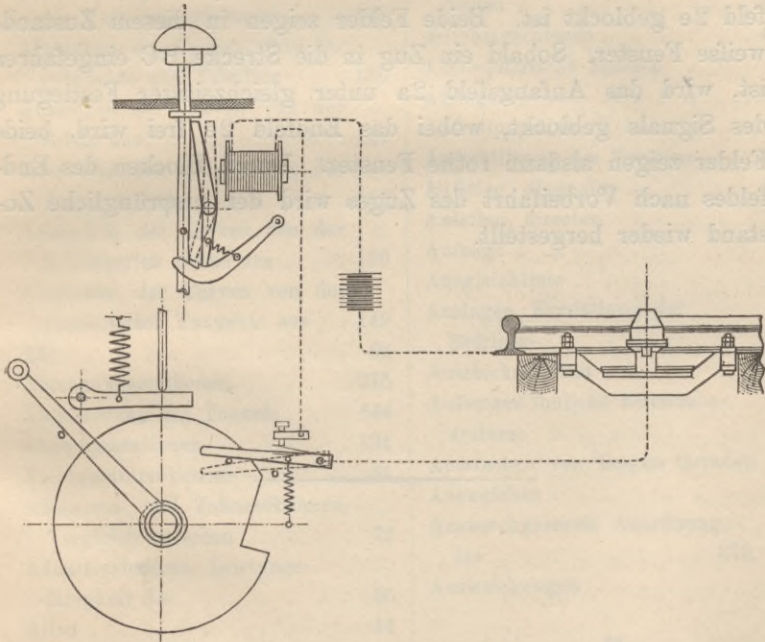


Fig. 16 zeigt eine elektrische Druckknopfsperre. Der gewöhnlich durch Schienendurchbiegung bethätigte Stromschluss wird um Zuglänge hinter dem Standorte des Signals mit der Fahrschiene verbunden und kann nur durch Kraftwirkung, wie

sie schwerbelastete Räder der Bahnfahrzeuge hervorbringen, in Thätigkeit gesetzt werden.

Von der Firma Siemens & Halske ist in letzter Zeit für Bahnen mit lebhaftem Verkehr eine Blockung zur Anwendung gebracht, die sich von der früher beschriebenen dadurch unterscheidet, dass grundsätzlich für jeden Bahnabschnitt zwei Blockfelder und zwar je eines am Anfange und Ende jedes Bahnabschnittes (Fig. 17) für jede der beiden Fahrtrichtungen zur Verwendung kommen. Hierbei werden also die Blockzwischenstationen mit 4 Blockfelder ausgerüstet.

Der Grundgedanke dieser Einrichtung beruht darauf, dass bei freier Strecke das Anfangsfeld, z. B. 2a, und das damit verbundene Signal frei ist, während das zugehörige Endblockfeld 2e geblockt ist. Beide Felder zeigen in diesem Zustande weiße Fenster. Sobald ein Zug in die Strecke BC eingefahren ist, wird das Anfangsfeld 2a unter gleichzeitiger Festlegung des Signals geblockt, wobei das Endfeld 2e frei wird, beide Felder zeigen alsdann rothe Fenster. Durch Blocken des Endfeldes nach Vorbeifahrt des Zuges wird der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt.



## Alphabetisches Namen- und Sachregister.

	Seite		Seite
<b>A.</b>			
Abfluss der Gewässer, Rücksichtnahme auf den . . . . .	125	Anfuhrlinie . . . . .	194
Abstecken der Curven mit Hilfe des Univ.-Instrumentes . . . . .	148	Anlaufsteigungen . . . . .	124
Abstecken der Curven ohne Instrumente und Tabellen . . . . .	150	Anlegezimmerung . . . . .	458, 463
Abstecken der Curven von der Sehne aus . . . . .	147	Anordnung im durchweichten Boden . . . . .	261
Abstecken der Curven von der Tangente aus . . . . .	146	Anschlagschienen . . . . .	371
Abstecken der Curven von der verlängerten Sehne aus . . . . .	150	Atmosphärische Bahnen . . . . .	17
Abstecken der Curven von der verlängerten Tangente aus . . . . .	149	Atzinger . . . . .	327
Abt . . . . .	68	Aufrollungslinie . . . . .	215
Abtragungsmethoden . . . . .	215	Aufschlitzung des Terrains . . . . .	282
Abwässerung des Tunnels . . . . .	444	Aufstieg, diagonaler . . . . .	114
Abweigestationen . . . . .	131	Aufstieg, directer . . . . .	113
Accumulatorenbetrieb . . . . .	81	Aufzüge . . . . .	61
Adhäsions- und Zahnradbahnen, Vergleich zwischen . . . . .	72	Ausgleichlinie . . . . .	195
Adhäsionsbahnen, Leistungsfähigkeit der . . . . .	56	Auslagen, Ermittlung der Betriebs- . . . . .	94
Allan . . . . .	14	Aussteckarbeiten . . . . .	359
Allgemeine Bestimmungen . . . . .	36	Aufsergewöhnliche Eisenbahnsysteme . . . . .	61
Allignement . . . . .	40	Ausstecken von langen Geraden	142
Alte deutsche System, Das . . . . .	466	Ausweichen . . . . .	134
Amerikanische Bettung . . . . .	344	Ausweichgeleises, Anordnung des . . . . .	370, 393
Ammonia-Motor . . . . .	85	Ausweichungen . . . . .	370
Amphibolus . . . . .	9		
		<b>B.</b>	
		Backenschiene . . . . .	371
		Bahneinfriedungen . . . . .	488
		Bahnen gemischten Systemes . . . . .	65
		Bahnen mit Betriebsmaschinen besonderer Art . . . . .	82

	Seite		Seite
Bahngräben . . . . .	270	Bepflanzung . . . . .	269
Bahnhöfe, Lage der . . . . .	31, 40, 130	Berechnung der Erdmassen . . . . .	173
Bahnlinie . . . . .	141	Bergbahnen, Technischer Charakter der . . . . .	26
Bahnlinie auf das Terrain, Ueber- tragung der . . . . .	141	Bergbau- u. Eisenbahnbetriebes, Zusammentreffen des . . . . .	204
Bahnpolygon . . . . .	141	Bergmännische Zimmerung . . . . .	451
Bahnwiderstände . . . . .	49, 70	Bergtrace . . . . .	102
Bahnzeichen . . . . .	489	Bergversatz . . . . .	455
Balduin . . . . .	12	Besamung . . . . .	269
Barlow . . . . .	333	Bestimmungen, Allgemeine . . . . .	36
Bauangriff durch Schächte . . . . .	449	Betriebsauslagen, Ermittlung der . . . . .	94
Bauangriff durch Seitenstollen und Hilfsstollen . . . . .	450	Betriebsstrecken, Eintheilung in	124
Bauconsens . . . . .	34	Bettung . . . . .	283, 342
Bauernfeind . . . . .	182	Bettung, Form der . . . . .	343
Bau- und Betriebs-Capital, Er- mittlung der Gröfse des auf- wendbaren . . . . .	94	Bettung, Herstellung der . . . . .	362
Baukosten, Berechnung der . . . . .	171	Bettungsmateriale . . . . .	342
Baukosten pro km Bahnlänge Durchschnittliche . . . . .	98	Bezugslinie . . . . .	183
Baulänge, Ermittlung der noth- wendigen . . . . .	113	Blähungen der Masse . . . . .	273
Bauliche Anlagen auf freier Strecke . . . . .	425	Blaket . . . . .	10
Bauobjecte, Art d. Ausführung der	137	Blendmauern . . . . .	267
Baustellen, Einrichtung der . . . . .	209	Blenkinsop . . . . .	10
Bavaria . . . . .	13	Blockierung . . . . .	422, 526
Beachtung eines 2. Geleises	129, 443	Boden, Anordnungen im durch- weichten . . . . .	261
Bedeutung der Eisenbahnen . . . . .	18	Bodenuntersuchung . . . . .	206
Befestigung der breitbasigen Schienen auf den Unterlagen, Mittel zur . . . . .	297	Bodens, Classificierung des . . . . .	211
Befestigung der Stuhlschienen . . . . .	304	Böcke . . . . .	453
Befestigung der Laschen an die Schienen . . . . .	294	Bögen, Einlegen der . . . . .	145
Befestigung der Damm- und Ein- schnittsböschungen . . . . .	269	Böschungsränder . . . . .	232
Belgisches System . . . . .	467	Böschungswinkel . . . . .	232
Ben Curr . . . . .	5	Bogenpunkte, Bezeichnung der . . . . .	153
Benützungs-Consens . . . . .	35	Bohrmaschinen . . . . .	475
Benzinmaschine . . . . .	84	Brandt . . . . .	479
		Brecharbeit . . . . .	213
		Bremsberge . . . . .	65
		Brücken . . . . .	435
		Bruckner . . . . .	182
		Brunton . . . . .	10
		Bureaustudie . . . . .	99
		Burns . . . . .	5



	Seite		Seite
<b>C.</b>			
Campiglio Ambros . . . . .	90	Distanzzeiger . . . . .	491
Canäle . . . . .	425	Doppelmutter . . . . .	295
Capitals, Ermittlung des Bau- u. Betriebs . . . . .	94	Doppelweiche . . . . .	371
Centralapparat . . . . .	404	Drainröhren 254, 255, 275, 278, 281	
Centralisierung der Weichen und Signale . . . . .	401	Drehscheiben . . . . .	368
Chairs . . . . .	6, 304	Dreitheilige Systeme . . . . .	339
Chapman . . . . .	10	Durchgangs-Verkehr . . . . .	94
Clapeiron . . . . .	13	Durchlässe . . . . .	428
Classificationen der Eisenbahnen	21	<b>E.</b>	
Classificierung des Bodens . . . . .	211	Eikemeyer . . . . .	182
Cockerill . . . . .	13	Einfache Weichen . . . . .	317
Communicationen, Rücksichts- nahme auf Aufrechthaltung der	125	Einfriedungen . . . . .	488
Concessions-Gesetz . . . . .	203	Einnahmen aus dem zu er- wartenden Verkehre, Be- stimmung der . . . . .	88
Crampton . . . . .	13	Einnahmen, Sonstige . . . . .	94
Culmann . . . . .	182	Einschnitte, Construction der . . . . .	256
Culmination, Principielle Be- handlung der . . . . .	103	Einschnitte, Reconstruction der . . . . .	277
Curtius . . . . .	1	Eintheiliges System . . . . .	333
<b>D.</b>		Eisenbahnsysteme, Aufsergewöhn- liche . . . . .	73
Dach . . . . .	452	Eisenbau, System nach Rziha . . . . .	472
Dämme am Wasser . . . . .	244	Eiserner Oberbau . . . . .	324
Dämme, Construction der . . . . .	234	Eiserner Oberbau mit Einzel- Unterlagen . . . . .	325
Dämme, Fundierung der . . . . .	254	Eiserner Oberbau mit Lang- schwellen . . . . .	330
Dämme mit Steinyorlagen . . . . .	236	Eiserner Oberbau mit Quer- schwellen . . . . .	327
Dambau aus nassem rutschigem Materiale . . . . .	250	Electriche Bahnen . . . . .	61
Dammreconstruction . . . . .	274	Elegg . . . . .	17
Dauer des Schwellenholzes . . . . .	323	Engerth . . . . .	14
Decke . . . . .	452	Englisches System . . . . .	469
Definitive Trace . . . . .	30	Englische Bettung . . . . .	344
De Seres und Battig . . . . .	339	Englische Weiche . . . . .	372, 402
Detail-Längenprofil . . . . .	160	Entnahmlinie . . . . .	185
Deutsches System . . . . .	466, 472	Entwässerung ganzer Terrain- theile . . . . .	280
Dimensionierung der Schienen . . . . .	315	Entwässerung des Tunnel- mauerwerkes . . . . .	444
Diognaler Aufstieg . . . . .	114	Entwässerung durch Schächte und Stollen . . . . .	280
Directer Aufstieg . . . . .	113		
Directer Verkehr . . . . .	88		

	Seite		Seite
Entwickeln im Gefälle . . . . .	197	Gefällsverhältnisse bei Bahnen	
Erdbau . . . . .	206	gemischten Systemes . . . . .	73
Erdbewegungsprotokoll . . . . .	176	Gegenbankette . . . . .	261, 276, 278
Erddämme . . . . .	234	Geleise . . . . .	283
Erdeinschnitte . . . . .	258	Geleisebaues, Arten des . . . . .	363
Erdmassen, Berechnung der . . . . .	173	Geleises, Beachtung eines	
Erdwagentransport . . . . .	224	zweiten . . . . .	129, 443
Erdwerke . . . . .	230	Geleiseentfernung . . . . .	44, 233
Erholungssteigungen . . . . .	122	Geleiseverbindung . . . . .	363
Erwägungen bezüglich der		General-Längenprofil . . . . .	117
Steigungen . . . . .	122	Geologische Studien . . . . .	439
Exhaustor . . . . .	11	Geometrische Arbeiten . . . . .	211
		Geraden, Ausstecken von langen	142
<b>F.</b>		Geräte, Beschaffung der . . . . .	210
Fahrschienen . . . . .	285	"  für Oberbau-Arbeiten . . . . .	345
Faschinenwerke . . . . .	250	Geschichte der Constructionen der	
Federringe . . . . .	295	Eisenbahnen . . . . .	15
Feldegg . . . . .	89	"  "  " . . . . .	1
Fell . . . . .	17	"  "  Fahrbetriebsmittel . . . . .	8
Feldmässige, normalspurige		"  des Geleises . . . . .	1
Eisenbahnen . . . . .	501	Geschriebenes Längenprofil . . . . .	164
Felseinschnitte . . . . .	268	Geschwindigkeit der Locomotive . . . . .	47
Ferroux . . . . .	476	Gespäre . . . . .	453
Feuersichere Herstellung . . . . .	34	Getriebezimmern . . . . .	459, 464
Flechtzäune . . . . .	248	Gewinnungsarbeiten . . . . .	211
Flugsandverwehungen, Schutz		Gleitstühle . . . . .	385
gegen . . . . .	498	Glockenlager von Greave . . . . .	325
Flusscorrectionen . . . . .	41	"  "  Griffin . . . . .	326
Flussläufe, Aufrechterhaltung der	126	Grabarbeit . . . . .	212
Förderbahnen, Gefälle der . . . . .	225	Gradierte . . . . .	39
Fördereinrichtung . . . . .	449	Grenzen, Land-, Bezirks-,	
Förderungsdaten, Tabelle . . . . .	227	Gemeinde- und Cultur- . . . . .	41
Förderungssysteme, aufser-		Grenzgleiche . . . . .	192
gewöhnliche . . . . .	225	Griffard . . . . .	14
Förste und Firste . . . . .	452	Grundeinlösung . . . . .	172
Form der Bettung . . . . .	353	Grundriss . . . . .	42
Fundierung der Dämme . . . . .	254	Günther . . . . .	13
Futtermauern . . . . .	265		
		<b>H.</b>	
<b>G.</b>		Haarmann . . . . .	327, 335, 339
Gebäude im Rayon der Bahn,		Hackarbeit . . . . .	212
Rücksichtnahme auf . . . . .	128, 205	Halske . . . . .	79
Gefälle der Förderbahn . . . . .	225		



	Seite		Seite
Haltestellen . . . . .	133	Längenprofil des Terrains . . .	38
Handkarren . . . . .	221	"    Detail- . . . . .	160
Handkippkarren . . . . .	222	"    General- . . . . .	117
Hartwich . . . . .	334	"    Geschriebenes . . . . .	164
Haspel . . . . .	219	Lamm-Franc . . . . .	83
Hauptbahnen, Techn. Charakter der	23	Langschwellen . . . . .	320
Hauptstationen . . . . .	131	Laschen . . . . .	293
Heindl . . . . .	327	Laschenbolzen . . . . .	294
Heißwassersystem . . . . .	83	Laschenverbindung . . . . .	382
Heusinger v. Waldegg . . . . .	294	Launhardt . . . . .	182
Hilf . . . . .	334	Lawinen, Schutz gegen . . . . .	499
Hölzer, Wahl der . . . . .	455	Legen des Oberbaues, Allgemeiner	
Hohenegger . . . . .	295, 304, 327, 337	Vorgang beim . . . . .	356
Holzschrauben . . . . .	297	Lehnenserpentinen . . . . .	114
Holzstützungen . . . . .	265	Leistungsfähigkeit der Adhäsions-	
Honigmann . . . . .	84	bahnen . . . . .	56
<b>I.</b>			
Interimsbahnen, Technischer		Leitlinie . . . . .	140
Charakter der . . . . .	27	Leitungen für Weichen u. Signale	412
<b>K.</b>			
Kammern . . . . .	446	Lenkachsen . . . . .	51
Kappe . . . . .	454	Leuchtgas-Motor . . . . .	83
Karren, Transport mit . . . . .	221	Lichtraumprofil . . . . .	43
Karten-Studium . . . . .	99	Linksweichen . . . . .	371
Kehren . . . . .	116	Localbahnen, Techn. Charakter der	24
Kloben . . . . .	299	Localer Verkehr . . . . .	88
Knieschiene . . . . .	390	Locher . . . . .	69
Kofferbettung . . . . .	344	Locomotive, Zugkraft und Ge-	
Kopfbau . . . . .	217	schwindigkeit der . . . . .	45, 70
Kopfschüttung . . . . .	228	Lührig . . . . .	83
Kopfstation . . . . .	134	<b>M.</b>	
Kraftstation . . . . .	74	Maffai . . . . .	13
Kranz . . . . .	453	Mahon . . . . .	85
Kraus . . . . .	85	Makensen . . . . .	89, 92, 93
Kreuzblöcke . . . . .	390	Marsh, Sylvester . . . . .	16
Kreuzung . . . . .	371, 376, 390	Maschinenwechselstationen . . .	132
Kreuzweiche . . . . .	371	Massendisposition . . . . .	178
<b>L.</b>			
Lagenbau . . . . .	215	Massengleiche . . . . .	184
Lagenschüttung . . . . .	228	Massenprofil . . . . .	182
Längenprofil, Darstellung des . . .	38	Massenvertheilung auf graphi-	
		schem Wege . . . . .	182
		Massenvertheilung durch Rech-	
		nung . . . . .	178

	Seite		Seite
Material-Transport . . . . .	361	Pressluftmaschine . . . . .	82
Mauerstärke . . . . .	432, 440	Pro mille . . . . .	39
Mauerung, Vorgang bei der . . . . .	473		
Mekarski . . . . .	83	<b>Q.</b>	
Michel . . . . .	89, 90, 92	Querprofil . . . . .	41, 170
Motorwagen . . . . .	80	Querschwellen . . . . .	320
Muhren u. Gerölle, Schutz gegen	499	Quertrace . . . . .	102
Mundlochbetrieb . . . . .	446		
<b>N.</b>		<b>R.</b>	
Natronmotor . . . . .	84	Rasenziegelbegleitung . . . . .	269
Nebenanlagen . . . . .	482	Rechtsweiche . . . . .	371
Nebenbahnen . . . . .	24	Recognoscierung des Terrains . . . . .	104
Neigungszeiger . . . . .	489	Reconstruction der Dämme . . . . .	274
Neues deutsches System . . . . .	472	Reconstruction der Einschnitte . . . . .	277
Nischen . . . . .	446	Reconstruction der Erdwerke . . . . .	273
Niveauübergänge . . . . .	482	Reducierte Transportsweite . . . . .	188
Nivellieren . . . . .	158	Rentabilität . . . . .	86
Norris . . . . .	12	Reynolds, Mr. . . . .	42
Nullinie . . . . .	140	R. Richard . . . . .	89, 82, 93
<b>O.</b>		Richtung der Bahn, Bestimmung	
Oberbau . . . . .	283	der allgemeinen . . . . .	97
Oberbau mit Querschwellen, all-		Richtungsverhältnis . . . . .	40, 165, 440
gemeiner Vorgang beim Legen		Riggenbach . . . . .	16, 66
des . . . . .	356	Ringe, Eintheilung der . . . . .	451
Oesterreichisches System . . . . .	470	Rocket . . . . .	12
Oliver Evans . . . . .	9	Röschbau . . . . .	218
Ort . . . . .	452	Rücksichtsnahmen, Verschiedene	125
Outram . . . . .	6	Ruhender Stofs . . . . .	293, 322
<b>P.</b>		Rutschflächen . . . . .	273
Parallelgräben . . . . .	41	Rutschungen . . . . .	273
Petroleummaschine . . . . .	84	Rziha . . . . .	123, 172
Pfeilhöhe, gebogene Schienen . . . . .	315	<b>S.</b>	
Pferdekippkarren . . . . .	222	Schächte, Bauangriff durch . . . . .	449
Pflasterung . . . . .	270	Schächte und Stollen, Entwässe-	
Planumsbreite . . . . .	232	rung durch . . . . .	280, 282
Plateautrace . . . . .	102	Schaufel, Werfen mit der . . . . .	221
Plefsner . . . . .	94	Scheffler . . . . .	339
Pneumatische Bahnen . . . . .	18	Schichtenplanes, Anfertigung des	139
Politische Begehung . . . . .	31	Schiebebühnen . . . . .	363
		„ Unversenkte . . . . .	366
		„ Versenkte . . . . .	365



	Seite		Seite
Schienen-Unterlagen . . . . .	319	Statistik der Eisenbahnen . . . . .	20
Schienen, zusammengesetzte	288, 291	Steigungen, Erwägungen bezüglich der . . . . .	122
Schienenstrang, Verbindung der Fahr- schienen untereinander zu einem . . . . .	201	Steigungsverhältniss . . . . .	39, 161, 440
Schleifen . . . . .	117	Steindämme . . . . .	234
Schleppweichen . . . . .	373	Steinsätze . . . . .	238, 246
Schneeverwehungen, Schutz gegen	492	Steinfeiler, Steinsporn . . . . .	262
Schranken . . . . .	484	Steinvorlagen, Dämme mit . . . . .	236
Schraubenbolzen . . . . .	294, 299	Steinwürfe . . . . .	236, 246
Schubkarren . . . . .	221	Stellvorrichtung . . . . .	371, 385
Schutzvorrichtungen . . . . .	492	Stevens . . . . .	284
Schüttung des Bodens . . . . .	227	Stephenson, Robert . . . . .	7, 12
Schwellenholzes, Dauer des . . . . .	323	„ Georg . . . . .	11, 14
Sehnentrace . . . . .	101	Stockschiene . . . . .	371
Seilbahnen . . . . .	61	Stollenbau . . . . .	218, 456
Seitenbau . . . . .	217	Stollenbetrieb . . . . .	448
Seitenschüttung . . . . .	229	Stöße und Unterlagen, Anordnung der . . . . .	385
Seitenstollen und Hilfsstollen, Bauangriff durch . . . . .	450	Stoßwinkel . . . . .	305
Seitenstoß . . . . .	452	Stoß, Ruhender und schwebender . . . . .	293, 322
Seraing . . . . .	13	Strecke . . . . .	452
Setzen der Dämme . . . . .	211	Stromzuführung . . . . .	75
Sickergräben . . . . .	258, 280	Strassenbau . . . . .	217
Signale . . . . .	422	Studium vorhandener Karten . . . . .	99
Siemens . . . . .	79	Stuhlschienen . . . . .	284, 288
Situation, Schichtenplan . . . . .	42, 139	Stuhlssystem . . . . .	292
Spielraum zwischen Zunge und Stockschiene . . . . .	381	Stützmauern . . . . .	240
Spiraltunnel . . . . .	117	Stützmauern mit Sparbögen und Strebepfeiler . . . . .	241
Spitzenverschlüsse . . . . .	418		
Spitzkehren . . . . .	114	<b>T.</b>	
Spreitlagen . . . . .	249	Terrassenbau . . . . .	216
Sprengarbeit . . . . .	213	Terrassenschüttung . . . . .	228
Spurerweiterung . . . . .	306, 381	Texelung . . . . .	322
Spurweite, Wahl der . . . . .	55	Thaltrace . . . . .	100
Stadtbahnen, Technischer Charakter der . . . . .	25	Thürstock . . . . .	453
Stationen, Anzahl und Lager der	31, 40	Tiefdrainage . . . . .	280, 281
„ Eintheilung und Disposition der . . . . .	130	Tirefonds . . . . .	297
Stationierung . . . . .	40, 154	Tracenföhrung in der Nähe von Gebäuden . . . . .	205
		Tracierung, Commerciale . . . . .	86

	Seite		Seite
Tracierung, Detail- . . . . .	138	Verbindungsgeleise . . . . .	370, 381
„ Politische . . . . .	203	Verbindungsstangen . . . . .	385
„ Technische . . . . .	99	Verbrauchslinie . . . . .	183
Tramways, Technischer Charakter der . . . . .	25	Vergleich zwischen Adhäsions- und Zahnradbahnen . . . . .	72
Transport des Bodens . . . . .	220	Verkehr, Localer und directer . . . . .	88
Transportgeräte, Wechsel der	225	„ Durchgangs- . . . . .	94
Transportkosten . . . . .	187	Verkürzung der Schienen des inneren Schienenstranges in Curven . . . . .	314
Transportmittel für Oberbau- Arbeiten . . . . .	345	Verlaschung . . . . .	292
Transportmoment . . . . .	187	Verlorene Steigung . . . . .	123
Transportsection . . . . .	184	Verpfälhte Wand . . . . .	453
Transportweite . . . . .	187	Verschlussabelle . . . . .	404
„ Reducierte . . . . .	188	Vertheilung der Massen auf graphischem Wege . . . . .	182
Trevithik . . . . .	9, 10	Vertheilung der Massen durch Rechnung . . . . .	178
Trockenmauer . . . . .	240, 246	Vertheilungsprofil . . . . .	183
Tunnelbau . . . . .	438	Verzug . . . . .	453
Tunnelbausysteme . . . . .	466	Viaducte . . . . .	437
Tunnelmauerwerkes, Entwässe- rung des . . . . .	444	Vignoles . . . . .	7, 284
Tunnelportal . . . . .	446	Vindobona . . . . .	13
Tunnelprofil . . . . .	440	Vivian . . . . .	9
<b>U.</b>		Vollschüttung . . . . .	230
Übergangscurven . . . . .	312	Vorarbeiten, Generelle technische	99
Überhöhung des äußeren Schienenstranges in Curven	310, 381	Vorbereitungsarbeiten . . . . .	356
Übertragung der Bahnlinie auf das Terrain . . . . .	141	Vornivellement . . . . .	111
Ulme . . . . .	452	Vorproject . . . . .	27
Unterbaubjecte, Ausweis über	169	Vorstofsplatten . . . . .	306
Unterlagen-Anordnung der Stöße	385	<b>W.</b>	
Unterlagen aus Holz . . . . .	320	Wächterhäuser . . . . .	41, 168
„ „ Stein . . . . .	119	Wagenlast . . . . .	54
Unterlagen, Eintheilung der eisernen . . . . .	324	Wahl der Spurweite . . . . .	55
Unterlagsplatten . . . . .	292, 299, 301	Wandern der Schienen . . . . .	288, 305
Unterlagssysteme, Vergleich der	341	Wandmauern . . . . .	267
<b>V.</b>		Warnungstafeln . . . . .	489
Variante . . . . .	30, 102	Wasserscheidetrace . . . . .	100
Vautherin . . . . .	327, 330	Wasserstationen . . . . .	132
		Watt . . . . .	9
		Wechsel . . . . .	370, 372, 373



	Seite		Seite
Wegschranken . . . . .	484	Wölbenmaterial . . . . .	430, 444
Wegumlegung . . . . .	41	Woodhouse . . . . .	333
Weichenradien . . . . .	44	Wurzelbefestigung . . . . .	382
Weichensignale . . . . .	388		
Weichenspitze . . . . .	371	<b>Z.</b>	
Weichenstellschloss . . . . .	418	Zahnradbahnen . . . . .	65
Weichenwurzel . . . . .	371	"      Vergleich	
Weltbahnen, Technischer		zwischen Adhäsionsbahnen und	72
Charakter der . . . . .	23	Zapfenverbindung . . . . .	384
Werfen mit der Schaufel . . . . .	221	Zimmerung, Bergmännische . . . . .	451
Werksbahnen, Technischer		Zufahrten zu den Stationen . . . . .	137
Charakter der . . . . .	25	Zugkraft der Locomotive . . . . .	45
Werkzeuge für Oberbauarbeiten	345	Zugswiderstände . . . . .	49, 70
Wetli . . . . .	17	Zungen . . . . .	370, 377
Wr. Neustadt . . . . .	13	Zungenweichen . . . . .	377
Wilson . . . . .	326	Zusammengesetzte Schienen	288, 291
Winkellaschen . . . . .	296, 306	Zwangsschienen . . . . .	391
Winkelpunkte, Bezeichnung der	142	Zweck der Bettung . . . . .	342
Winkler . . . . .	316	Zweitheilige Systeme . . . . .	334
Wippenrost . . . . .	250	Zwischenstationen . . . . .	132





Von demselben Verfasser erschien:

# Der Brückenbau.

---

---

Leitfaden

zum

Selbststudium.

Von

**Franz Tschertou.**

Zweite ergänzte Auflage.

*Mit 612 Textabbildungen.*

**Preis 12 Mark, gebunden 13 Mark 60 Pf.**

„ . . . Die Litteratur des Brückenbaues hat durch das vorliegende Werk eine neue Bereicherung erfahren . . . Die sachliche Zusammenfassung des ganzen Materials sowie die zweckdienliche Ausstattung dieses Buches sichert ihm in den Fachkreisen die gebührende Beachtung und Wertschätzung.“

*Österr. Eisenbahn-Zeitung.*



Das  
**Eisenbahn-Bauwesen für Bahnmeister  
und Bahnmeister-Anwärter**

als Anleitung für den praktischen Dienst und zur Vorbereitung  
für die Bahnmeister-Prüfung

gemeinfasslich dargestellt von  
weil. **A. J. Susemihl.**

Nach des Verfassers Tode neu bearbeitet und herausgegeben von

**Geh. Baurat Ernst Schubert** in Berlin.

Siebente umgearbeitete Auflage.

Von

**R. v. Zabiensky.**

Regierungs- und Baurat, Mitglied der Königl. Eisenbahn-Direktion in Berlin.

Erster Teil: **Verwaltung und Finanzwesen.**

Zweiter Teil: **Eisenbahn-Bau und Unterhaltung.**

Mit 291 Abbildungen im Text und 6 lithograph. Tafeln.

Preis elegant gebunden Mark 8.—.

Entsprechend den Anforderungen der neuen Prüfungsordnung für die mittleren und unteren Beamten enthält der erste Teil der vorliegenden Auflage aus der **Verwaltungsordnung** für die Preussischen Staatseisenbahnen und den hierzu gehörigen ministeriellen Anweisungen usw., sowie aus der **Finanzordnung** alles das, was den Dienstkreis des Bahnmeisters berührt.

Mit Rücksicht auf die grosse Anzahl fiskalischer und privater **Schwellen-Tränkungsanstalten** — es gibt deren zurzeit 24 —, deren Beaufsichtigung Bahnmeistern übertragen ist, schien es zweckmässig, die Bestimmungen über die Beschaffung und Tränkung der Holzschwellen in den ersten Teil dieses Buches aufzunehmen.

Der zweite Teil, **Eisenbahn-Bau und Unterhaltung**, durch 291 Textabbildungen und 5 lithogr. Tafeln instruktiv erläutert, musste ebenfalls einer Neubearbeitung unterzogen werden, weil seit dem Erscheinen der sechsten Auflage wesentliche Änderungen auf dem Gebiete des Oberbaues eingetreten sind.

Dass die am 1. Mai 1905 in Kraft getretene Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung Berücksichtigung gefunden hat, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Das Werk bildet infolgedessen ein

**vollständiges Lehrbuch des gesamten Eisenbahn-Bauwesens**

und wird daher nicht nur zur Vorbereitung für die Bahnmeister-Prüfung dienen, sondern auch den bereits angestellten und im Bahnerhaltungsdienste tätigen Beamten von erheblichem Nutzen sein.



Die  
**Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe.**

Ein Lehr- und Nachschlagebuch

für

Eisenbahn-Betriebsbeamte und Studierende des Eisenbahnwesens.

Enthaltend:

**Elektrische Telegraphen, Läutewerke, Contact-Apparate,  
Blockeinrichtungen, Signal- und Weichenstellwerke und sonstige  
Sicherungseinrichtungen**

von

**E. Schubert,**

Geheimer Baurat in Berlin.

*Mit einer lithographierten Tafel und 449 Abbildungen im Texte.*

**Vierte völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage.**

==== Preis Mark 6.—, gebunden Mark 6.80. ====

Aus dem Inhalt:

- I. **Grundzüge der Elektrizitätslehre.** — A. Reibungselektrizität. — B. Galvanische Elektrizität. — C. Vom Elektromagnetismus. — D. Galvanische Induktion. — E. Magnetinduktion.
- II. **Der elektrische Telegraph.** — A. Die Drahtleitung. — B. Der Blitzableiter. — C. Die ältesten Telegraphen-Apparate. — D. Der Morseschreiber und die dazu gehörigen Hilfsapparate.
- III. **Die elektrischen Läutewerke.** — A. Die elektrische Klingel. — B. Das Glockenwerk.
- IV. **Die Blockwerke.**
- V. **Fernsprechanlagen.**
- VI. **Radtaster.**
- VII. **Signal- und Weichenstellwerke.** — A. Signalstellwerke. — B. Weichenstellwerke. — C. Signal- und Weichenstellwerke. — D. Das elektrische Stellwerk von Siemens & Halske.

---

# Linienführung und Bahngestaltung.

Bearbeitet von

† Paul, Lippstadt, † Schubert, Berlin, Blum, Berlin.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 121 Textabbildungen und 3 lithogr. Tafeln.

(Eisenbahntechnik der Gegenwart II. 1.)

Preis Mk. 5.40, geb. Mk. 7.—.

---

# Oberbau und Gleisverbindungen.

Bearbeitet von

A. Blum, Berlin, † Schubert, Berlin, Himbeck, Berlin,  
Fraenkel, Tempelhof.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 440 Abbildungen im Texte und 2 lithogr. Tafeln.

(Eisenbahntechnik der Gegenwart II. 2.)

Preis Mk. 12.—, geb. Mk. 14.50.

---

# Stadtbahnen, Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Strassen- und Zahnbahnen.

Bearbeitet von

Dr. ing. Blum, Rimrott, † v. Borries, Abt.

Mit 325 Abbildungen im Texte und 16 lithogr. Tafeln.

(Eisenbahntechnik der Gegenwart IV. B. C.)

Preis Mk. 12.60, geb. Mk. 15.—.

---

# Unterhaltung und Betrieb der Eisenbahnen.

Bearbeitet von

Bathmann, Berlin; v. Beyer, Posen; Blum, Berlin; v. Borries, Hannover;  
Clausnitzer, Elberfeld; Fränkel, Dortmund; Garbe, Berlin; Grosfmann,  
Wien; Leifsner, Cassel; Nietschmann, Berlin; Schubert, Sorau; Schugt,  
Neuwied; Schumacher, Potsdam; Troske, Hannover; Weifs, München;  
Zehme, Nürnberg.

Mit 239 Abbildungen im Text und 3 lithographierten Tafeln.

Preis Mk. 22.60, geb. Mk. 27.50.

(Der Eisenbahntechnik der Gegenwart III. Band.)

---

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW





15850

L. inw.

*Eisenbahntechnische Bücher aus C***Oberbau.****Buchwald, Ingen. Max, Der Oberbau.** gr. 8<sup>o</sup>. (Mit 260 Abbild. im Text.)**Schubert, kgl. Eisenbahndir. E., Pl.**des Eisenbahngleises. (Aus „Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens in techn. Beziehung.“) gr. 4<sup>o</sup>. (12 S. u. 3 Taf.) 1897. Mk. 1,40.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

**Rad, das gezogene und das ziehende.****Gravenhorst, Bau-Rat Landesbauinsp., Das gezogene und das ziehende Rad. Die Wechselwirkung zwischen Rad und Strasse und der Radlinie.** (Aus: „Zeitschr. f. Architektur und Ingenieurwesen.“) (III u. 64 S. m. 20 Abbild.) 22×18 cm. 1906. Mk. 1,60.**Schmiermittel.****Grossmann, Oberingenieur Josef, Die Schmiermittel und Lagermetalle für Lokomotiven, Eisenbahnwagen, Schiffsmaschinen, Lokomobilen, stationäre Dampfmaschinen, Transmissionen und Arbeitsmaschinen.** gr. 8<sup>o</sup>. (VIII u. 192 S. m. 10 Holzschnitten im Texte.) 1885. Mk. 3,60.— **Die Schmiermittel. Methoden zu ihrer Untersuchung und Wertbestimmg.** gr. 8<sup>o</sup>. (VIII u. 186 S. m. 25 Abbild.) 1894. Mk. 4,80.**Strassenbau.****Loewe, Prof. Ferd., Strassenbaukunde. Land- und Stadtstrassen. 2. völlig umgearb. Aufl. (XV und 589 S. m. 155 Abbild.)** Lex 8<sup>o</sup>. 1906.

Mk. 14,60, geb. Mk. 16,—.

**Träger.****Pustau, Reg.-Baumeister W., Auflagerdrücke, Laststellungen und Durchbiegungen vollwandiger durchlaufender Träger zur Benutzung bei Nachrechnung der amtlichen Brückenproben.** (Aus: „Organ für Eisenbahnwesen.“) gr. 4<sup>o</sup>. (12 u. XVIII S. mit Zusammenstellungen auf 2 Taf. und 1 lithogr. Tafel.) 1894. Mk. 2,70.**Übergangsbahnhöfe.****Kecker, Eisenb.-Betriebsdir. G., Über die Anlage von Übergangs-Bahnhöfen und den Betrieb viergleisiger Strecken. Mit einem Vorworte von Prof. A. Goering.** (Aus: „Organ für Eisenbahnwesen.“) gr. 8<sup>o</sup>. (VI u. 45 S. m. 31 Abbild. im Text.) 1898. Mk. 1,20.**Verschiebebahnhöfe.****Blum, Geh. Oberbaurat, Über Verschiebebahnhöfe.** (Sonderabdruck aus dem „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens N. F. XXXVII, 1900.“) gr. 8<sup>o</sup>. (72 S. mit 27 Abbild. im Text.) 1900. Mk. 2,—.**Wasserheber.****Perenyi, Obering. Alex., Rationelle Konstruktion und Wirkungsweise des Druckluft-Wasserhebers für Tiefbrunnen.** (V und 52 S. mit 14 Abbild.) Lex. 8<sup>o</sup>. 1908. Mk. 2,40.**Werkstätten.****Oberstadt, F., Die Technologie der Eisenbahnwerkstätten. Lehrbuch für Maschinen-Techniker. Mit Vorwort von Prof. Dr. E. Hartig.** gr. 4<sup>o</sup>. (IV und 190 S. mit 21 lithogr. Taf.) 1881. Mk. 12,—.

Druk von Carl Ritter, G. m. b. H., in Wiesbaden.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301456



## Elektr. Beleuchtung.

**Sicherheitsvorschriften** f. die Einrichtung elektr. Beleuchtung in Eisenbahnwagen. Ausgegeben von der geschäftsführ. Verwaltung des Vereins deutscher Eisenbahnverwalt. (19 S. m. Fig.) kl. 8<sup>o</sup>. 1907. In Kommission. Mk. —.25.

## Elektrische Eisenbahnen.

**Zehme**, Oberingenieur E. C., Die Betriebsmittel der elektrischen Eisenbahnen. Mit 315 Textabbild. u. 66 lithogr. Taf. 1903. Mk. 27.—, in Halbfranz geb. Mk. 30.—.

## Entseuchung.

**Freund**, Ingenieur Adolf, Die Entseuchung der Viehwagen nach den gesetzlichen und gesundheitstechnischen Anforderungen und die wirtschaftlichen Schäden der Viehseuchen, insbesondere beim Eisenbahnverkehre. (Sonderabdr. a. d. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.“) 4<sup>o</sup>. (32 S.) 1900. Mk. 1.30.

## Feldmessen und Nivellieren.

**Bandemer**, Ingenieur M., Feldmessen und Nivellieren für Bau- und ähnliche Schulen und zum Selbstunterricht bearbeitet. gr. 8<sup>o</sup>. (VII u. 68 S. m. 65 in den Text gedruckten Abbild. und 1 lithogr. Taf.) 1901. Mk. 1.60.

## Kesselspeisewasser.

**Wehrenfennig**, Oberinsp. Ing. Mech. Edm., Über die Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers. Unter Mitwirkung von Fabrikdir. Ing. Chem. Fritz Wehrenfennig. 2., gänzlich umgearb. Aufl. (XII u. 185 S. m. 168 Abbild. u. 1 lith. Taf.) Lex 8<sup>o</sup>. 1905. Mk. 7.50, geb. Mk. 8.70.

## Kreisquerschnitt-Berechnungen.

**Schürnbrand**, Ing. Hochsch.-Assist. Ludw., Graph. Tabellen zur Berechnung von Kreisquerschnitten auf Drehung und Biegung sowie von Rechteckquerschnitten auf Biegung, für alle vorkommenden Momente u. zuläss. Spannungen. Berechnet und entworfen. (28 Tab. u. 11 S. Text.) 31×25,5 cm. 1908. Geb. in Leinw. Mk. 5.—.

## Lenkachsen.

**Volkmar**, Reg.-Rat W., Neuere Versuche der Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen über das Verhalten freier Lenkachsen. (Beilage zu „Organ f. Eisenbahnwesen“ N. F. XXXIX.) gr. 4<sup>o</sup>. (8 S. m. 13 Taf.) 1892. Mk. 3.60.

## Linienführung.

**Kreuter**, Prof. Frz., Linienführung der Eisenbahnen und sonstigen Verkehrswege. gr. Lex. 8<sup>o</sup>. (X u. 203 S. m. 80 Abbild.) 1900. Mk. 7.50, in Halbfranz geb. Mk. 9.—.

## Nordamerikanische Eisenbahnen.

**Blüte**, Eisenbahndir. Th. und Eisenb.-Bauinsp. **A. v. Borries**, Die nordamerikanischen Eisenbahnen in technischer Beziehung. Bericht über eine im Auftrage des Ministers der öffentl. Arbeiten im Frühjahr 1891 unternommene Studienreise. Imp.-4<sup>o</sup>. (XII u. 282 S. m. 1 Übersichtskarte u. 74 Abbild. im Text u. 55 lithogr. Taf.) 1892. In Mappe Mk. 40.—.









Land  
Bezirke  
Gemeinden  
Culturen

Mähren				Böhmen										
Zwittau				Leitomischl					Böhm. Trübau					Landskron
a		b		c		d		e		f		g		h
Wald	Wiese	Acker		Garten	Wald	Acker	Weingarten	Wiese	Acker	Wiese	Acker	Wald	Acker	Butweide
Wald		Wiese		Acker		Garten		Wald		Acker		Wiese		Acker

Objecte

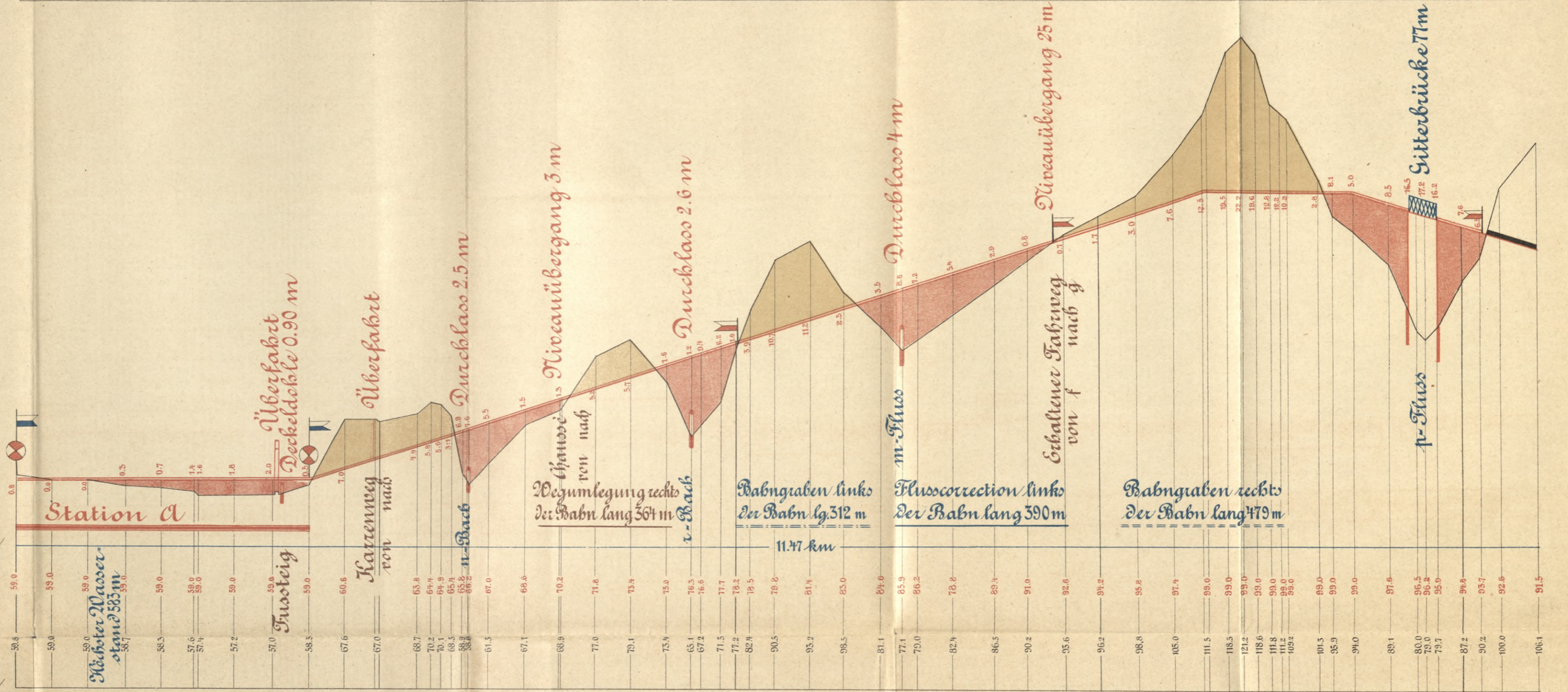
Gradiente  
Stationen

Entfernung der Wasserstationen

Coten des Planums

Coten des Terrains

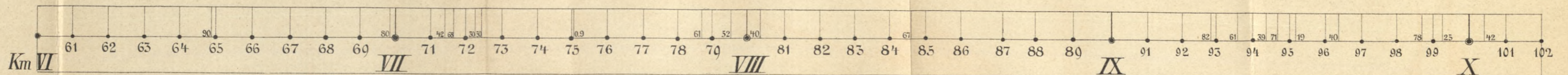
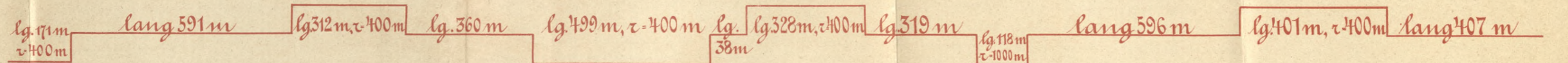
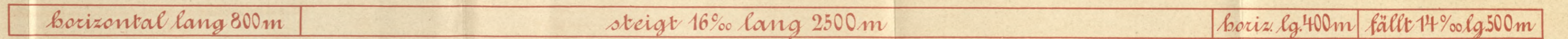
Vergleichungs-Ebene 30 m



Steigungs-Verhältniss

Richtungs-Verhältniss

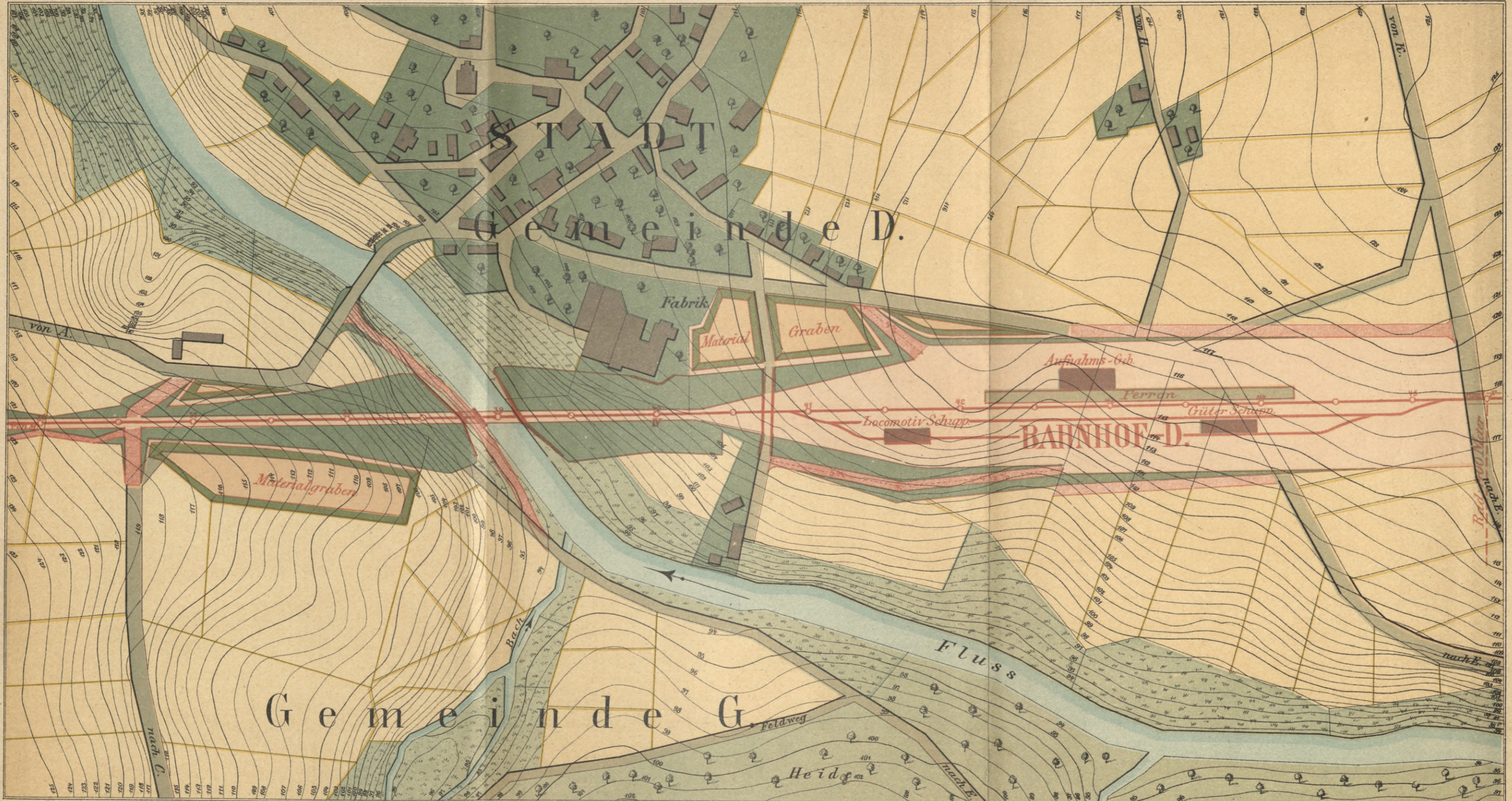
Stationierung





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW





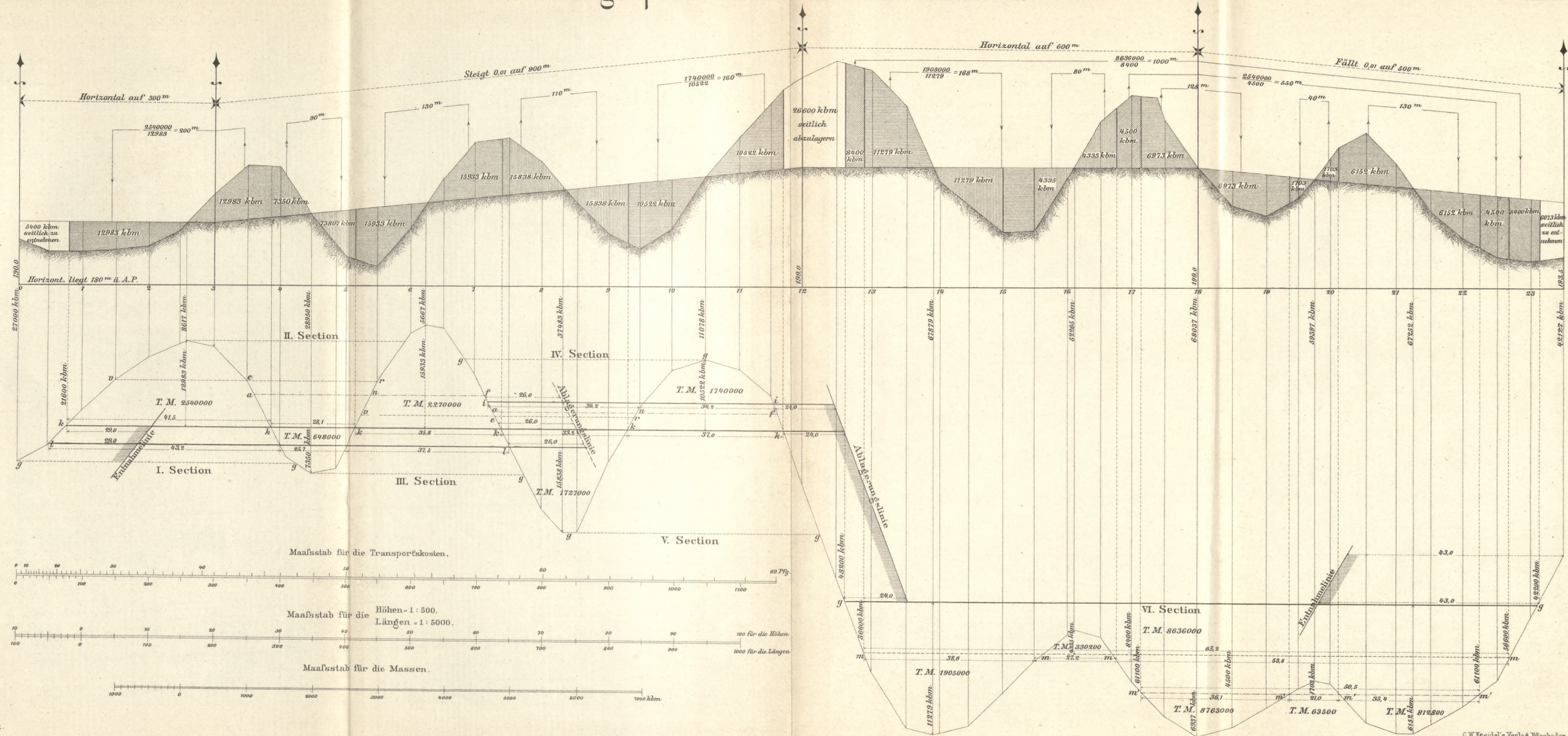


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Längenprofil

Massenprofil





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

S. 01







BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



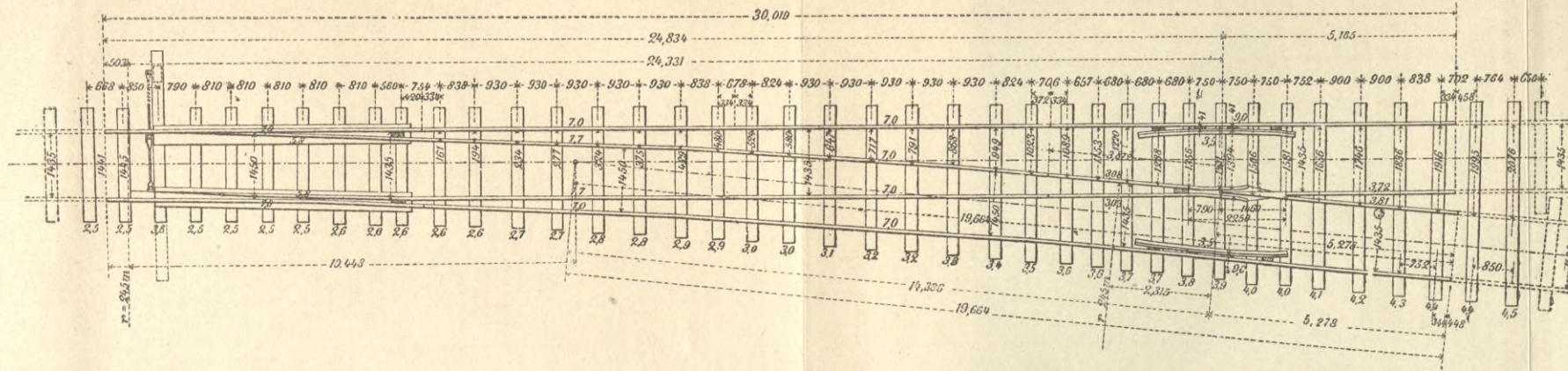


Fig. 9. Einfache Weiche 1:10, rechts. a Holzschwellen.

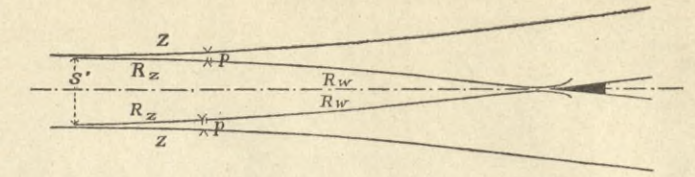


Fig. 12. Symmetrische Bogenweiche.

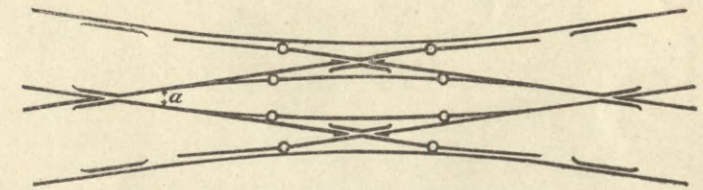


Fig. 13. Anordnung einer doppelten Kreuzungsweiche.

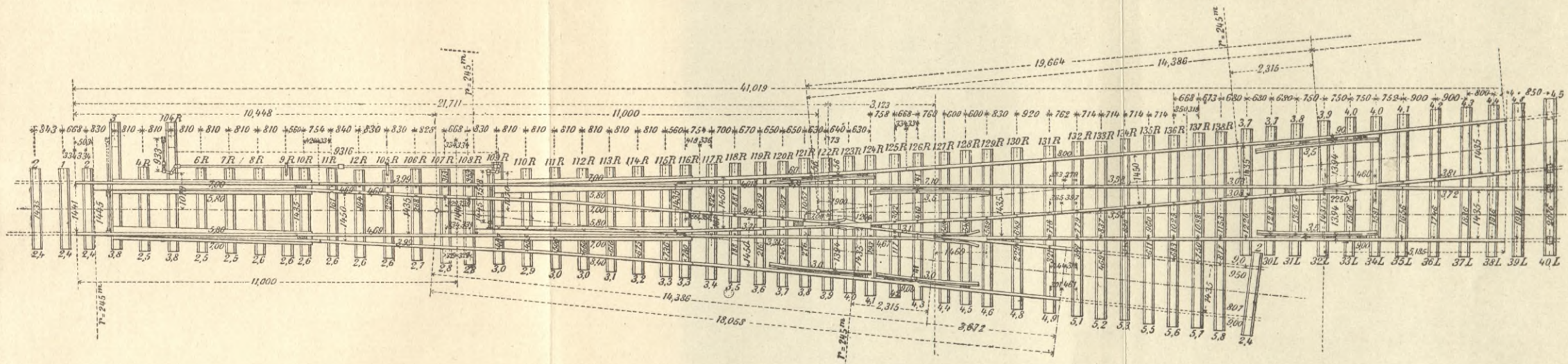


Fig. 10. Eiserne Schwellen.

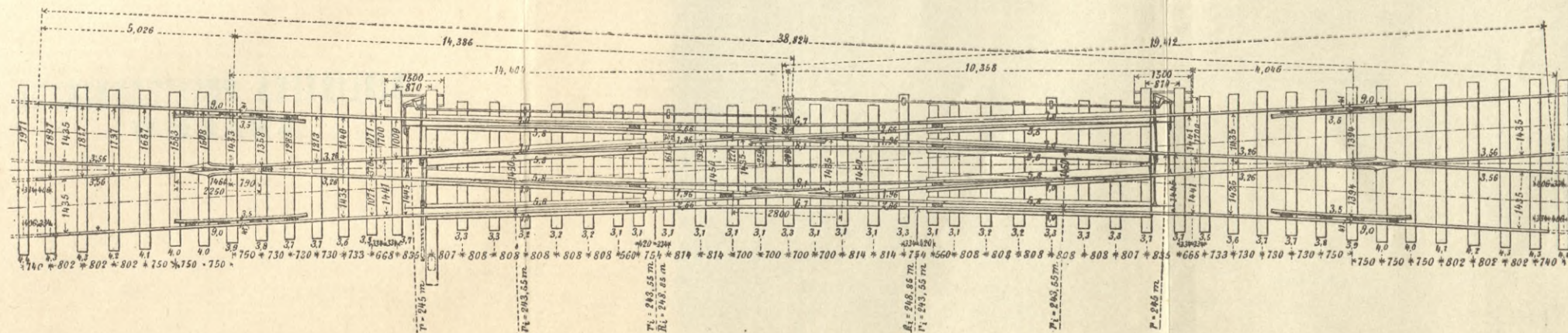


Fig. 11. Doppelte Kreuzungsweiche 1:10. a. Holzschwellen, b. Eiserne Schwellen.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW







Fig. 8.

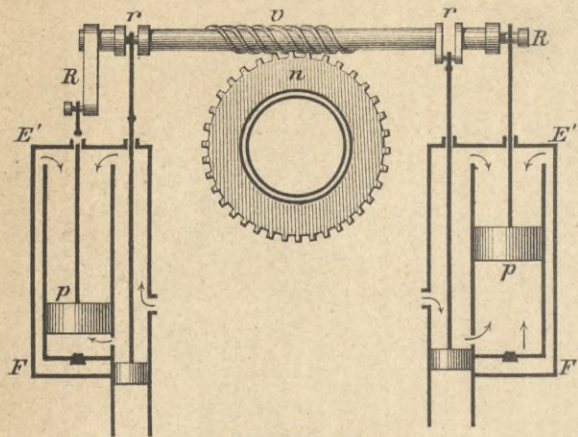


Fig. 9.

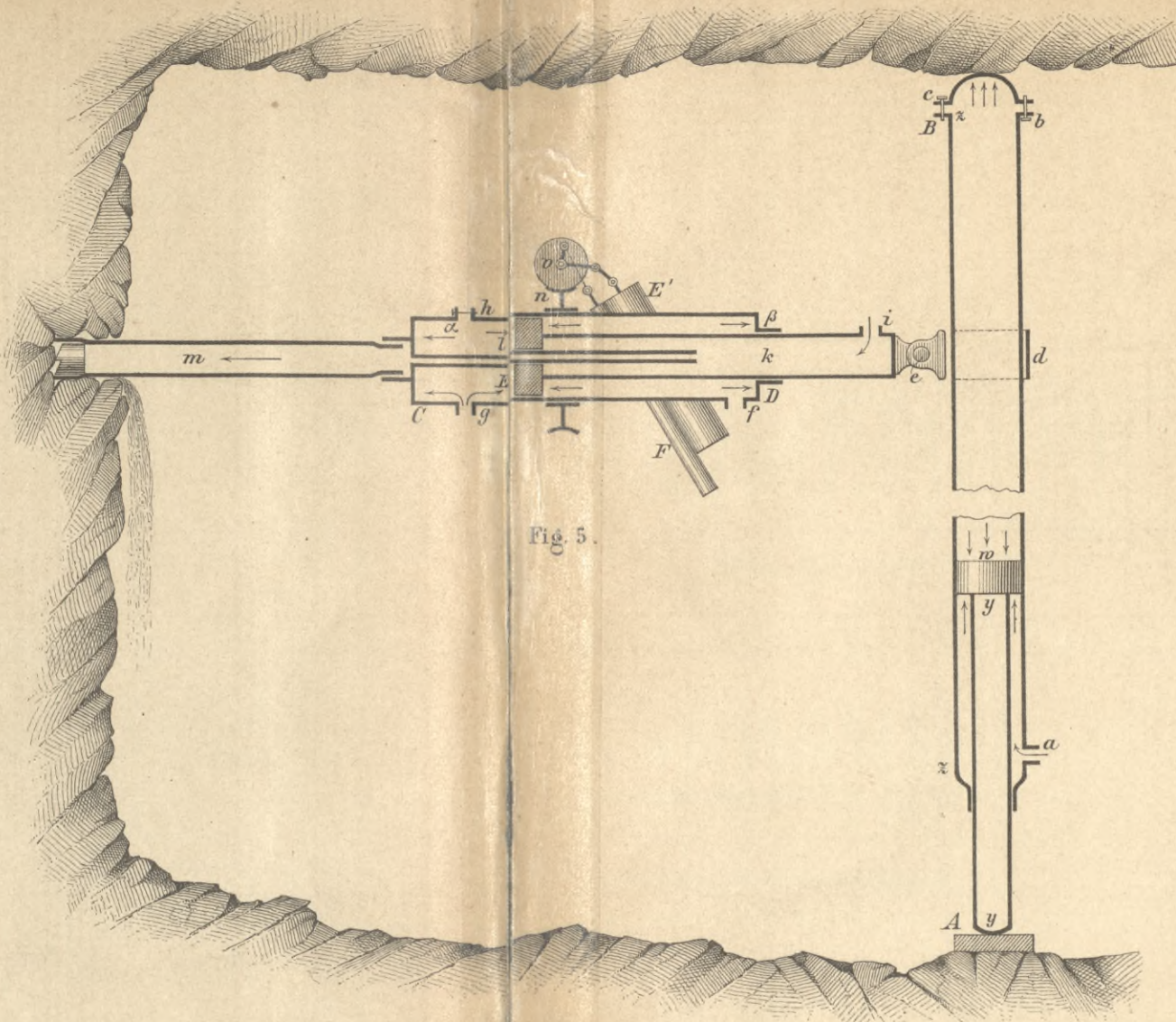
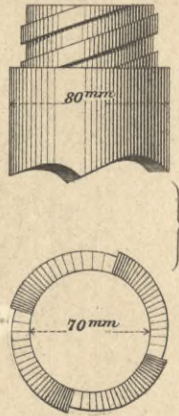


Fig. 5.

Fig. 6.

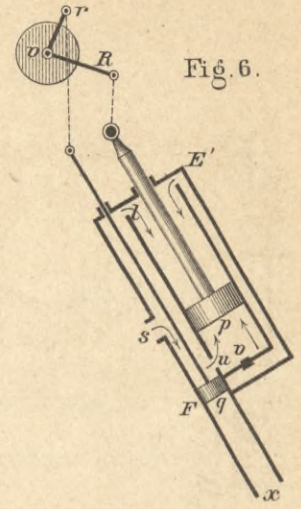


Fig. 7.

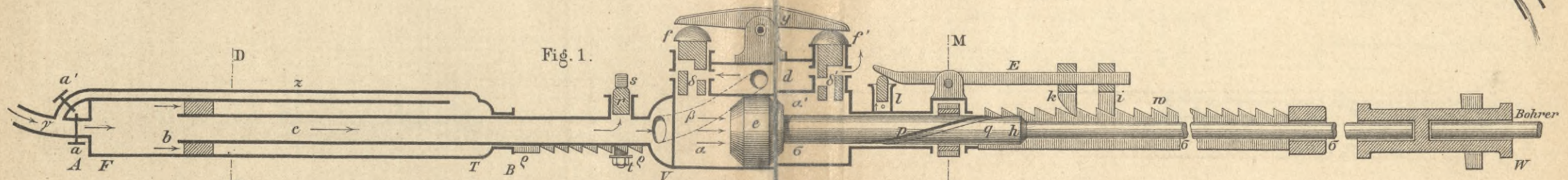
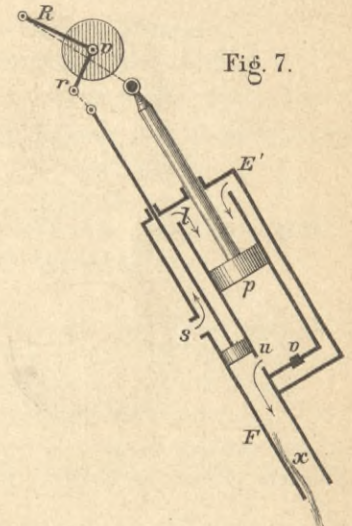


Fig. 1.

Fig. 4. C D.



Fig. 3. M N.

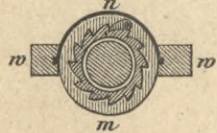
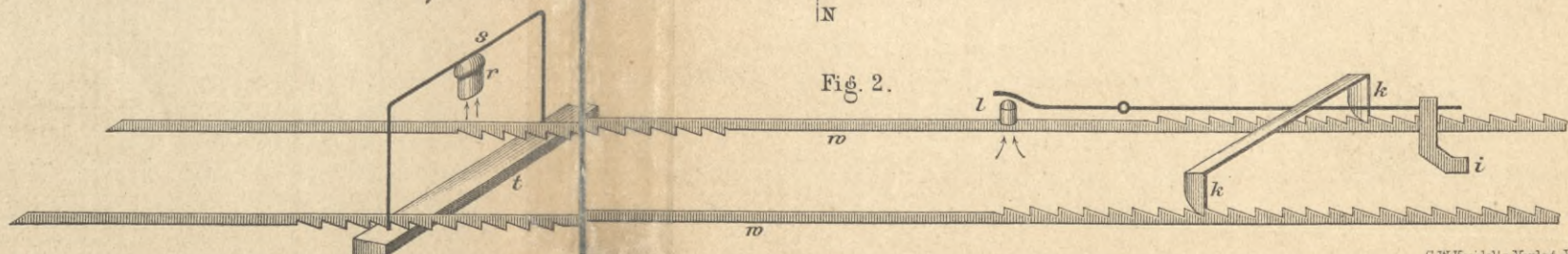


Fig. 2.





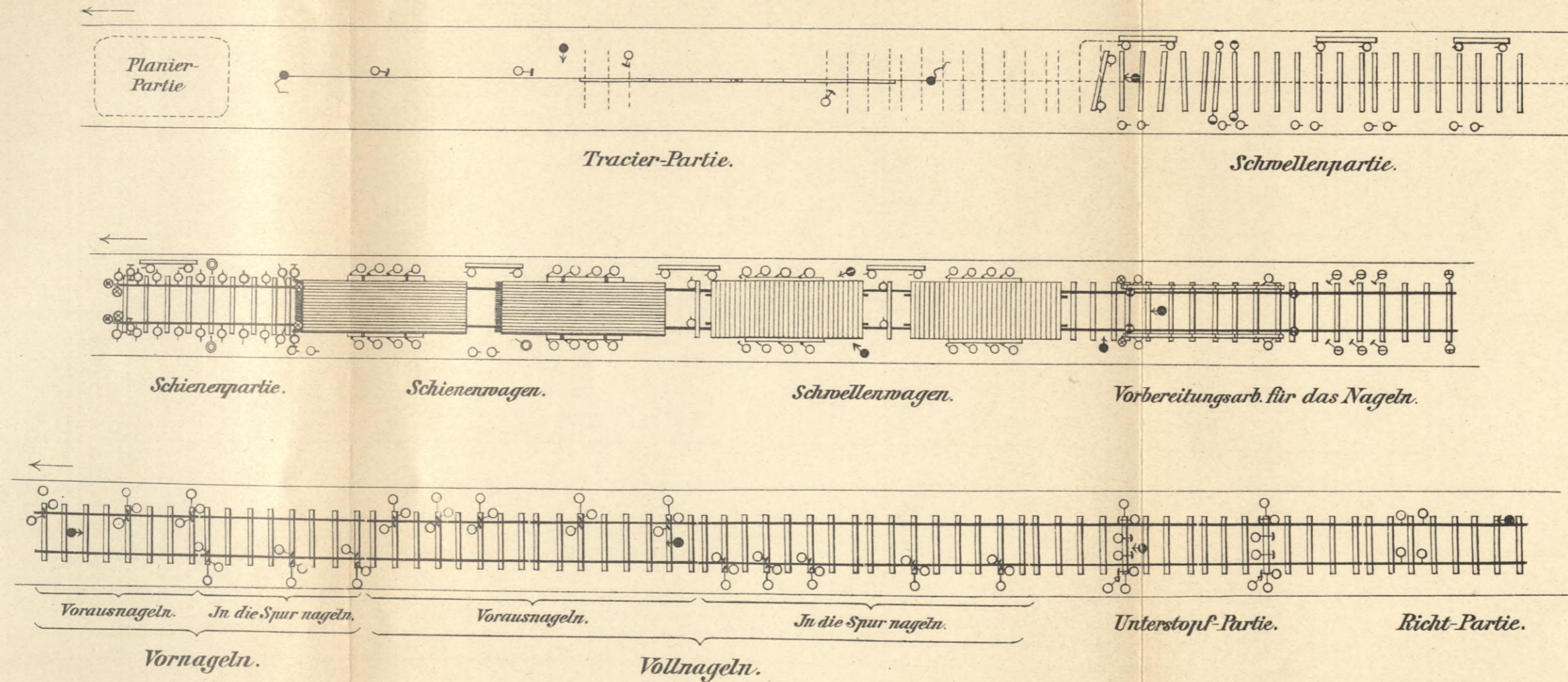
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Vorlegen des Oberbaues mit 4 Bahnwagen.

Fig. 7. (1/200).

Partien	Stärke		
	Partie-führer	Pio-niere	Hand-langer
Baudepotpartie . . . . .	3	15	15
Planierpartie . . . . .	1	5	5
Trassierpartie . . . . .	1	2	2
Vorlegpartie	Schwellenpartie . . .	2	32
	Schienenpartie . . .	2	22
	Zuschubpartie . . .	2	8
Laschenpartie . . . . .	1	12	—
Nagelpartie	Vorbereitungsarbeiten	1	6
	Vornageln . . . . .	1	18
	Vollnageln . . . . .	1	30
Unterstopfpartie . . . . .	1	8	6
Richtpartie . . . . .	1	4	—
Reserve . . . . .	1	6	—
Summe .	18	168	62



- ← Bau-richtung,
- Partie-führer,
- ⊕ Trassier-Partie,
- ⬆ Partie-F. der Schwellenpartie,
- ⊙ Schwellenträger,
- Schwellenrichten,
- ⊕ Partie-F der Schienenpartie,
- ⊕ Pionier der Schienenpartie mit großem Geißfuß.
- Schienenträger,
- ⊕ Pionier mit Spurklemme,
- ⊕ Schubpartie,
- ⊕ Mann mit Dilatationsplättchen,
- ⊕ Lascher (flüchtig Laschen),
- ⊕ Lascher (Festlaschen),
- ⊕ Nagel verteilen,
- ⊕ Schwelleneinteilung vorzeichnen,
- ⊕ Schwellen zurecht schlagen,
- Pionier mit großem Geißfuß,
- ⊕ Nagler,
- ⊕ Pionier mit Unterschlag-Kr.
- ⊕ Schaufler.

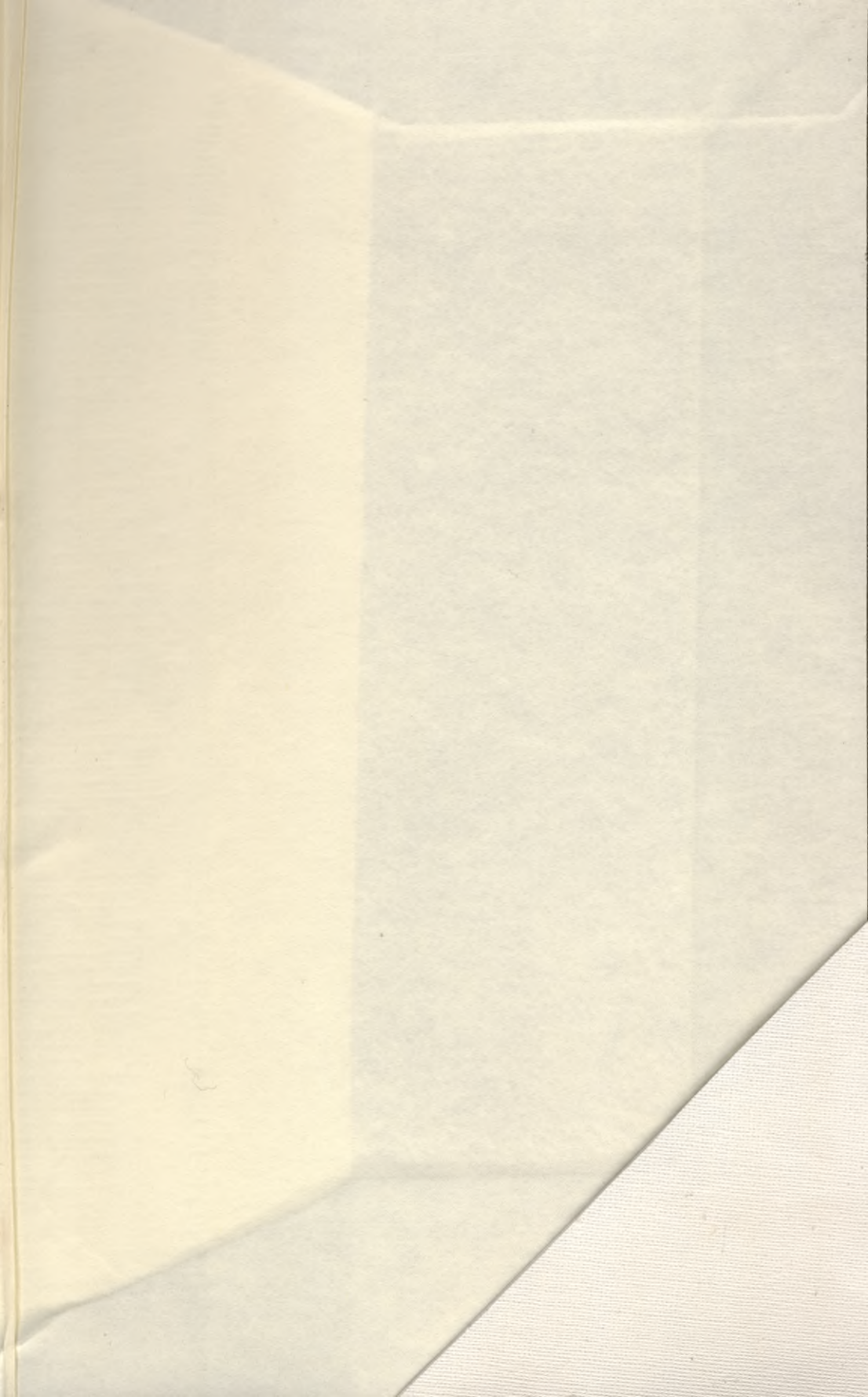






BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-15850

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301456