

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

~~6219~~

Handbuch  
des Bauingenieurs

7. Band

# Der Eisenbahnbau

von K. Strohmeier

4. Teil

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299261





*Handwritten signature or scribble at the top right corner.*

**HANDBUCH**

DES

# BAUINGENIEURS

EINE VOLLSTÄNDIGE SAMMLUNG DER AN DEN TIEFBAUSCHULEN  
GELEHRTEN TECHNISCHEN UNTERRICHTSFÄCHER

---

ZUM GEBRAUCHE

FÜR

DIE SCHULE UND PRAXIS

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG ERFAHRENER FACHMÄNNER

VON

**R. SCHÖLER**

DIREKTOR DER ANHALTISCHEN BAUSCHULE IN ZERBST

---

VII. BAND

DER EISENBAHNBAU IV.



LEIPZIG 1910

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

DER  
**EISENBAHNBAU**

IV. TEIL

UMFASSEND:

DIE NEBEN-, LOKAL-, KLEIN- UND STRASSENBAHNEN; DIE ELEKTRISCHEN  
BAHNEN EINSCHL. AKKUMULATORENWAGEN; DIE SCHWEBEBAHNEN; DIE  
ZAHNRADBAHNEN; DIE SEILBAHNEN; DIE KABELBAHNEN; DIE HEISSDAMPF-  
MOTORWAGEN; DIE EINSCHIENENBAHN; DIE DRAHTSEIL- UND HÄNGE-  
BAHNEN; DIE FELD-, FORST-, INDUSTRIE- USW. BAHNEN; DIE FUHRWERKS-  
GLEISE; DIE AMTLICHEN VORSCHRIFTEN UND TECHNISCHEN VEREIN-  
BARUNGEN, DIE EINZELNEN BAHNGATTUNGEN BETREFFEND

---

FÜR DIE SCHULE UND DEN PRAKTISCHEN GEBRAUCH

BEARBEITET

VON

**K. STROHMEYER**

INGENIEUR UND OBERLEHRER AN DER KGL. BAUGEWERKSCHULE ZU BUXTEHUDE

---

MIT 388 TEXTABBILDUNGEN UND 26 TAFELN



LEIPZIG 1910

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.



II - 651729



~~II 6219~~

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

Akc. Nr. 1041 51



# Vorwort

---

Mit vorliegendem vierten Bande findet mein Werk über Eisenbahnbau seinen Abschluß. Der Band behandelt die Neben-, Klein-, Straßen-, Feld-, Industrie- usw. Bahnen in erschöpfender Weise, soweit dies bei einem so umfangreichen Gebiete überhaupt möglich ist. Wenn daher auch einige Bahngattungen geringerer Bedeutung keine Aufnahme gefunden haben, bzw. von der einen oder anderen Bahn nicht sämtliche Einzelheiten haben beschrieben werden können, so darf ich doch die Hoffnung aussprechen, daß alle Bahnanlagen von nur einiger Bedeutung aus oben angeführten Gebieten die ihnen gebührende Würdigung gefunden haben, der vierte Band also wohl imstande sein wird, seinen Zweck zu erfüllen.

Bei der Behandlung des Stoffes für diesen Band bin ich von der sonst üblichen Art und Weise der Stoffeinteilung abgewichen, indem ich die einzelnen Bahngattungen nicht erst allgemein mit konstruktiven Einzelheiten besprochen habe, um dann erst ausgeführte Beispiele zu behandeln; ich habe vielmehr die verschiedenen Bahnarten nur ihrem allgemeinen Charakter nach mit kurzen einleitenden Worten erörtert, die konstruktiven Einzelheiten dagegen sofort an der Hand der Bauweisen einer oder mehrerer Spezialfirmen, je nach der Bedeutung und dem Wesen der betreffenden Bahn, eingehend beschrieben. Es wird infolge dieser Einteilung und infolge der außergewöhnlich großen Anzahl von Figuren der Band besonders den Technikern der Praxis als Nachschlagebuch willkommen sein.

Um einigermaßen im Rahmen meines Buches zu bleiben, ist es natürlich unmöglich gewesen, all' die Bauweisen der unzähligen Firmen, welche eigentlich in Frage kommen würden, in dasselbe aufzunehmen. Ich habe daher nur einige der erstklassigsten Firmen zu meinen Betrachtungen heranziehen können. Wenn auch die Bauweisen der einen oder anderen Firma anscheinend verschiedenartig sein mögen, so wird der Unterschied meistens nur, wie bei den Firmen

für Sicherungsanlagen (3. Bd.), in konstruktiven Nebensächlichkeiten zu suchen sein, da ja der leitende Grundgedanke für ein und dieselbe Bahnanlage doch stets der gleiche bleiben muß.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier diejenigen Firmen, deren Bauweisen ich meinen Betrachtungen zugrunde gelegt habe, der Reihe nach aufzählen wollte. Es genügt wohl ein Hinweis auf das Quellenverzeichnis, in welchem die Firmen in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt sind.

Allen im Quellenverzeichnis genannten Firmen, den Herren OBERINGENIEUREN bzw. Betriebsinspektoren der Straßenbahnverwaltungen von Frankfurt a. M. (Jakobi), Hamburg (Culin), Köln (Fellenberg) und Berlin (Busse), sowie Herrn Ingenieur Siegf. Abt und Herrn Scherl sei an dieser Stelle für ihre weitgehende Unterstützung bei der Herausgabe des vorliegenden Bandes mein ganz besonderer Dank ausgesprochen.

Indem ich der Hoffnung Ausdruck gebe, daß der vorliegende Band die gleiche günstige Aufnahme in Fachkreisen finden möge, wie die drei ersten Bände, spreche ich noch an alle Leser meines Werkes die Bitte aus, mich zwecks einer späteren zweiten Auflage auch ihrerseits dadurch unterstützen zu wollen, daß sie mir ihre Erfahrungen und Beobachtungen, bzw. Wünsche um Abänderungen oder Ergänzungen bei Zeiten übermitteln. Dieselben werden stets von mir mit Freuden begrüßt und sofort einer eingehenden Prüfung auf Berücksichtigung unterzogen werden. Nur auf diese Weise kann mein Werk einen gedeihlichen Fortgang nehmen. Ich spreche schon im voraus für jede diesbezügliche Anregung meinen verbindlichsten Dank aus.

BUXTEHUDE, im August 1910

Kurt Strohmeier.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort . . . . .	v
<hr/>	
<b>A. Die Nebenbahnen . . . . .</b>	<b>1</b>
I. Allgemeines . . . . .	1
II. Bau und Unterhaltung der Bahn . . . . .	1
a) Allgemeine Bestimmungen . . . . .	1
1. Spurweite . . . . .	1
2. Bahnbettung . . . . .	1
3. Länge der Schienen . . . . .	2
4. Form der Schienen . . . . .	2
5. Tragfähigkeit der Schienen . . . . .	2
6. Lage der Schienen . . . . .	2
7. Höhenlage der Schienenbefestigungsmittel . . . . .	2
8. Schienenstoß . . . . .	2
9. Stoßverbindung . . . . .	2
10. Schwebender oder fester Stoß . . . . .	2
11. Schienenunterlagen . . . . .	2
12. Wandern der Schienen . . . . .	3
13. Brücken und Durchlässe . . . . .	3
14. Tunnel . . . . .	3
15. Wegübergänge . . . . .	3
16. Spurrinne . . . . .	3
17. Schranken . . . . .	4
18. Zugschranken . . . . .	4
19. Warnungstafeln . . . . .	4
20. Schutz vor Berührung der Stromzuführung . . . . .	4
21. Einfriedigungen . . . . .	4
22. Abteilungszeichen . . . . .	4
23. Neigungszeiger . . . . .	5
24. Schutz gegen Schnee . . . . .	5
25. Sicherheitsstreifen . . . . .	5

	Seite
b) Freie Strecke . . . . .	5
1. Längsneigung . . . . .	5
2. Krümmungen . . . . .	5
3. Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	5
4. Gleisabstände . . . . .	6
5. Kronenbreite . . . . .	6
6. Höhenlage und Entwässerung . . . . .	6
7. Planum . . . . .	6
8. Bahngräben und Böschungen . . . . .	7
c) Stationen . . . . .	7
1. Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	7
2. Krümmungen . . . . .	7
3. Anlage der Stationen . . . . .	7
4. Anschlußstationen . . . . .	8
5. Gleisabstände . . . . .	8
6. Weichenkrümmungen . . . . .	8
7. Einfache Weichen und Doppelweichen . . . . .	8
8. Gleiskreuzungen und Kreuzungsweichen . . . . .	9
9. Merkzeichen . . . . .	9
10. Drehscheiben . . . . .	9
11. Schiebebühnen . . . . .	9
12. Untersuchungsgruben . . . . .	9
13. Hallen und Bahnsteige . . . . .	9
14. Einfriedigungen . . . . .	10
15. Brunnen . . . . .	10
16. Empfangsgebäude . . . . .	10
17. Aborte . . . . .	10
18. Stationsnamen . . . . .	10
19. Stationsuhren . . . . .	10
20. Güterschuppen . . . . .	10
21. Lademaße . . . . .	10
22. Laderampen . . . . .	10
23. Ladekrane . . . . .	10
24. Brückenwagen . . . . .	10
25. Wasserstationen . . . . .	10
26. Wasserkrane . . . . .	10
27. Lokomotivschuppen . . . . .	11
28. Wagenschuppen . . . . .	11
29. Feuerlöschgeräte . . . . .	11
30. Werkstätten . . . . .	11
III. Zusatzbestimmungen für schmalspurige Nebenbahnen . . . . .	11
a) Richtungs- und Neigungsverhältnisse bei Neubauten . . . . .	11
b) Spurweite . . . . .	12
c) Gleislage . . . . .	12
d) Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	12
e) Gleisabstand . . . . .	12

	Seite
f) Wasserkrane . . . . .	13
g) Merkzeichen . . . . .	13
IV. Bemerkung 1 zu I. bis III. . . . .	13
V. Bemerkung 2 zu I. bis III. . . . .	13
<b>B. Die Lokal- und Kleinbahnen . . . . .</b>	<b>13</b>
I. Allgemeines . . . . .	13
II. Bau und Unterhaltung der Bahn . . . . .	14
a) Allgemeine Bestimmungen . . . . .	14
1. Planentwurf . . . . .	14
2. Spurweite . . . . .	14
3. Bahnbettung . . . . .	14
4. Schienen . . . . .	14
5. Tragfähigkeit der Schienen . . . . .	14
6. Lage der Schienen . . . . .	15
7. Höhenlage der Schienenbefestigungsmittel . . . . .	15
8. Stoßverbindung . . . . .	15
9. Schwebender oder fester Stoß . . . . .	15
10. Schienenunterlagen . . . . .	15
11. Sicherung der Spurweite . . . . .	16
12. Brücken und Durchlässe . . . . .	16
13. Tunnel . . . . .	16
14. Spurrinne . . . . .	16
15. Sicherung der Wegübergänge . . . . .	17
16. Schutz vor Berührung der Stromzuführung . . . . .	17
17. Bahnkreuzungen . . . . .	17
18. Einfriedigungen . . . . .	17
19. Abteilungszeichen . . . . .	17
20. Neigungszeiger . . . . .	17
b) Freie Strecke . . . . .	17
1. Längsneigung . . . . .	17
2. Krümmungen . . . . .	17
3. Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	18
4. Gleisabstände . . . . .	20
5. Kronenbreite . . . . .	20
6. Höhenlage der Bahn . . . . .	20
7. Planum . . . . .	20
8. Bahngräben und Böschungen . . . . .	20
c) Stationen . . . . .	20
1. Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	20
2. Anlage der Stationen . . . . .	20
3. Anschlußstationen . . . . .	20
4. Gleisabstände . . . . .	20
5. Weichenkrümmungen . . . . .	21
6. Weichen . . . . .	21
7. Merkzeichen . . . . .	21

	Seite
8. Schiebebühnen . . . . .	21
9. Bahnsteige . . . . .	21
10. Hochbauten . . . . .	21
11. Lademaß . . . . .	21
12. Laderampen . . . . .	21
13. Wasserkrane . . . . .	21
III. Bemerkung 1 zu I. bis II. . . . .	22
IV. Bemerkung 2 zu I bis II.: Die Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen betreffend . . . . .	22

### C. Einige Beispiele zu den Bauweisen für Neben-, Lokal- und Klein- bzw. Straßenbahnen . . . . .

I. Einleitung . . . . .	22
II. Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation. Beispiel einer ausgeführten Kleinbahn . . . . .	22
III. Maschinenfabrik Esslingen. Rollböcke . . . . .	25
IV. Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein. a) Der Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Kleinbahnen und in erster Linie für Straßenbahnen . . . . .	29
b) Der Wechselsteg-Verblatt-Rillenschienen-Oberbau für Straßenbahnen	40
c) Der Herkules-Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Wegüber- gänge und Hafengebäude (Herkules-Schwellenschiene) . . . . .	42
d) Neuer Querschwellen-Oberbau für Wegübergänge und Hafengebäude	43
e) Eisenquerschwellen-Oberbau mit Rippenschwellen und Hakenzapfen- platten bzw. Zapfenplatten für Haupt- und Nebenbahnen . . . . .	46
f) Einfache Rechtsweiche beim Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Straßenbahnen . . . . .	50
g) Kreuzungen . . . . .	52
V. Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb. a) Schienen für Voll-, Neben- und Kleinbahnen . . . . .	52
b) Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	54
VI. Hörder Bergwerks- und Hüttenverein. Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	57
VII. Orenstein & Koppel — Arthur Koppel in Berlin SW. Oberbau, Weichen und Drehscheiben für Klein- und Straßenbahnen . . . . .	57
VIII. Phönix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb. a) Oberbau für Straßenbahnen . . . . .	64
b) Neue Spurhalterbefestigung . . . . .	65
c) Einige ausgeführte Beispiele . . . . .	70
1. Rillenschienen-Oberbau Profil 38 . . . . .	70
2. Rillenschienen-Oberbau Profil 17 c für Altötting-Neuötting . . . . .	71
3. Oberbau für Straßenbahnen aus Vignol-Profil mit Fußlaschen	71
4. Rillenschienen-Oberbau für Hafengebäude Profil 37 . . . . .	71
d) Einbettung der Straßenbahngleise bei den verschiedenen Pflasterarten	72

	Seite
1. Frankfurt a. Main . . . . .	72
α) Holzpflaster . . . . .	72
β) Chaussierung und Steinpflaster . . . . .	73
2. Hamburg . . . . .	76
α) Elastische Unterlagen . . . . .	76
a) Holzquerschwellen . . . . .	76
b) Eisenarmierte Betonschwellen . . . . .	76
c) Kiesbettung . . . . .	76
β) Starre Unterlagen . . . . .	76
γ) Halbstarre Unterlagen . . . . .	77
a) Betonbett mit Zwischenlagen zwischen diesem und den Schienen	77
b) Steinschlagbettung . . . . .	77
3. Köln a. Rhein . . . . .	78
4. Berlin . . . . .	83
e) Einiges über Straßenbahnweichen . . . . .	86
1. Allgemeines . . . . .	86
2. Zungensicherung für Straßenbahn- usw. Weichen . . . . .	87
3. Federstellvorrichtung für Straßenbahn- usw. Weichen „Universal“ . . . . .	89
4. Neuerungen in der Konstruktion von Weichen und Herzstücken . . . . .	91
f) Kreuzungen . . . . .	94
IX. Preußische Staatsbahnverwaltung . . . . .	94
X. Einige Ergänzungen zum Unterbau und Oberbau von Straßenbahnen . . . . .	95
a) Die Gleislage . . . . .	95
b) Der Schienenstoß . . . . .	98
1. Der Schienenschuh, Patent Scheinig & Hofmann . . . . .	98
2. Der Schienenschuh der Sächsischen Gußstahlfabrik in Döhlen	99
3. Das Falk'sche Umgießungsverfahren — 4. Die elektrische	
Stoßschweißung . . . . .	100
c) Kontaktverbindungen . . . . .	101
d) Gleisentwässerungen . . . . .	101
<b>D. Bau und Unterhaltung der Fahrzeuge auf Nebenbahnen . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>E. Bau und Unterhaltung der Fahrzeuge auf Lokal- und Kleinbahnen . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>F. Telegraphen-, Signal- und Sicherungswesen auf Nebenbahnen, Schmal-</b>	
<b>spurbahnen und auf Lokal- und Kleinbahnen . . . . .</b>	<b>104</b>
I. Nebenbahnen . . . . .	104
a) Telegraph und Fernsprecher . . . . .	104
b) Läutewerke . . . . .	104
c) Tragbare Signale . . . . .	105
d) Feststehende Signale . . . . .	105
1. Hauptsignale — 2. Vorsignale — 3. Weichensignale . . . . .	105
e) Standort, Form und Farbe der feststehenden Signale . . . . .	106
f) Zugsignale . . . . .	106
g) Weichen- und Signalsicherungen . . . . .	106
h) Streckenblockung . . . . .	106

	Seite
II. Schmalspurbahnen . . . . .	106
a) Telegraph, Fernsprecher . . . . .	106
b) Merkzeichen zwischen zusammenlaufenden Gleisen . . . . .	106
III. Lokal- und Kleinbahnen . . . . .	107
a) Verständigung zwischen den Stationen . . . . .	107
b) Bahnsignale . . . . .	107
c) Signale an Weichen, beweglichen Brücken und Bahnkreuzungen . . . . .	107
d) Zugsignale . . . . .	107
e) Form und Farbe der Signale . . . . .	107
<b>G. Betriebsdienst für Neben-, Schmalspur-, Lokal- und Kleinbahnen</b> . . . . .	<b>107</b>
I. Grundstellung der Fahrsignale und Weichen auf Nebenbahnen . . . . .	107
II. Fahrgeschwindigkeit auf Nebenbahnen . . . . .	108
III. Fahrgeschwindigkeit auf Schmalspurbahnen . . . . .	108
IV. Stellung der Weichen auf Lokalbahnen . . . . .	108
<b>H. Die elektrischen Bahnen</b> . . . . .	<b>108</b>
I. Allgemeines . . . . .	108
II. Betrieb mit Gleichstrom . . . . .	109
a) Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung . . . . .	109
b) Bahnen mit Stromzuführung durch eine sogen. dritte Schiene . . . . .	111
III. Betrieb mit Drehstrom . . . . .	120
IV. Weitere Beispiele ausgeführter elektrischer Bahnen . . . . .	127
a) Unterirdische Stromzuführung der elektrischen Straßenbahn Berlin (Behenstraße) -Treptow (Siemens & Halske) . . . . .	127
b) Die elektr. Bahnanlagen der Filderbahn (Siemens-Schuckertwerke)	128
1. Das Kraftwerk . . . . .	128
2. Die Zahnradstrecke . . . . .	128
a) Bahnkörper und Oberbau . . . . .	128
b) Umformerwerk . . . . .	130
c) Stromzuführungsanlage . . . . .	131
d) Betriebsmittel . . . . .	131
3. Die Reibungslinie . . . . .	138
c) Die Einphasenbahn Murnau - Oberammergau (Siemens-Schuckert- werke und Siemens & Halske) . . . . .	139
d) Die Hamburger elektrischen Straßenbahnen (Elektrizitätsges. vor- mals Schuckert & Co., Nürnberg) . . . . .	141
e) Eisenbahn-Triebwagen mit elektr. Speicherbatterien (Akkumulatoren- wagen der preuß. Staatsbahnen — Siemens-Schuckertwerke) . . . . .	143
V. Der Bügelstromabnehmer für elektr. Bahnen (Siemens-Schuckertwerke)	146
VI. Luftdruckbremse mit elektrischer Steuerung (Siemens-Bremse der Firma Siemens & Halske) . . . . .	153
<b>I. Schwebebahnen</b> . . . . .	<b>159</b>
I. Die Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel der Kontinentalen Gesell- schaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg . . . . .	159
a) Allgemeines . . . . .	159
b) Beschreibung der wesentlichen Teile der Bahnanlage . . . . .	159
II. Die Bergschwebebahn Loschwitz-Rochwitzer Höhe, von derselben Firma	166



	Seite
<b>K. Die Zahnradbahnen und Seilbahnen</b> . . . . .	171
I. Die Zahnradbahnen mit Lokomotivbetrieb, Bauart Riggenbach . . . . .	171
a) Allgemeines . . . . .	171
b) Bahnlinie, Bauzeit, Baukosten . . . . .	171
c) Oberbau . . . . .	172
d) Betriebsmaterial . . . . .	173
e) Ausgeführte Beispiele . . . . .	173
II. Die Seilbahnen mit Zahnstangen, Bauart Riggenbach . . . . .	173
III. Die Zahnradbahnen, Bauart Abt . . . . .	175
a) Allgemeines und Oberbau . . . . .	175
b) Die Lokomotive . . . . .	176
<b>L. Die Kabelbahnen, Konstruktion Riggenbach</b> . . . . .	178
<b>M. Heißdampf-Motorwagen, Bauart Kittel (Maschinenfabrik Efslingen)</b>	180
<b>N. Einschienenbahn (Schnellbahnsystem Scherl)</b> . . . . .	182
<b>O. Drahtseilbahnen und Hängebahnen der Firma J. Pohlig, A.-G., Köln (Transport von Massengütern)</b> . . . . .	183
I. Einleitung . . . . .	183
II. Das Seilbahnsystem der Firma (einschl. Hängebahnen) . . . . .	184
III. Einige ausgeführte Beispiele . . . . .	197
<b>P. Feld-, Forst-, Industrie- usw. Bahnen</b> . . . . .	197
I. Einleitung . . . . .	197
II. Die Feld-, Forst- und Industriebahnen, sowie die Fuhrwerksgleise des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation . . . . .	197
a) Allgemeines . . . . .	197
1. Die festen Gleise . . . . .	198
2. Die halbbeweglichen Gleise . . . . .	198
3. Die leichtbeweglichen Gleise . . . . .	199
b) Das liegende Material . . . . .	199
1. Die Schienen . . . . .	199
2. Die Schwellen . . . . .	199
3. Das Kleineisenzeug . . . . .	200
$\alpha$ ) Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen . . . . .	200
$\beta$ ) Die Stoßverbindungen . . . . .	201
4. Die Gleisrahmen . . . . .	202
5. Das Verlegen der Gleisrahmen . . . . .	203
6. Verbindung der Gleise untereinander . . . . .	203
$\alpha$ ) Die Weichen . . . . .	203
$\beta$ ) Die Gleiskreuzungen . . . . .	203
$\gamma$ ) Das Universal-Paßstück . . . . .	204
$\delta$ ) Wegübergänge . . . . .	204
$\epsilon$ ) Drehscheiben . . . . .	204
c) Das rollende Material . . . . .	204
1. Räder, Achsen, Radsätze . . . . .	204
2. Das Lager . . . . .	206
3. Die Wagen . . . . .	206

	Seite
d) Die Waldeisenbahn im besonderen . . . . .	206
e) Die Fuhrwerksgleise . . . . .	208
III. Die Feld- und Industriebahnen der Firma Friedr. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr	213
a) Befestigung der Schienen auf Stahlschwellen . . . . .	213
b) Befestigung der Schienen auf Holzschwellen . . . . .	214
c) Verbindungen der Gleisrahmen (Stoßverbindungen) . . . . .	215
d) Gleis aus Doppelschienen . . . . .	217
e) Zungenweichen für einflanschige Räder . . . . .	217
f) Zungenweichen für zweiflanschige Räder . . . . .	217
g) Schleppweichen . . . . .	217
h) Feste Weichen . . . . .	217
i) Weichen für versenktes Zwei- und Dreischienengleis . . . . .	217
k) Kletterweichen . . . . .	217
l) Gleisbrücken . . . . .	218
m) Schmiedeeiserne Drehscheiben . . . . .	218
n) Rollendes Material . . . . .	218
1. Selbsttätige Muldenfeststellung . . . . .	218
2. Vorderkipper . . . . .	219
3. Zweiseitige Kastenkipper . . . . .	219
4. Selbstentlader . . . . .	219
5. Drehgestelle (Trucks) . . . . .	219
6. Drehgestelle mit Drehschemeln für Einschienenbahnen . . . . .	219
IV. Transportable und feste Gleis-Anlagen für Landwirtschafts-, Industrie- und Bauzwecke (Konstruktionen der Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — A.-G. Berlin) . . . . .	221
a) Transportable Gleise mit Schuhen (Stoßverbindung) . . . . .	221
b) Transportable Gleise mit Winkellaschen (Stoßverbindung) . . . . .	221
c) Befestigung der Schienen auf den Mittelschwellen . . . . .	222
d) Halbtransportable und feste Gleise (Stoßverbindung) . . . . .	222
e) Transportable Gleiskreuzung . . . . .	223
f) Gleisbrücken . . . . .	223
g) Doppelgleise mit Langlaschen-Verbindung auf Stahlschwellen . . . . .	223
h) Transportable Weichen . . . . .	223
i) Transportable Kletterweichen . . . . .	223
k) Gußeiserne Wendeplatte . . . . .	225
l) Schmiedeeiserne Drehscheiben . . . . .	225
m) Gußeiserne Drehscheiben . . . . .	225
n) Schiebebühnen . . . . .	226
V. Eisenbahn-Selbstentlader (Konstruktion der Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — A.-G. in Berlin) . . . . .	226
a) Einleitung . . . . .	226
b) Seitenentleerer . . . . .	227
c) Bodenentleerer . . . . .	230
IV. Elektrische Lokomotiven der vorgenannten Firma . . . . .	233
Berichtigungen . . . . .	235

## Quellenangabe für den 4. Band.

---

Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum.

- a) Figuren, Kataloge und Beschreibungen.
- b) Verband der Rheinisch-Westfälischen Tierschutz-Vereine: Die Waldeisenbahn usw. (Ingenieur Jagenberg in Remscheid).
- c) Sonderabdruck aus Zeitschrift für Kleinbahnen: Fuhrwerksgleise (Baurat Techow).
- d) Sonderabdruck aus Zeitschrift für Kleinbahnen: Die Kreis-Kleinbahnen im Kreise Jüterbog-Luckenwalde (Baurat Techow).

Continentrale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg.

- a) Figuren.
- b) Festschrift zur Eröffnung der Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel.
- c) Die erste Bergschwebebahn der Welt (Loschwitz-Rochwitzer Höhe). Vortrag des Zivilingenieurs Ziffer im Verein für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens am 7. April 1902 in Wien.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung von 4. November 1904 (gültig vom 1. Mai 1905 ab).

Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen (Württemberg).

- a) Figuren, Kataloge und Beschreibungen.
- b) Zahnradbahnen, Seilbahnen und Kabelbahnen, Bauart Riggenbach (Ingenieur Riggenbach).
- c) Zahnradbahnen, Bauart Abt (Ingenieur Siegf. Abt, Winterthur-Schweiz).

Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.

- a) Figuren, Kataloge und Beschreibungen.
- b) Straßenbahn-Oberbau (Haarmann).

Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen (Grz.). Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen 2, Rheinland.

Figuren, Kataloge und Beschreibungen.

Hoerder Bergwerks- und Hütten-Verein, Hoerde, Westfalen.

Figuren, Kataloge und Beschreibungen.

Friedr. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr.

Figuren, Kataloge und Beschreibungen.

Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — A.-G., Berlin.

Figuren, Kataloge und Beschreibungen.

Phönix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb. Abt. Ruhrort zu Duisburg-Ruhrort.

- a) Figuren, Kataloge und Beschreibungen.
- b) Oberingenieur Jakobi-Frankfurt a. M., Einbettung der Straßenbahngleise.
- c) Oberingenieur Culin-Hamburg, Einbettung der Rillenschiene Phönix in Straßen.
- d) Betriebsinspektor Fellenberg-Köln a. Rhein, Unterbettungen.
- e) Oberingenieur Busse-Berlin, Gleisbau der innerstädtischen Straßenbahnen (Unterbau und Oberbau). Vortrag auf dem internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongreß in Mailand vom 17. bis 21. September 1906.

J. Pohlig, A.-G., Köln a. Rhein.

Figuren, Kataloge und Beschreibungen.

August Scherl, Der Modellwagen der Einschienenbahn (Schnellbahnsystem Aug. Scherl).

Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., Berlin, bzw. Siemens & Halske, A.-G., Berlin.

- a) Figuren, Kataloge und Beschreibungen.
- b) Direktor Cremer, Der Bügelstromabnehmer für elektrische Bahnen.
- c) Betriebsingenieur Hotopf, Die elektrischen Bahnanlagen der Filderbahn.
- d) Oberingenieur Ehnhart, Die Einphasenbahn Murnau-Oberammergau.
- e) Oberingenieur Ehnhart, Versuche für elektrische Schnellbahnen auf der Strecke Marienfelde-Zossen.
- f) Regierungsbaumeister Braun, Die elektrische Kleinbahn Düsseldorf-Krefeld.
- g) Regierungsbaumeister Langbein, Elektrische Hoch- und Untergrundbahn Berlin.
- h) Regierungsbaumeister Braun, Die elektrischen Stadtbahnen, Straßeneisenbahnen und die Franz-Joseph-Elektrische Untergrundbahn zu Budapest.

Technische Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen (T. V.). Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.



## A. Die Nebenbahnen.

### I. Allgemeines.

Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen versteht unter Nebenbahnen vollspurige (nach der B. O. auch schmalspurige), dem öffentlichen Verkehr dienende Eisenbahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptbahnen übergehen können, bei denen aber die Fahrgeschwindigkeit von 50 km in der Stunde nicht überschritten werden darf und für die, entsprechend der geringeren Geschwindigkeit und dem einfacheren Betriebe, erleichternde Bestimmungen Platz greifen dürfen.

Ich will im folgenden an der Hand der Technischen Vereinbarungen (T. V.) des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen vom Jahre 1909 und der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (B. O.) der Preuß. Staatsbahnverwaltung vom Jahre 1905 das wichtigste über die Nebenbahnen mitteilen. Da sich Anlage, Bauweise usw. der Nebenbahnen in vielen Punkten mit denjenigen der Hauptbahnen decken, so kann ich mich bei den folgenden Ausführungen kurz fassen, indem ich zugleich auf den I. Band dieses Werkes verweise (besonders die entsprechenden Figuren betreffend).

### II. Bau und Unterhaltung der Bahn.

**a) Allgemeine Bestimmungen:** 1. Spurweite: Die Spurweite zwischen den Fahrkanten, 14 mm unter Schienenoberkante gemessen, muß im geraden Gleise 1435 mm betragen. (Nach der B. O. ist auch Schmalspur von 1000 mm und 750 mm gestattet.) In Krümmungen von weniger als 500 m Halbmesser ist die Spurweite zu vergrößern. Die Vergrößerung darf jedoch 30 mm bei Halbmessern bis 300 m und 35 mm bei kleineren Halbmessern nicht überschreiten. Als Folge des Betriebes sind Verengerungen der vorgeschriebenen Spurweite bis 3 mm, Erweiterungen bis 10 mm zulässig; niemals aber darf die Spurweite 1465 mm bei einem Halbmesser bis 300 m und 1470 mm bei kleineren Halbmessern überschreiten.

2. Bahnbettung: Die Stärke der Bahnbettung unter Schwellenunterkante ist nach den örtlichen Verhältnissen und der Art der Bettung mindestens mit 150 mm zu bemessen. Ein reichlicheres Maß bis 200 mm wird empfohlen. Die Bettung soll durchlässig sein und nachteilige Einflüsse von Nässe und Frost ausschließen.

3. Länge der Schienen: Die Schienen sollen in der Regel mindestens 9 m lang sein. Größere Längen bis 20 m werden empfohlen.

4. Form der Schienen: Der Schienenkopf soll mindestens 57 mm breit, die Fahrfläche eben oder mit einem Halbmesser von mindestens 200 mm gewölbt sein. Größere Kopfbreiten werden empfohlen. Bei Neubeschaffungen muß die Fahrkante mit 14 mm Halbmesser abgerundet sein. Bei Querschwellenoberbau mit breitfüßigen Schienen wird eine Schienenhöhe von mindestens 125 mm und eine Fußbreite von mindestens 100 mm empfohlen. Diese Maße können bei Langschwellenoberbau verringert werden.

5. Tragfähigkeit der Schienen: Die Schienen der von Lokomotiven befahrenen Gleise sollen Fahrzeuge von 7 t Raddruck, im Stillstande gemessen, auch bei der größten Fahrgeschwindigkeit mit Sicherheit aufnehmen können.

6. Lage der Schienen: Es wird empfohlen, den Schienen eine Neigung nach innen von 1:20 zu geben. Die gegenüberliegenden Oberkanten der beiden Schienen eines Gleises müssen in geraden Strecken (Ueberhöhungsrampen ausgenommen) in gleicher Höhe liegen. In Krümmungen soll der äußere Schienenstrang mit Berücksichtigung des Halbmessers und der Fahrgeschwindigkeiten so viel über den inneren Strang erhöht werden, daß die Abnutzung beider Stränge tunlich gleich wird. Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges soll im Anfangspunkte des Kreisbogens voll vorhanden sein, also bei Uebergangsbogen an deren Berührungspunkt mit dem Kreisbogen. Die Ueberhöhung muß auf eine nach der größten Fahrgeschwindigkeit zu bemessende Länge auslaufen, die mindestens das 300fache der Ueberhöhung zu betragen hat. Die Ueberhöhung ist auch in der Geraden durchzuführen, wenn zwischen zwei in gleichem Sinne gekrümmten Bogen zwischen den Ueberhöhungsrampen nicht mindestens 30 m ohne Ueberhöhung bleiben würden.

7. Höhenlage der Schienenbefestigungsmittel: An der Innenseite der Schienen müssen in der Breite des Raumes für den Spurkranz alle Befestigungsmittel auch bei größter Abnutzung der Schienen mindestens 38 mm unter Schienenoberkante liegen.

8. Schienenstoß: Die Schienenstöße sollen rechtwinkelig zur Gleisachse einander gegenüberliegen, wenn nicht der versetzte Stoß angewendet wird.

9. Stoßverbindung: Die Laschen sollen eine über die Stoßschwellen hinausgehende Länge, breite Anlageflächen von nicht zu großer Neigung, eine Verbindung durch mindestens 4 Schrauben und Vorrichtungen gegen die Lockerung der Schraubenmütern erhalten. Bei der Stoßverbindung ist auf die Veränderungen der einzelnen Teile des Oberbaues und ihrer gegenseitigen Lage Rücksicht zu nehmen. Die Beanspruchung der Stoßverbindung durch das Wandern der Schienen soll durch besondere Vorkehrungen tunlich vermindert werden.

10. Schwebender oder fester Stoß: Bei Querschwellenoberbau mit kräftiger Stoßverbindung ist außer dem schwebenden auch der feste Stoß zulässig.

11. Schienenunterlagen: Zu Schienenunterlagen eignet sich sowohl Holz als auch Eisen. Wird die Schiene auf festem Grund in ganzer Höhe in nicht ausweichende Bettung eingelegt, so kann die Schienenform derart gewählt werden, daß besondere Unterlagen entbehrlich sind. Holzschwellen mit Stoffen

zu tränken, die das Holz gegen Fäulnis schützen, wird empfohlen. Für die Querschwellen wird eine Länge von 2500 mm empfohlen. Die Stoßschwellen des festen Stoßes sollen eine größere Grundfläche haben als die Mittelschwellen. Zur Erhaltung einer guten Gleislage und zur Schonung der Schwellen wird die Verwendung keilförmiger, der Neigung der Schienen entsprechender Unterlagplatten aus Eisen oder Stahl empfohlen. Es wird empfohlen, die Verbindung der Schiene mit den Unterlagplatten unabhängig von der Verbindung dieser Platten mit den Schwellen, wie bei den Spann- und Stuhlplatten, anzuordnen. Die Verwendung eiserner Schwellen ist nur bei geeignetem Untergrund und in Bettung aus hartem, wetterbeständigem und durchlässigem Steinschlage zu empfehlen.

12. Wandern der Schienen: Vorkehrungen gegen das Wandern der Schienen werden empfohlen.

13. Brücken und Durchlässe: Für Brücken und Durchlässe sind sorgfältig ausgeführte Wölbungen aus guten natürlichen oder künstlichen Steinen oder aus Beton den eisernen Ueberbauten vorzuziehen, wenn diese nicht aus besonderen Gründen angezeigt erscheinen. Versuche mit Eisenbeton sind erwünscht. Es wird empfohlen, die Bettung auch auf eisernen Brücken durchzuführen. Hölzerne Brücken sind zulässig; sie sind ebenso wie das Holzwerk der Fahrbahn eiserner Brücken gegen Feuergefahr zu sichern. Das Holz mit Stoffen zu tränken, die es gegen Fäulnis schützen, wird empfohlen.

14. Tunnel: In zweigleisigen Tunneln soll außerhalb der vorgeschriebenen Umgrenzung des lichten Raumes überall ein Spielraum von mindestens 300 mm, in eingleisigen Tunneln ein solcher von mindestens 400 mm vorhanden sein. In diesem Spielraume dürfen die Stromleitungen der elektrisch betriebenen Bahnen untergebracht werden. Die geänderte Lage der Umgrenzung des lichten Raumes durch Spurerweiterung und Ueberhöhung soll berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, zur Sicherung der Arbeiter geräumige, einander gegenüberstehende Nischen in Abständen von höchstens 50 m herzustellen und zur leichteren Auffindung weiß zu streichen.

15. Wegübergänge: Wegübergänge in Schienenhöhe sind tunlich zu vermeiden. Wege in Schienenhöhe sollen die Bahn in der Regel nicht mit kleinerem Winkel als  $30^{\circ}$  kreuzen. Die Ausfüllung zwischen den Schienen soll keine Wölbung erhalten. Uebergänge von Kunststraßen sind so anzulegen, daß die Fuhrwerke fast wagerecht stehen, bevor die Zugtiere die Schranke erreichen.

16. Spurrinne: Bei Wegübergängen in Schienenhöhe muß der Raum für den Spurrinne mindestens 67 mm breit und wenigstens 38 mm tief sein. Unter besonderen Verhältnissen kann die Breite auf 45 mm eingeschränkt werden. In

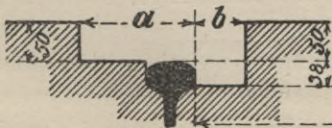


Fig. 1.

1435-

gekrümmten Gleisen ist die Spurerweiterung, soweit erforderlich, zu berücksichtigen. Die Spurrinne soll so beschaffen sein, daß die Zugtiere sich mit den Hufen nicht festklemmen können (Fig. 1, M. 1 : 10). Es ist:  $a = 135$  mm für

unbewegliche, mit der Fahrschiene fest verbundene Gegenstände, bezw. = 150 mm für alle übrigen unbeweglichen Gegenstände;  $b = 41$  mm für Zwangsschienen der Weichen und Kreuzungen, bezw. = 45 mm für Leitschienen, bezw. = 67 mm für alle übrigen unbeweglichen Gegenstände.

17. Schranken: Die Absperrung von Wegübergängen ist im allgemeinen nur dort vorzusehen, wo die Fahrgeschwindigkeit 40 km in der Stunde überschreitet und der Straßenverkehr besonders lebhaft oder wo die Uebersichtlichkeit der Bahn vom Wege aus mangelhaft ist. Die Schranken sind so einzurichten, daß der Schrankenwärter zu ihrer Bedienung kein Gleis zu überschreiten braucht. Uebergänge für Fußgänger können mit Drehkreuzen oder anderen in gleicher Weise sichernden Verschlüssen versehen werden. Die Schranken müssen bei jeder Stellung mindestens 500 mm von der Umgrenzung des lichten Raumes abstehen.

18. Zugschranken: Zugschranken sollen möglichst nur an Wegübergängen angeordnet werden, die von dem Wärter übersehen werden können, anderenfalls sind sie nur bei wenig benutzten Wegübergängen zulässig. Zugschranken für Wegübergänge, die vom Standpunkte des Wärters aus nicht übersehen werden können oder davon mehr als 50 m entfernt sind, sollen mit einem Lätewerke versehen sein. Es empfiehlt sich, dieses Lätewerk so einzurichten, daß es unmittelbar vor dem Schließen der Schranke selbsttätig vorläutet. Wenn solche Schranken auch am Wegübergange von Hand geöffnet und geschlossen werden können, empfiehlt es sich, eine Vorrichtung anzubringen, die dem Wärter anzeigt, daß die geschlossene Zugschranke geöffnet wird.

19. Warnungstafeln: Vor verkehrsreichen Wegübergängen sollen Warnungstafeln aufgestellt werden, und zwar bei Fahrwegen und Viehtrieben dort, wo Fuhrwerke und Tiere halten müssen, wenn die Schranken geschlossen sind oder ein Zug sich nähert. Um dem Lokomotivführer die Nähe eines nicht mit Schranken versehenen unübersichtlichen Ueberganges anzuzeigen, empfiehlt es sich, in angemessenem Abstände Kennzeichen anzubringen. Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene sind an sämtlichen Wegübergängen in Schienenhöhe beiderseits der Bahn Warnungstafeln aufzustellen, die in augenfälliger Weise (rote Schrift, Blitzpfeil) davor warnen, die dritte Schiene zu berühren.

20. Schutz vor Berührung der Stromzuführung: Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene müssen Wegübergänge in Schienenhöhe mindestens in voller Breite von der dritten Schiene freigehalten werden. In und neben dem Gleise beiderseits vom Wegübergange müssen Einrichtungen zum Schutze gegen unbeabsichtigte Berührung der dritten Schiene getroffen werden.

21. Einfriedigungen: Einfriedigungen zwischen der Bahn und ihrer Umgebung können auf gefährdete Stellen der Bahn beschränkt werden; sie sind in der Regel entbehrlich, wenn die Fahrgeschwindigkeit von 40 km in der Stunde nicht überschritten wird.

22. Abteilungszeichen: Die Bahn ist in Abschnitten von 1000 m mit Abteilungszeichen zu versehen. Zwischenteilung von 100 m wird empfohlen.



23. Neigungszeiger: Das Verhältnis der Neigungen ist an den Enden der Strecken, wo die Verbindungslinie zweier 500 m voneinander entfernter Punkte der Bahn stärker als 6,67 ‰ (1:150) geneigt ist, ersichtlich zu machen.

24. Schutz gegen Schnee: Die Vermeidung von Schneeverwehungen und Schneeverfüllungen ist schon bei Anlage der Bahn zu berücksichtigen. Wo solche nicht durch die Bahnanlage selbst verhindert werden können, sind bauliche Vorkehrungen dagegen zu treffen.

25. Sicherheitsstreifen: In Waldungen, Heiden und trockenen Mooren ist längs der mit Dampfkraft betriebenen Bahn zur Sicherung gegen Brände ein Streifen wurd zu halten oder nur so zu benutzen, daß die Ausbreitung des Feuers gehindert wird. Die Breite des Streifens ist nach der Oertlichkeit zu bestimmen. Derselbe Zweck kann auch durch Anlage von Schutzgräben erreicht werden, die in angemessenem Abstände vom Bahngleis anzulegen und von brennbaren Gegenständen freizuhalten sind. Holzbestände, die einen das Bahngleis gefährdenden Umbruch befürchten lassen, sind zu beseitigen.

**b) Freie Strecke:** 1. Längsneigung: Die Längsneigung soll in der Regel nicht mehr betragen als 40 ‰ (1:25). Bei elektrisch betriebenen Bahnen sind stärkere Längsneigungen zulässig. Neigungswechsel in Hauptgleisen sind nach einem Kreisbogen von mindestens 5000 m Halbmesser auszurunden; dieses Maß kann in geraden Strecken bis auf 2000 m herabgesetzt werden. Steigt von zwei in entgegengesetztem Sinne und stärker als 5 ‰ (1:200) geneigten aneinander stoßenden Strecken die eine mehr als 10 m an, so ist eine mindestens 500 m lange, höchstens 3 ‰ geneigte Zwischenstrecke einzuschalten. In die Länge von 500 m dürfen die Tangenten der Ausrundungsbogen eingerechnet werden. Es empfiehlt sich, auf stark geneigten Bahnstrecken die Längsneigungen derart anzuordnen, daß der Zugwiderstand in den Geraden und Krümmungen möglichst gleich wird.

2. Krümmungen: Krümmungen unter 180 m Halbmesser (höchstens bis 100 m) sollen tunlich vermieden werden. Bei Neubauten sind in Hauptgleisen zwischen geraden und gekrümmten Strecken Uebergangsbogen einzulegen; ebenso ist schon beim Entwurfe darauf zu achten, daß aneinander stoßende gleichgerichtete Krümmungen unter Anwendung stetig wachsender oder abnehmender Halbmesser ineinander übergeführt werden. Bei Neubauten sind entgegengesetzte Krümmungen der Hauptgleise durch eine Gerade zu verbinden, die zwischen den Ueberhöhungsrampen mindestens 10 m lang sein muß. Auf stark geneigten Bahnstrecken sollen möglichst flache Krümmungen angewendet und stärkere Neigungswechsel tunlich in die Gerade gelegt werden.

3. Umgrenzung des lichten Raumes: Fig. 2 zeigt uns dieselbe. Die Umgrenzung des für Hauptgleise mindestens offen zu haltenden lichten Raumes ist in Fig. 2 links mit ausgezogenen Linien gezeichnet. In Krümmungen und Ueberhöhungsrampen sind Spurerweiterung und Schienenüberhöhung zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, bei Neubauten an den Hauptgleisen in einer Höhe von 1000 bis 3050 mm über Schienenoberkante außerhalb der Umgrenzung des lichten Raumes seitliche, in Fig. 2 mit gestrichelten Linien ange-

gebene Spielräume freizuhalten, deren Breite bei Kunstbauten mindestens 200 mm, im übrigen mindestens 500 mm betragen soll.

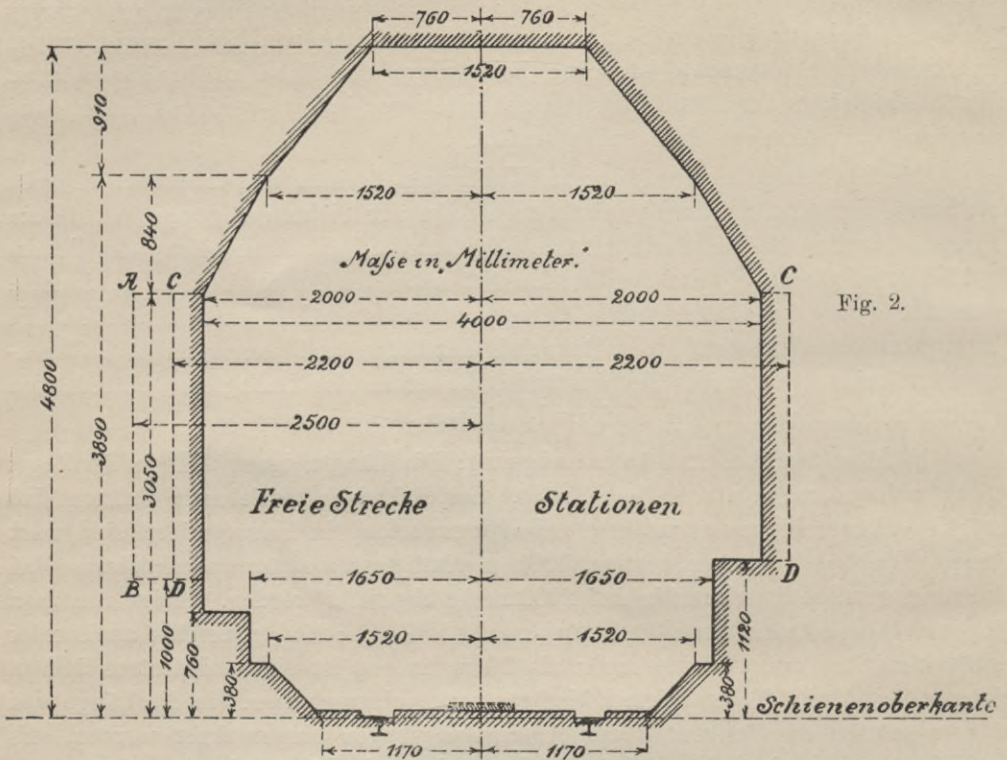


Fig. 2.

4. Gleisabstände: Der Abstand von Doppelgleisen muß mindestens 3500 mm, der Abstand zwischen Gleispaaren oder einem Gleispaar und einem dritten Gleise mindestens 4000 mm von Gleismitte zu Gleismitte betragen. Für Neubauten wird zwischen allen Gleisen ein Abstand von mindestens 4000 mm empfohlen. Bei Anschlußgleisen sind Merkzeichen an den Stellen anzubringen, wo der Abstand der Gleismitten voneinander 4000 mm erreicht; Gleissperren sind in einem Abstände von mindestens 3000 mm vor den Merkzeichen anzubringen.

5. Kronenbreite: Die Kronenbreite des Bahnkörpers ist so zu bemessen, daß der Abstand des Schnittpunktes einer durch die Unterkante der nicht überhöhten Schiene gelegten Wagerechten mit der verlängerten Böschungslinie des Bahnkörpers von der Mitte des nächsten Gleises mindestens 1750 mm beträgt. Dieses Maß ist bei hohen Dämmen und auf der äußeren Seite scharfer Krümmungen zu vergrößern.

6. Höhenlage und Entwässerung: Die Schienenunterkante soll, außer bei Bahnstrecken in eingedeichtem Lande, in der Regel über dem bekannten höchsten Wasserstande liegen. Die Sohle der Bahnbettung soll vollständig entwässert sein. Die Bahnbettung soll keine undurchlässige Einfassung erhalten.

7. Planum: Die Anordnung des Planums siehe I. Band meines Werkes. Die rechnermäßige Planumbreite ergibt sich zu 4,2 bis 4,5 m. Unter besonders

günstigen Verhältnissen kann dies Maß auf 4,0 m eingeschränkt werden. Betreffs Schmalspur siehe unter B.

8. Bahngräben und Böschungen: Siehe I. Band.

**c) Stationen:** Stationen sind die Betriebsstellen, auf denen Züge des öffentlichen Verkehrs regelmäßig anhalten. Stationen mit mindestens einer Weiche für den öffentlichen Verkehr werden betriebstechnisch als Bahnhöfe, Stationen ohne solche Weichen als Haltepunkte bezeichnet.

Zugfolgestellen sind alle Betriebsstellen, die einen Streckenabschnitt begrenzen, in den ein Zug nicht einfahren darf, bevor ihn der vorausgefahrne Zug verlassen hat. Zugfolgestellen, die nicht zu den Bahnhöfen gehören, heißen Blockstellen. Eine Blockstelle kann zugleich Haltepunkt sein.

Hauptgleise sind die Gleise, die von geschlossenen Zügen im regelmäßigen Betriebe befahren werden, mit Ausnahme der nur von einzeln fahrenden Lokomotiven benutzten Gleise. Die Hauptgleise der freien Strecke und ihre Fortsetzung durch die Bahnhöfe sind durchgehende Hauptgleise. Die durchgehenden Hauptgleise gelten auch im Bereiche der Haltepunkte als Gleise der freien Strecke. Alle nicht zu den Hauptgleisen zählenden Gleise sind Nebengleise.

1. Umgrenzung des lichten Raumes: Fig. 2 zeigt uns dieselbe ebenfalls. Für Stationsgleise, auf denen Züge bewegt werden, ist bei allen festen Bauteilen mindestens die in Fig. 2 rechts mit ausgezogenen Linien gezeichnete Umgrenzung des lichten Raumes unter Berücksichtigung der Spurerweiterung und der Ueberhöhung einzuhalten. Für die durchgehenden Hauptgleise und die sonstigen Ein- und Ausfahr Gleise der Personenzüge wird die Einhaltung der in Fig. 2 links gezeichneten Umgrenzung empfohlen. Es empfiehlt sich, bei Neubauten außerhalb der Umgrenzung des lichten Raumes an den Stationsgleisen, auf denen Züge bewegt werden, in der Höhe von 1120 oder 1000 mm bis 3050 mm über Schienenoberkante seitliche, in Fig. 2 mit gestrichelten Linien angegebene Spielräume von mindestens 200 mm Breite freizuhalten. Für Ladegleise in Stationen ist die zeitweise Einschränkung des lichten Raumes durch bewegliche Ladeklappen zulässig.

Für Zahnstangenbahnen wird die Umgrenzung nach Fig. 2 zwischen den Schienen nach der in Fig. 3 (M. 1:10) strichpunktirt gezeichneten Linie in einer Breite von 500 mm und in einer Höhe von 50 mm eingeschränkt.

*Unterer Teil der Umgrenzung des lichten Raumes.*

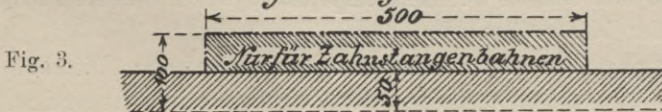


Fig. 3.

2. Krümmungen: In Hauptgleisen sollen Krümmungen unter 180 m Halbmesser tunlich vermieden werden.

3. Anlage der Stationen: Die Nutzlänge der Zuggleise in Stationen soll für die längsten, die anschließenden Strecken befahrenden Züge ausreichend bemessen werden. Die Aufstellungsgleise für Züge sollen gerade oder doch in

schlanker Linienführung so angelegt werden, daß die Züge möglichst wenige Ausweichkrümmungen und möglichst wenige Weichen gegen die Spitze befahren. Die Stationen sollen in der Länge, die von haltenden Zügen besetzt wird, wagenrecht oder höchstens 2,5 ‰ (1:400) geneigt angelegt werden. Das Neigungsverhältnis der Bahnhofgleise darf, abgesehen von Verschubgleisen, nicht mehr als 2,5 ‰ (1:400) betragen, jedoch dürfen Endweichen und Ausweichgleise in die stärkere Neigung der freien Strecke eingreifen. Die Stationen können so angelegt werden, daß Gleise in Schienenhöhe von den Reisenden überschritten werden. Für kleine Stationen genügen beschränktere Anlagen; namentlich sind bei solchen auch stärkere als die oben angeführten Neigungen zulässig. In diesem Falle sollen jedoch Gleise für zurückzulassende Wagen höchstens 2,5 ‰ (1:400) geneigt sein. Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene sind Vorkehrungen gegen Verletzung durch den elektrischen Strom zu treffen.

4. Anschlußstationen: An der Einmündung zweier oder mehrerer Bahnen ist eine vollständige Vereinigung der Stationen wünschenswert, mindestens sind die Personenbahnhöfe möglichst nahe aneinander zu legen. Zwischen den Gleisen der verschiedenen Bahnen sind bequeme Verbindungen, nach Bedarf für den unmittelbaren Uebergang ganzer Züge herzustellen. Bei dem Anschluß einer Haupt- oder einer Nebenbahn an eine Hauptbahn ist es wünschenswert, das Ueberschreiten der Gleise der einen Bahn durch die Reisenden der anderen und die Kreuzung der Hauptgleise der einen Linie durch die Züge der anderen zu vermeiden.

5. Gleisabstände: Der Abstand der Bahnhofgleise, abgesehen von Ueberladegleisen, soll womöglich 4500 mm, mindestens aber 4000 mm von Mitte zu Mitte betragen. Der Abstand von Gleisen, zwischen denen Bahnsteige liegen, soll wenigstens 4500 mm von Mitte zu Mitte betragen.

6. Weichenkrümmungen: Es empfiehlt sich, für die Krümmung der Einfahrweichen einen größeren Halbmesser als 180 m zu wählen. Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges kann bei den Weichenkrümmungen unterbleiben. Zwischen Gegenkrümmungen eines Verbindungsgleises zweier Weichen soll eine Gerade von wenigstens 6000 mm liegen. Vor Weichen, die aus gekrümmten Gleisen in entgegengesetztem Sinne abzweigen und von Zügen gegen die Spitze befahren werden, soll eine mindestens 6000 mm lange Gerade eingelegt werden. Für Abzweigungen im gleichen Sinne wird die Einschaltung einer mindestens 6000 mm langen Geraden empfohlen, wenn die Gleiskrümmung einen Halbmesser unter 500 m hat.

7. Einfache Weichen und Doppelweichen: Weichen mit beweglichen, gleich langen und unterschlagenden Zungen werden empfohlen. Die Zungen sollen an der Spitze mindestens 100 mm, im übrigen aber soweit aufschlagen, daß die Räder nicht an die aufgeschlagene Zunge anstreifen können. Bei Anwendung eines Spitzenverschlusses muß der Zungenaufschlag so groß sein, daß die Weiche beim Aufschneiden nicht beschädigt werden kann. Der Abstand der geraden Zunge von der gekrümmten Backenschiene ist so zu bemessen, daß beim Einlauf eines Fahrzeuges in die Weiche keine Pressung des auf der

Backenschiene laufenden Rades zwischen dieser und der geraden Zunge eintreten kann. Die Gegengewichte sind in der Regel zum Umlegen einzurichten. Es ist ratsam, an der Zungenspitze im inneren Strange des Weichenbogens eine geringe Spurerweiterung anzuordnen. An der Herzstückspitze soll auch das gekrümmte Gleis der Weiche die Spurweite von 1435 mm in 14 mm Höhe unter Schienenoberkante haben. Ein Auflauf für den Spurkranz ist in den von Zügen befahrenen Gleisen nur dann zulässig, wenn die Rinnentiefe mindestens 20 mm beträgt und auf die volle Länge des Auflaufes eine Zwangsschiene angebracht ist. Es wird empfohlen, diese Zwangsschiene zu überhöhen und den Auflauf für beide Räder derselben Achse gleichmäßig anzuordnen. Die Leitkante der Zwangsschiene darf auch bei Abnutzung der Zwangsschiene nicht weniger als 1392 mm von der gegenüberliegenden Herzstückspitze abstehen. Die Zwangsschienen sind an den Enden mit möglichst schlankem Einlaufe zu versehen. Weichen, die bei Einstellung auf das falsche Gleis zulassen, daß die Räder von den Schienen ablaufen, dürfen in Gleise für durchgehende Züge nicht eingelegt werden. Doppelweichen, durch welche zwei Nebengleise an derselben Stelle oder kurz hintereinander aus dem Stammgleis abzweigen, sind auch in Hauptgleisen zulässig.

8. Gleiskreuzungen und Kreuzungsweichen (englische Weichen): Für Gleiskreuzungen und Kreuzungsweichen ist ein Kreuzungswinkel von 1:10 zulässig; spitzere Kreuzungswinkel sollen wegen der Gefahr einer Entgleisung in der langen führungslosen Strecke der Doppelherzstücke nicht angewendet werden. Für Kreuzungsweichen in Hauptgleisen empfiehlt sich der Winkel von 1:9, in Verschubweichen und überall da, wo die schärfere Krümmung weniger nachteilig empfunden wird, auch der Winkel von 1:8. Das Kreuzungsstück ist tunlich nahe bis zum geometrischen Schnittpunkte der Fahrkanten zuzuspitzen. Die innere Zwangsschiene ist über Schienenoberkante zu erhöhen.

9. Merkzeichen: Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist bei einem Abstände der Gleismitten von mindestens 3500 mm ein Merkzeichen anzubringen, das angibt, bis wohin das eine Gleis besetzt werden kann, ohne daß die Fahrt auf dem anderen behindert wird.

10. Drehscheiben: Lokomotivstationen von Dampfbahnen sind mit mindestens einer Drehscheibe auszustatten, wenn nicht ausschließlich Tenderlokomotiven verwendet werden. In Hauptgleisen sind Drehscheiben nur an den Enden von Kopfstationen zulässig.

11. Schiebebühnen: Bei Schiebebühnen mit versenktem Gleise ist die Grube möglichst flach und tunlich nicht tiefer als 500 mm herzustellen. Schiebebühnen mit versenktem Gleise sollen in Hauptgleisen nur an deren Enden zugelassen werden.

12. Untersuchungsgruben: Untersuchungsgruben sind so anzulegen, daß der Rost gereinigt werden kann, während die Lokomotive mit Wasser und Heizstoff versorgt wird. An Stellen, wo die Reisenden die Gleise überschreiten müssen, dürfen Untersuchungsgruben nicht eingebaut werden.

13. Hallen und Bahnsteige: Alle festen Gegenstände auf den Bahnsteigen, wie Säulen und dergleichen, sollen bis zu einer Höhe von 3050 mm über Schienenoberkante mindestens 3000 mm im Lichten von der Mitte des Gleises

abstehen, für das der Bahnsteig benutzt wird. Die Kante der Bahnsteige soll mindestens 210 mm über Schienenoberkante liegen (in der Regel 760 mm oder 380 mm). Wird das Bahnsteiggleis von den Reisenden überschritten, so soll die Höhe der Bahnsteigkante über Schienenoberkante auch bei abgenutzten Schienen und gesunkenem Gleise nicht mehr als 350 mm betragen. Ist es ausgeschlossen, daß die Gleise überschritten oder überfahren werden, so kann der Bahnsteig innerhalb der in c) 1. vorgesehenen Stufe (Fig. 2) angelegt werden.

14. Einfriedigungen: Die Stationen sind nach Bedürfnis einzufriedigen.

15. Brunnen: Es wird empfohlen, Trinkbrunnen für Reisende auf den Bahnsteigen oder in deren Nähe anzulegen.

16. Empfangsgebäude: —

17. Aborte: Für leicht zugängige Aborte ist Vorsorge zu treffen.

18. Stationsnamen: Auf Stationen für Personenverkehr ist der Stationsname in einer den Reisenden ins Auge fallenden Weise anzubringen.

19. Stationsuhren: —

20. Güterschuppen: Die Ortsgüterschuppen sollen zwischen einem Bahngleis und der Zufahrstraße angelegt und an beiden Langseiten mit Ladetoren, Vorbühnen und vortretenden Dächern versehen werden. Der Fußboden soll nicht höher als 1100 mm über Schienenoberkante liegen.

21. Lademaße: Die Lademaße sollen sich in der Nähe der Freiladeplätze, Güterschuppen oder Brückenwagen befinden.

22. Laderampen: Laderampen sind den örtlichen Bedürfnissen entsprechend an Nebengleisen 1100 mm oder 1000 mm hoch über Schienenoberkante und tunlich so anzulegen, daß von der Stirn- und von der Langseite aus verladen werden kann. Die Auffahrten erhalten zweckmäßig eine Neigung von 1:20, höchstens von 1:12. Bei Stirnrampen wird zur leichteren Verladung über die Puffer hinweg die Erhöhung der Stirnmauer auf 1235 mm empfohlen. Auch bewegliche Rampen sind zu empfehlen.

23. Ladekrane: —

24. Brückenwagen: Wo der Güterverkehr es erfordert, sind von Lokomotiven befahrbar Brückenwagen (Gleiswagen) außerhalb der Hauptgleise anzulegen. Sie sollen ohne Gleisunterbrechung \*gebaut und mit selbsttätiger Signallvorrichtung versehen sein.

25. Wasserstationen: Wasserstationen sind in solchen Abständen und mit solcher Leistungsfähigkeit anzulegen, daß der Bedarf an Speisewasser jederzeit reichlich gedeckt werden kann.

26. Wasserkrane: Der Ausguß der Wasserkrane muß mindestens 2850 mm, bei Neu- oder Umbauten mindestens 3000 mm über Schienenoberkante liegen, in der Grundstellung die Gleise freilassen und feststellbar sein. Zwischen zwei Gleisen stehende Krane sind so anzuordnen, daß während des Wasserfassens in dem einen Gleise nicht ein Teil des Krans in die Umgrenzung des lichten Raumes des anderen Gleises hineinragt. Freistehende Wasserkrane sind so einzurichten, daß nach Abschluß der Leitung das im Ausleger und in der Kransäule zurückgebliebene Wasser abläuft. Wasserkrane mit drehbarem Ausleger

sollen mit einem Signale versehen sein, das bei Dunkelheit die Stellung des Auslegers anzeigt.

27. Lokomotivschuppen: Lokomotivschuppen sollen an allen Ständen soviel Raum bieten, daß an allen Seiten der Lokomotive bequem gearbeitet werden kann. Der Fußboden ist tunlich in gleicher Höhe mit der Schienenoberkante anzulegen. Zwischen den Schienen sind 600 bis 1000 mm tiefe Arbeitsgruben mit Stufen anzulegen, die das Wasser rasch abführen. In Schuppen für Dampflokomotiven sollen mit einem hochgelegenen Wasserbehälter zusammenhängende Rohrleitungen liegen, die durch einen Schlauch mit jeder Lokomotive in Verbindung gebracht werden können. In oder vor dem Gebäude sind für Dampflokomotiven Wasserkrane oder Hydranten anzubringen. Die Schuppen sind heizbar zu machen. Holzteile des Daches sollen oberhalb des Standortes der Lokomotivschornsteine mindestens 5800 mm über Schienenoberkante liegen. Für die Abführung des Rauches und Dampfes ist durch Röhren, Klappen oder bewegliche Fenster im Dachfirst oder durch Sammelkamine zu sorgen; diese werden in solchen Fällen empfohlen, wo auf Verminderung der Rauchbelästigung für die Umgebung besonderer Wert zu legen ist. Die Toröffnungen sollen mindestens 3350 mm lichte Weite und 4800 mm lichte Höhe über Schienenoberkante haben. Bei Neubauten wird eine lichte Weite von 4000 mm (mindestens 3800 mm) empfohlen. Es wird empfohlen, Aufenthalts- und Baderäume für Lokomotivführer und sonstige Bedienstete, sowie Räume zur Aufbewahrung von Materialien und Geräten mit dem Lokomotivschuppen zu verbinden. Vor den Schuppen für Dampflokomotiven sollen gut entwässerte Reinigungsgruben von 600 bis 1000 mm Tiefe angelegt werden. Die Einrichtung zur Reinigung der Lokomotivheizrohre mit Preßluft wird empfohlen.

28. Wagenschuppen: Schuppen für Personenwagen sollen so gelegen und eingerichtet sein, daß die darin aufgestellten Wagen den Zügen leicht und schnell beigestellt werden können. Für Schuppen, in denen Wagen gereinigt werden, sind Wasserleitungen und Heizeinrichtungen zu empfehlen. Der Abstand der Gleise in den Schuppen soll nicht unter 4400 mm betragen. Schuppen, welche nur zur Aufstellung von Wagen dienen, die längere Zeit außer Verwendung kommen, können abweichend von vorstehenden Bestimmungen angelegt werden. Die Toröffnungen sollen die in 27. empfohlenen Maße erhalten.

29. Feuerlöschgeräte: Jede Station ist mit Feuerlöschgeräten zu versehen, die an einem bestimmten, jederzeit leicht zugänglichen Platze aufzubewahren sind. Wasserleitungen sollen mit Schlauchschrauben und Feuerhähnen versehen sein, deren Gewinde die Anbringung von Schläuchen der Ortsfeuerwehr gestattet.

30. Werkstätten: —

### III. Zusatzbestimmungen für schmalspurige Nebenbahnen.

a) **Richtungs- und Neigungsverhältnisse bei Neubauten:** Der Halbmesser der Krümmungen auf freier Strecke soll bei 1000 mm Spurweite nicht kleiner als 50 m, bei geringerer Spurweite nicht kleiner als 40 m sein. Krümmungen von

kleinerem Halbmesser sind zulässig, wenn die besondere Bauart der Fahrzeuge das anstandslose Durchfahren gewährleistet. Das Neigungsverhältnis von Bahnhofsgleisen darf, abgesehen von Rangiergleisen, nicht mehr als 12,5 ‰ (1:80) betragen, jedoch dürfen Ausweichgleise in die stärkere Neigung der freien Strecke eingreifen.

**b) Spurweite:** Die Spurweite beträgt, wie schon erwähnt, im geraden Gleis 1000 oder 750 mm. Die Spurweite von 785 mm bestehender Bahnen wird auch für die Erweiterungslinien dieser Bahnen zugelassen. In Krümmungen mit einem Halbmesser von weniger als 200 m ist die Spurweite zu vergrößern. Die Vergrößerung darf bei 1000 mm Spurweite 25 mm, bei geringerer Spurweite 20 mm nicht übersteigen, wenn die Fahrzeuge für größere Spurerweiterungen nicht besonders eingerichtet sind. Als Folge des Betriebes sind Verengerungen der vorgeschriebenen Spurweiten bis zu 3 mm, Erweiterungen bis zu 10 mm zulässig, niemals aber dürfen die zugelassenen größten Spurerweiterungen überschritten werden.

**c) Gleislage:** Die Ueberhöhung des äußeren Stranges gekrümmter Gleise muß mindestens auf das 150fache ihres Betrages auslaufen. Neigungswechsel in durchgehenden Hauptgleisen sind nach einem Kreisbogen von mindestens 1000 m Halbmesser auszurunden; ausnahmsweise kann bis auf 500 m herabgegangen werden.

**d) Umgrenzung des lichten Raumes:** Bei Schmalspurbahnen, auf denen Güterwagen der Vollspurbahnen mittels besonderer Fahrzeuge (Rollschemel) befördert werden, ist die in der B. O. vorgeschriebene Umgrenzung (Fig. 2) des lichten Raumes in den Höhen- und Breitenabmessungen von der Unterkante der Radlaufkreise des auf den Rollschemeln stehenden Wagens ab einzuhalten. Es können jedoch Einschränkungen in der Höhe und Breite des lichten Raumes zugelassen werden. Für Schmalspurbahnen ohne Rollschemelbetrieb ist die Umgrenzung des lichten Raumes für jede Bahn nach den zu verwendenden Fahrzeugen festzusetzen. Die Umgrenzung des lichten Raumes für Kleinbahnen mit Maschinenbetrieb (siehe Fig. 6 und 7) gilt als Mindestmaß. An den Ladegleisen der Bahnhöfe und Anschlüsse kann eine Einschränkung der für die durchgehenden Hauptgleise festgesetzten Umgrenzung des lichten Raumes zugelassen werden. Die Umgrenzung ist in solchen Fällen nach den Abmessungen der Fahrzeuge zu bestimmen. Für schmalspurige Zahnstangenbahnen ist mit Rücksicht auf die Zahnstange die zwischen den Schienen liegende Umgrenzung des lichten Raumes nach der in Fig. 3 strichpunktiert gezeichneten Linie in einer Breite von 500 mm und einer Höhe von 50 mm einzuschränken. Bestehende Ausnahmen können beibehalten werden. Die Tiefe des freien Raumes neben der Schieneninnenkante muß bei stärkster Abnutzung der Schiene das in der Umgrenzung des lichten Raumes festgesetzte Maß aufweisen.

**e) Gleisabstand:** Auf der freien Strecke muß der Gleisabstand so groß sein, daß zwischen den für die Fahrzeuge vorgeschriebenen Umgrenzungen ein freier Raum von mindestens 200 mm verbleibt. Liegt auf freier Strecke neben einer Schmalspurbahn eine vollspurige Bahn, so gilt als Mindestmaß für den



Gleisabstand die Entfernung, die sich ergibt, wenn die für die Vollspurbahn und für die Schmalspurbahn festgesetzten Umgrenzungen des lichten Raumes nebeneinander, in ihren breitesten Teilen sich berührend, in einer Ebene aufgestellt werden. Bei Neubauten muß auf Bahnhöfen der Abstand der Gleise, abgesehen von Ueberladegleisen, so groß hergestellt werden, daß zwischen den für die Fahrzeuge vorgeschriebenen Umgrenzungen ein freier Raum von mindestens 600 mm verbleibt. Bestehende Ausnahmen können beibehalten werden.

**f) Wasserkrane:** Die Ausgüsse der Wasserkrane müssen mindestens 2300 mm über Schienenoberkante liegen.

**g) Merkzeichen:** Zwischen zusammenlaufenden Gleisen muß ein Merkzeichen angebracht sein, das angibt, bis wohin ein Gleis besetzt werden kann, ohne daß die Bewegungen auf dem anderen gefährdet werden. Der Abstand der Gleise muß am Merkzeichen mindestens gleich sein dem Abstand der Gleise auf der freien Strecke.

**IV. Bemerkung 1 zu I. bis III.:** Zur Einreihung einer Eisenbahn unter die Nebenbahnen ist die Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde und die Zustimmung des Reichs-Eisenbahnamtes erforderlich. Welche Behörden in jedem Bundesstaate unter der Bezeichnung Landesaufsichtsbehörde und Aufsichtsbehörde zu verstehen sind, wird von der zuständigen obersten Landesbehörde bestimmt und dem Reichs-Eisenbahnamte mitgeteilt. Zu den gegebenenfalls geplanten „zulässigen“ Abweichungen usw. von den T. V. und von der B. O. in I. bis III. ist jedesmal die Genehmigung einer der oben angeführten Behörden einzuholen.

**V. Bemerkung 2 zu I. bis III.:** Betreffs der allgemeinen Grundsätze bei der Projektierung einer Nebenbahn (Aufsuchen der Linie [Tracieren], Vorarbeiten usw.) verweise ich auf den I. Band dieses Werkes.

## B. Die Lokal- und Kleinbahnen.

### I. Allgemeines.

Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen versteht unter Lokalbahnen vollspurige oder schmalspurige Bahnen untergeordneter Bedeutung, die dem öffentlichen Verkehre, jedoch vorwiegend dem Nahverkehre dienen, mittels Maschinenkraft betrieben werden und bei denen in der Regel die Fahrgeschwindigkeit von 35 km in der Stunde nicht überschritten wird. Hierzu gehören auch die Kleinbahnen.

Ich will im folgenden an der Hand der Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen (Grz.) des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen vom Jahre 1909 das Wichtigste über diese Bahnen mitteilen.

## II. Bau und Unterhaltung der Bahn.

**a) Allgemeine Bestimmungen:** 1. Planentwurf: Lokalbahnen werden in der Regel eingleisig angelegt; der Herstellung eines zweiten Gleises ist nur im Falle voraussichtlichen späteren Bedarfes, insbesondere bei Stadtbahnen, im Entwurfe Rechnung zu tragen.

2. Spurweite: Die Spurweite vollspuriger Bahnen muß zwischen den Fahrkanten, 14 mm unter Schienenoberkante gemessen, im geraden Gleis 1435 mm betragen. Als Folge des Betriebes sind Verengerungen dieser Spurweite bis 3 mm, Erweiterungen bis 10 mm zulässig. Für schmalspurige Lokalbahnen wird die Spurweite von 1000 mm oder 750 mm empfohlen. Für Kleinbahnen ist eine Spurweite von 600 mm noch zulässig. Besteht bereits ein größeres Schmalspurbahnnetz mit einer anderen Spurweite, so empfiehlt es sich, diese Spurweite auch für neu hinzutretende Linien zu wählen. Als Folge des Betriebes sind angemessene Verengerungen und Erweiterungen der festgesetzten Spurweite zulässig. In schärferen Krümmungen ist die Spurweite, soweit dies die Breite der Radreifen, der Zahnstange und der Spurrinne zuläßt, angemessen zu vergrößern. Die Vergrößerung darf jedoch, wenn die Fahrzeuge nicht für größere Spurerweiterungen eingerichtet sind, unter Einrechnung der größten infolge des Betriebes zulässigen Spurerweiterung:

bei vollspurigen Gleisen . . . . .	35 mm,
bei schmalspurigen Gleisen von 1000 mm Spurweite	25 mm,
bei solchen von 750 mm Spurweite . . . . .	20 mm und
bei Kleinbahnen von 600 mm Spurweite . . . . .	18 mm

nicht überschreiten. Die Spurerweiterung in Krümmungen von Zahnstangenbahnen ist nur am inneren Schienenstrange anzuordnen und soll 14 mm nicht überschreiten, um einen genügenden Abstand zwischen den Seitenflächen der Zahnräder und Zahnstangen zu sichern. Bei Straßenbahnen mit schmalen Spurrinnen ist keine Spurerweiterung anzuwenden.

3. Bahnbettung: Bei vollspurigen Bahnen auf eigenem Bahnkörper soll die Bettung mindestens 130 mm, bei schmalspurigen Bahnen mindestens 100 mm unter Schwellenunterkante hinabreichen; eine größere Bettungstiefe wird empfohlen. Bei Zahnstangenstrecken soll die Höhe der Bahnbettung unter Schwellenunterkante mindestens 200 mm betragen. Die Bettung soll durchlässig sein und nachteilige Einflüsse von Nässe und Frost ausschließen. Besonders bei Zahnstangenbahnen soll nur eine Bettung, die nicht zu Staubbildung neigt, zugelassen werden.

4. Schienen: Bei vollspurigen Bahnen, auf welche Hauptbahnwagen übergehen, soll bei Neubeschaffungen die Fahrkante mit 14 mm Halbmesser abgerundet sein. Bei Zahnstangenbahnen wird eine Zahnteilung von höchstens 100 mm empfohlen.

5. Tragfähigkeit der Schienen: Die Schienen vollspuriger Gleise, auf welche Hauptbahnwagen mit dem gewöhnlichen Raddruck übergehen, sollen Fahrzeuge von mindestens 5 t (wenn tunlich 6 t) Raddruck, im Stillstande gemessen, bei der Fahrgeschwindigkeit von 35 km in der Stunde mit Sicherheit aufnehmen können. Sollen aber alle gewöhnlich vorkommenden Gattungen von Hauptbahn-

Güterwagen übergehen, so soll die Tragfähigkeit bei einer Fahrgeschwindigkeit von 40 km in der Stunde mindestens 6 t (wenn tunlich 7 t) betragen. Auf schmalspurigen Bahnen, auf welche Hauptbahnwagen mittels Rollschemel übergehen, soll das Gleis Fahrzeuge mit 3,5 t Raddruck, im Stillstande gemessen, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km in der Stunde mit Sicherheit aufnehmen können. Bei Bahnen, auf welche Hauptbahnwagen nicht übergehen, soll die Tragfähigkeit der Schienen dem vorkommenden größten Raddrucke bei der größten Fahrgeschwindigkeit entsprechen.

6. Lage der Schienen: Die gegenüberliegenden Oberkanten der beiden Schienen eines auf eigenem Unterbau liegenden Gleises sollen in geraden Strecken, mit Ausnahme der Ueberhöhungsrampen, in gleicher Höhe liegen. In geraden Straßenstrecken darf die Sattelung der Straßenoberfläche insoweit belassen werden, als dies bei entsprechend verlangsamter Fahrt ohne Beeinträchtigung der Betriebssicherheit zulässig ist. In Krümmungen voll- und schmalspuriger Bahnen auf eigenem Unterbau soll der äußere Schienenstrang mit Berücksichtigung des Halbmessers und der Fahrgeschwindigkeiten soviel über den inneren Strang erhöht werden, daß die Abnutzung beider Stränge tunlich gleich wird. Die Ueberhöhung des äußeren Stranges gekrümmter Gleise soll auf eine nach der größten Geschwindigkeit zu bemessende Länge auslaufen, die tunlich das 300fache der Ueberhöhung beträgt. Das Auflaufen der Spurkränze auf den Außenschienen der Krümmungen ist bei Anwendung von Zwangschienen zulässig und bei Halbmessern von 50 m und darunter zu empfehlen.

7. Höhenlage der Schienenbefestigungsmittel: Bei Bahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptbahn auf eigenen Rädern übergehen, sollen an der inneren Seite der Schienen in der Breite des Raumes für den Spurkranz alle Befestigungsmittel auch bei größter Abnutzung der Schienen mindestens 38 mm unter Schienenoberkante liegen.

8. Stoßverbindung: Zur Verbindung der Schienen an den Stößen werden kräftige Laschen empfohlen. In Zahnstangenstrecken von mehr als 100 %<sub>00</sub> Neigung ist eine Längsverbindung der Schwellen neben den Schienen oder eine andere unverrückbare Verbindung mit den Schwellen zu empfehlen. Bei der Stoßverbindung ist auf die Veränderungen der einzelnen Teile des Oberbaues und ihrer gegenseitigen Lage Rücksicht zu nehmen. Zur Verhütung der Schienenwanderungen sind im Bedarfsfalle von den Stoßverbindungen tunlich unabhängige Mittel anzuwenden.

9. Schwebender oder fester Stoß: Bei Querschwellenoberbau sind der schwebende und der feste Stoß zulässig.

10. Schienenunterlagen: Zu Schienenunterlagen wird Holz oder Eisen empfohlen; Steinunterlagen sollen nur ausnahmsweise verwendet werden. Wird die Schiene auf festem Grund in ganzer Höhe in nicht ausweichende Bettung eingelegt, so kann die Schienenform derart gewählt werden, daß besondere Unterlagen entbehrlich sind. Es wird empfohlen, Holzschwellen mit Stoffen zu tränken, die das Holz gegen Fäulnis schützen. Die Anwendung von Unterlagplatten aus Eisen oder Stahl wird zur Erhaltung einer guten Gleislage und zur Schonung

der Schwellen empfohlen. Die Verwendung eiserner Schwellen ist nur bei geeignetem Untergrunde und in Bettung aus hartem, wetterbeständigem und durchlässigem Steinschlage zu empfehlen. Bei Zahnstangenstrecken sind eiserne Querschwellen den Holzschwellen vorzuziehen.

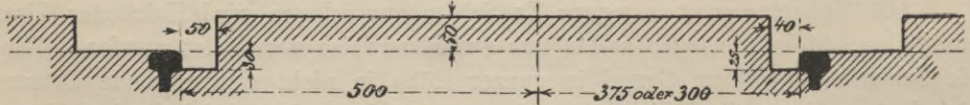
11. Sicherung der Spurweite: Bei Oberbau ohne Querschwellen sind Vorkehrungen zur Erhaltung der Spurweite anzuordnen. Spurhalter für Gleise in gepflasterten Straßen sind aus Flacheisen so anzuordnen, daß sie eine enge Fuge der Pflastersteine ermöglichen.

12. Brücken und Durchlässe: Für Brücken und Durchlässe sind sorgfältig ausgeführte Wölbungen aus guten natürlichen oder künstlichen Steinen oder aus Beton den eisernen Ueberbauten vorzuziehen, wenn diese nicht aus besonderen Gründen angezeigt sind. Versuche mit Eisenbeton sind erwünscht. Es wird empfohlen, die Bettung auch auf eisernen Brücken durchzuführen. Hölzerne Brücken sind zulässig; sie sind ebenso wie das Holzwerk der Fahrbahn eiserner Brücken gegen Feueregefahr zu sichern. Das Holz mit Stoffen zu tränken, die es gegen Fäulnis schützen, wird empfohlen. Die Brücken müssen vor ihrer ersten Benutzung und später in angemessenen Zeitabschnitten untersucht werden. Bei der Untersuchung der eisernen Brücken sind die einzelnen Teile des Tragwerks genau zu besichtigen. Bei Brücken mit Stützweiten über 25 m müssen überdies die bleibenden und elastischen Durchbiegungen sowie die Seitenschwankungen des Tragwerks vor der Benutzung im öffentlichen Betriebe durch eine Probelastung festgestellt werden. Die unter den größten Belastungen im Betriebe auftretenden Spannungen der einzelnen Brückenteile sind durch genaue statische Berechnungen zu ermitteln. Eiserne Ueberbauten, die der Einwirkung von Rauchgasen besonders ausgesetzt sind, sollen gegen deren schädlichen Einfluß geschützt werden.

13. Tunnel: In Tunneln soll außerhalb der vorgeschriebenen Umgrenzung des lichten Raumes (Fig. 5 bis 7) überall ein Spielraum von mindestens 200 mm vorhanden sein. In diesem Spielraum dürfen die Stromleitungen elektrisch betriebener Bahnen untergebracht werden. Die geänderte Lage der Umgrenzung des lichten Raumes durch Spurerweiterung und Ueberhöhung soll berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, zur Sicherung der Arbeiter geräumige, einander gegenüberstehende Nischen in Abständen von etwa 50 m herzustellen und zur leichten Auffindung weiß zu streichen.

14. Spurrinne: Bei Bahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptisenbahn auf eigenen Rädern übergehen, soll der Raum für den Spurrinnsrand mindestens

Fig. 4.



67 mm breit und 38 mm tief sein. Unter besonderen Verhältnissen kann die Breite auf 45 mm eingeschränkt werden. Vergl. Fig. 1. Für Spurweiten unter 1435 mm werden die in Fig. 4 angegebenen Spurrinnen empfohlen.

Der linke Teil der Figur gilt für 1000 mm, der rechte für 750 und 600 mm Spurweite. In gekrümmten Gleisen ist die Spurerweiterung, soweit erforderlich, zu berücksichtigen.

15. Sicherung der Wegübergänge: Absperrungen von Wegübergängen in Schienenhöhe sind nur ausnahmsweise bei Wegen mit besonders lebhaftem Verkehr erforderlich. An allen Wegübergängen sind beiderseits der Bahn in angemessenem Abstände Warnungstafeln und vor unübersichtlichen Wegübergängen Kennzeichen aufzustellen, die dem Lokomotivführer die Nähe des Wegüberganges anzeigen. Die Schranken sollen bei jeder Stellung mindestens 500 mm von der Umgrenzung des lichten Raumes abstehen.

16. Schutz vor Berührung der Stromzuführung: Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene müssen Wegübergänge in Schienenhöhe mindestens in voller Breite von der dritten Schiene freigehalten werden. In und neben dem Gleise beiderseits vom Wegübergange müssen Einrichtungen zum Schutze gegen unbeabsichtigte Berührung der dritten Schiene getroffen werden. Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene sind an sämtlichen Wegübergängen in Schienenhöhe beiderseits der Bahn Warnungstafeln aufzustellen, die in augenfälliger Weise (rote Schrift, Blitzpfeil) davor warnen, die dritte Schiene zu berühren.

17. Bahnkreuzungen: Kreuzungen zweier Lokalbahnen in Schienenhöhe sind zulässig.

18. Einfriedigungen: Einfriedigungen der Bahn sind nur bei besonderen örtlichen Verhältnissen erforderlich.

19. Abteilungszeichen: Die Bahn ist in Abschnitten von 1000 m mit Abteilungszeichen zu versehen. Zwischenteilung von 100 m wird empfohlen.

20. Neigungszeiger: Das Verhältnis der Neigungen ist an den Enden der Strecken, wo die Verbindungslinie zweier mehr als 500 m voneinander entfernten Punkte der Bahn stärker als 10 ‰ (1:100) geneigt ist, ersichtlich zu machen.

**b) Freie Strecke:** 1. Längsneigung: Die Längsneigung soll bei Reibungsbahnen in der Regel nicht mehr als 40 ‰ (1:25) betragen. Bei Zahnstangenbahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptbahnen auf eigenen Rädern übergehen, soll die Längsneigung nicht mehr als 100 ‰ (1:10) und bei Zahnstangenbahnen, auf welche Fahrzeuge der Hauptbahnen nicht übergehen, in der Regel nicht über 250 ‰ (1:4) betragen. Die Neigungswechsel sind mit flachen Kreisbogen abzurunden. Bei Reibungsbahnen werden hierfür Halbmesser von 2000 m empfohlen. Steigt von zwei in entgegengesetztem Sinne und stärker als 5 ‰ (1:200) geneigten aneinander stoßenden Strecken die eine mehr als 10 m an, so ist eine mindestens 50 m lange, höchstens 3 ‰ geneigte Zwischenstrecke einzuschalten. In die Länge von 50 m dürfen die Tangenten der Ausrundungsbogen eingerechnet werden.

2. Krümmungen: Der Halbmesser der Krümmungen soll:

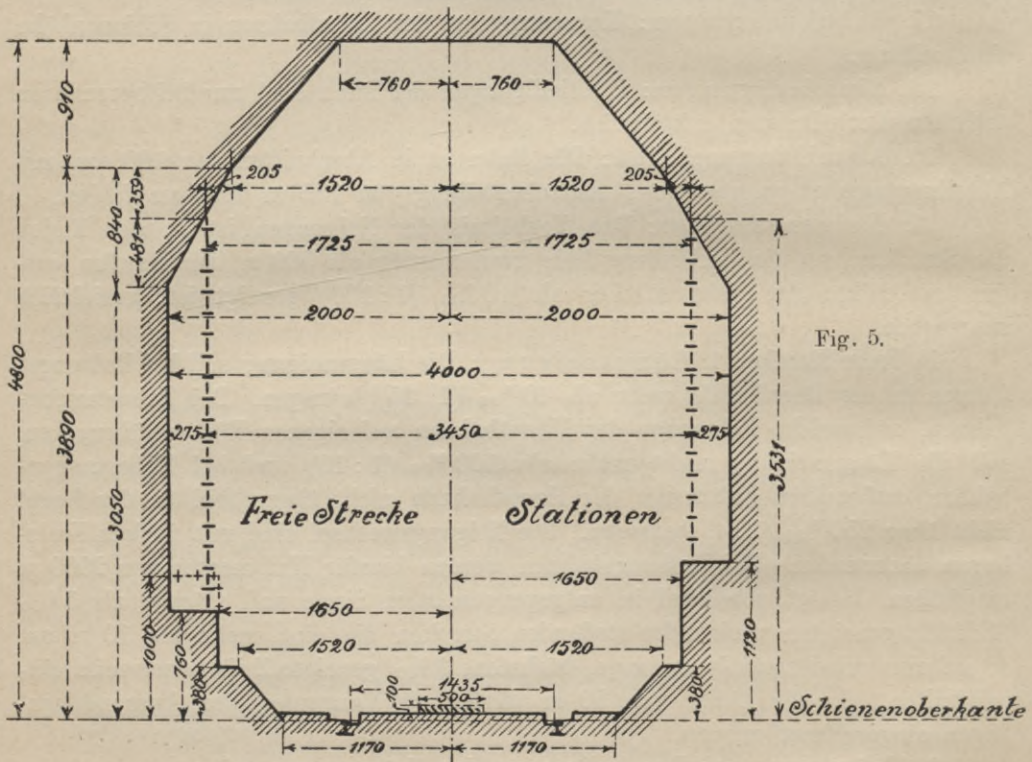
- a) bei Vollspurbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, nicht kleiner als 180 m,
- b) bei vollspurigen Anschlußgleisen nicht kleiner als 100 m,

c) bei Schmalspurbahnen in der Regel:

- bei 1000 mm Spurweite nicht kleiner als 50 m,
- bei 750 mm Spurweite nicht kleiner als 40 m,
- bei 600 mm Spurweite nicht kleiner als 25 m

sein. Bei allen diesen Bahnen können kleinere Halbmesser angewendet werden, wenn die Fahrzeuge zum Befahren scharfer Krümmungen besonders eingerichtet sind. Es empfiehlt sich, in Hauptgleisen zwischen geraden und gekrümmten Strecken Uebergangsbogen einzulegen. Beim Entwurfe neuer Bahnen soll darauf geachtet werden, daß aneinander stoßende gleichgerichtete Krümmungen unter Anwendung stetig wachsender oder abnehmender Halbmesser ineinander übergeführt werden. Entgegengesetzte Krümmungen der Hauptgleise sind durch eine Gerade zu verbinden, die zwischen den Ueberhöhungsrampen mindestens 10 m lang sein soll. Auf stark geneigten Bahnstrecken sollen möglichst flache Krümmungen angewendet und starke Neigungswechsel tunlich in die Gerade gelegt werden.

3. Umgrenzung des lichten Raumes: Für Vollspurbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, soll bis zur Höhe von 760 mm über Schienenoberkante die für Hauptbahnen vorgeschriebene Umgrenzung des lichten Raumes



eingehalten werden; auch in dem oberen Teile über 760 mm wird deren Beibehaltung empfohlen. Dabei ist für den mittleren Teil die in Fig. 5 gezeichnete Breiteneinschränkung zulässig, die vom Querschnittsmaß der Haupt-

bahnwagen 150 mm absteht. Für Schmalspurbahnen, auf denen Wagen der Hauptbahn mittels besonderer Fahrzeuge (Rollschemel, Rollböcke usw.) befördert werden sollen, ist die vorstehend beschriebene Umgrenzung des lichten Raumes von der Unterkante der Radlaufkreise des auf dem Rollschemel stehenden Hauptbahnwagens ab einzuhalten. Gehen Wagen der Hauptbahn auf die Lokalbahn nicht über, so ist die Umgrenzung des lichten Raumes nach den Fahrzeugen der Lokalbahn zu bemessen. Für Schmalspurbahnen gelten die in Fig. 6 und 7 dargestellten Abmessungen als Mindestmaße; im übrigen ist die Durchführung der für die Spurweite von 1000 mm empfohlenen Umgrenzung des lichten Raumes auch für die Spurweite von 750 mm erwünscht. Fig. 6 (M. 1 : 50) stellt das Normalprofil für 1000 mm Spurweite dar,

Fig. 7 (M. 1 : 50) dasjenige für 750 und 600 mm Spurweite. In Bahnkrümmungen ist der Spurerweiterung und Schienenüberhöhung durch angemessene Erweiterung der Umgrenzung Rechnung zu tragen. Für vollspurige Lokalbahnen mit Zahnradbetrieb kann für die Zahnstange der lichte Raum über Schienenoberkante bis zu 100 mm Höhe und 500 mm Breite eingeschränkt werden. Vergl. Fig. 3. Auf Bahnen ohne Zahnstange jedoch, auf welche Fahrzeuge mit Zahnrädern übergehen, soll auf vorbemerkte Breite eine Erhöhung über Schienenoberkante nicht vorkommen.

Bem. zu Fig. 5. Die Stufe —|—|—|—|— ist für durchgehende Stationsgleise, auf denen Personenzüge verkehren, bei Anlage hoher Bahnsteige zulässig.

Fig. 6.

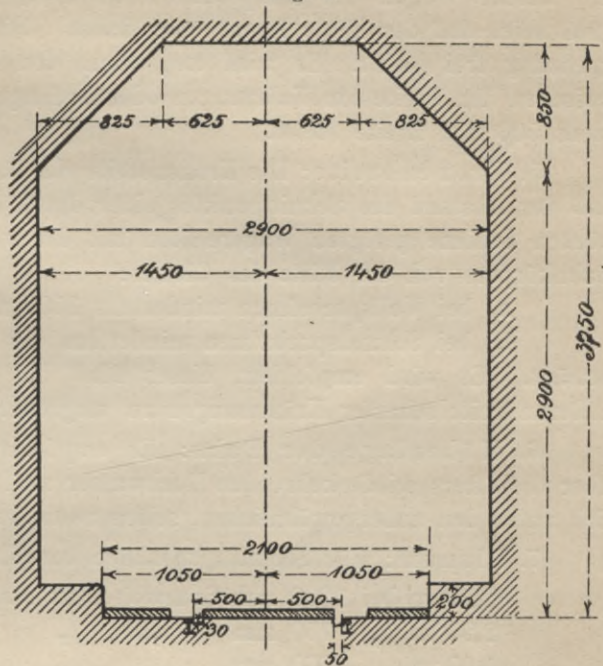
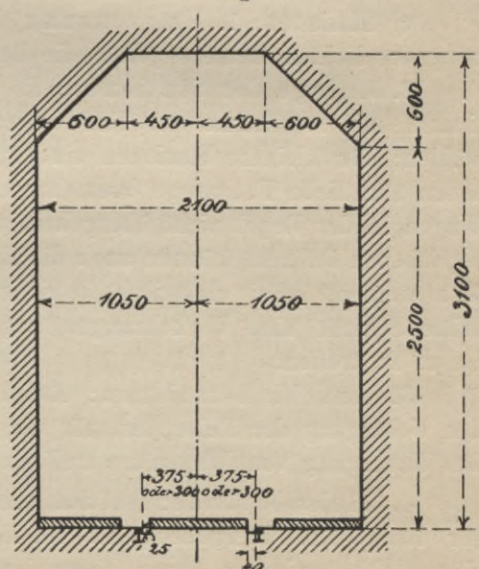


Fig. 7.



4. Gleisabstände: Bei vollspurigen und schmalspurigen Bahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, sollen die Gleise einen Abstand von mindestens 3500 mm von Mitte zu Mitte haben. Bei schmalspurigen Bahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn nicht übergehen, soll der Gleisabstand so groß sein, daß der lichte Raum über jedem Gleise nach der festgesetzten Umgrenzung frei bleibt. Es wird empfohlen, den Abstand so zu bemessen, daß zwischen den breitesten Fahrzeugen oder Ladungen ein freier Raum von mindestens 500 mm Breite bleibt.

5. Kronenbreite: Die Kronenbreite des Bahnkörpers ist so zu bemessen, daß der Abstand des Schnittpunktes einer durch die Unterkante der nicht überhöhten Schiene gelegten Wagerechten mit der verlängerten Böschungslinie des Bahnkörpers von der Mitte des Gleises:

a) bei Vollspurbahnen mindestens 1500 mm,

b) bei Schmalspurbahnen mindestens das Maß der Spurweite beträgt. Es wird empfohlen, dieses Maß bei hohen Dämmen und auf der äußeren Seite scharfer Krümmungen zu vergrößern.

6. Höhenlage der Bahn: Es empfiehlt sich, die Schienenunterkante über die öfters wiederkehrenden Hochwasser zu legen; sie kann aber unbedenklich unter den außergewöhnlichen, selten auftretenden Hochwasserständen liegen.

7. Planum: Für Schmalspurbahnen berechnet sich die Planumsbreite zu:

2,70 m bei 1000 mm Spurweite (zu empfehlen ist 3,90 m)

2,20 m „ 750 mm „ „ „ „ 3,45 m)

1,90 m „ 600 mm „ „ „ „ 2,90 m).

8) Bahngräben und Böschungen: Siehe I. Band.

**c) Stationen:** 1. Umgrenzung des lichten Raumes: Für die Umgrenzung des lichten Raumes gelten die Bestimmungen in b) 3. (Fig. 5 bis 7).

2. Anlage der Stationen: Es wird empfohlen, die Neigung in den Stationen, mit Ausnahme der Endweichen, nicht stärker als 2,5 ‰ (1 : 400) zu wählen; für kleinere Stationen sind stärkere Neigungen zulässig. Bei Bahnen, deren sämtliche Fahrzeuge bremsbar eingerichtet sind, und auf welche fremde Wagen in der Regel nicht übergehen, wie bei Zahnstangenbahnen und elektrisch betriebenen Bahnen, können auch die Endstationen in eine stärkere Neigung verlegt werden. Bei elektrisch betriebenen Bahnen mit Stromzuführung durch dritte Schiene sind Vorkehrungen gegen Verletzungen durch den elektrischen Strom zu treffen.

3. Anschlußstationen: Auf Anschlußstationen sind Einrichtungen für den Uebergang der Reisenden, für die bequeme Ueberladung der Güter und für den Uebergang von Wagen zu treffen, wenn dieser nicht ausgeschlossen ist.

4. Gleisabstände: Auf Stationen vollspuriger Bahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, ist ein Gleisabstand von 4000 m noch zulässig. Für Gleise, zwischen denen eingestiegen wird, ist ein Abstand von 4500 m zulässig. Auf Vollspurbahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn nicht übergehen, und auf Schmalspurbahnen soll der Gleisabstand mindestens gleich der um 600 mm vermehrten größten Wagen- oder Ladebreite sein.



5. Weichenkrümmungen: Für die Halbmesser der Weichenkrümmungen sind die Bestimmungen in b) 2. maßgebend. Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges kann bei den Weichenkrümmungen unterbleiben.

6. Weichen: Weichen, deren Bauart bei Einstellung auf das falsche Gleis das Ablaufen der Räder von den Schienen zuläßt, dürfen nicht in Gleise für durchgehende Züge eingelegt werden, wenn diese mit Geschwindigkeiten über 20 km in der Stunde verkehren. Bei Anwendung einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km in der Stunde und weniger ist jede Gattung von Weichen, welche den Durchgang der Fahrzeuge ohne Hindernis gestattet, zulässig. Auf Bahnen mit streckenweisem Zahnradbetriebe sind Zahnstangenweichen tunlich zu vermeiden.

7. Merkzeichen: Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist ein Merkzeichen anzubringen, das angibt, bis wohin ein Gleis besetzt werden kann, ohne die Fahrt auf dem anderen Gleise zu hindern. Bei Vollspurbahnen hat der Abstand der Gleismitten am Merkzeichen mindestens 3500 mm zu betragen.

8. Schiebebühnen: Schiebebühnen mit versenktem Gleis sollen in Hauptgleisen nur an deren Enden zugelassen werden. Bei Zahnstangenbahnen sind Schiebebühnen auch im durchgehenden Hauptgleise zulässig, es sind jedoch Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.

9) Bahnsteige: Besondere Bahnsteige sind entbehrlich. Das Ein- und Aussteigen kann von der Höhe der Schienenoberkante aus erfolgen, wenn die Aufritte an den Personenwagen dafür eingerichtet sind. Bei Vollspurbahnen sollen die festen Gegenstände auf den Einsteigplätzen bis zu einer Höhe von 3050 mm über Schienenoberkante mindestens 3000 mm von der Gleismitte abstehen.

10) Hochbauten: Hochbauten können auf das geringste Maß eingeschränkt werden.

11. Lademaß: Das Lademaß soll bei allen Bahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, den für die Hauptbahnen festgesetzten Abmessungen entsprechen; für alle übrigen Bahnen richtet es sich nach der angenommenen Umgrenzung des lichten Raumes.

12. Laderampen: Feste Laderampen sind bei vollspurigen Bahnen, auf welche Wagen der Hauptbahn übergehen, den örtlichen Bedürfnissen entsprechend, 1100 mm oder 1000 mm über Schienenoberkante anzulegen; bei ausschließlicher Verwendung eigenartiger Fahrzeuge und bei Schmalspurbahnen sind sie der Höhe der Wagenfußböden anzupassen. Im ersteren Falle wird bei Stirnrampen zur leichteren Verladung über die Puffer hinweg die Erhöhung der Stirnmauer auf 1235 mm empfohlen. Bewegliche Rampen werden empfohlen.

13. Wasserkrane: In der Grundstellung sollen die Wasserkrane die Gleise freilassen und feststellbar sein; bei vollspurigen Bahnen, auf welche Lokomotiven der Hauptbahn übergehen, soll ihr Ausguß mindestens 2850 mm über Schienenoberkante liegen. Wasserkrane mit drehbarem Ausleger müssen mit einem Signale versehen sein, das bei Dunkelheit die Stellung des Auslegers anzeigt. Freistehende Wasserkrane sind so einzurichten, daß nach Abschluß der Leitung das im Ausleger und in der Kransäule zurückgebliebene Wasser abläuft.

**III. Bemerkung 1 zu I. bis II.:** Betreffs der allgemeinen Grundsätze bei der Projektierung einer Lokal- bzw. Kleinbahn (Aufsuchen der Linie [Tracieren], Vorarbeiten usw.), sowie betreffs der entsprechenden Figuren von allgemeinem Interesse verweise ich auf den 1. Band dieses Werkes (siehe auch C. II.).

**IV. Bemerkung 2 zu I. bis II.:** Die Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen betreffend: Nach dem preußischen Gesetze über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen vom 28. Juli 1892 (Ausführungsanweisung vom 13. August 1898) sind Kleinbahnen diejenigen dem öffentlichen Verkehre dienenden Bahnen, welche wegen ihrer geringen Bedeutung dem Gesetze über die Eisenbahnunternehmungen vom 3. Nov. 1838 nicht unterliegen. In der Regel sind Kleinbahnen solche Bahnen, welche in erster Linie den örtlichen Verkehr innerhalb eines Gemeindebezirkes oder zwischen benachbarten Gemeindebezirken vermitteln; sie werden nicht durch Lokomotiven betrieben. Zu den Kleinbahnen gehören also auch die Straßenbahnen.

Privatanschlußbahnen sind nach diesem Gesetze Bahnen, welche dem öffentlichen Verkehre nicht dienen, aber mit Eisenbahnen oder mit Kleinbahnen derart in Gleisverbindung stehen, daß ein Uebergang der Betriebsmittel stattfinden kann.

Von einer eingehenderen Besprechung des angeschnittenen Gesetzes nehme ich, um im Rahmen meines Buches zu bleiben, Abstand und begnüge mich mit obigem Hinweis auf dasselbe.

## C. Einige Beispiele zu den Bauweisen für Neben-, Lokal- und Klein- bzw. Straßenbahnen.

### I. Einleitung.

Im folgenden soll unter Bezugnahme auf A und B eine größere Anzahl von Bauweisen verschiedener besonders leistungsfähiger Firmen eine eingehendere Behandlung erfahren, und zwar will ich die Einteilung hierzu derart treffen, daß nicht die einzelnen Oberbausysteme usw. der Reihe nach, sondern die einzelnen Firmen in alphabetischer Reihenfolge besprochen werden. Von einer Beschreibung der Seilbahnen, der Zahnradbahnen, der elektrischen Bahnen, der Feld- und Industriebahnen usw., welche wohl mehr oder weniger auch zu den Bahngattungen A und B zu rechnen sind, sei vor der Hand Abstand genommen; dieselben sollen wegen ihres eigenartigen Charakters in besonderen Abschnitten für sich ausführlich behandelt werden. Einige kleine Abweichungen von dieser Einteilung haben sich jedoch mit Rücksicht auf eine einheitliche Schilderung der Bauweisen der Firmen als notwendig erwiesen (Hoch- und Untergrundbahn Berlin und Hamburg, Schwebebahn Barmen-Vohwinkel usw.).

### II. Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation.

**Beispiel einer ausgeführten Kleinbahn:** Der Bochumer Verein hat unter anderen auch im Kreise Jüterbog-Luckenwalde mehrere Kreis-Kleinbahnen

ausgeführt. Die Spurweite dieser Bahnen beträgt 750 mm; es sind drei Linien: Dahme-Jüterbog, Dahme-Luckenwalde und Dahme-Görsdorf, im ganzen rd. 84 km.

Der Ausföhrung (Baurat Techow) bot das Gelände nicht unerhebliche Schwierigkeiten; die Bahn überschreitet den unter dem Namen „Hoher Flämning“ bekannten Höhenzug, auf dessen höchster von der Bahn beröhrten Erhebung die Schienenoberkante um rund 106 und 62 m über der Schienenoberkante auf den Bahnhöfen Luckenwalde und Dahme liegt. Diese beträchtlichen Höhenunterschiede bedingten erhebliche Erdarbeiten; denn wenn auch im allgemeinen dem Wesen der Kleinbahn entsprechend der Bahnkörper möglichst dem Gelände sich anschmiegt, so wurden doch mehrfach Einschnitte bis zu 5 m Tiefe und Aufträge bis zu 7 m Höhe erforderlich. Um die Erdarbeiten nicht gar zu umfangreich zu machen, mußten Höchststeigungen von 1:70 eingelegt werden; die Krümmungen haben im allgemeinen auf der freien Strecke Halbmesser von 100 m, doch ist man in einzelnen Fällen bis auf 80 m herabgegangen, um unwirtschaftliche Durchschneidungen der beröhrten Aecker zu vermeiden. Im Dorfe Stölpe, in dem das Gleis auf der Dorfstraße liegt, hat sogar eine Krümmung mit nur 50 m Halbmesser ausgebaut werden müssen. Die Linienföhrung folgt nach Möglichkeit den vorhandenen Wegen, doch liegt das Gleis mit Ausnahme von Dorfstraßen durchweg auf eigenem Bahnkörper, dessen Kronenbreite 3 m beträgt. Zur Entwässerung sind in den Abträgen beiderseits Gräben von 40 cm Sohlenbreite und 50 cm Tiefe angelegt. Alle Böschungen haben 1½fache Anlagen erhalten.

Die Gleise in der freien Strecke bestehen aus 80,5 mm hohen Bessemer Stahlschienen in Längen von 9 m. Auf diese Längen kommen im geraden Gleis 12, im Krümmungsgleis 13 stählerne Querschwellen in gekapptem Zustande; letztere haben 1,80 m Schnittlänge; die Konstruktion ist einfach, aber nach jeder Richtung bewährt. Die Stoßverbindung besteht aus Flügellaschen von 350 mm Länge, die durch 90 mm lange Keilplatten gestützt werden. Diese Stoßverbindung ist besonders fest und gewährleistet einerseits eine große Schonung der Schienenstöße, während sie andererseits einen sehr ruhigen Uebergang der Wagen von einer Schiene auf die andere herbeiföhrt, so daß die sonst störenden Stöße der Räder vermieden werden und mithin das ganze rollende Material sehr geschont wird.

Die Gleise für die Dorfstraßen und die verkehrsreicheren Wegübergänge sind eingepflastert worden; sie bestehen aus 100 mm hohen, durch Spurstangen verbundenen Bessemer Stahlschienen, in normalen Längen von 12 m. Die Schienen sind ohne Querschwellen auf 30 cm hohen und 35 cm breiten Stein-schlagkoffern verlegt worden.

Die 12 m langen Weichen sind auf Stahlschwellen montiert, sie haben einen Neigungswinkel der Herzstücke von 1:6,5. Die Herzstücke sind aus Stahlfassonguß hergestellt, die biegsamen und federnden Zungen aus besonderem Fassonstahl. Diese Zungenkonstruktion ist ein Patent des Bochumer Vereins.

Da die Kreis-Kleinbahnen in erster Linie der Landwirtschaft dienen sollen, so wurden, um dieser Gelegenheit zu geben, ihre Erzeugnisse von den seitlich neben der Bahn liegenden Schlägen abzufahren und umgekehrt Düngemittel nach

den Schlägen zu bringen, vom Bochumer Verein 6 Stück Kletterweichen und 1000 m tragbares Gleis in fertig montierten Rahmen von 5 m Länge bezogen.

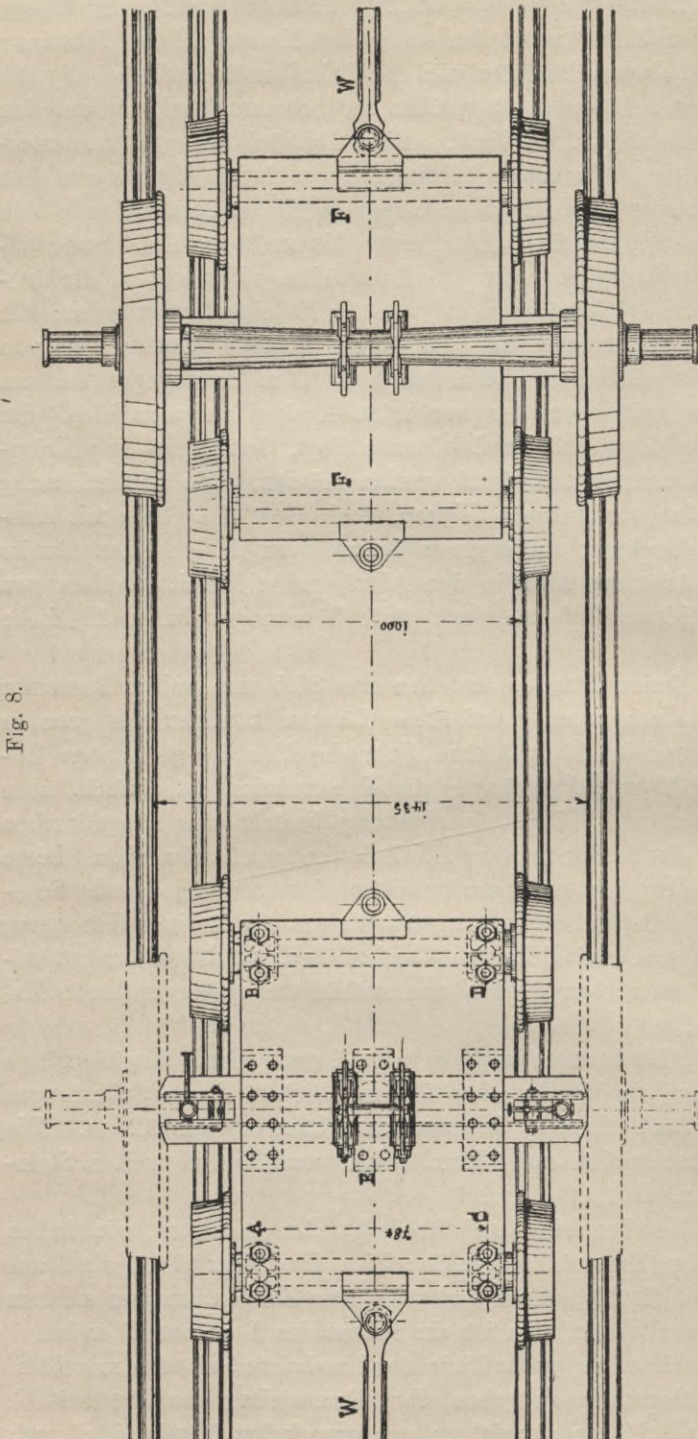


Fig. 8.

Die Kletterweichen zweigen nach rechts und links ab und können an jeder beliebigen geraden Stelle des Hauptgleises aufgelegt werden. Eine solche Kletterweiche besteht aus zwei Stahlkletterzungen, an die sich ein besonders stark gebauter Krümmungsrahmen anschließt (näheres siehe Feld- und Industriebahnen). Die tragbaren Gleise haben die patentierten Schuhwinkellaschen des Bochumer Vereins; sie passen zur Hälfte genau in die Laschenlage der Schiene, umfassen gleichzeitig den Fuß und stützen den Kopf, wodurch die eingeschobene Schiene verhindert wird, bei Aufnahme der Last nach unten oder seitwärts auszuweichen. (Siehe auch Feld- und Industriebahnen.).

Das Hauptbureau der Kleinbahnverwaltung befindet sich in Dahme als dem Mittelpunkt aller drei Linien; es ist daher auf dem Bahnhofe Dahme ein größeres Gebäude mit den nötigen Geschäftsräumen im Erd-

geschoß und einer Wohnung für den Betriebsverwalter im ersten Stock errichtet; auch ist in Dahme ein Lokomotivschuppen nebst einer größeren, mit elektrisch angetriebenen Werkzeugmaschinen ausgerüsteten Werkstätte erbaut, in der sämtliche an den Lokomotiven und Wagen vorkommenden Ausbesserungen ausgeführt werden können.

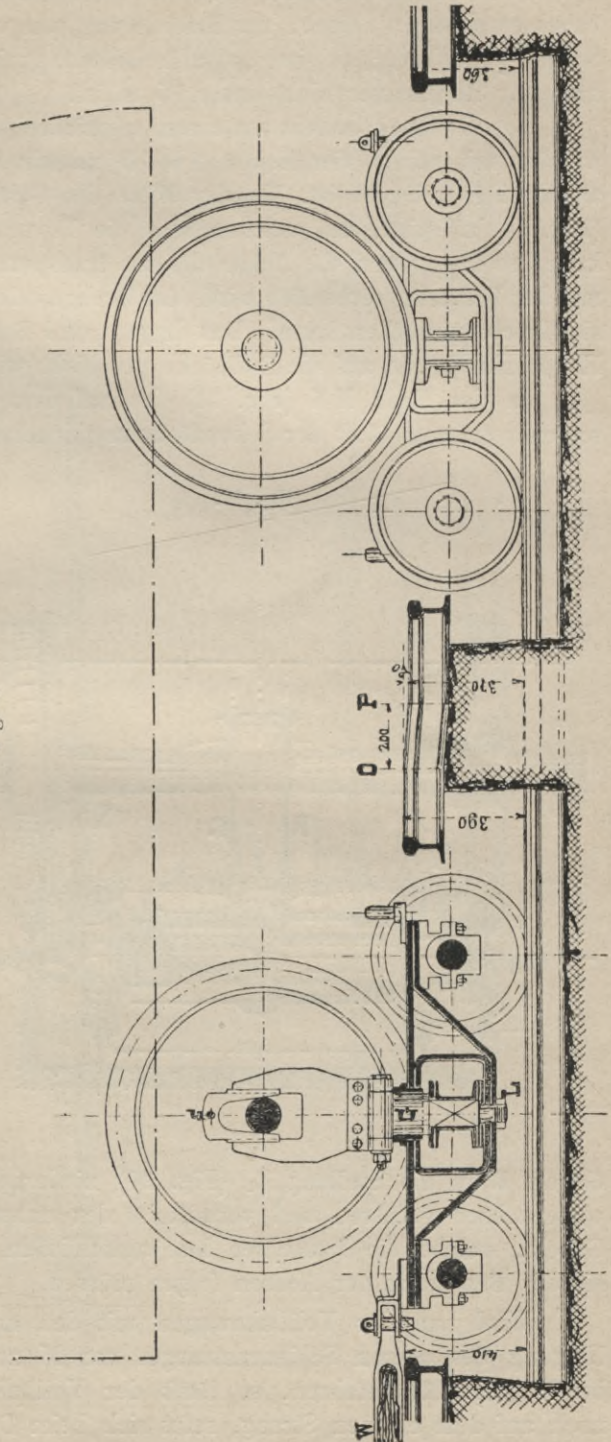
Die Anschlußbahnhöfe Luckenwalde-Jüterbog und Jänickendorf haben Stationsgebäude mit einem Warteraum für die Reisenden und einem Geschäftszimmer mit angrenzendem Güterschuppen im Erdgeschoß, sowie mit Wohnung für den Stationsbeamten in einem Obergeschoß erhalten. Alle anderen Haltestellen, auf denen nicht in unmittelbarer Nähe gelegene Wirtschaften passende Räume für die Fahrgäste boten, sind mit offenen Wartehallen mit festen Bänken für je etwa 20 Personen und mit einem verschließbaren Raum zur Unterbringung von Stückgut versehen.

Bem.: Auf Figuren ist verzichtet worden.

### III. Maschinenfabrik Eßlingen.

**Rollböcke:** Wenn auch dieselben eigentlich zu den Fahrzeugen, deren Besprechung erst an späterer Stelle erfolgt, gehören, so erscheint es doch wohl gerechtfertigt, sie schon an dieser Stelle ihre Erledigung finden zu

Fig. 9.



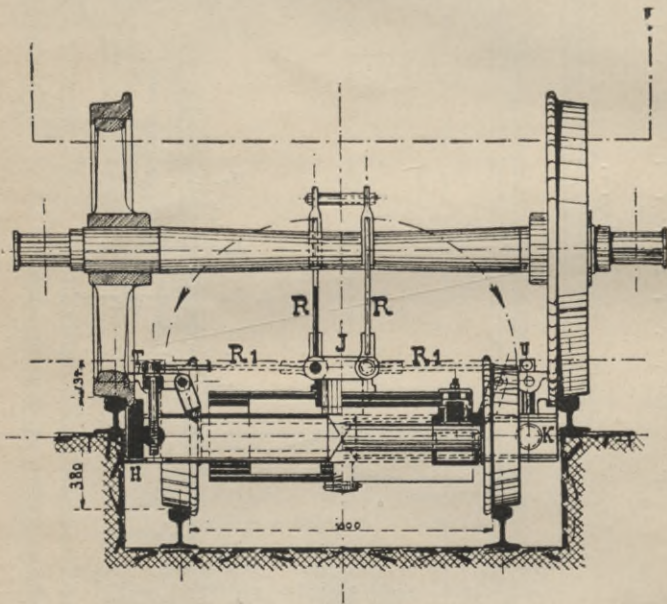
lassen, zumal sie ja auch mit dem Oberbau (der Spurweite) in gewissem Zusammenhange stehen.

Die Rollböcke, Bauart Langbein (preisgekrönt vom Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen) dienen zur Beförderung von vollspurigen Eisenbahnwagen auf Schmalspurbahnen; sie sind auf allen schmalspurigen Strecken verwendbar, deren kleinster Halbmesser nicht unter 15 m ist.

Der Rollbock besteht aus einem schmiedeeisernen Gestell A B C D E (Fig. 8), welches mit seinen vier Ecken A B C D mittels Achsbüchsen auf den zwei Radachsen FF gelagert ist. In der Mitte des Gestelles bei E ist ein Zapfen G L (Fig. 9) befestigt, um welchen sich die Traverse H K (Fig. 10) leicht drehen kann, so daß, wenn die Achse des zu transportierenden Hauptbahnwagens fest mit der Traverse verbunden wird, das Drehgestell A B C D (Fig. 8) in jeder Kurve sich leicht einstellen kann. Das Lagern und Befestigen der beiden Achsen des Hauptbahnwagens auf die Rollböcke geschieht wie folgt:

In das Ende M N (Fig. 11) des auf dem Bahnhofe angelegten Vollbahnschienenstranges läuft der Sekundärbahnschienenstrang um einige Vollbahn­längen derartig ein, daß die Schienenoberkante des

Fig. 10.



Schmalspurstranges durchschnittlich 38 cm tiefer liegt, als die des Normalspurstranges. Der Schmalspurstrang liegt horizontal, der Normalspurstrang auf die Länge M N (Fig. 11) geneigt, in der Mitte mit der 20 cm langen starken Neigung O P (Fig. 11).

In dem höchstgelegenen Teile bei M (Fig. 11) des Vollbahnstranges steht der von den Rollböcken aufzunehmende Vollbahnwagen. Die Rollböcke werden hier, nachdem die

Gabeln R in die Stellung R<sub>1</sub> (Fig. 10) niedergelegt sind, unter die Vollbahnwagenachsen gefahren und vermittelst der nunmehr wieder aufrecht gestellten Gabeln, welche die Radachsen lose umschließen, so mit diesen verbunden, daß sie der Bewegung der Achsen folgen müssen.

Wird nun der Vollbahnwagen mit den angehängten Rollböcken auf der Neigung des oberen Schienenstranges von M zu dessen tiefer liegendem Ende bei N (Fig. 11) gefahren, so läuft der Vollbahnwagen etwa bis P (Fig. 11) noch auf dem eigenen Strang, setzt sich beim Durchlaufen von P O mit seinen

Radspurkränzen auf die Traversenenden der Rollböcke auf und wird von jetzt ab von den Rollböcken getragen. Nachdem die Vollbahnwagenräder sich von ihrem Schienenstrange vollständig abgehoben haben, wird der Wagen noch einmal angehalten, um mit einem Doppelkeil S (Fig. 9) den Spielraum zwischen Achse und Gabeln R auszufüllen und letztere fest miteinander zu verbinden, ferner um die Radbandagen des Vollbahnwagens vermittelst vorzuschiebender Klauen T (Fig. 10) durch Anziehen der Schrauben U (Fig. 10) fest mit den

Fig. 11.

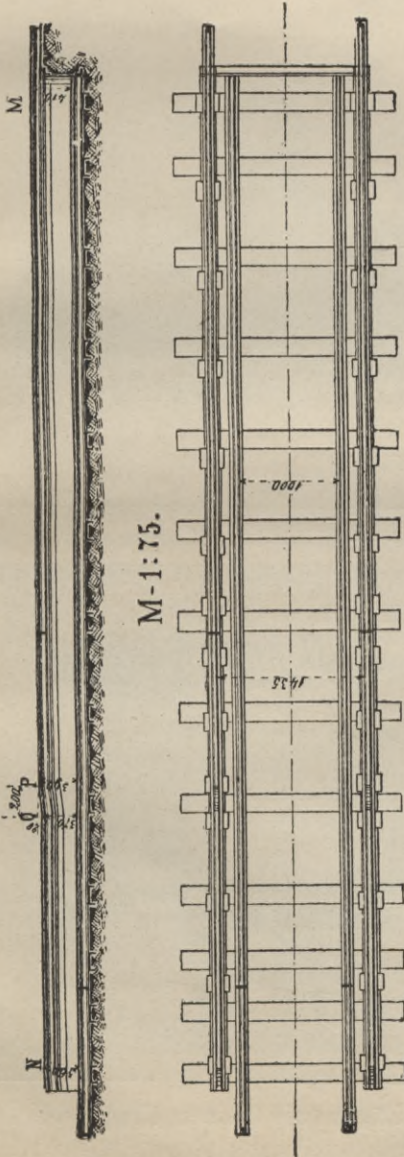
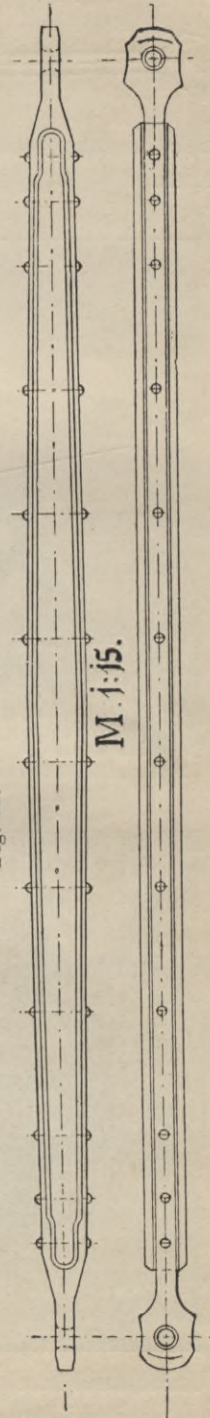
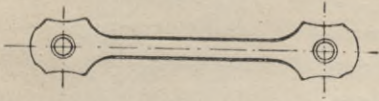


Fig. 12.



Traversenenden zu vereinigen. In gleicher Weise, nur umgekehrt, wird der Wagen von den Rollböcken wieder frei gemacht.

Fig. 13.



In Sekundärbahnzügen wird der auf Rollböcken stehende Vollbahnwagen mitgenommen, indem Steifkuppelungen W (Fig. 8 und 12), welche mit einem Ende direkt die Rollböcke fassen und mit dem anderen Ende an den Sekundärbahnwagen oder die Lokomotive angehängt werden, die Verbindung herstellen.

Fig. 14.

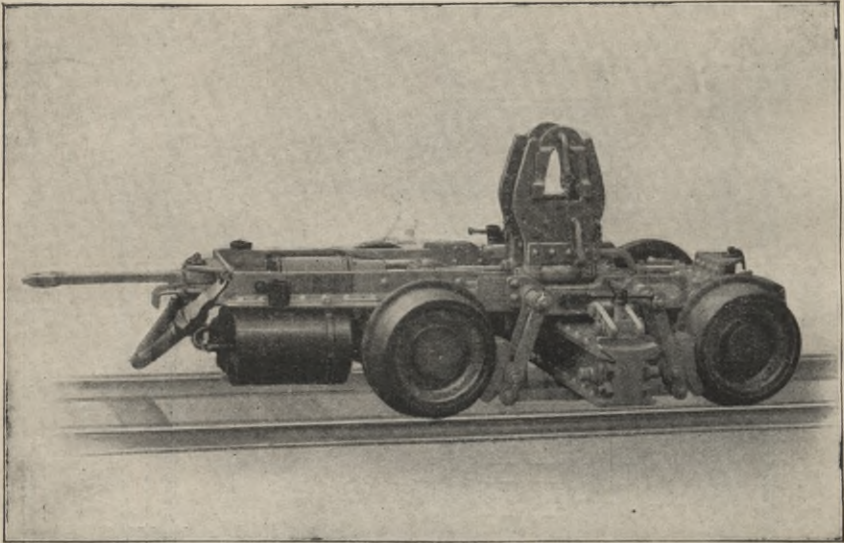
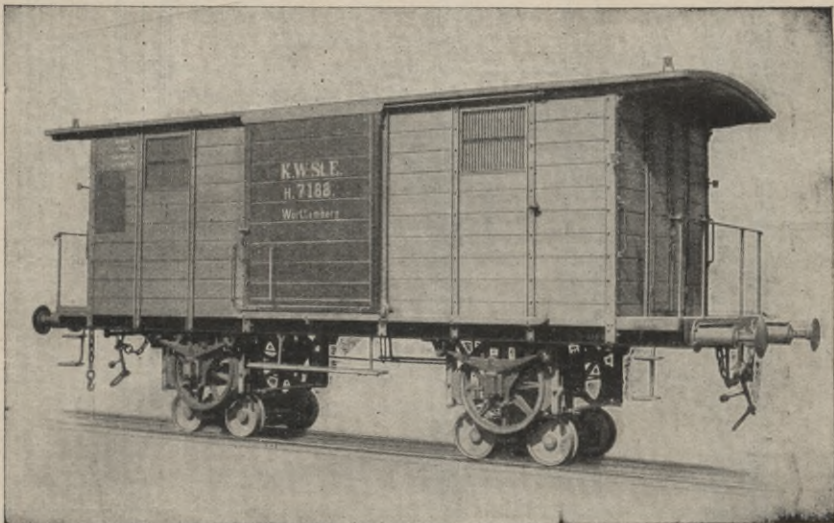


Fig. 15.



Unbeladene Rollböcke werden in Zügen mit kleinen Kuppelleisen (Fig. 13) gekuppelt mitgeführt.



Die Konstruktion der Rollböcke ist unabhängig von dem Radstande der Vollbahnwagen.

Ein Rollbockpaar ist sehr leicht drehbar, wodurch, wie schon kurz angedeutet, Kurven bis zu 15 m Radius unter Vermeidung der schädlichen Reibung und Schienenabnutzung leicht durchfahren werden können.

Die Beförderung mit Rollböcken ist besonders da zu empfehlen, wo es sich um die Beförderung von Gütern handelt, die das Umladen nicht ertragen können oder deren Umladen viel Zeit und Geld kostet.

Ganz besonders ist zu betonen, daß auf diesen Rollböcken auch die mit Bremsen versehenen Normalspurwagen ohne weiteres verladen werden können.

Die Rollböcke können mit sämtlichen gebräuchlichen Bremssystemen ausgerüstet werden. Fig. 14 zeigt uns noch einen Rollbock in der Ansicht, Fig. 15 einen Vollspurwagen auf Rollböcken für Einmeterspur.

Fig. 16.

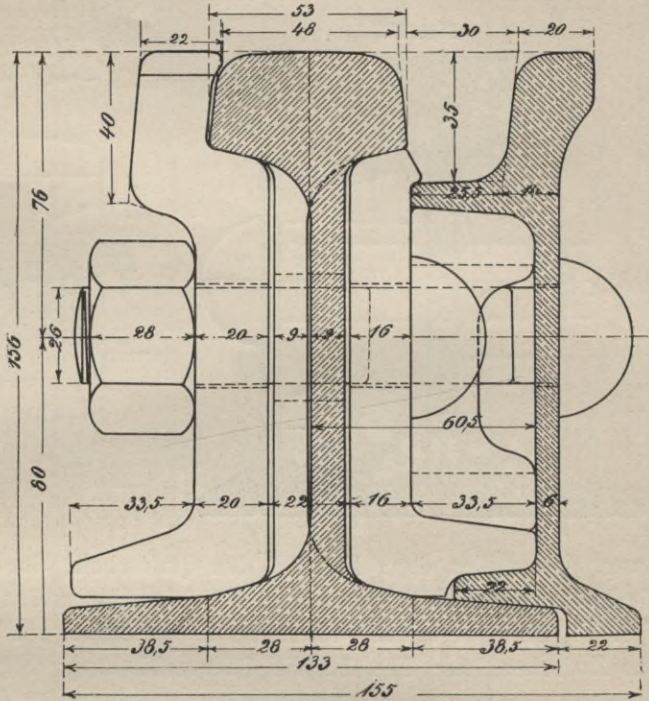
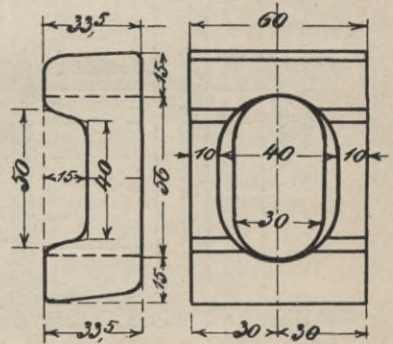


Fig. 16a.



#### IV. Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein.

##### a) Der Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Kleinbahnen und in erster Linie für Straßenbahnen:

Dieser Oberbau, den man wohl auch stoßfreien Oberbau nennen könnte, ist von den schädlichen Wirkungen der Stumpfstoße befreit, wodurch bei richtiger Verlegung eine vorzeitige Abnutzung der Schienenenden vermieden wird. Er wird aus Wechselsteg-Verblattschienen hergestellt und genügt in bezug auf Material und Konstruktion den höchsten Ansprüchen. Durch Verarbeitung eines Spezial-Bessemerstahles von höchster Verschleißfestigkeit für diese Schienen hat

sich die Firma den Vorrang für Lieferungen gesichert, bei denen besondere Ansprüche an die Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Bahnanlage gestellt werden. Ein Beispiel der neueren, vervollkommenen Ausführungsformen der genannten Firma in diesem Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau und zwar mit Leitschienen für Straßenbahnen zeigen die Figuren 16 bis 22. Der gezeichnete Oberbau kommt für Spurweiten von 1435 mm und von 1000 mm zur Anwen-

Fig. 17.

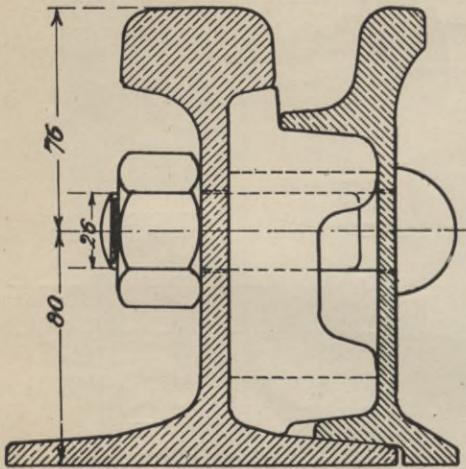
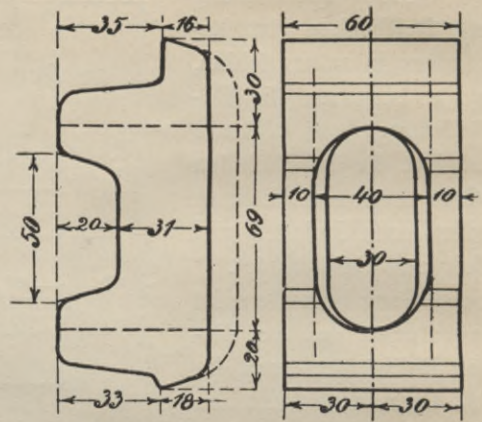
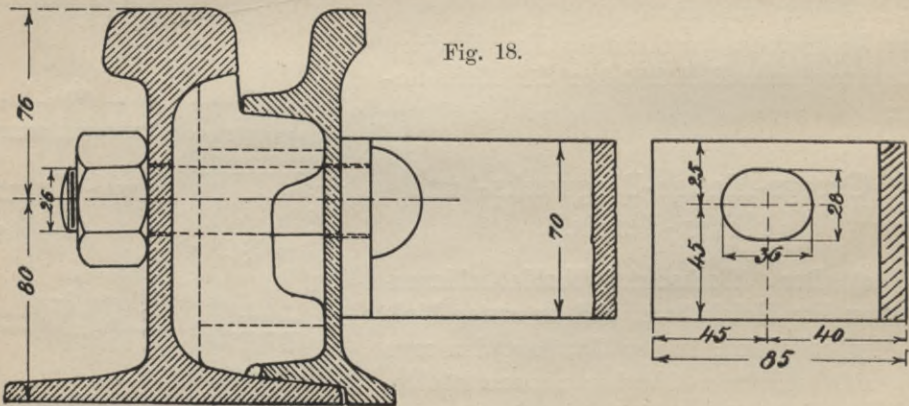


Fig. 17 a.



dung. Es stellen dar: Fig. 16 den Querschnitt durch den Stoß, aus dem die Verlaschung ersichtlich ist; Fig. 16a das Sperrstück für den Fahrschienenstoß; Fig. 17 den Querschnitt durch das Zwischengleis; Fig. 17a das Sperrstück für das Zwischengleis; Fig. 18 die Querverbindung; Fig. 19 die Seitenansicht und

Fig. 18.



Oberansicht der Stoßverbindung; Fig. 20 die Seitenansicht des Leitschienen-Paßstückes; Fig. 21 die Seitenansicht der Außenlasche (oben) und der Innenlasche (unten) und Fig. 22 die Laschenschraube. Eine nähere Erklärung der Figuren erübrigt sich, da aus ihnen und den folgenden Ausführungen alles Erforderliche ersichtlich ist.

Das Eigentümliche der Wechselsteg-Verblattschienen besteht darin, daß der Schienensteg nicht genau, wie bis dahin allgemein üblich, in der lotrechten Mittellinie zwischen Kopf und Fuß, sondern etwas seitlich angeordnet ist. Hierdurch wird eine Verblattung der Schienenenden ohne Verletzung des Schienensteges ermöglicht, indem durch Fräsen der halbe Kopf und Fuß der Schiene in lotrechter Richtung entfernt werden. Die Länge der Verblattung beträgt im allgemeinen für Kleinbahnen 160 mm, für Nebenbahnen und Straßenbahnen 200 mm und für Hauptbahnen 250 mm; neuerdings sind für Straßenbahnen auch kürzere Verblattungen ausgeführt worden.

In bezug auf den Gleisbau der Straßenbahnen sind bei den heutigen infolge des elektrischen Betriebes hohen Anforderungen hauptsächlich zwei grundsätzliche Momente vorweg zu nennen: Die Erhöhung der Festigkeit des Schienenstahles und die Beseitigung der früher für erforderlich gehaltenen Dilatationsfuge durch dichtes Zusammenschließen der Schienenenden an den

Fig. 19.

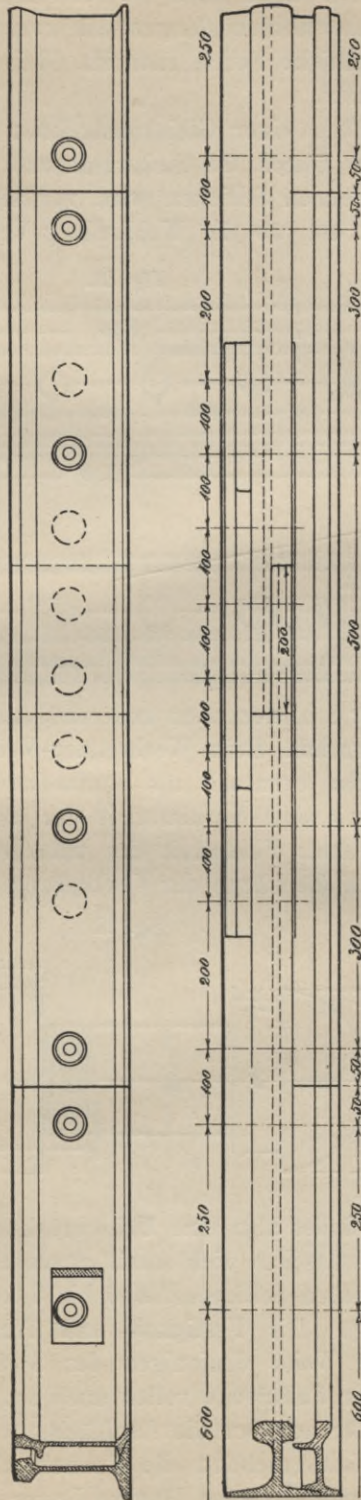
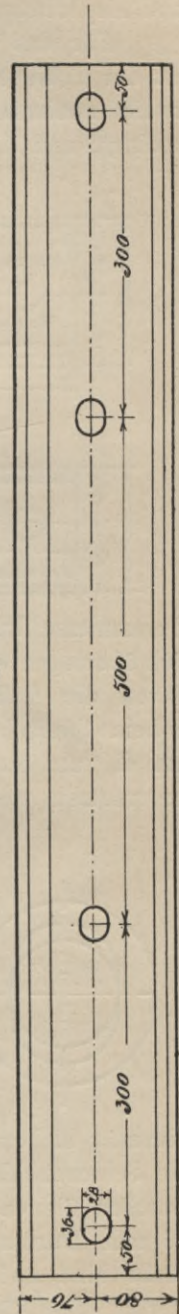


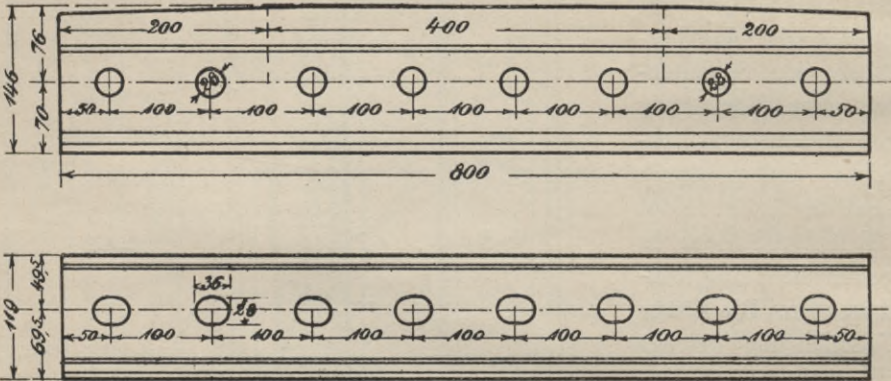
Fig. 20.



Stößen. Dazu kommen dann noch die Verstärkung der Schienenquerschnitte, die Einführung größerer Schienenlängen, die konstruktive Klärung der Schienenstoßfrage, sehr wesentliche Fortschritte im Gleiseinbau, namentlich für Beton- und Asphaltstraßen usw.

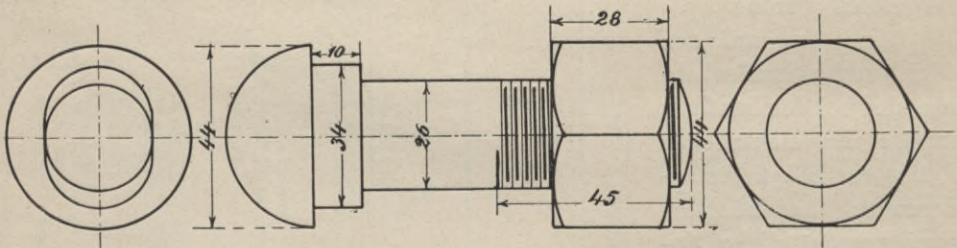
Für das Verhalten einer Gleiskonstruktion am meisten ausschlaggebend ist der Schienenstoß. Durch die Sicherheit und Festigkeit der Verbindung je zweier aneinanderstoßenden Schienen wird vor allem die Stetigkeit des Gleises bedingt, und hier ist es, wo die Wechselsteg-Verblattschiene sich bei dichtem

Fig. 21.



Zusammenschlusse der Schienenenden anderen Systemen technisch und wirtschaftlich überlegen erwiesen hat. Beim Wechselsteg-Verblattsstoß wirken zwei Laschen, davon die Außenlasche eventuell als Auflaflasche mit besonders kräftigem, hohem Querschnitt, mit dem Verblattende der anstoßenden Schiene zusammen, um die am Stoß fehlende Festigkeit des unterbrochenen Schienenquerschnittes zu ersetzen, wobei auf die Länge der Verblattung zwei volle Stege dicht neben-

Fig. 22.



einander stehen. Es findet also eine Ueberbrückung der Halbstoßfuge statt, und die Schienenhälften verlaschen sich somit gegenseitig. Für die Befestigung der Laschen dienen für jeden Schienenstoß 6 bis 8 kräftige Laschenschrauben (von 26 mm Durchmesser). Die Festigkeit und Tragfähigkeit des Gestänges am Stoße sind auf diese Weise denjenigen der Schienenmitte vollkommen gleichwertig. Die Räder der Fahrzeuge rollen auch am Schienenstoße glatt und ohne die geringste Erschütterung über die Lauffläche, wodurch Oberbau und rollendes Material außerordentlich geschont, die Bahnunterhaltungskosten erheblich verringert und die Schienen für eine längere Dauer betriebsfähig erhalten werden.



Fig. 23.

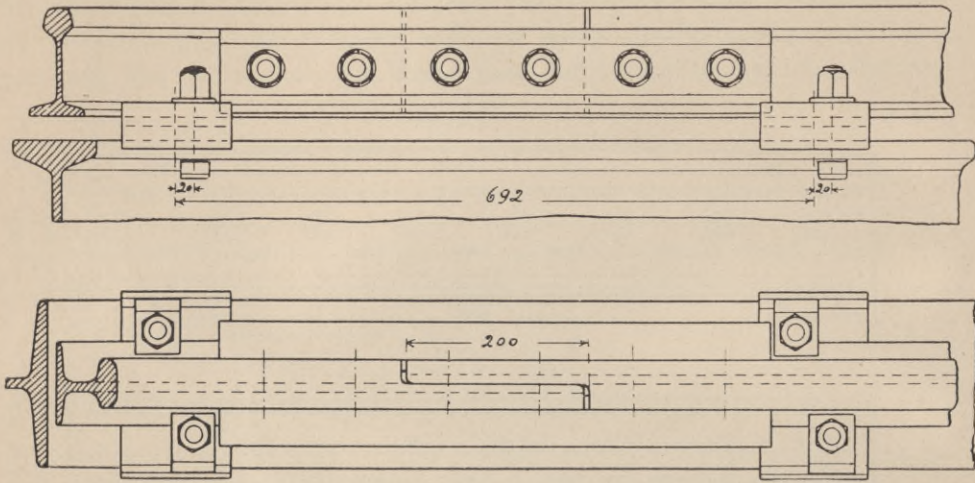


Fig. 24.

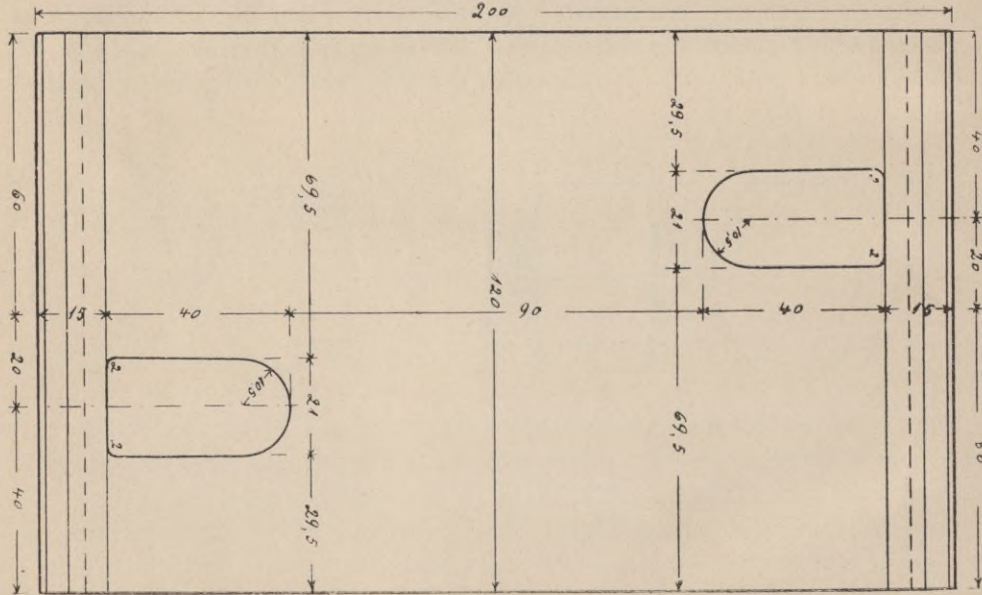


Fig. 25.

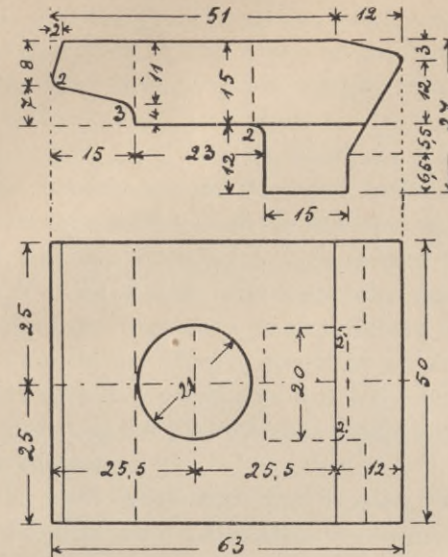


Fig. 26.

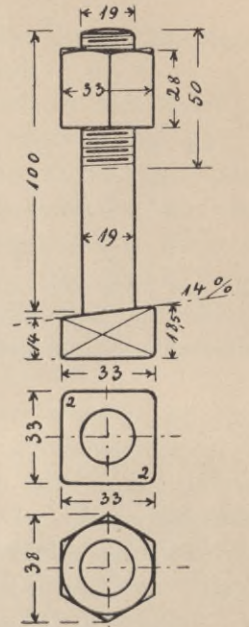
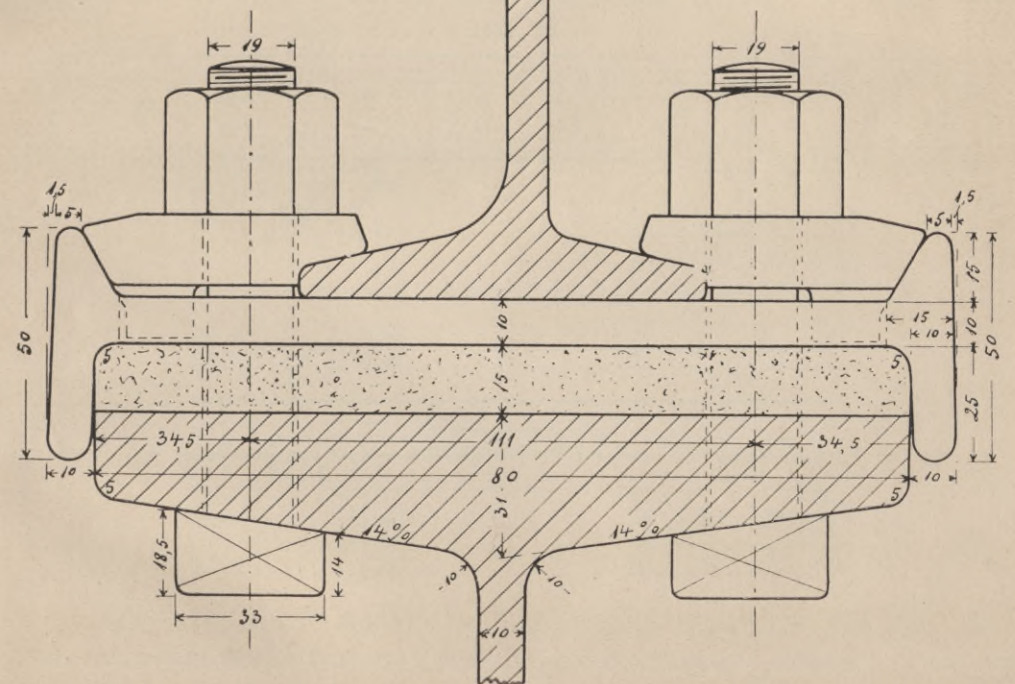


Fig. 27.





Die Leitschiene kommt am Stoß als mittragender Konstruktionsteil in betracht, der den Stoß versteifen hilft, indem sie am Fahrstückenstoß ununterbrochen durchläuft. Ihre Länge ist so bemessen, daß ein Nachziehen der Stoßschrauben ohne Schwierigkeit erfolgen kann.

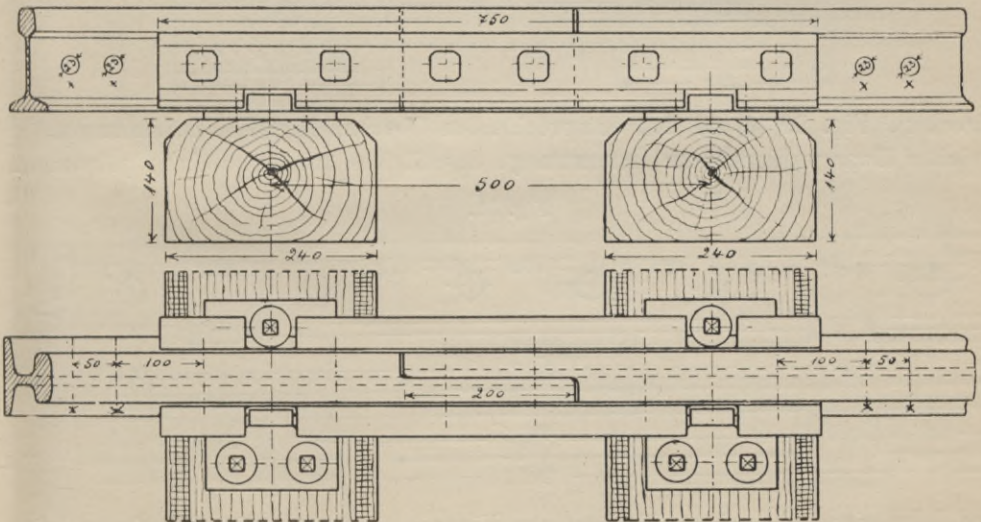
Die Verblattung wird auch an den Anschlüssen zu den Herzstücken durchgeführt, so daß auch hier ein stoßloses Fahren erzielt wird.

Die Leitschiene hat noch den weiteren Vorzug gegenüber dem einteiligen Rillenschienen-Oberbau, daß sie gestattet, in den vielfach vorkommenden scharfen Kurven eine den Umständen angemessene beliebige Rillenweite zu bilden (siehe auch in b). Es werden also einerseits das Gleis und die Radreifen der Räder vor zu starkem Verschleiß in den Kurven bewahrt, andererseits wird durch das glatte Abrollen der Wagen erheblich an Zugkraft gespart. Ein großer Vorzug liegt dann noch darin, daß eine Auswechslung seitlich verschlissener Leitschienen ohne Erneuerung der Fahrstücken möglich ist, während einteilige Rinnenschienen ganz herausmüssen.

Auf nicht eingepflasterten Straßen, wo keine Rille erforderlich ist, kann die Fahrstücken ohne Leitschiene weitergeführt werden; eine Aenderung in der Stoßverlasmung tritt dabei nicht ein. Man hat vielfach mit Vorteil hiervon Gebrauch gemacht, auch bei längs des Seitenbanketts der Straße liegendem Gleise, indem man den dem Fahrdamm der Straße zugekehrten Schienenstrang mit Leitschiene versah, den äußeren Strang dagegen ohne Leitschiene verlegte.

Die Wechselsteg-Verblattschiene hat außer auf vielen Straßenbahn- und Kleinbahnstrecken auch auf Sonderbahnen, bei denen auf gute Fahrt und lange Dauer besonderer Wert gelegt werden mußte, Anwendung gefunden; so sind die elektrische Schwebebahn Barmen-Vohwinkel und die Berliner Hoch- und Untergrundbahn damit ausgerüstet.

Fig. 28.



In den Figuren 23 bis 27, Taf. I, sind einige Einzelheiten aus dem Oberbau der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel zur Darstellung gebracht. Es ist, wie



schon gesagt, obiger Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau und zwar mit Unterlagsplatten zur Anwendung gekommen. Fig. 23 zeigt die Seitenansicht und die

Oberansicht der Stoßverbindung, Fig. 24 die Oberansicht der Unterlagsplatte, Fig. 25 die zur Befestigung dienende Klemmplatte, Fig. 26 die zugehörige Klemmplatzenschraube und Fig. 27 endlich die Art der Schienenbefestigung. Aus den Figuren sind Befestigung und Wirkungsweise aller Teile zu ersehen.

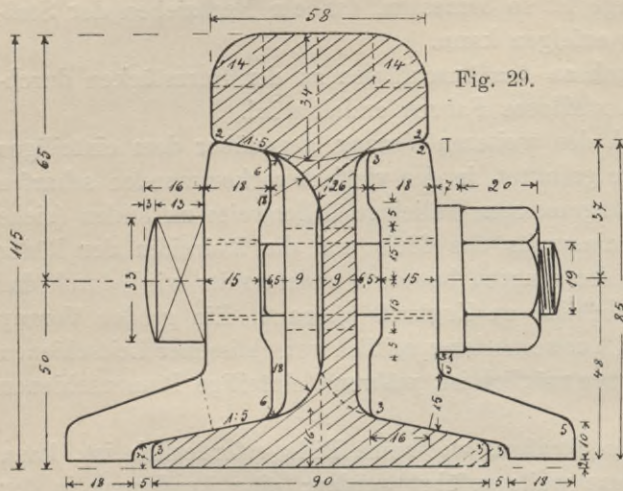
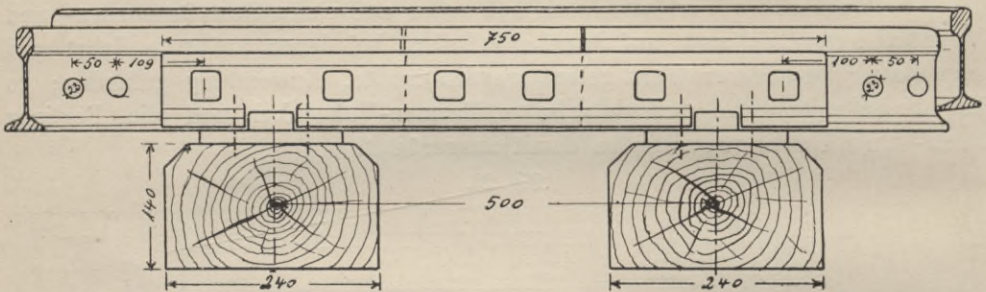


Fig. 29.

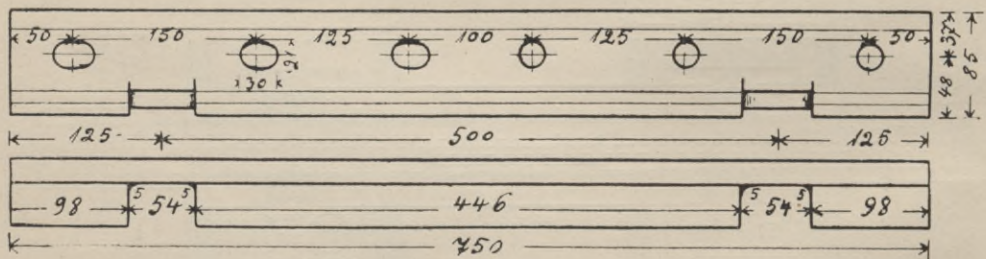
mit Hakenplatten für die elektrische Hoch- und Untergrundbahn Berlin dar und zwar: Fig. 28 Seitenansicht und Oberansicht der Stoßverbindung für gerade

Fig. 30.



Strecken, Fig. 29 bis 40 den entsprechenden Oberbau für Gleiskrümmungen, in welchen Zwangschienen am Innenstrange des Gleises zur Anwendung gekommen

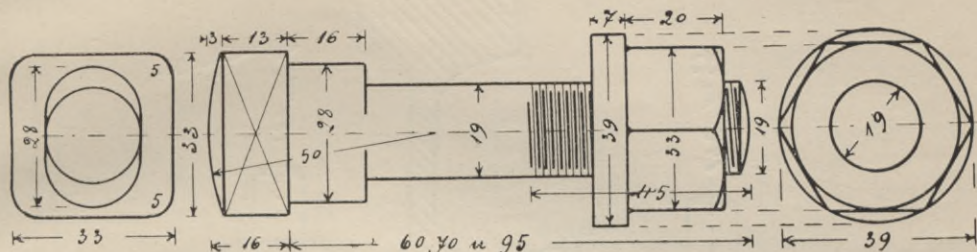
Fig. 31.



sind. Im einzelnen zeigen die letzteren Figuren folgendes: Fig. 29 Querschnitt durch die Stoßverbindung der Fahrchiene; Fig. 30 Seitenansicht der Fahrchiene-Stoßverbindung; Fig. 31 die Fahrchiene-Stoßblasen, links außen,

rechts innen; Fig. 32 die Fahrmaschinenstoß-, bezw. Stemmaschenschraube; Fig. 33 Querschnitt durch die Stemmaschenverbindung; Fig. 34 Seitenansicht der Stem-

Fig. 32.



laschen-Befestigung; Fig. 34a die Stemmasche; Fig. 35 die Schienenbefestigung auf den Mittelschwellen im Außenstrang; Fig. 36 Oberansicht der zugehörigen

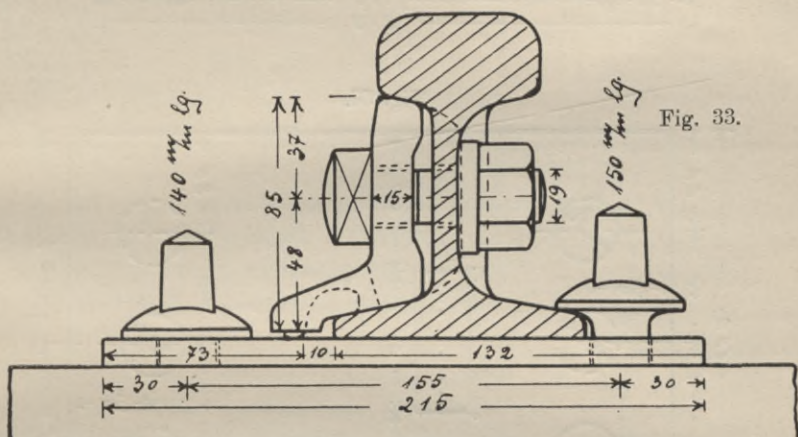


Fig. 33.

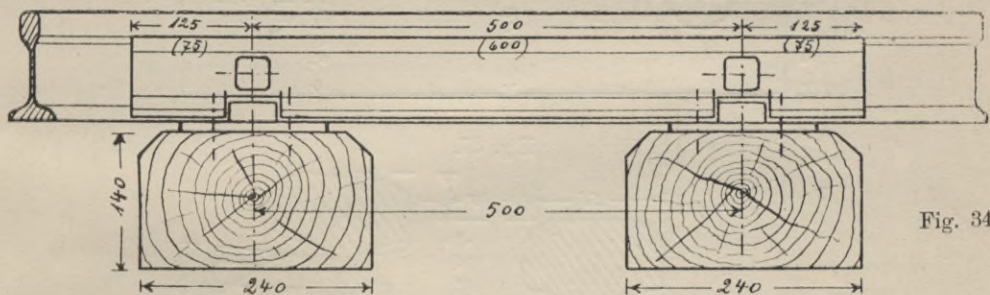
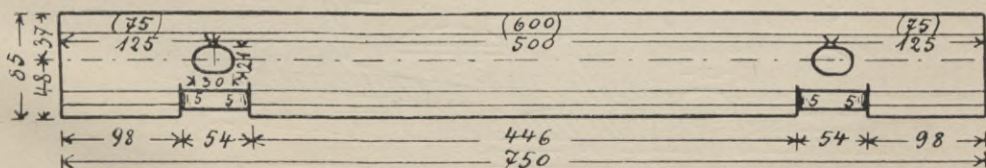


Fig. 34.

Fig. 34a.



Hakenplatte; Fig. 37 Schienenbefestigung auf den Mittelschwellen im Innenstrang; Fig. 38 Oberansicht des zugehörigen Schienenstuhles; Fig. 38a die zugehörigen

Ausgleichplättchen; Fig. 38 b die zugehörigen Klemmplatten; Fig. 38c die Zwangschienen-Laschenschrauben bzw. Stuhlschrauben; Fig. 39 die Schienenbefestigung

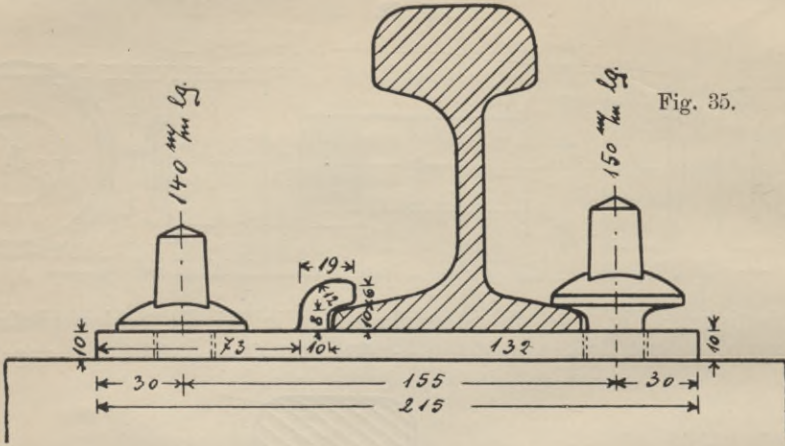


Fig. 35.

Fig. 36.

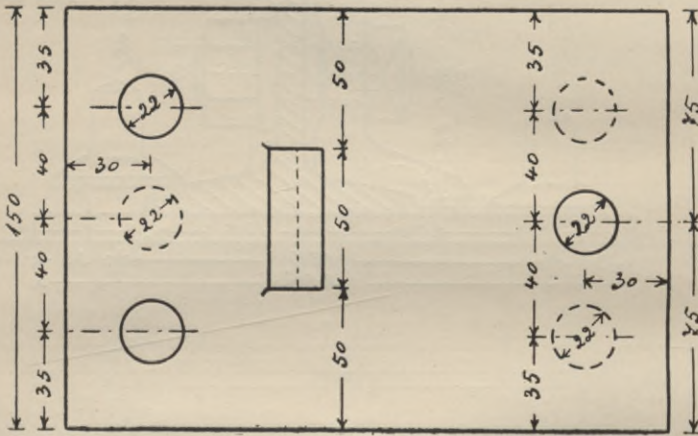
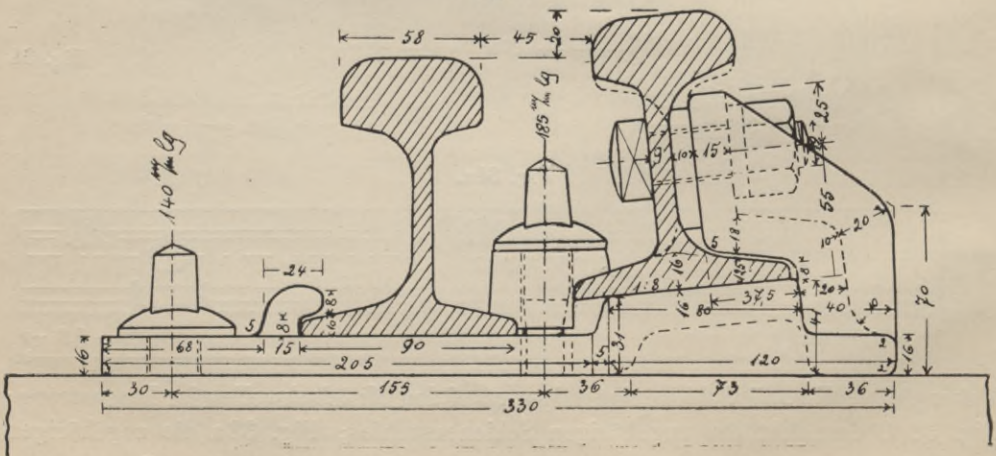
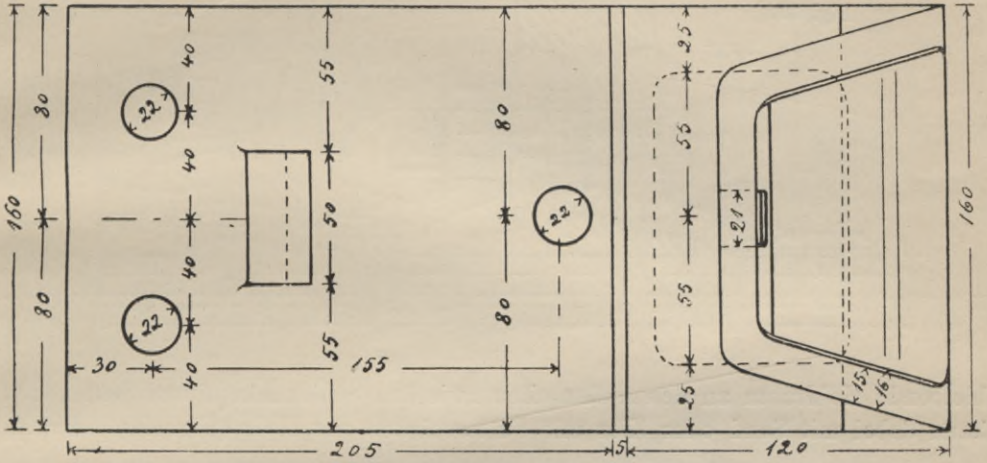


Fig. 37.



auf den Stoßschwellen im Innenstrang; Fig. 40 die Seitenansicht der Zwangschienen-Stoßverbindung. Die Figuren sind so klar und übersichtlich, daß ich auch hier nichts hinzuzufügen habe.

Fig. 38.



Da das Verhalten eines Straßenbahn-Oberbaues außer von der Güte der Konstruktion und des verwendeten Materials zum nicht geringen Teile auch von der sachgemäßen Verlegung abhängig ist, so muß die größte Sorgfalt auf die ordnungsmäßige Herstellung einer widerstandsfähigen Bettung gerichtet werden. Erfreulicherweise hat die Auffassung, daß bei Verlegung von Straßenbahngleisen im Pflaster unter allen Umständen die normalen Steine von

Fig. 38 b.

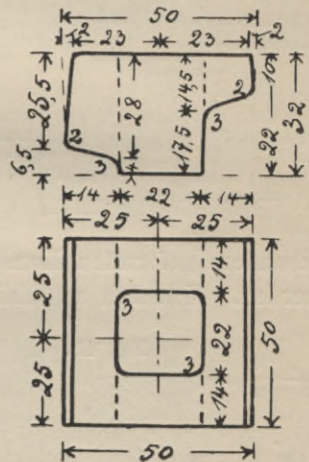


Fig. 38 a.

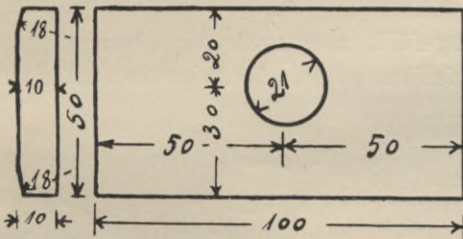
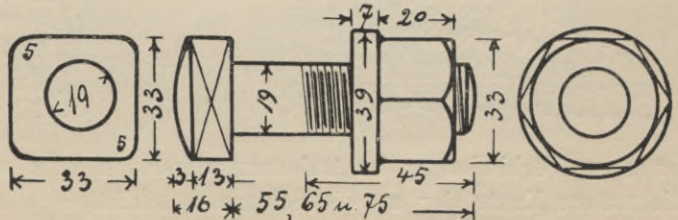


Fig. 38 c.



bestimmter Form und Größe ohne die geringste Bearbeitung der unteren Kanten auch für den unmittelbaren Anschluß der Pflasterdecke an die Schiene verwendbar sein müßten, allmäh-

lich einer besseren Erkenntnis Platz gemacht. Bei Verwendung von Steinen mit etwas schrägen Seitenflächen gestaltet sich der Einbau sehr einfach. Der ver-

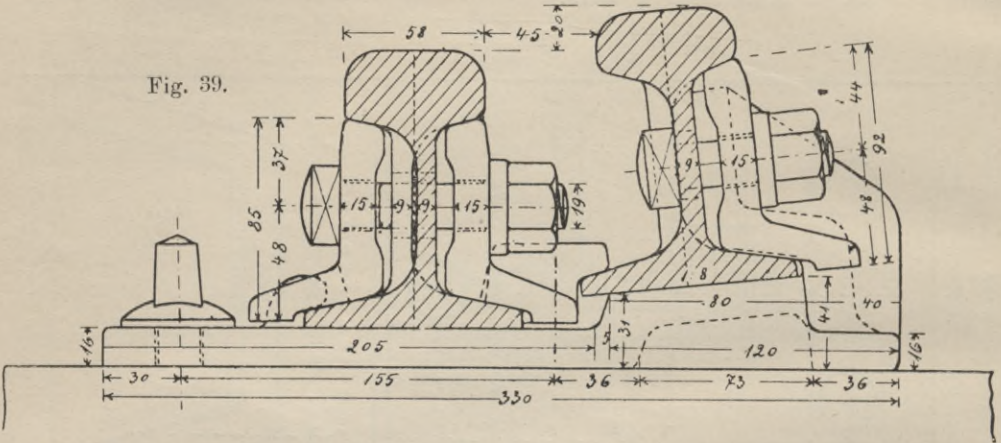
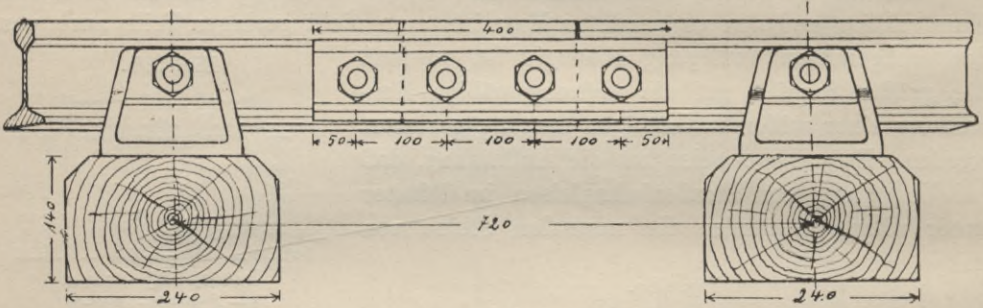


Fig. 39.

bleibende Hohlraum an den Außenseiten zwischen Schienenkopf und Schienenfuß kann dabei mit Sand oder Kies mit Futterstücken aus Holz (Fig. 41) oder mit

Fig. 40.



besonders geformten Kunststeinen ausgefüllt, aber auch mit Beton ausgetrichen werden. Kommen ausschließlich würfelförmige Pflastersteine in Anwendung, so

Fig. 41.

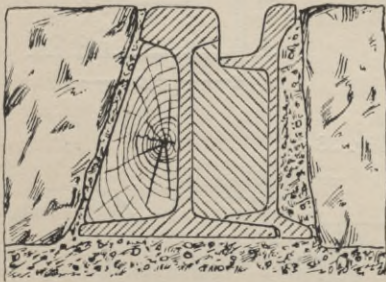
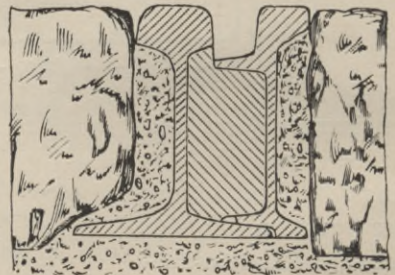


Fig. 42.



ist es zur Verhinderung des Aufsetzens derselben auf den Schienenfuß ausreichend, die untere Kante der an die Schiene anschließenden Steine vor dem Einsetzen während des Einpflasterns mit einigen Hammerschlägen abschrägen zu lassen

(Fig. 42). Die Verlegung des Oberbaugestänges in Asphaltstraßen geschieht neuerdings fast ausschließlich direkt auf Beton. Zur Erreichung einer festen Lagerung des Oberbaues wird der Hohlraum zwischen beiden Stegen der Fahr- und Leitschiene je nach Umständen mit Beton, Asphalt oder Sand und Pflasterpech ausgefüllt (Fig. 43). Vergl. auch VIII. d.

Zur Trockenhaltung der Auflagefläche des Schienengestänges in Asphaltstraßen wird außer für möglichst dichten Anschluß der Asphaltdecke an die Schiene und Ausfüllung aller Zwischenräume auch für Abfluß des dennoch etwa eindringenden Wassers in das anzuschließende Kanalsystem gesorgt. Fig. 44 (M. 1:10, Querschnitt Straße 1:50). Vergl. auch X. d. Kleinbahnen-Oberbau für Strecken, die auf eigenem Bahnkörper, nicht in Straßenpflaster zur Verlegung gelangen, wird zweckmäßigerweise mit Querschwellen ausgeführt.

Fig. 43.

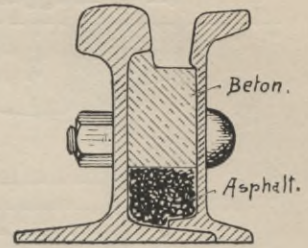
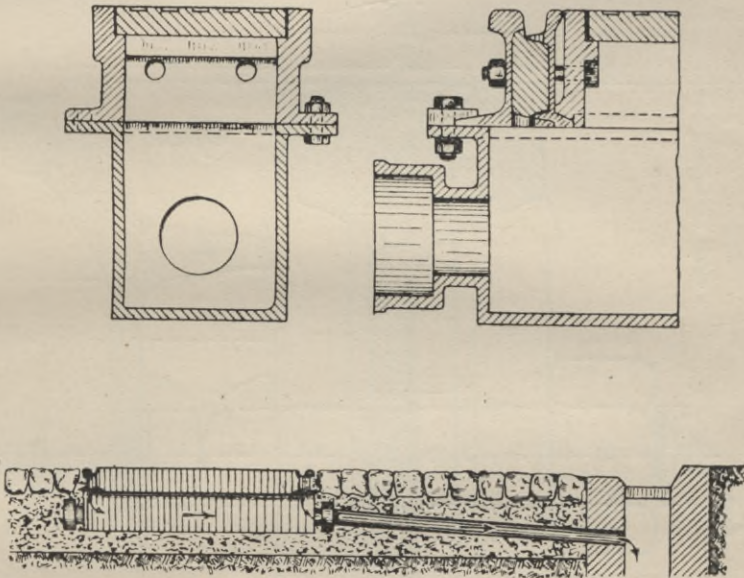


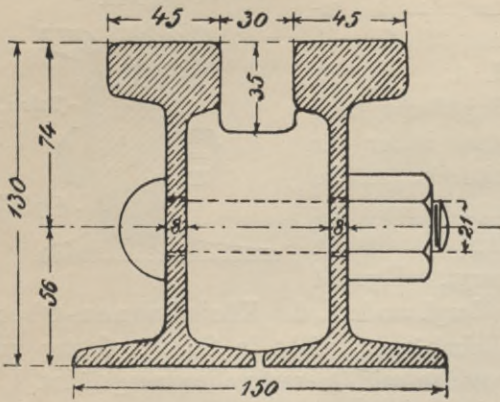
Fig. 44.



Bemerkung zu a): Die Firma hat auch für die elektrische Hoch- und Untergrundbahn in Hamburg Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau auf Holzquerschwellen mit Hakenplatten geliefert. Dieser Oberbau unterscheidet sich von dem auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn zur Anwendung gekommenen Oberbau nur unwesentlich. Ich will daher von einer eingehenderen Beschreibung desselben Abstand nehmen und nur einige Abweichungen kurz erwähnen. Es sind hier die Unterlagsplatten (Hakenplatten) für die Schienen und die Schienenstühle bei der Anwendung von Zwangschienen etwas anders gestaltet. Fig. 45, Taf. II, zeigt die Hakenplatte in Seitenansicht und Oberansicht, Fig. 46, Taf. II, die zugehörigen Klemmplatten (beide Figuren den ge-

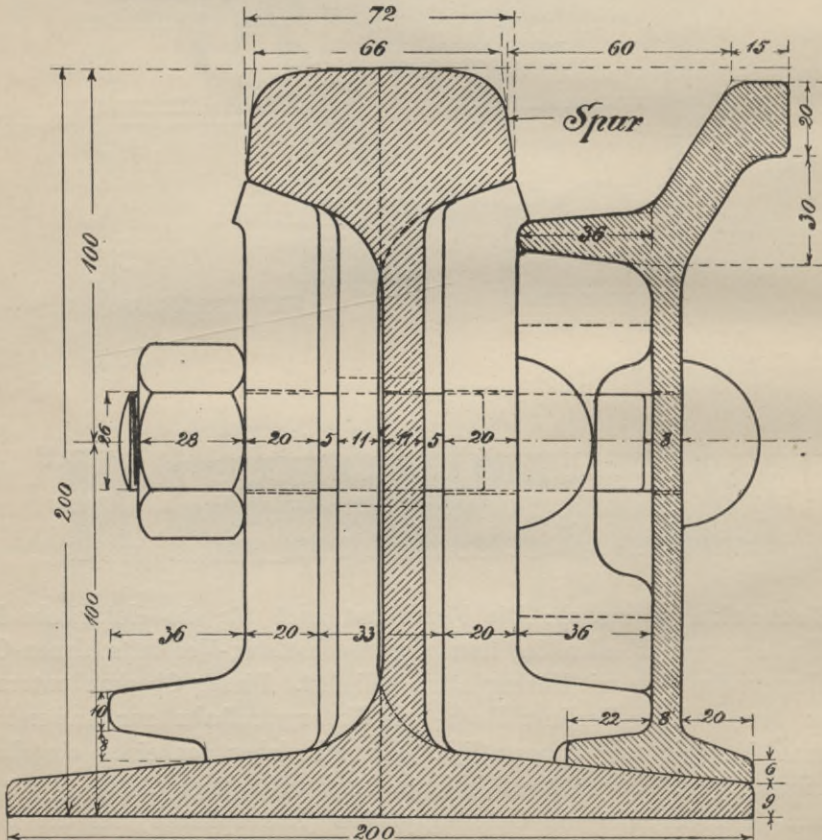
raden Strang betreffend), Fig. 47, Taf. II, den Querschnitt durch die Schienenbefestigung im Kurven-Außenstrang, Fig. 48, Taf. II, den Querschnitt durch die Schienenbefestigung im Kurven-Innenstrang mit Zwangsschiene und Stuhl, Fig. 49, Taf. II, die Oberansicht des Schienenstuhles, Fig. 50, Taf. II, die Seitenansicht der Zwangsschienenstoßverbindung. Ein Vergleich mit den Figuren 28 bis 40 läßt die Unterschiede ohne weiteres erklärlich erscheinen. (Siehe auch Figuren 72 bis 75 mit den dazugehörigen Ausführungen betreffs der Anschlagleiste der Hakenplatte.)

Fig. 56.



b) Der Wechselsteg - Verblatt-  
(zweiteilige) Rillenschienen - Oberbau

Fig. 57.



**für Straßenbahnen.** Dieser in neuester Zeit in Aufnahme kommende Oberbau, welcher auf dieselben Grundgedanken der Zweiteiligkeit und Stoßverblattung,





Fig. 45.

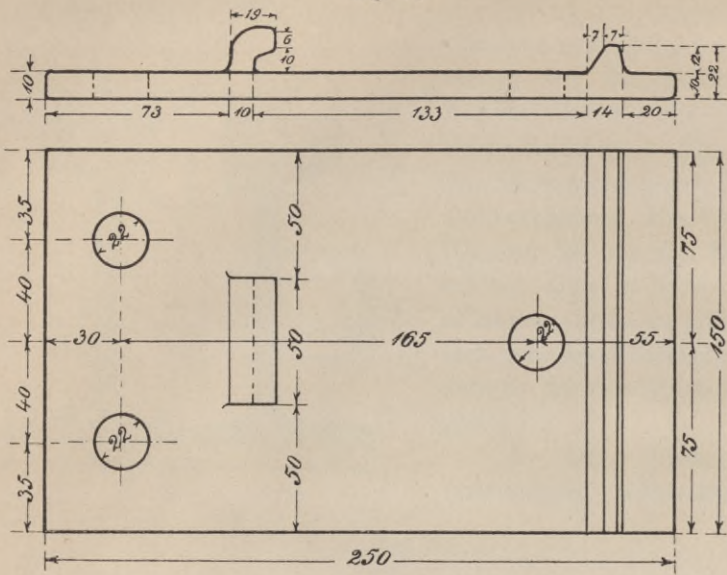


Fig. 46.

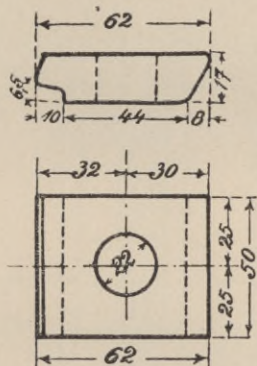


Fig. 47.

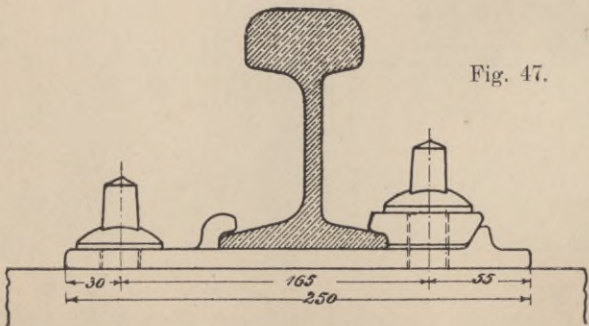


Fig. 48.

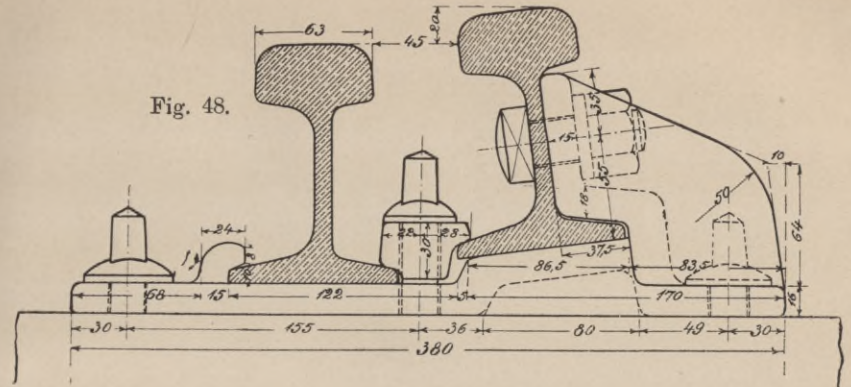


Fig. 49.

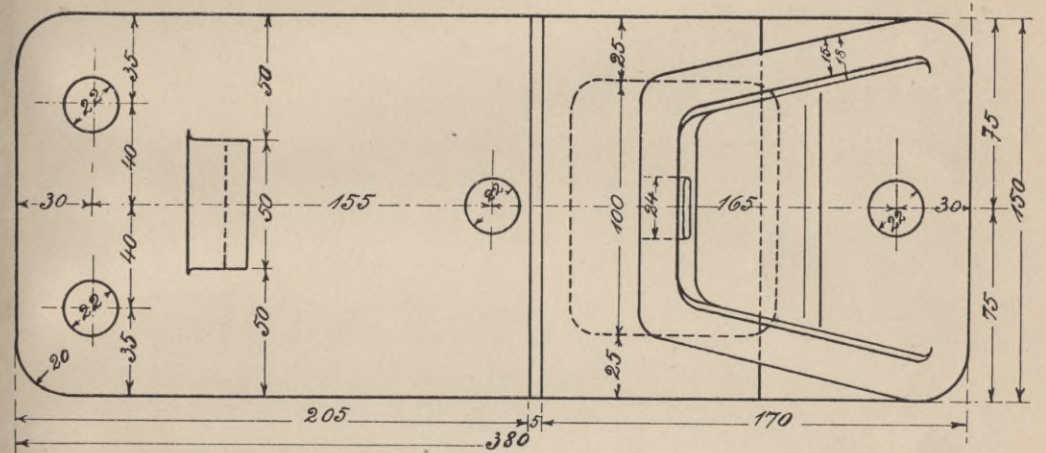


Fig. 50.

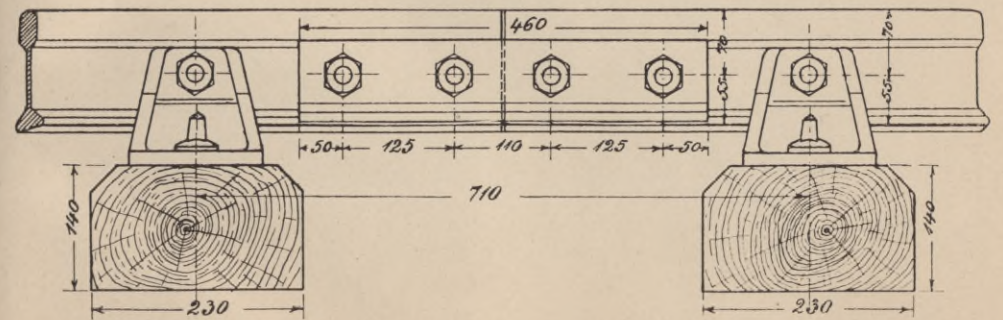






Fig. 51.

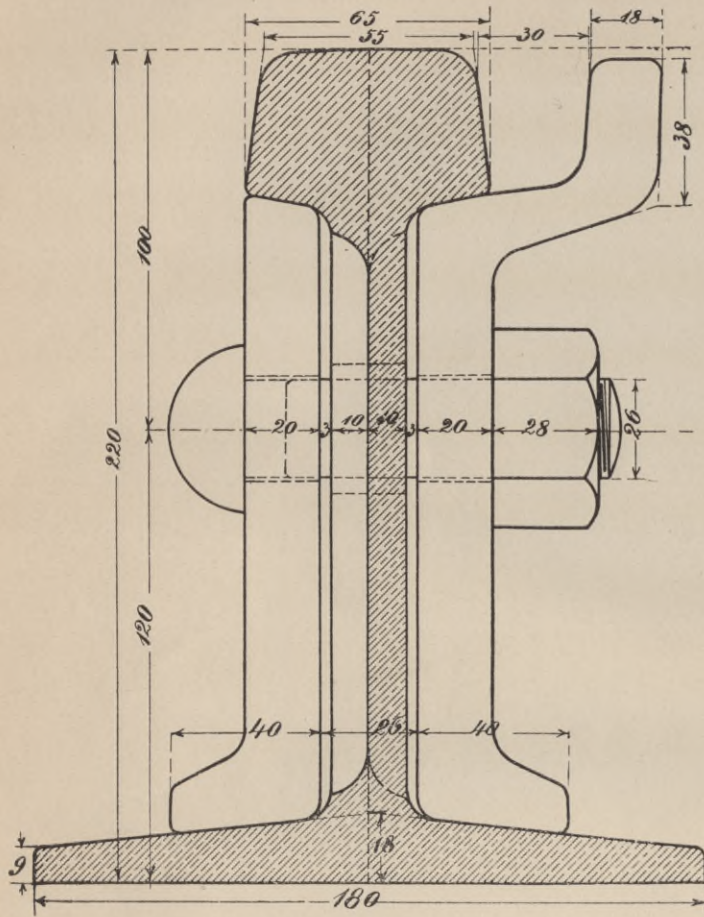


Fig. 53.

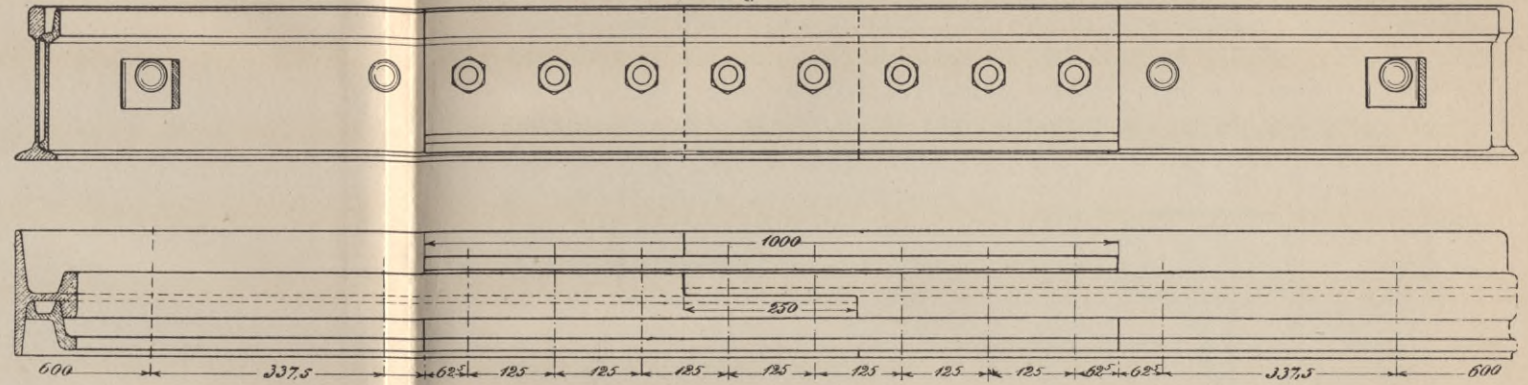


Fig. 55.

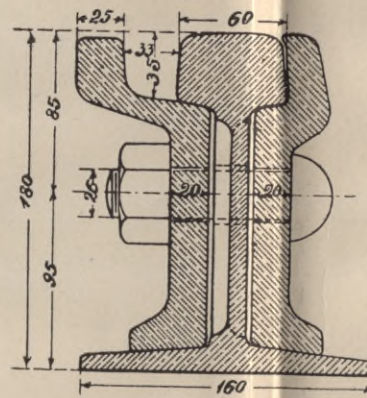


Fig. 52.

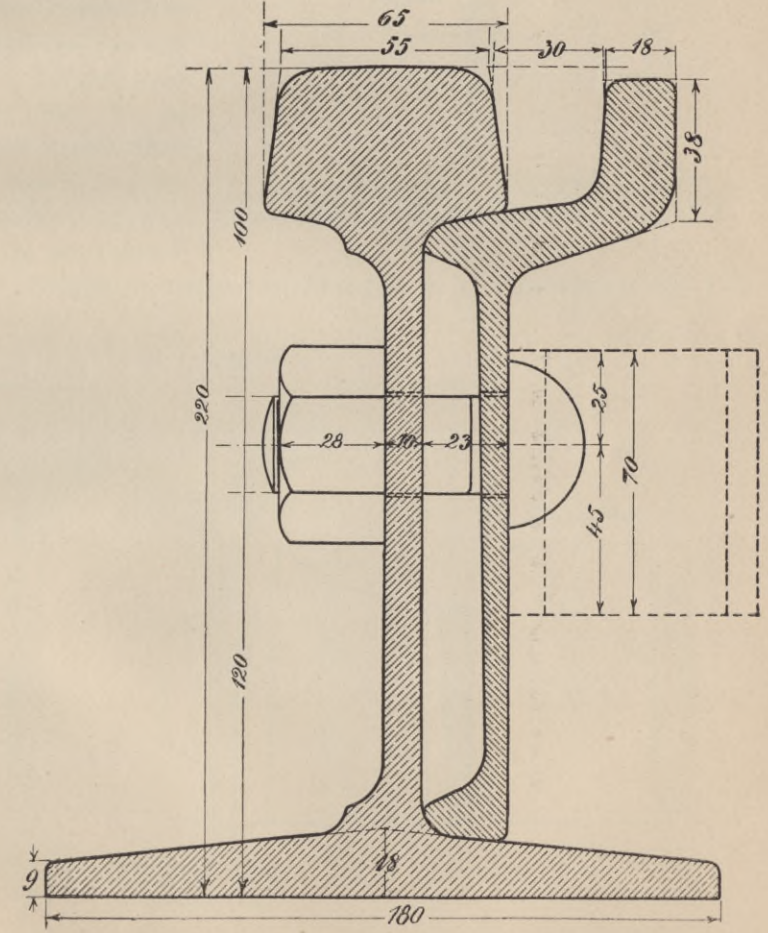
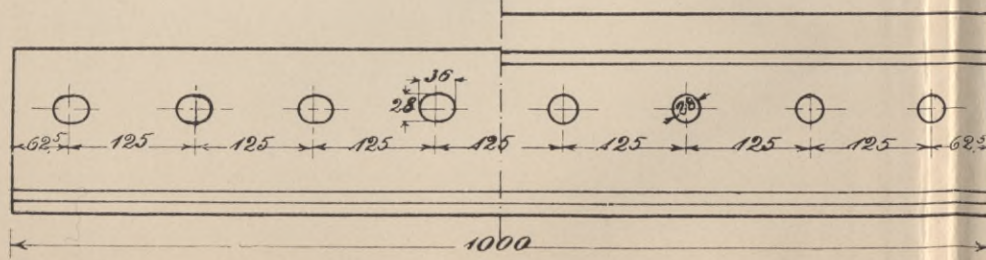


Fig. 54.





wie der soeben beschriebene, hinausgeht und dessen eingehendere Beschreibung ich mir daher ersparen kann, ist in seinen Einzelheiten in den Figuren 51 bis 55, Tafel III, zur Darstellung gebracht. Er wird in verschiedenen Stärken und Abmessungen je nach den Anforderungen der Bahnbetriebe geliefert. Fig. 51 zeigt den Querschnitt durch die Stoßverbindung; aus der Figur ist ersichtlich, daß die Innenlasche gleich als Leitschiene zur Herstellung der erforderlichen Rille herangezogen wird; Fig. 52 zeigt den Querschnitt durch das Zwischen-  
gleis, in welchem zugleich die Quer-  
verbindung dargestellt ist; Fig. 53 ist die Seitenansicht und Ober-  
ansicht der Stoßverbindung; Fig. 54 stellt links die halbe Außenlasche,  
rechts die halbe Innenlasche dar;  
Fig. 55 zeigt nochmals den Quer-  
schnitt durch die Stoßverbindung  
für den Fall, daß die Außenlasche  
bis zur Schienenkopfhöhe hochge-  
führt wird, also als Auflauflasche  
dient (Schienenprofil 180). Es sei  
noch erwähnt, daß der Verein deut-  
scher Straßenbahn- und Kleinbahn-  
Verwaltungen die Aufstellung einiger  
Profile obiger Art als Normal-  
profile beabsichtigt. Vergleiche auch Ausführungen in c) (Leitschiene auf Fuß  
der Fahrschiene).

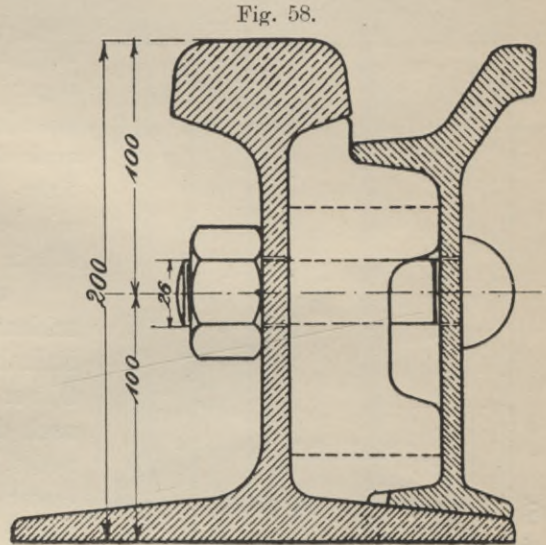
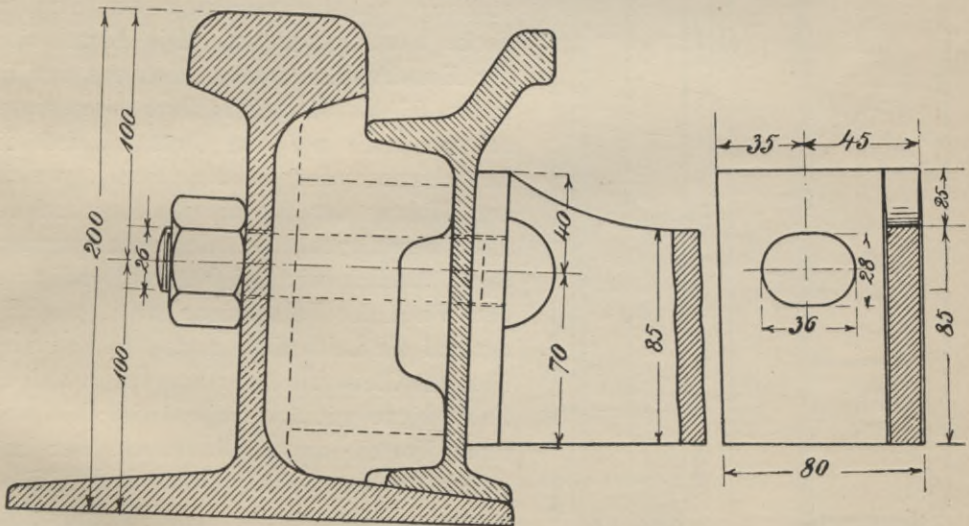


Fig. 59.



Bemerkung zu b: Ursprünglich für Mittelflanschräder entworfen, hat der zweiteilige Straßenbahn-Rillenschienen-Oberbau zur Zeit des Pferdebetriebes

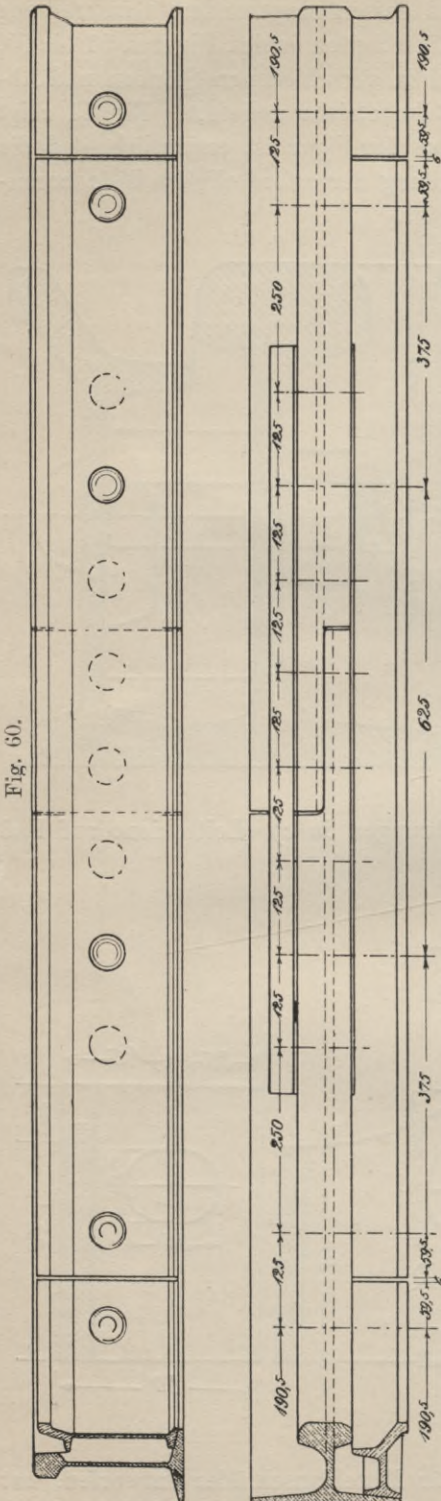


Fig. 60.

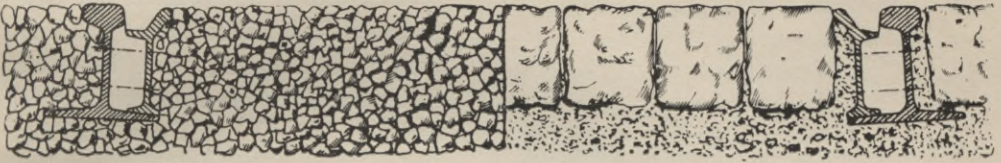
als Zwillingsschienen-Oberbau ausgedehnte Verwendung gefunden. Aber auch mit den jetzt allgemein üblich gewordenen Innenflanschrädern hat solcher Oberbau mit gleichen Fahr- und Leitschienen, nachdem die Schienenprofile mit zu dünnen Stegen und zu schmalen Füßen ausgemerzt waren, sich in stärkerer Ausführung lange behauptet und wird von einigen Verwaltungen sogar noch jetzt bevorzugt. Es sei daher des allgemeinen Interesses halber in Fig. 56 auch dieser Oberbau noch dargestellt. Die Fahr- und Leitschiene werden auch hier, wie bei a) und b) durch gußeiserne Sperrstücke zusammengehalten.

**c) Der Herkules-Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Wegübergänge und Hafenbahnen (Herkules-Schwellschiene):**

Dieser besonders starke Oberbau, über den nach dem bisher mitgeteilten weiter nichts neues zu sagen ist, wird von der Firma in erster Linie für Wegübergänge in Schienenhöhe bei Hauptbahnen empfohlen. Er soll die tatsächlich vorhandenen Mängel der allgemein üblichen Befestigungen (Tieferlegen der Querschwellen für Pflasterung, Ungleichmäßigkeiten in der Gestaltung und Unterstützung der Straßendecke usw.) beseitigen. Die Einzelheiten der Konstruktion ergeben sich aus den Figuren 57 bis 61. Besonders hingewiesen sei nur noch auf den Umstand, daß die Leitschiene (oder Schutzchiene), welche zur Bildung der für die Radflanschen der Eisenbahnfahrzeuge erforderlichen Spurrinne dient, ähnlich wie bei b), vollständig auf dem Fuße der Fahrschiene steht, wodurch der auf die Leitschiene ausgeübte Raddruck über das Gleis fahrender Lastwagen auf die Fahrschiene mit übertragen wird; ein weiterer Vorteil dieses Oberbaues, der mit seiner großen Schienenhöhe den Einbau normaler Pflastersteine ohne irgendwelche Bearbeitung derselben gestattet und infolge seiner hervorragenden statischen Eigen-

schaften die bei Querschwellengleisen vom Zugverkehr hervorgerufenen Erschütterungen, welche ein Losrütteln der Straßendammbefestigung zur Folge haben,

Fig. 61.



vollständig ausschließt. Die Figuren im einzelnen stellen dar: Fig. 57 Querschnitt durch die Stoßverbindung; Fig. 58 Querschnitt durch das Zwischengleis; Fig. 59 Querschnitt durch das Zwischengleis mit Querverbindung (Schienenfuß 1:20 geneigt); Figur 60 Seitenansicht und Oberansicht der Stoßverbindung; Fig. 61 die Einpflasterung in Steinschlag und bei Pflastersteinen.

**d) Neuer Querschwellen-Oberbau für Wegübergänge und Hafenbahnen:** Um den Gleisen in Wegübergängen eine erhöhte Standfestigkeit zu geben und die schon erwähnten Reparaturen der Straßendecke nach Möglichkeit auszuschließen, wird eine entsprechend hohe Zweifußschiene (Fig. 62) benutzt, die in ihrem oberen Teil genau das Profil der anschließenden normalen Schiene hat. Der untere Schienenfuß

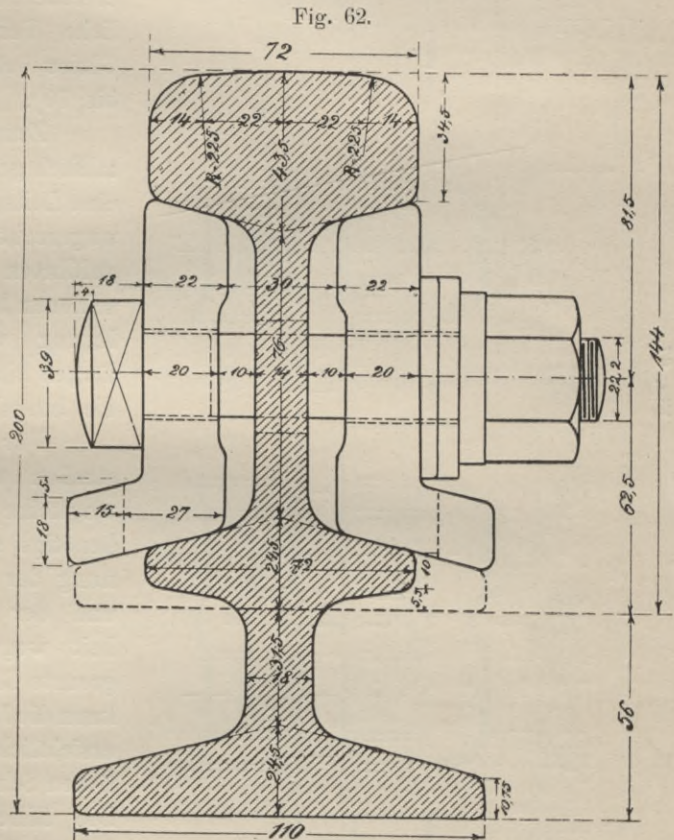
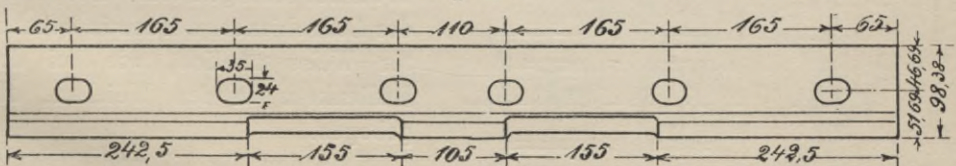


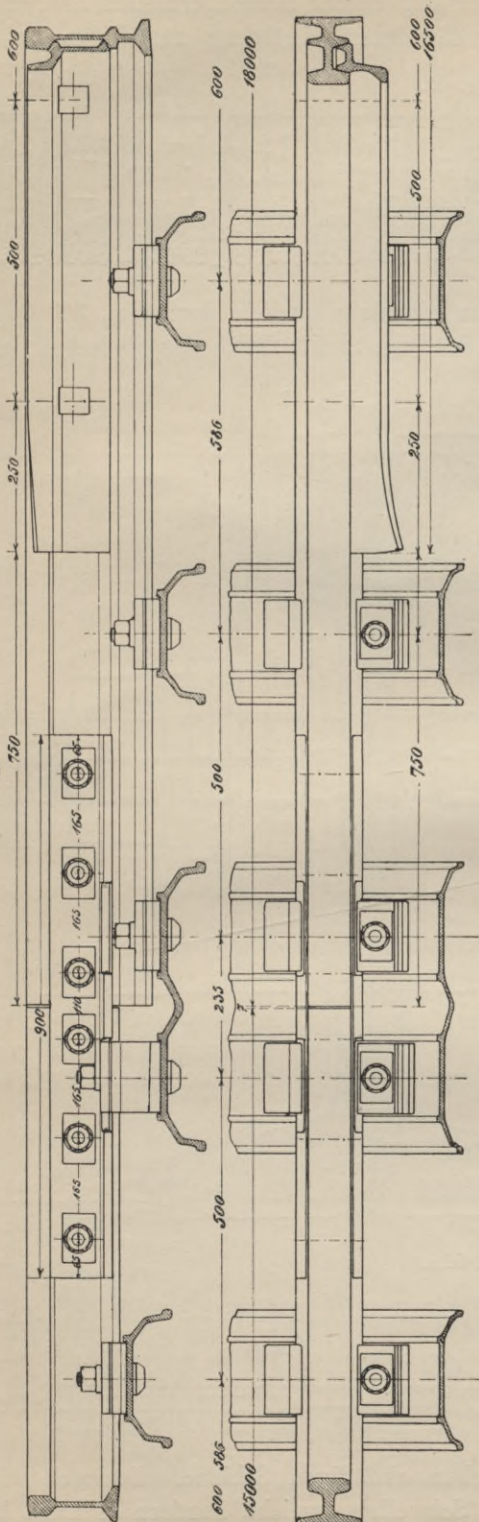
Fig. 62 a.



entspricht ebenfalls dem der gewöhnlichen einfüßigen Schiene. Dadurch wird nicht nur die erforderliche Tieflage der Schwellen erreicht, sondern es kann bei



Fig. 67.



Eisenquerschwellen (Fig. 63 und 64, Taf. IV) die Schienenbefestigung mit den normalen Hakenzapfenplatten und Klemmplatten auf Rippschwellen (siehe diese) mit einheitlicher Lochung und bei dem Holzquerschwellen-Oberbau (Fig. 65 und 66, Taf. IV) mit gewöhnlicher Befestigung durchgeführt werden. Auch sind keine besonderen Uebergangslaschen an den Schienenstößen erforderlich, vielmehr paßt die übliche Verlaschung wie im freien Gleise ohne weiteres (Fig. 67 bis 70).

Zur Herstellung einer metallisch geschlossenen Fahrtrille wird eine Leitschiene angebracht, die mit wagerecht durch die Schienenstege geführten Schrauben an die Fahr-schienen befestigt wird und bei Verlegung von mehreren Schienenlängen hintereinander an den Stößen die Innenlasche vertritt.

Für Wegübergänge in Landstraßen mit geringerem Verkehr, wo keine besonderen Pflastersteine benötigt werden, jedoch zur Schonung der Fahrbahn, des Gestänges und der größeren Betriebssicherheit wegen eine metallisch begrenzte Gleisrille zweckdienlich ist, kann die Leitschiene, wie aus Fig. 71 ersichtlich, auch an den gewöhnlichen Schienen angebracht werden. Die Rille erhält die seit vielen Jahren bei Pflastergleisen bestens bewährte schräge Form. Die Enden der Leitschienen werden in bekannter Weise ähnlich, wie bei den Radlenkern in den Weichen, abgebogen.

In den Fig. 67 und 69 ist je ein Uebergangsstoß mit Doppelschwellen, in den Fig. 68 und 70



Fig. 63.

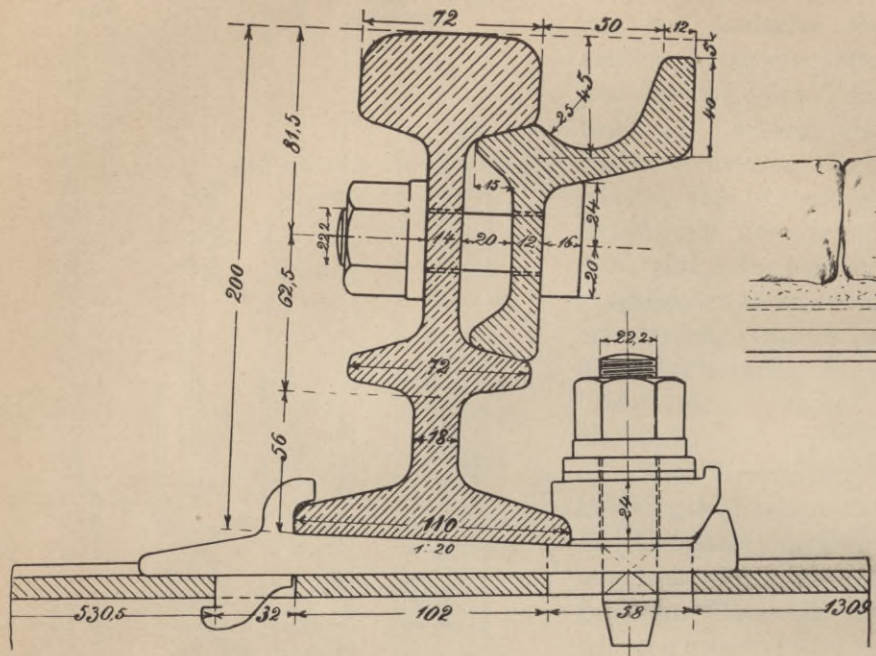


Fig. 64.

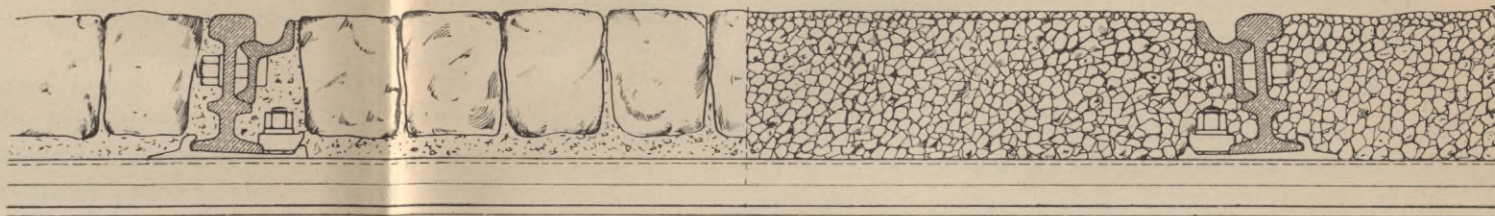


Fig. 65.

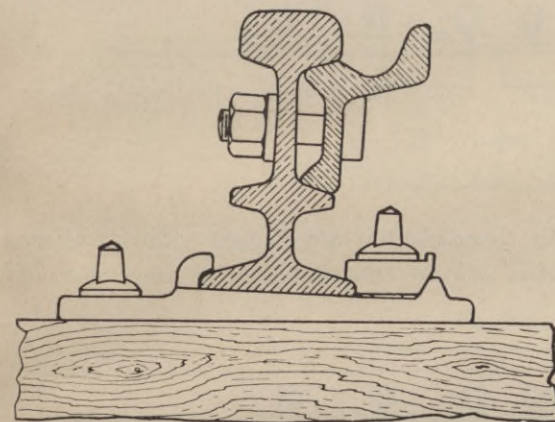


Fig. 63 a.

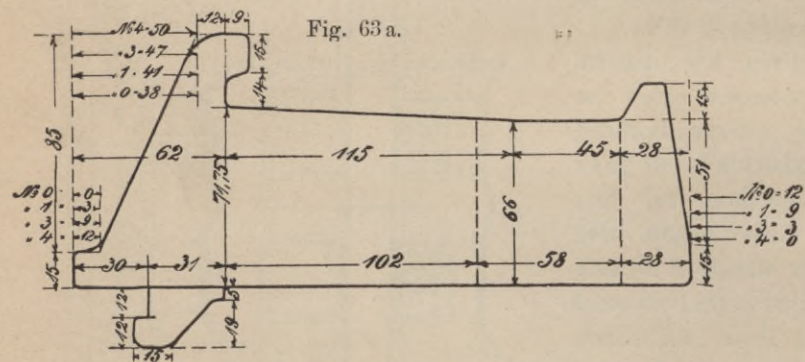
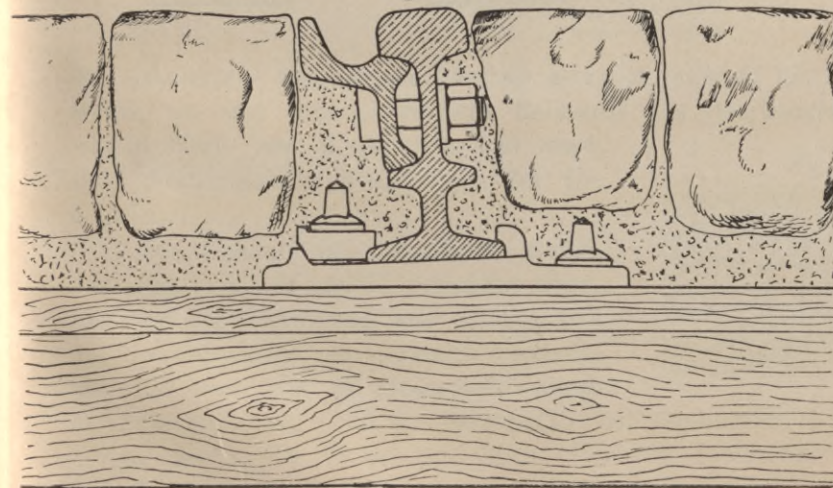


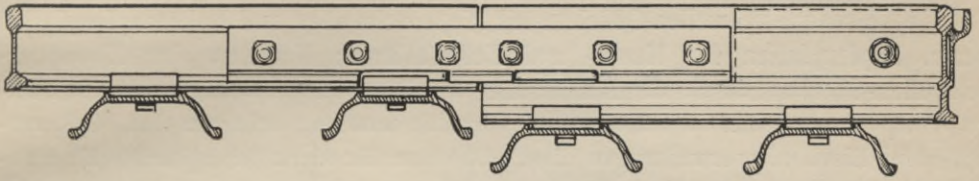
Fig. 66.





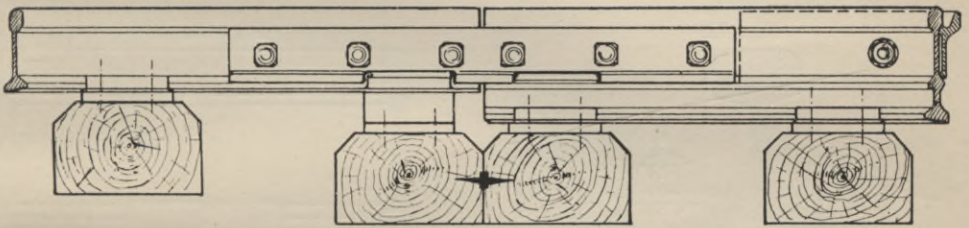
mit gewöhnlichen Mittelschwellen dargestellt. Die Einpflasterung ist für beide Oberbauarten, Eisen- oder Holzquerschwellen, die gleiche und in den Fig. 64 und 66 veranschaulicht.

Fig. 68.



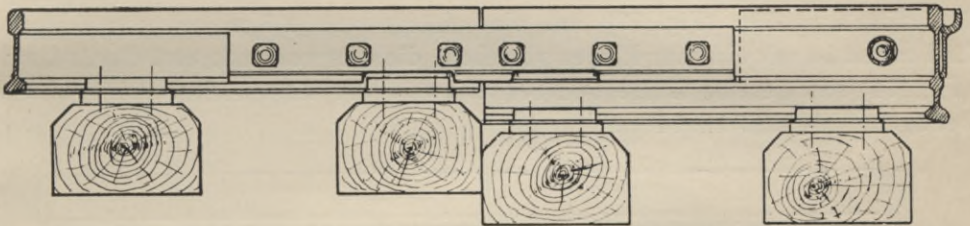
Diese Konstruktion eignet sich besonders auch für Bahnhofsgleise, die zur Erleichterung des Gepäck- und Personenverkehrs bis zur Oberkante des Schienen-

Fig. 69.



kopfes verfüllt, ebenso für Hafenbahnen, die mit Rücksicht auf den schweren Fuhrwerksverkehr eingepflastert werden müssen. Infolge der großen Steifigkeit

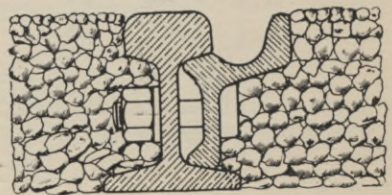
Fig. 70.



der Fahrtschiene kann dieser Oberbau natürlich auch da mit Vorteil Anwendung finden, wo eine außergewöhnliche Belastung des Oberbaugestänges stattfindet, wie in Werft- und Krangleisen und sonst stark beanspruchten Gleisanlagen der Industrie.

Die Figuren im besonderen stellen dar: Fig. 62 bis 64 und 67 genannten Oberbau für den Uebergang von Schiene 15 c auf Zweifußschiene mit normaler Verlaschung und zwar Fig. 62 Querschnitt durch die Stoßverbindung (Fuß der Schiene 15 c ist einpunktirt); Fig. 62 a die zugehörige Lasche; Fig. 63 den Querschnitt durch die Schienenbefestigung; Fig. 63 a den Stoßklotz aus Stahlguß in Seitenansicht und Aufsicht; Fig. 64 den Quer-

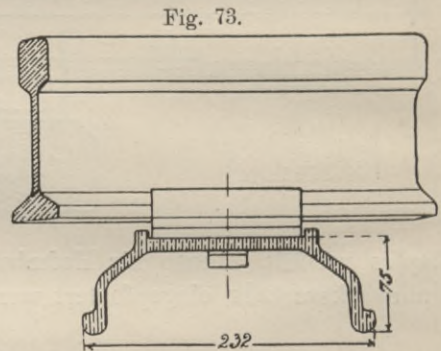
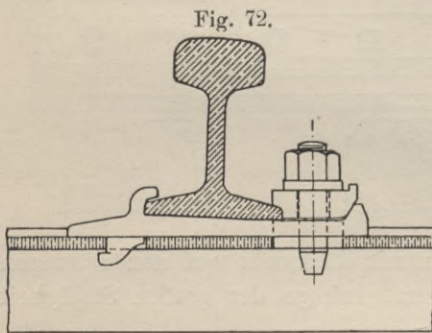
Fig. 71.



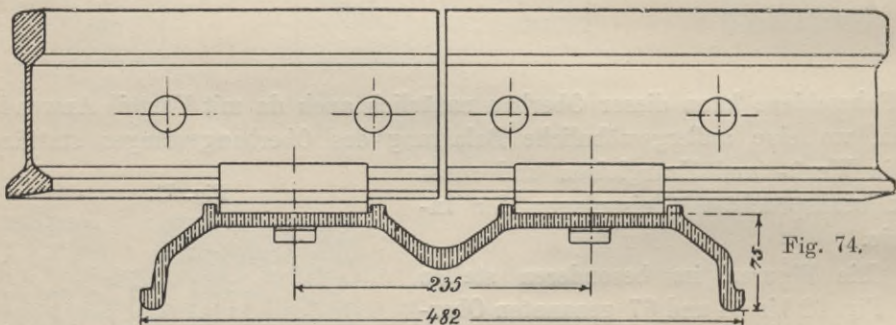
schnitt durch die Einpflasterung, links Pflastersteine, rechts Kleinschlag; Fig. 67 den Uebergangsstoß in Seitenansicht und Oberansicht; Fig. 65, 66, 68 bis 71 sind Prinzipskizzen, deren Bestimmung ohne weiteres aus vorstehendem Texte ersichtlich ist.

e) **Eisenquerschwellen-Oberbau mit Rippenschwellen und Hakenzapfenplatten bzw. Zapfenplatten für Haupt- und Nebenbahnen:** Nachdem der Eisenquerschwellen-Oberbau durch die Einführung der Rippenschwellen und Hakenzapfenplatten eine so bedeutsame Vervollkommnung erfahren hat, daß verschiedene Eisenbahnverwaltungen diesen Oberbau für stark beanspruchte Hauptbahnlinien in großem Umfange zur Einführung bringen, sei im folgenden das wichtigste über die letzten Fortschritte im Eisenquerschwellen-Oberbau mitgeteilt.

In den Figuren 72 bis 74 ist der Rippenschwellen-Oberbau der Preußischen Staatseisenbahnen abgebildet. Die preußische Rippenschwelle



für Mittelschwellen (Fig. 73) hat eine Länge von 2,7 m mit umgeklappten Enden und ist mit ein Paar Rippen versehen; die entsprechende Stoß-Breitschwelle (Fig. 74) hat dieselbe Länge und besitzt zwei Paar Rippen; ihre Auflageflächen betragen 6264 und 13014 cm<sup>2</sup>.



Nach dem Oberbaublatt 15c E der Preußischen Staatseisenbahnen kommen eine Stoßbreitschwelle und 24 Mittelschwellen auf 15 m lange Schienen mit einem Mittenabstand von 60 cm zur Verlegung.

Die Vorzüge der Rippenschwellen gegenüber Eisenschwellen ohne Rippen beruhen vornehmlich darauf, daß die Unterlagsplatten zwischen den

beiden oben rechts und links an der Schwellendecke angewalzten Längsrippen so unverrückbar fest gelagert sind, daß keine schädlichen Bewegungen, Schiebungen und Verdrehungen auf der Schwellendecke stattfinden können, daß also weder ein Deckenverschleiß der Schwelle und der Platte selbst, noch ein Verschränken und Verschieben des in das Schwellenloch eingreifenden Plattenansatzes stattfinden kann. Der in der Fahrrichtung

auftretende Längsschub der Schienen wird von der Unterlagsplatte in ihrer ganzen Breite auf die durchlaufende Rippe der Schwelle übertragen, so daß ein Verschleiß des Plattenansatzes und der Lochwand der Schwellendecke ausgeschlossen ist. Das bedeutet eine außerordentlich große Schonung der Schwellen sowohl wie der Befestigungsteile. Diese wird noch dadurch gestärkt, daß die Platte als Hakenzapfenplatte ausgebildet ist und an der Außenseite der Schienen das Schwellenloch überdeckt, so daß dessen Rand nicht mit der Außenkante der Unterlagsplatte zusammenfällt, wo bekanntlich die schärfsten Druckbeanspruchungen der Schwelle auftreten.

Aus Fig. 75 ist die Konstruktion der Hakenzapfenplatten zu ersehen. Ihr Hakenzapfen füllt das Schwellenloch paßrecht aus und verhütet dadurch eine Verschiebung quer zur Schiene, so daß weder Spurerweiterungen noch Spurverengungen im Betrieb vorkommen; dabei bildet der nach außen unter die Schwellendecke greifende Hakenfortsatz desselben eine Sicherheit gegen Abheben der Platte von der Schwellendecke besonders während des Gleiseinbaues, wenn die Klemmplatten noch nicht fest angezogen sind. Die Form ist eine derartige, daß die Hakenzapfenplatten trotz der das äußere Schwellenloch überdeckenden Plattenverbreiterung in nahezu

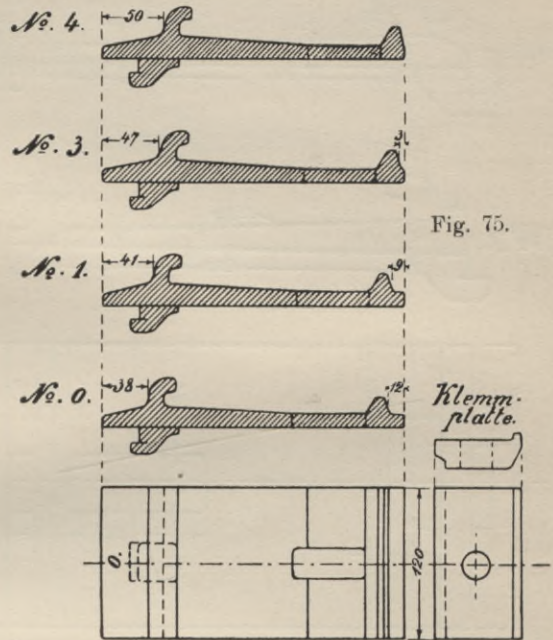
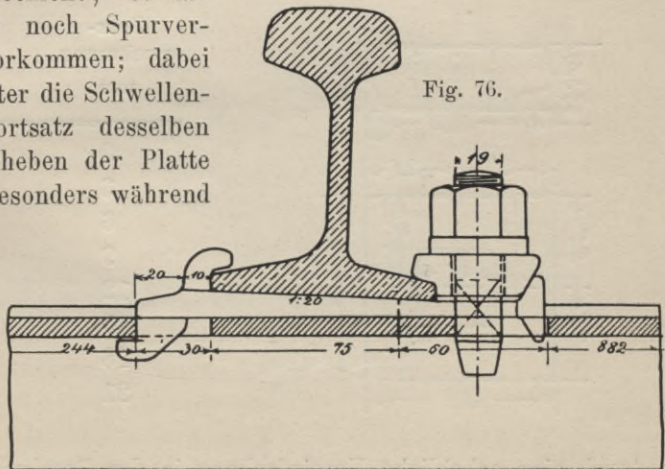


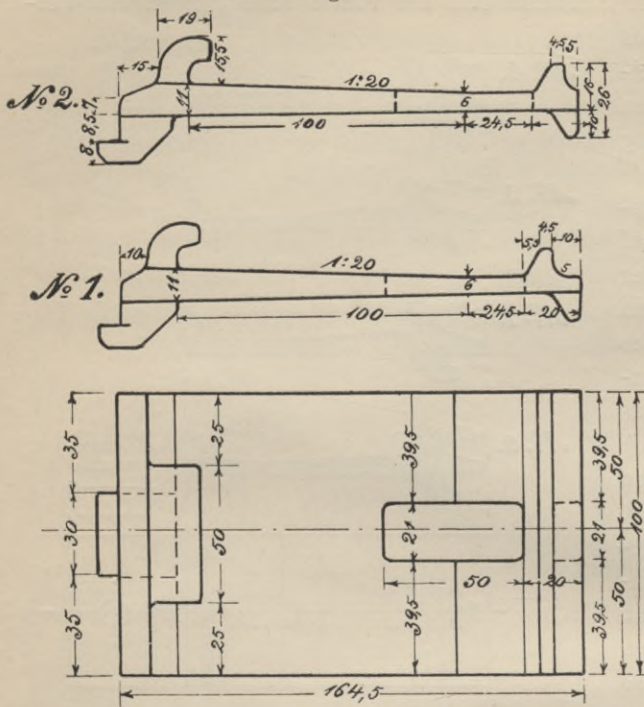
Fig. 75.

Fig. 76.



wagerechter Haltung eingelegt und ausgewechselt werden können. Wie ersichtlich, stützt sich die Klemmplatte gegen die schräge Anschlagleiste der Hakenzapfenplatte und bewirkt so beim Anziehen der Schraube eine feste Einspannung des Schienenfußes gegen den

Fig. 77.

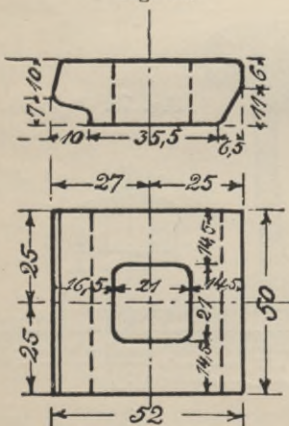


oberen Hakenansatz der Platte (Fig. 72). Auf diese Art werden die Schienen so eingeklemmt, daß das lästige Wandern nicht unerheblich eingeschränkt wird und damit die besonderen Vorrichtungen der Verhütung von Längsverschiebungen über die Schwellen hinweg in ihrer Aufgabe unterstützt werden (siehe auch Fig. 45 bis 47).

Ein wesentlicher Vorteil dieser Konstruktion besteht auch darin, daß, wie aus der nachstehenden Tabelle der Spurregelung zu ersehen ist, sich mit den vier Sorten der Haken-

zapfenplatten und nur einer Klemmplattenform bei stets gleich gelochten Schwellen eine Spurerweiterung von 3 zu 3 mm bis 21 mm ermöglichen läßt,

Fig. 78.



Spurerweiterung mm	Hakenzapfenplatten	
	an der linken	an der rechten
	Schiene	
0	Nr. 4	Nr. 3
3	" 3	" 3
6	" 4	" 1
9	" 4	" 0
12	" 3	" 0
15	" 1	" 1
18	" 1	" 0
21	" 0	" 0

wodurch eine erhebliche Vereinfachung in der Beschaffung des Kleineisenzeuges erreicht ist. Bemerkst sei, daß es üblich ist, für die normale Spurweite die





Fig. 81.

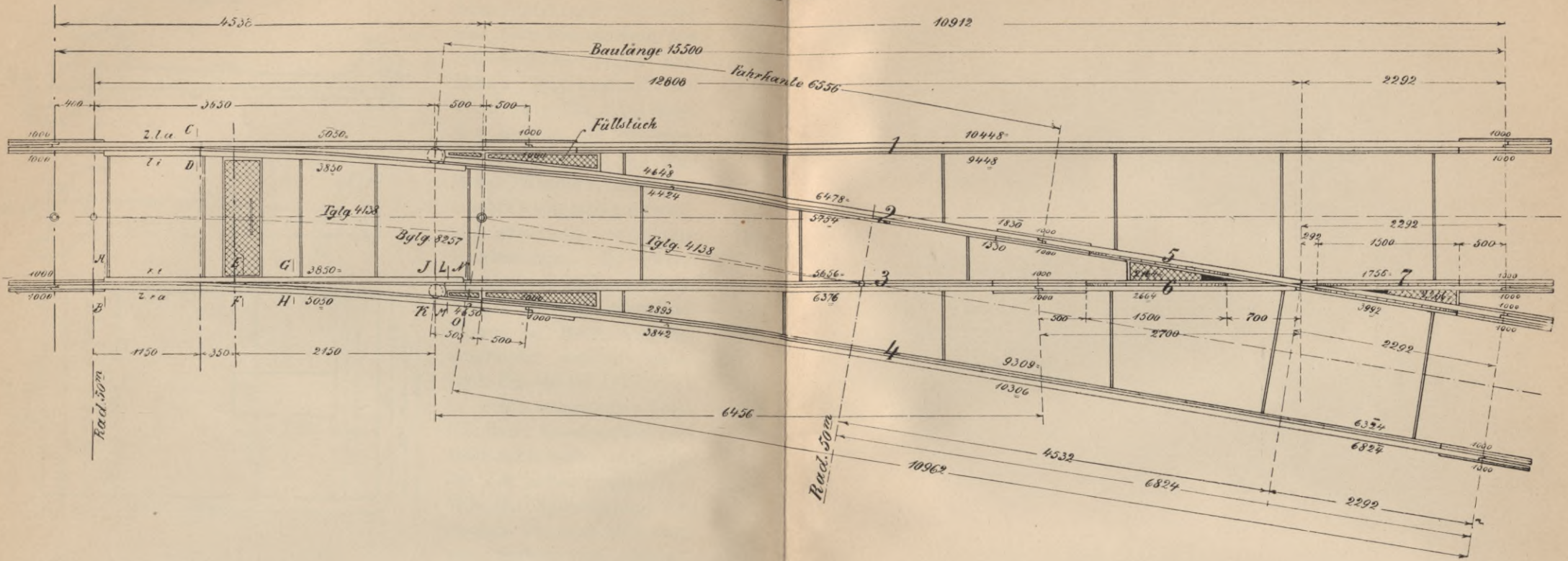


Fig. 82.

Schnitt A-B.

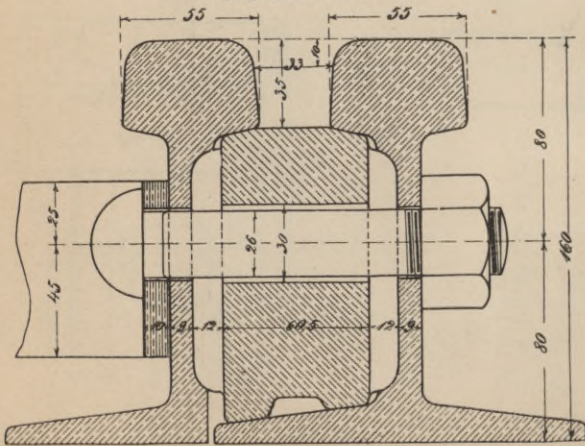


Fig. 83.

Schnitt C-D.

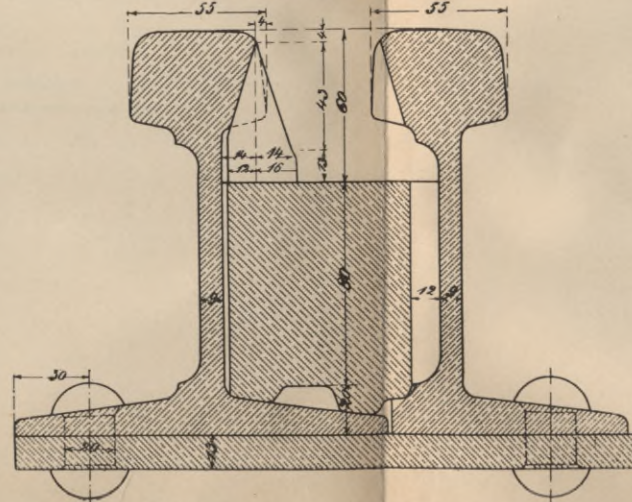


Fig. 84.

Schnitt E-F.

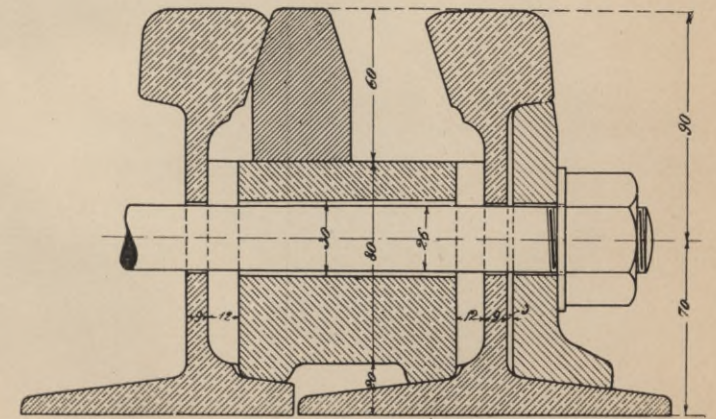






Fig. 85.

*Schnitt G-H.*

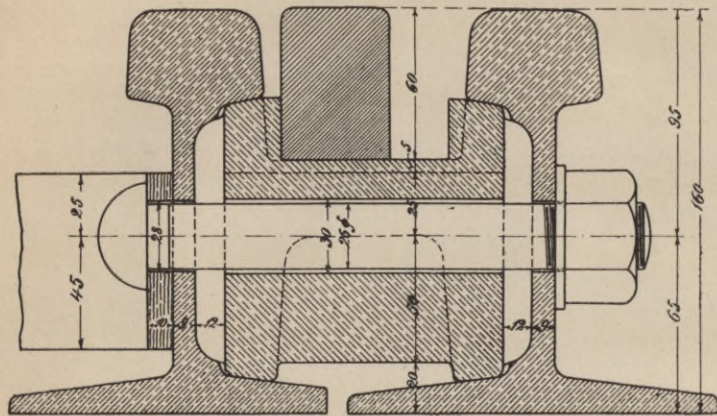


Fig. 86.

*Schnitt J-K.*

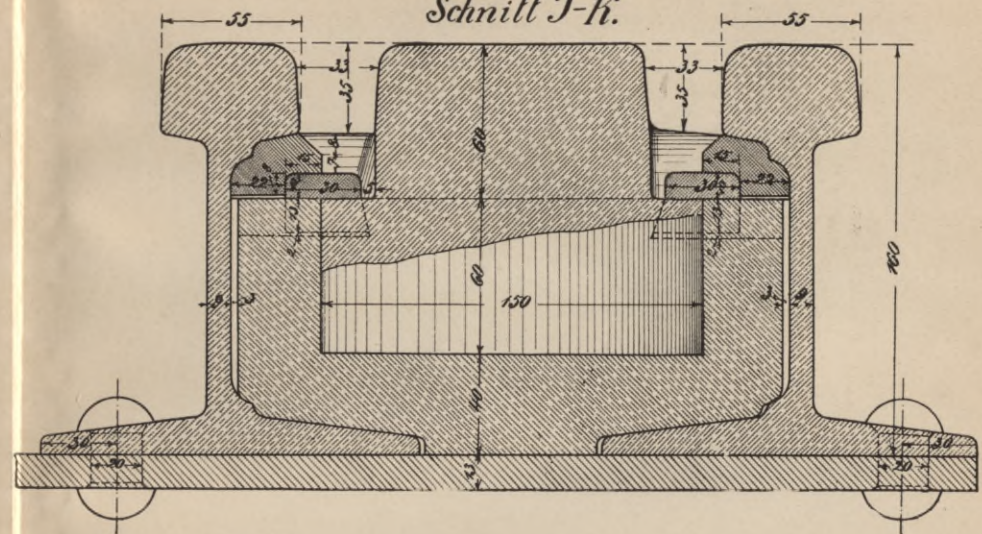


Fig. 87.

*Schnitt L-M.*

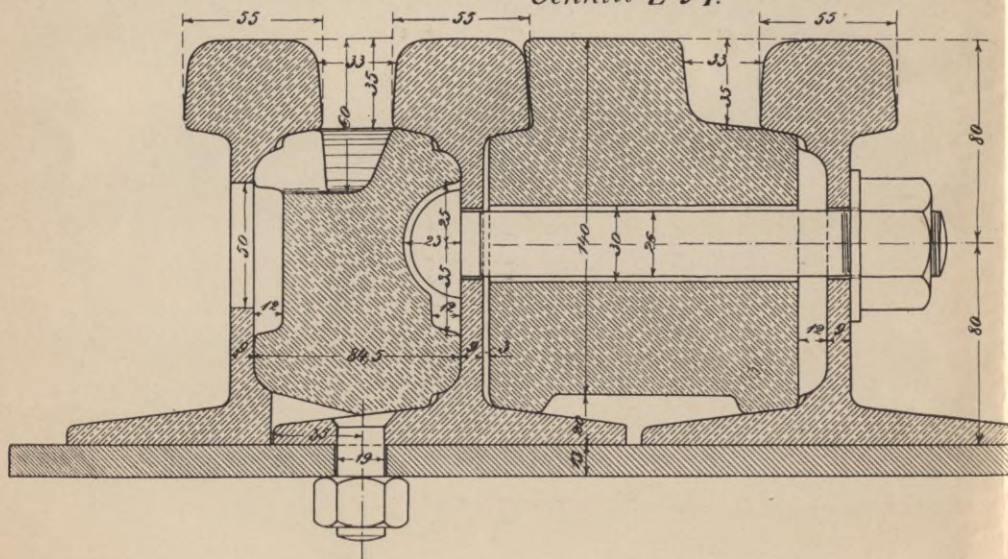


Fig. 88.

*Schnitt N-O.*

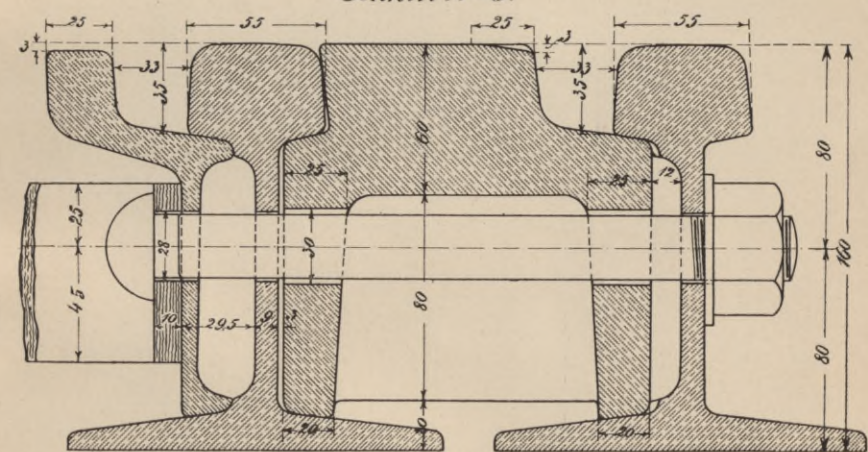






Fig. 92.

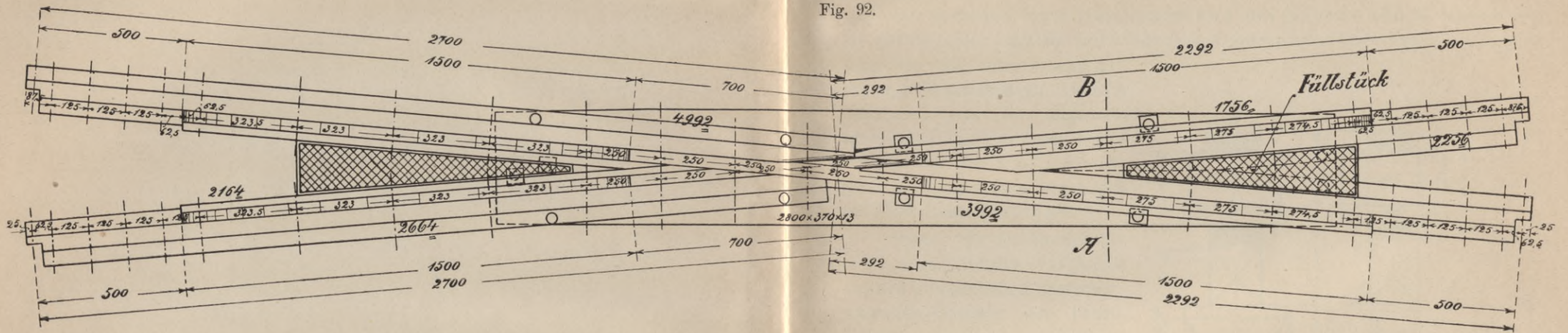
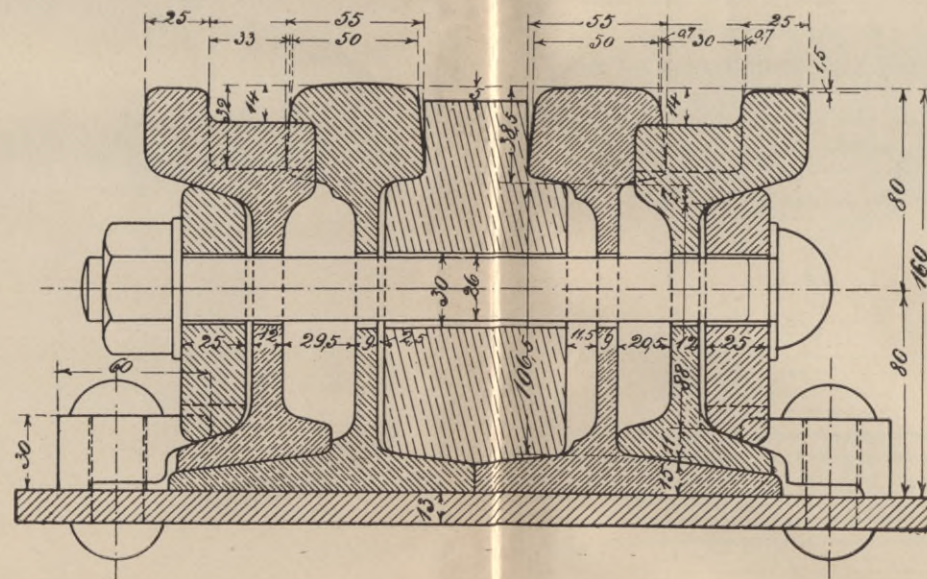


Fig. 93.

Schnitt A-B.







Hakenzapfenplatten Nr. 4 und 3 zur Anwendung zu bringen, um so bei etwa vorkommenden geringen Abweichungen in der Spurweite einen Spielraum nach unten zu haben; der Abstand der inneren Schwellenlöcher ist dementsprechend bemessen.

Bei deutschen Kolonialbahnen und bei Neben- und Kleinbahnen, die ebenfalls die einfache und solide Hakenzapfenplatten-Befestigung auf Rippenschwellen mit entsprechend geringeren Abmessungen vielfach anwenden, und wo allgemein eine Abstufung in der Spurerweiterung von 5 zu 5 mm üblich ist, kommt man sogar mit nur drei Plattensorten aus.

Bem.: Es sei hiermit betreffs anzustellender Vergleiche auf den gewöhnlichen Eisenquerschwellen-Oberbau der Preuß. Staatsbahnen (Band I) verwiesen.

In den Figuren 76 bis 80 endlich ist noch der Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau auf Rippenschwellen mit Zapfenplatten, wie ihn die Firma für Nebenbahnen ausführt, zur Darstellung gebracht.

Eine nähere Erklärung der Figuren erübrigt sich nach dem bereits mitgeteilten. Die Figuren stellen dar: Fig. 76 den Querschnitt durch die Schienenbefestigung,

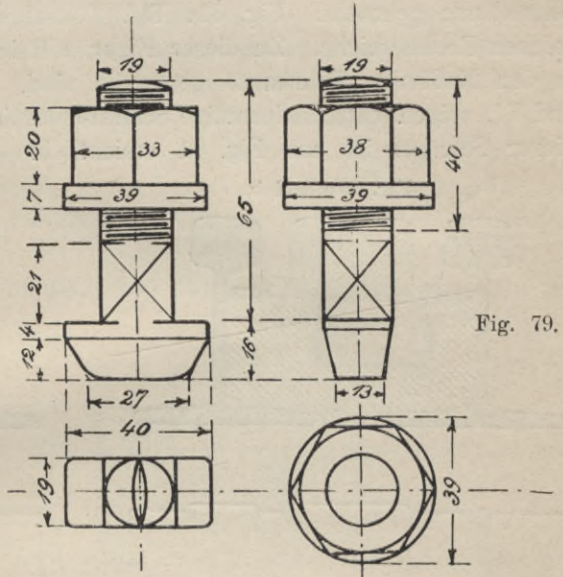


Fig. 79.

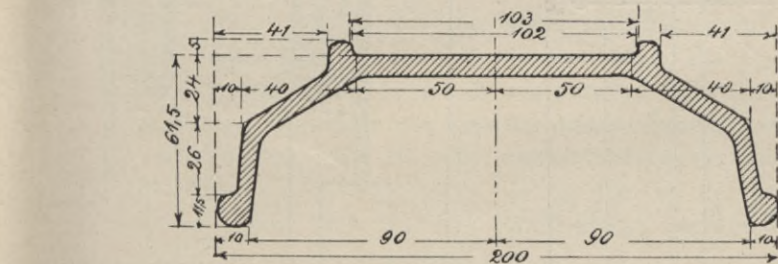


Fig. 80.

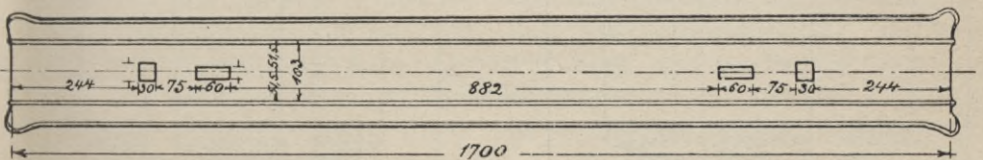


Fig. 77 die zwei Sorten Zapfenplatten, Fig. 78 die Klemmplatte, Fig. 79 die Hakenschraube und Fig. 80 die Rippenschwelle in Oberansicht und Querschnitt.

f) **Einfache Rechtsweiche beim Wechselsteg-Verblattschienen-Oberbau für Straßenbahnen:** Die Weichen bestehen hier genau so, wie beim Oberbau für Hauptbahnen, in erster Linie aus zwei beweglichen Zungen mit mechanischer Umstellvorrichtung und dem Herzstück; die Radlenker dagegen kommen in Fortfall, wofür das Herzstück mit Auflaufschiene konstruiert wird. In den Figuren 81 bis 101 sind die wichtigsten Einzelheiten einer einfachen Rechtsweiche (Radius 50 m, Neigung 1:6) für 1435 mm Spurweite und 33 mm Rillenbreite zur Darstellung gebracht. Fig. 81, Taf. V, zeigt uns die Gesamtanordnung einer solchen Rechtsweiche. Zu dieser Figur will ich bemerken, daß sämtliche Maße in den Maßlinien Fahrkante gemessen sind. Die Figuren 82 bis 88, Taf. V und VI, zeigen verschiedenartige Schnitte durch die Zungenvorrichtung; die Lage dieser Schnitte ist aus Fig. 81 ersichtlich. Es sind dies die Schnitte A—B

Fig. 89 a und b.

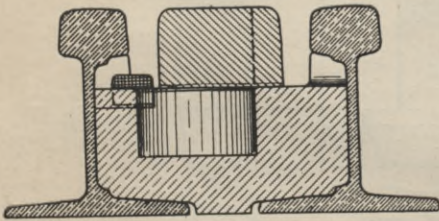
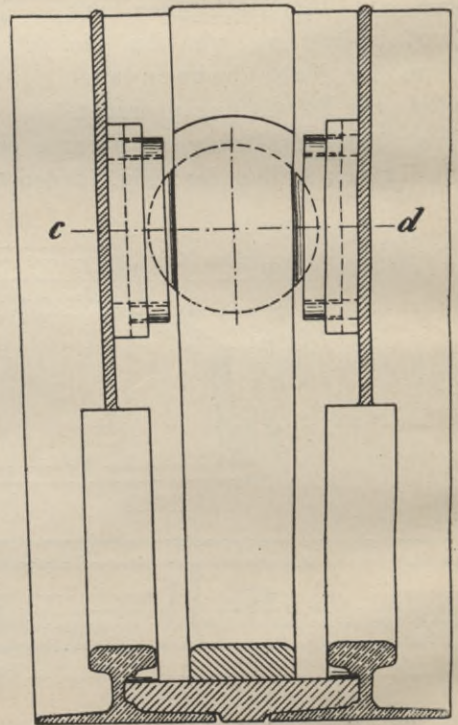
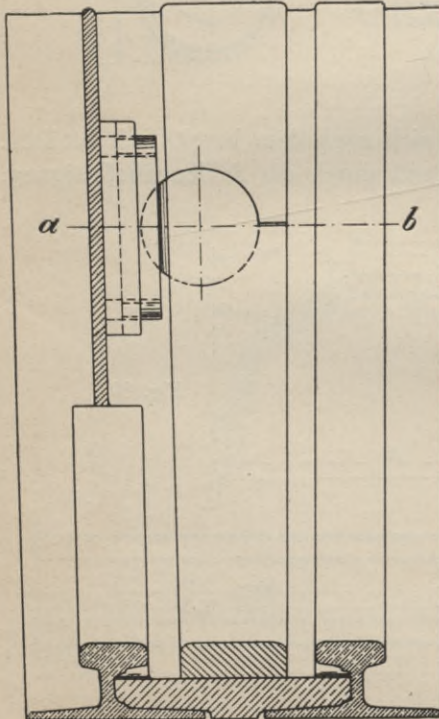
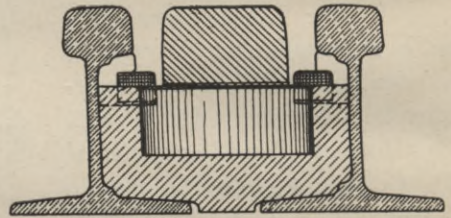


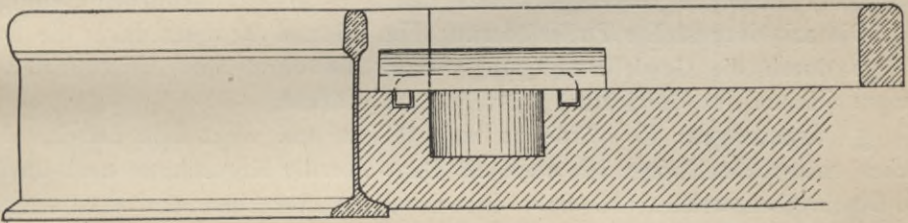
Fig. 90 a und b.



(Fig. 82), C—D (Fig. 83), E—F (Fig. 84), G—H (Fig. 85), I—K (Fig. 86), L—M (Fig. 87) und N—O (Fig. 88).

Besonders wichtig ist die Weichenzungen-Befestigung an der Wurzel. Die seit Jahren von dieser Firma ausgeführte Konstruktion leicht auswechselbarer Weichenzungen für Straßenbahn-Oberbau hat sich in der Praxis ganz vorzüglich bewährt; ich will daher über diese unter Patentschutz stehende Zungenbefestigung im folgenden näheres mitteilen. In den Figuren 89 a und 89 b ist die Konstruktion mit einseitiger und in den Figuren 90 a und 90 b mit doppelseitiger Befestigung dargestellt. Mit letzterer Figur deckt sich der Schnitt I—K der Fig. 86. Wie ersichtlich, hat die Zungenwurzel einen kreisförmigen Zapfenansatz nach unten, welcher mit der Zunge aus einem Stück besteht und in eine entsprechend weite und tiefe Ausbohrung des zwischen den beiden Backenschienen als Zungenträger befindlichen Gußkörpers eingelassen ist. Der seitlich unter der Zunge vorstehende Teil des Drehzapfens, in den Figuren 89 a (Oberansicht) und 89 b (Schnitt a—b) auf einer, in den Figuren 90 a (Oberansicht) und 90 b (Schnitt c—d) auf beiden Seiten, wird durch einen Bügel überdeckt, dessen Enden nach unten in Vertiefungen des Gußkörpers eingreifen. Fig. 91 (Längsschnitt und Seitenansicht). Der Bügel wird seinerseits durch einen in die

Fig. 91.



Hohlkehle unter dem Schienenkopf eingetriebenen Keil festgehalten, so daß die Zunge gegen senkrecht abheben wirksam gesichert ist. Die Nuten im Gußkörper zur Aufnahme der Bügelenden sind so angeordnet, daß durch den Antrieb des Schließkeiles kein seitlicher Druck gegen die Zunge stattfindet. Auf diese Weise wird erreicht, daß die sicher niedergehaltene Zunge dennoch frei und leicht spielen kann, sowie daß sie, aus hartem Stahl geschmiedet, nicht nur oben an der Fahrfläche lange den Betriebskräften widersteht, sondern auch durch das großflächige Drehlager des Zapfens gegen Kanten geschützt und sehr geringem Verschleiß ausgesetzt ist. Die Auswechslung der Zunge (sehr wichtiger Faktor bei Straßenbahnen) kann nach Lösung der von der Rille aus leicht zugänglichen Keile erfolgen, ohne daß die Straßendecke zerstört oder Pflastersteine herausgehoben zu werden brauchen.

Die Figuren 92 und 93, Tafel VII, behandeln Einzelheiten des Schienenherzstückes mit Auflaufschiene einer solchen Rechtsweiche. Bei Straßenbahnen werden, wie schon kurz angedeutet, nicht, wie bei Bahnen im freien Gelände, dem Herzstück gegenüber Radlenker vorgesehen, die auf eine zwangsläufige Linienführung der Wagen hinwirken. Es werden hier, um die Fahrzeuge beim Uebergang von der vollen Schiene auf die Herzstückspitze ohne große Erschütterung hinüberzuleiten, hierfür sogen. Auflaufschienen angewandt. Die Figuren im besonderen stellen dar: Fig. 92 Disposition des Schienenherzstückes, Fig. 93 den Schnitt A—B.

In den Figuren 94 und 95, Tafel VIII, sowie in den Figuren 96 bis 101, Taf. IX, ist endlich noch die Umstellvorrichtung für Straßenbahnweichen dargestellt. Fig. 94 zeigt uns die Aufsicht auf den Kasten der ganzen Vorrichtung (ein Teil gedeckt, ein Teil offen gedacht), Fig. 95 den Längsschnitt a—*a* bei Anwendung einfacher Verbindungsstangen, Fig. 96 den zugehörigen Querschnitt b—*b* durch das Ende des Kastens, Fig. 97 den zugehörigen Querschnitt c—*c* durch die Mitte des Kastens gelegt. Fig. 98 zeigt die entsprechende Anordnung einer Verbindungsstange mit Pufferfedern in Aufsicht und Längsschnitt (a—*a* entsprechend in Fig. 95), Fig. 99 den zugehörigen Querschnitt c—*c* hierzu (c—*c* entsprechend in Fig. 97; nur Anfang gezeichnet, die gleichbleibenden Teile sind fortgelassen). In Fig. 100 ist ein Einsteckschlüssel, in Fig. 101 ein Umstellhaken abgebildet.

Der in Fig. 101 dargestellte Umstellhaken wird in den Schlitz des Kastendeckels eingeführt und damit das Gewicht umgelegt. Dieser Umlegungsbe-  
wegung folgen die Zungen, welche mit der Umstellvorrichtung gekuppelt sind. Die Um-  
legung erfolgt in dem Falle, wenn die Weiche in einer anderen Richtung gegen  
die Spitze befahren werden soll. Beim Aufschneiden der Weichen von hinten  
(hier im Gegensatz zu den Hauptbahnen nicht nur zulässig, vielmehr sogar  
erwünscht) durch die Wagenspurkränze bedarf es keiner handlichen Betätigung.

Die mit dargestellte Pufferfederung Fig. 98 und 99 dient dazu, die harten  
Schläge durch die Gewichtsumlegung, bzw. die durch das Aufschneiden der  
Zungen (Heben des Gewichtes) entstehen, zu mildern.

**g) Kreuzungen:** Es würde zu weit führen und nicht dem Zwecke dieses  
Buches entsprechen, wenn ich auch die Bauweise der Kreuzungen noch ausführ-  
lich beschreiben wollte. Ich habe daher von der Aufnahme der Kreuzungen in  
diesen Band Abstand genommen und verweise auf die diesbezüglichen Druck-  
schriften der Firma usw.

## V. Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb.

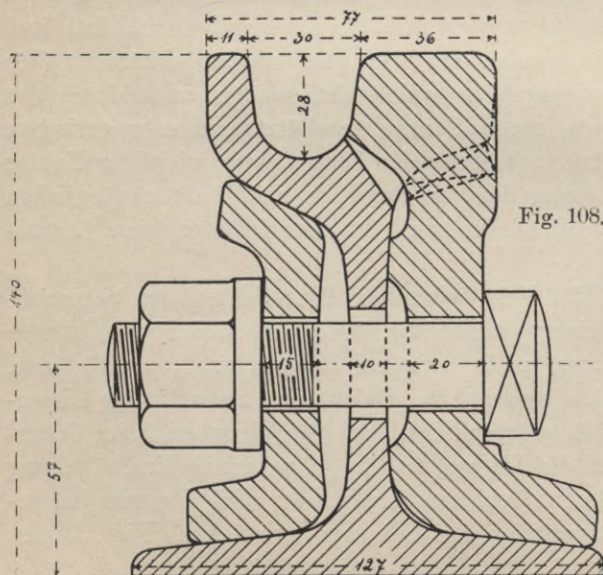


Fig. 108.

**a) Schienen für Voll-, Neben- und Kleinbahnen:** Im folgenden seien als Beispiele einige Querschnitte durch die Stoßverbindung gebracht, aus denen die verschiedenartige Gestaltung der Laschen usw. ersichtlich ist. Fig. 102, Taf. X, Schiene Nr. 30 mit einer Höhe von 83 mm, einer Fußbreite von 94 mm, einer Kopfbreite von 47 mm und einer Stegdicke von 10 mm; Fig. 103, Taf. X, Schiene Nr. 32 a mit einer Höhe von 88 mm, einer Fußbreite von 82 mm, einer Kopfbreite von 46,5 mm und



Fig. 94.

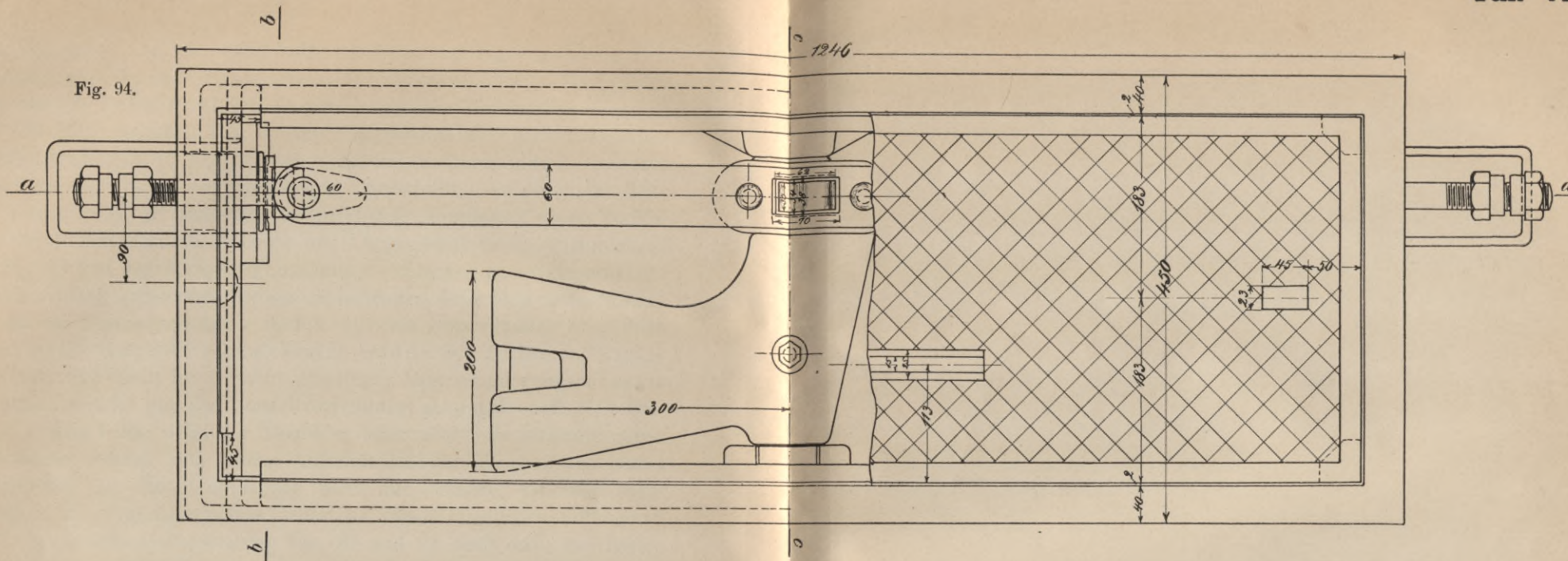


Fig. 95.

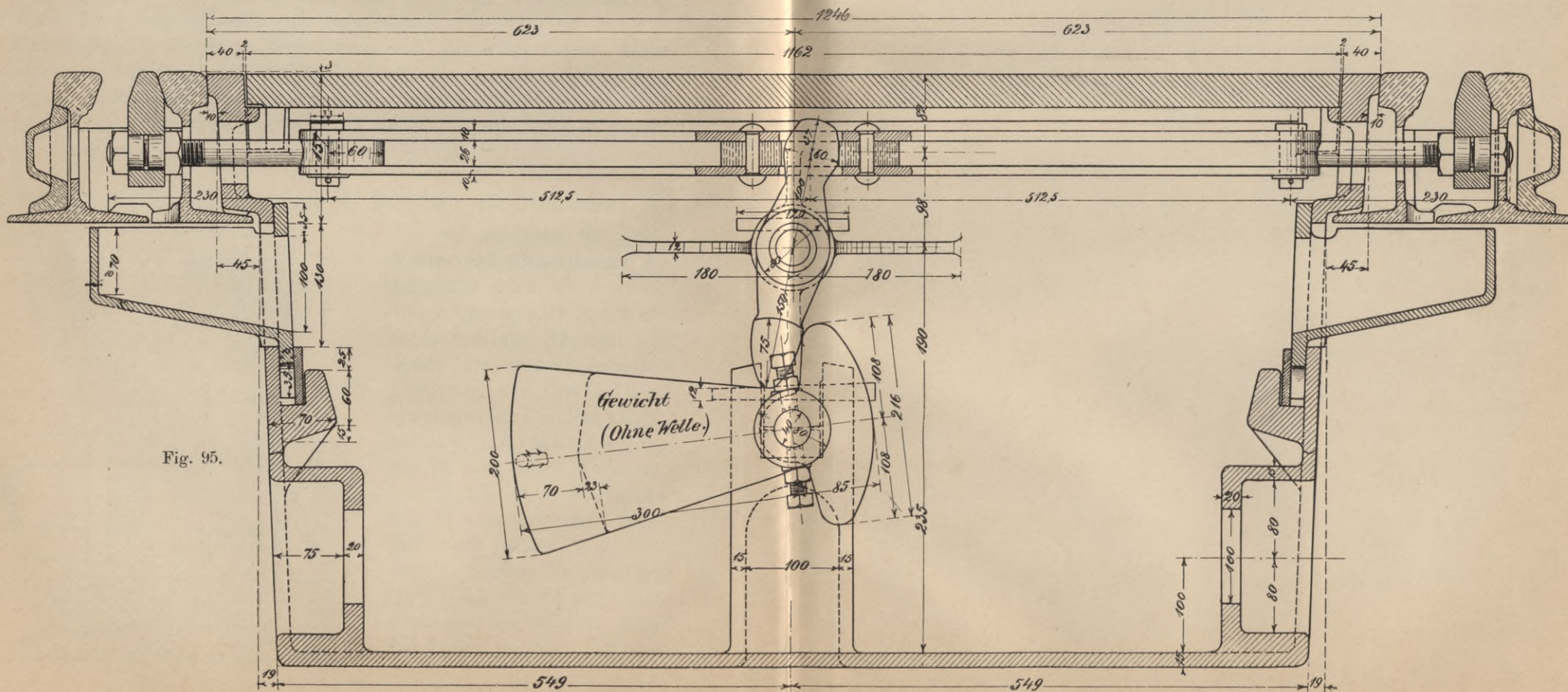








Fig. 96.

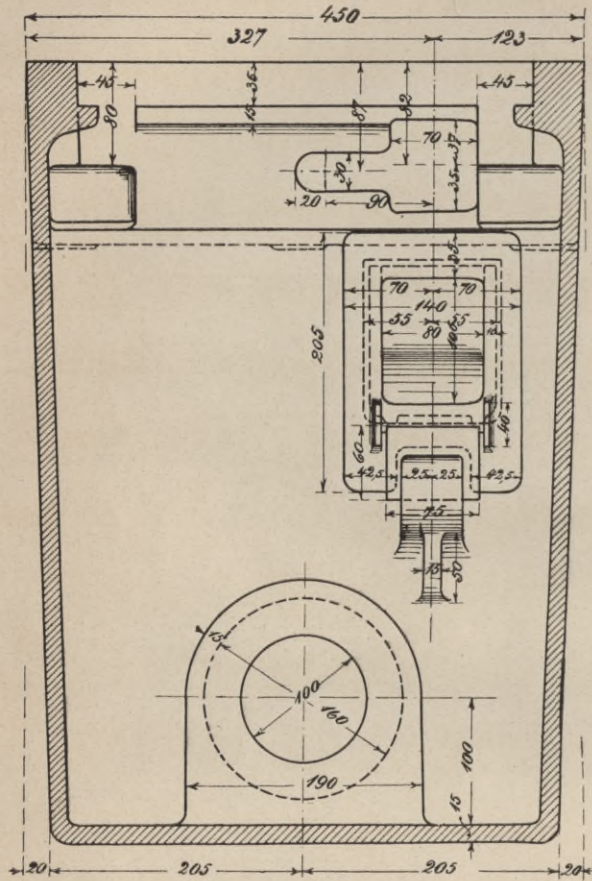


Fig. 97.

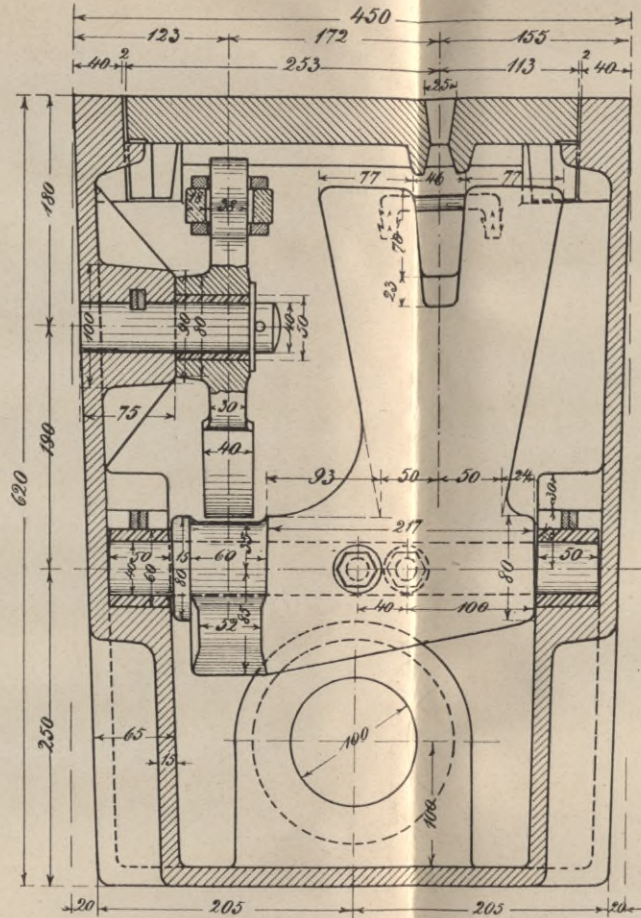


Fig. 99.

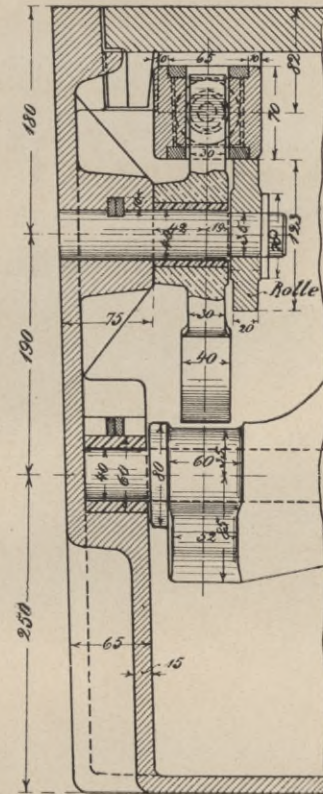


Fig. 100.

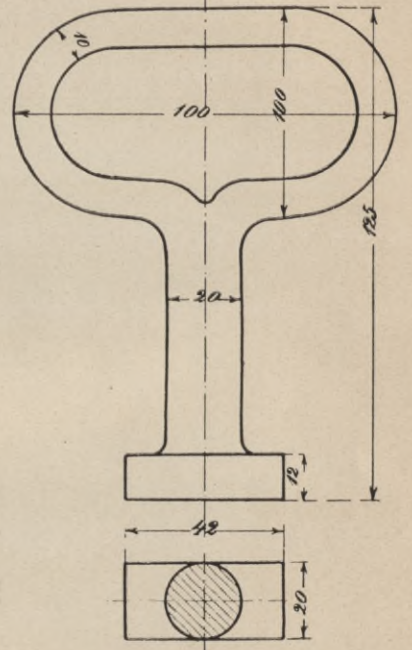


Fig. 101.

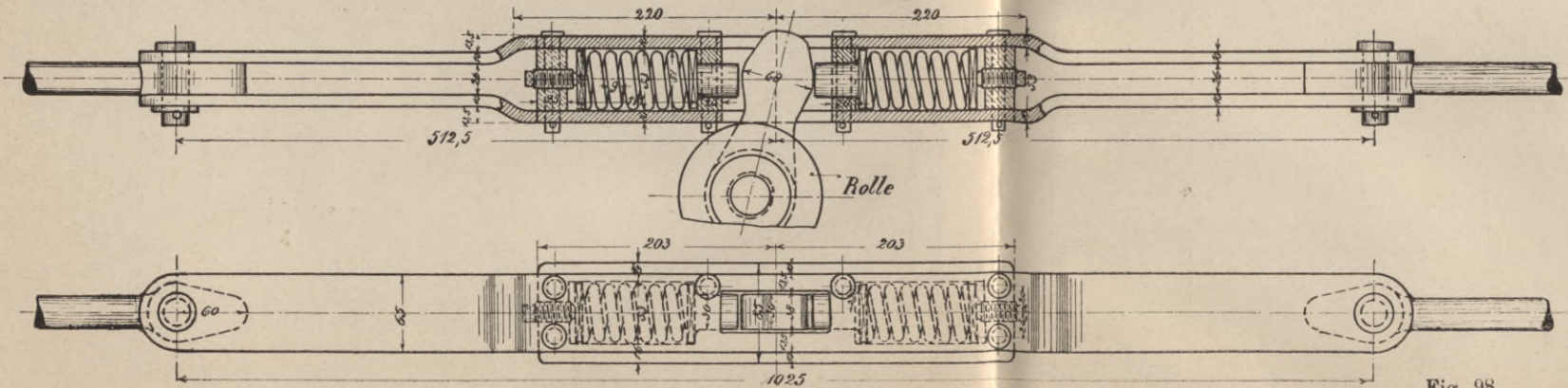
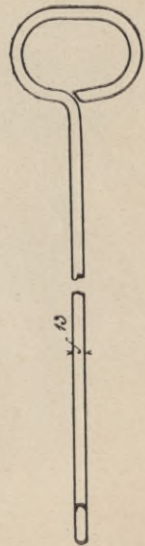


Fig. 98.





Fig. 102.

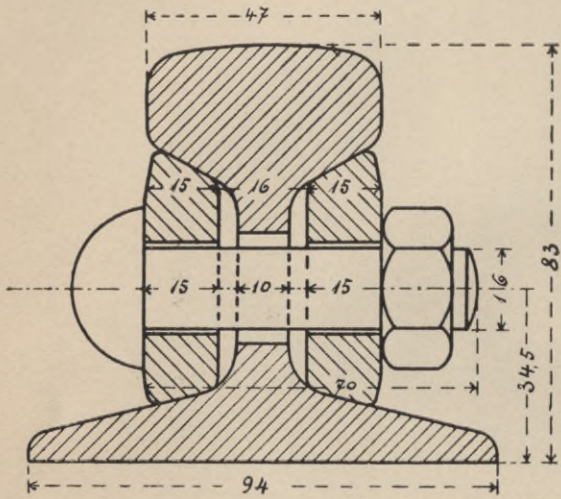


Fig. 103.

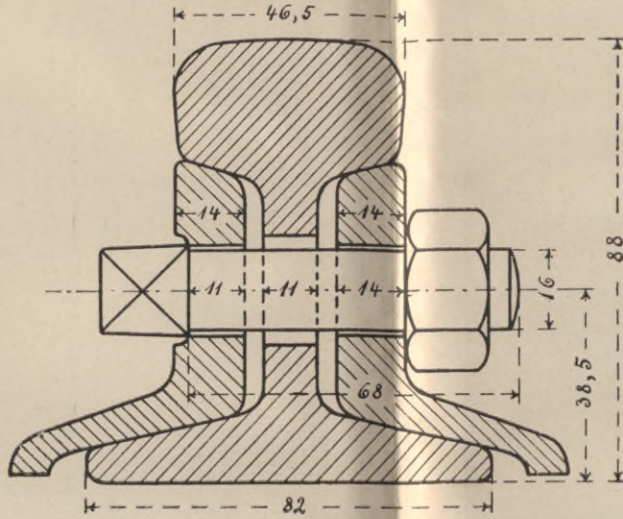


Fig. 104.

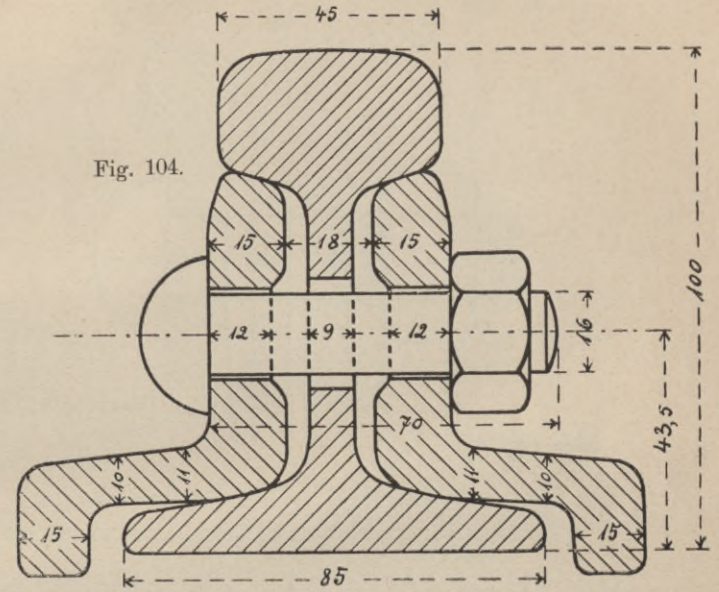


Fig. 105.

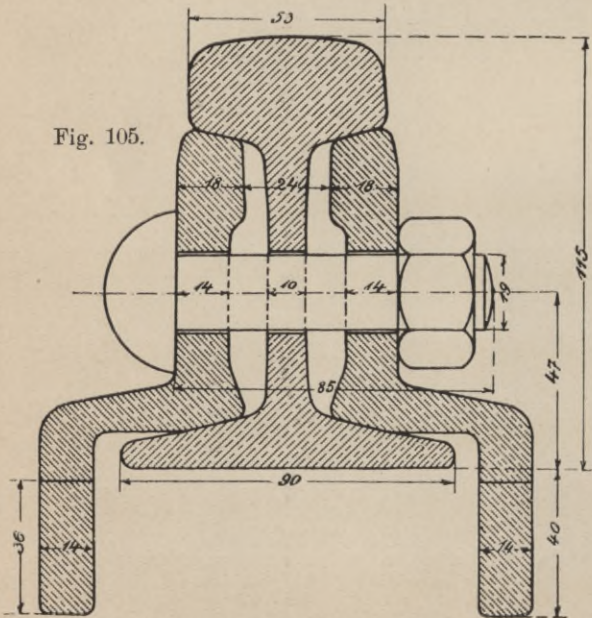


Fig. 106.

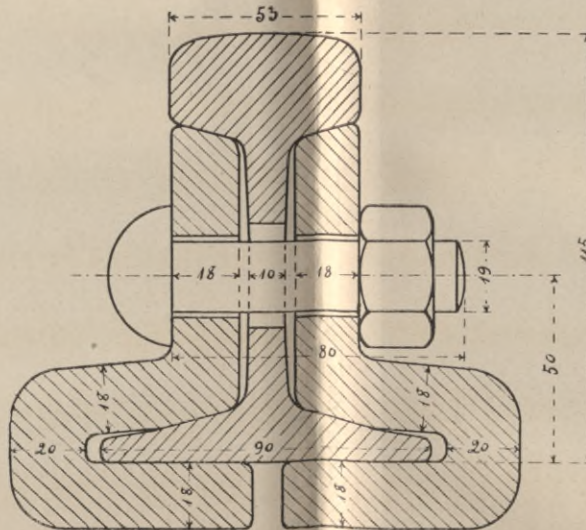
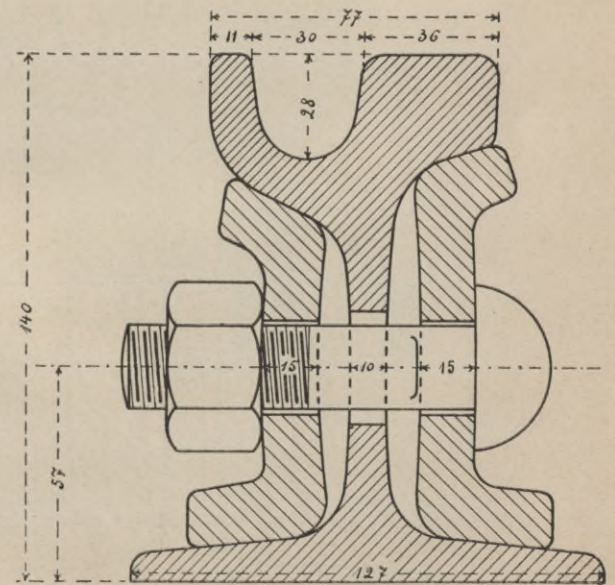


Fig. 107.





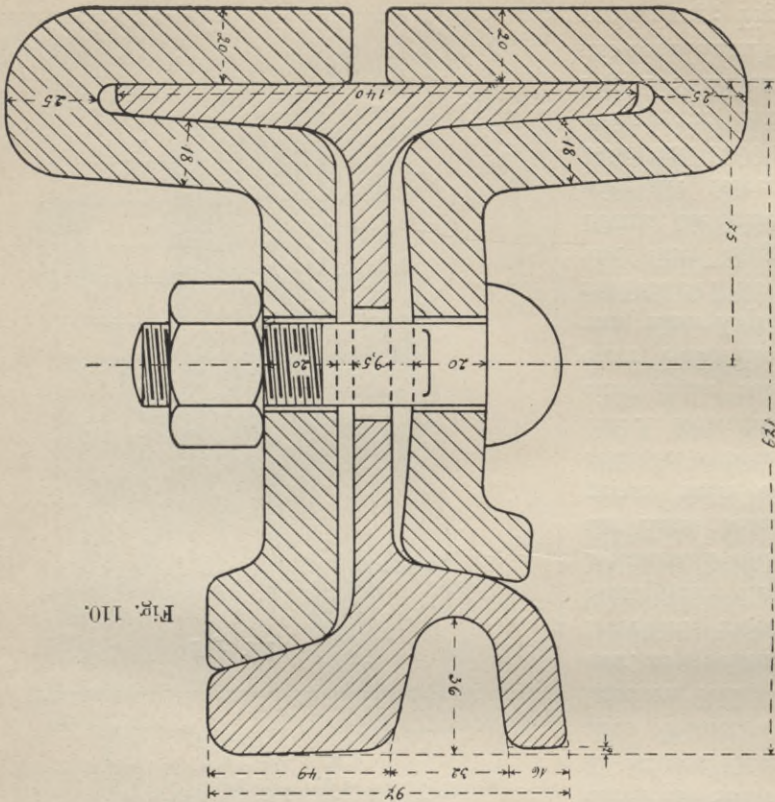


Fig. 110.

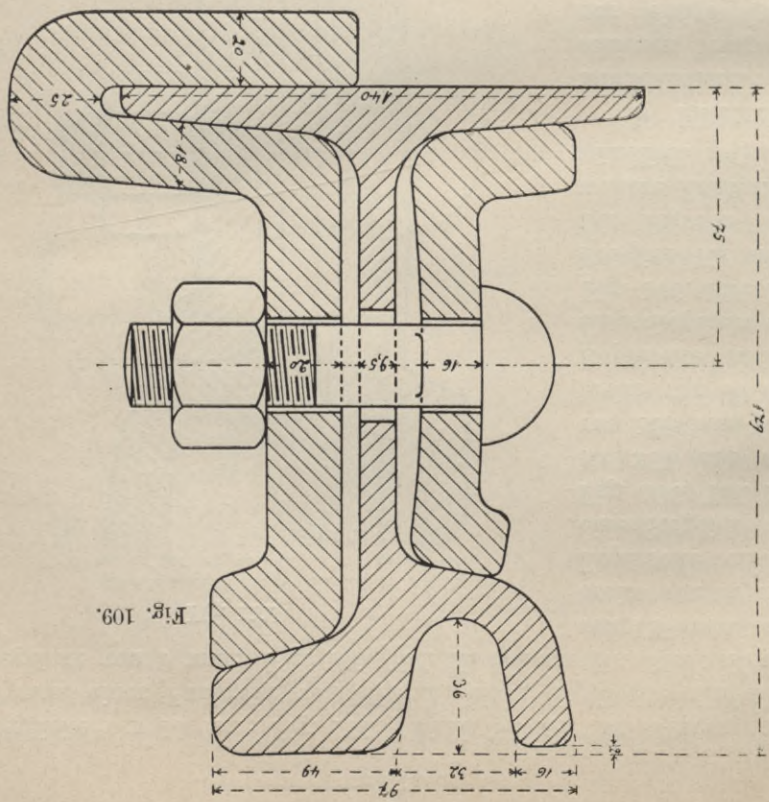


Fig. 109.

einer Stegdicke von 11 mm; Fig. 104, Taf. X, Schiene Nr. 34a mit einer Höhe von 100 mm, einer Fußbreite von 85 mm, einer Kopfbreite von 45 mm und einer Stegdicke von 9 mm; Fig. 105, Taf. X, Schiene Nr. 37a mit einer Höhe

von 115 mm, einer Fußbreite von 90 mm, einer Kopfbreite von 53 mm und einer Stegdicke von 10 mm; Fig. 106, Taf. X, Schiene Nr. 37b mit einer Höhe von 115 mm, einer Fußbreite von 90 mm, einer Kopfbreite von 53 mm und einer Stegdicke von 10 mm; Fig. 106, Taf. X, ist ein Beispiel für Fußlaschen. Die Figuren sind ohne weitere Erklärungen verständlich.

**b) Rillenschienen für Straßenbahnen:** Für Rillenschienen bringe ich auch nur einige Querschnitte durch die Stoßverbindung. Es ist aus diesen Figuren alles Wissenswerte über Laschen, Rillen, Kopfform usw. zu ersehen. Der Unterschied zwischen dem Stumpfstoß, Halbstoß und Melaunstoß soll jedoch an der Hand besonderer Figuren noch eingehender erläutert werden. Fig. 107, Taf. X, Rillenschiene B mit einer Höhe von 140 mm, einer Fußbreite von 127 mm, einer Kopfbreite einschließlich Rille von 77 mm und einer Stegdicke von 10 mm; die Schiene kommt, wie alle folgenden, für 1435 und 1000 mm Spurweite zur Anwendung; Fig. 108 Rillenschiene B mit der Melaun'schen Stoßverbindung; Fig. 109 Ril-

Fig. 111.

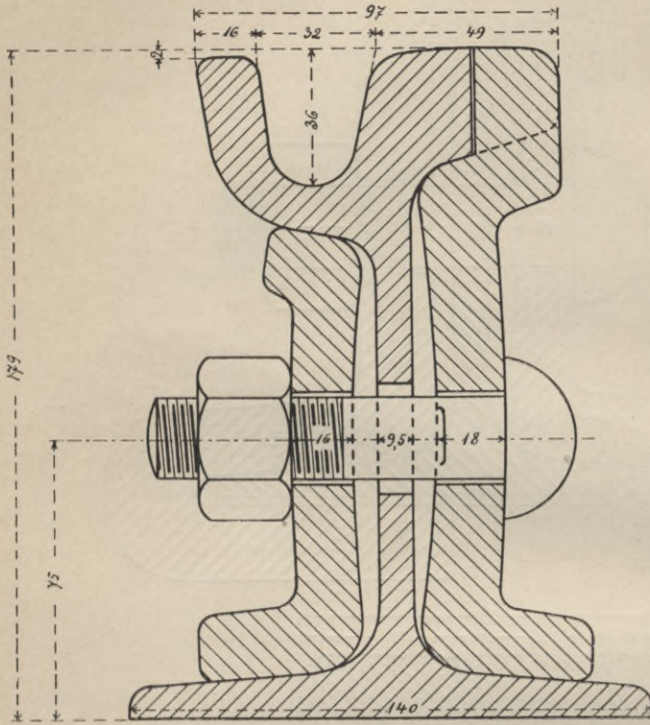
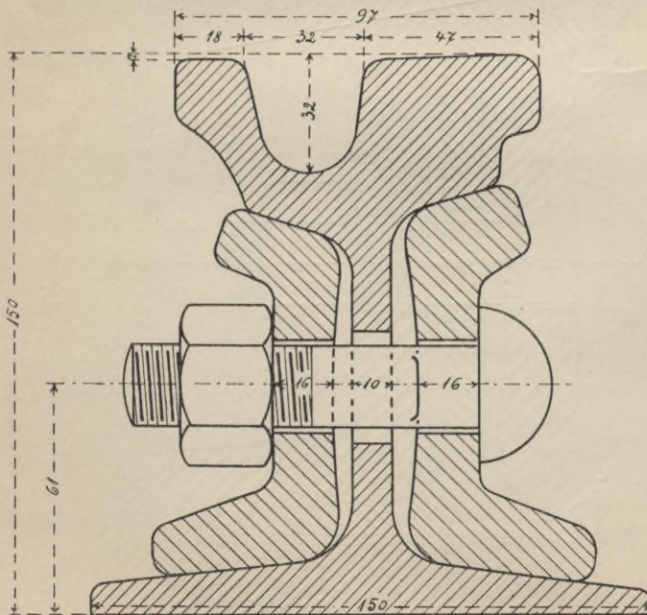


Fig. 112.





lenschiene D<sub>1</sub> mit Außenfußlasche mit einer Höhe von 179 mm, einer Fußbreite von 140 mm, einer Kopfbreite von 97 mm und einer Stegdicke von 9,5 mm; Fig. 110 Rillenschiene D<sub>1</sub> mit beiderseitigen Fußlaschen; Fig. 111 Rillenschiene D<sub>1</sub>a mit Halbstoß; Fig. 112 Rillenschiene E mit einer Höhe von 150 mm, einer Fußbreite von 150 mm, einer Kopfbreite von 97 mm und einer Stegdicke von 10 mm; die Rillenschiene F bietet gegen die bisher beschriebenen Schienen keinen Unterschied von Bedeutung, es ist daher von einer Figur hierfür Abstand genommen worden; Fig. 113 Rillenschiene G mit Außenfußlasche

mit einer Höhe von 160 mm, einer Fußbreite von 130 mm, einer Kopfbreite von 110 mm und einer Stegstärke von 11 mm; Fig. 114 Rillenschiene H mit einer Höhe von 178 mm, einer Fußbreite von 152 mm, einer Kopfbreite von 92 mm und einer Stegdicke von 9,5 mm; Fig. 115 Rillenschiene I mit einer Höhe von 168 mm, einer Fußbreite von 128 mm, einer Kopfbreite von 89 mm und einer Stegdicke von 10 mm; Fig. 116 Rillenschiene K mit einer Höhe von 178 mm, einer Fußbreite von 127 mm, einer Kopfbreite

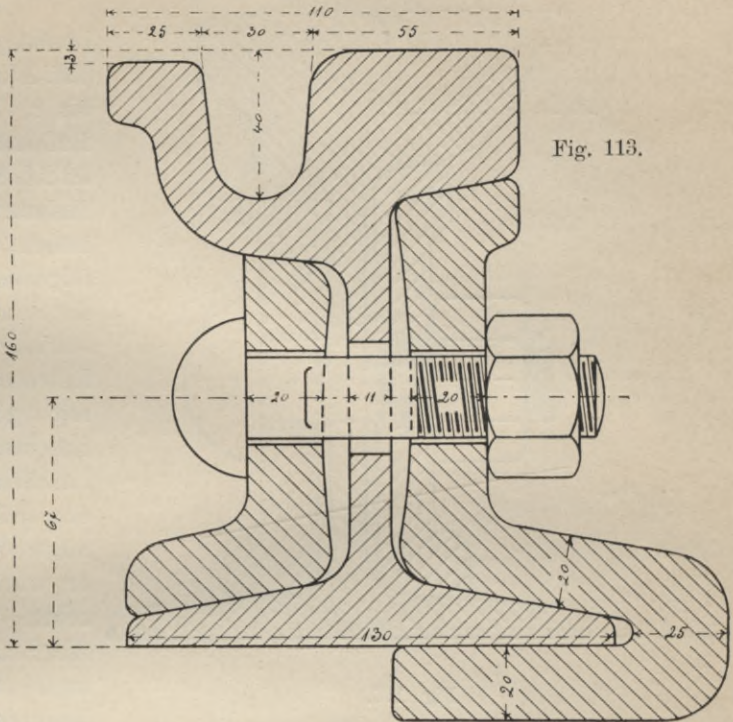


Fig. 113.

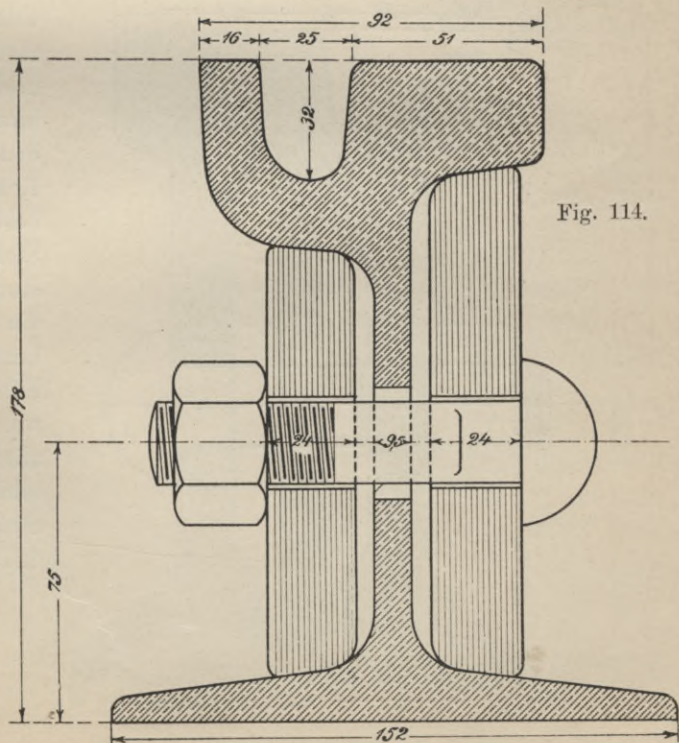


Fig. 114.

Fig. 115.

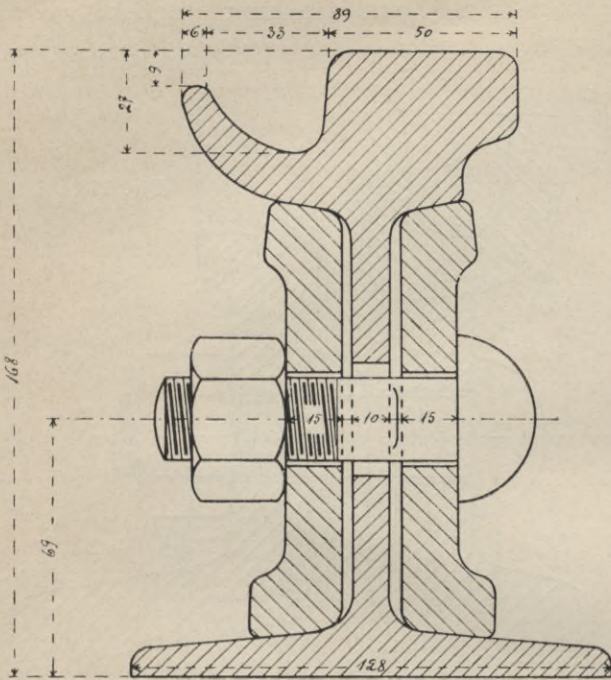
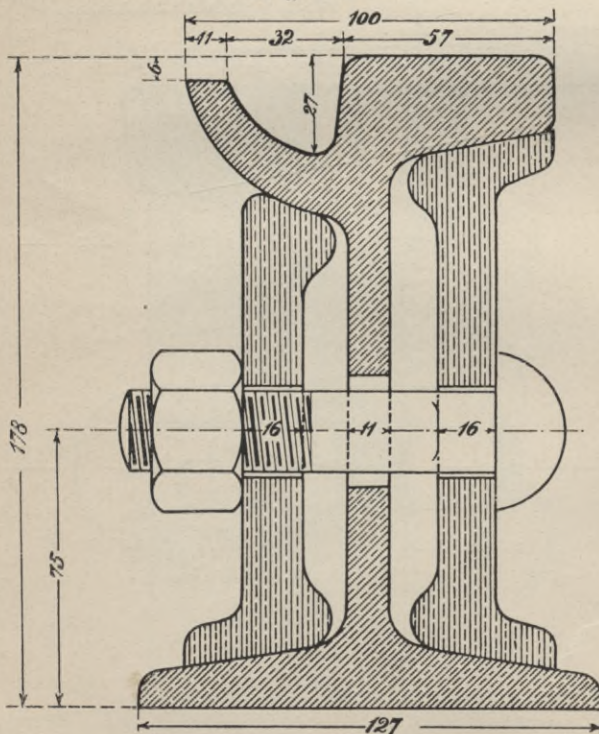


Fig. 116.



von 100 mm und einer Stegdicke von 11 mm.

Ueber die drei Stoßverbindungen (Fig. 117 a bis c, Taf. XI, Stumpfstoß, Fig. 118 a bis c, Taf. XI, Schmidt'scher Halbstoß, Fig. 119 a bis c, Tafel XI, Stoßverbindung „Patent Melaun“ in Querschnitt, Seitenansicht und oberen Ansicht) ist folgendes zu sagen. So lange die Straßenbahnen mit Pferden betrieben wurden, genügte für Rillenschienen der Stumpfstoß mit gewöhnlichen an den Laschenanlagen verstärkten Laschen. Nach Einführung des elektrischen Betriebes genügte dieser Stoß nicht mehr, er wurde von dem Schmidt'schen Halbstoß verdrängt. Aber auch dieser Stoß versagte nach kürzerer oder längerer Betriebszeit und wurde durch den Fußlaschenstoß abgelöst, der auch heute noch eine große Verbreitung hat. Diesem Stoß erwuchs in dem Melaun-Stoß ein großer Konkurrent, der sich auf das beste bewährt hat. Der Melaun-Stoß ist als erweiterter Halbstoß zu betrachten, der aber die Fehler des letzteren — Längsfuge und zu schmale Fahrfläche der Laschen sowohl wie der Schienen, sowie vor allen Dingen die zur Stufenbildung neigende mittlere Stoßfuge — vermeidet und dadurch große Erfolge erzielt.



Fig. 117a.

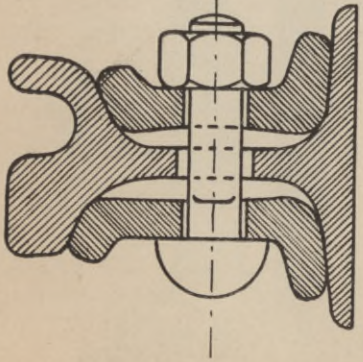


Fig. 118a.

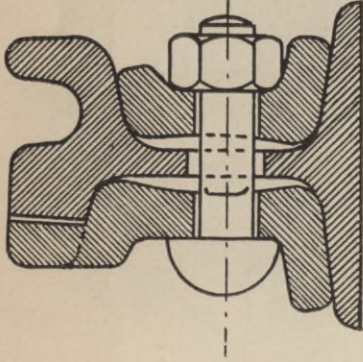


Fig. 119a.

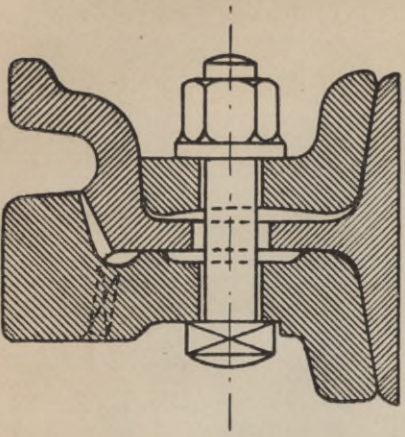


Fig. 117b.

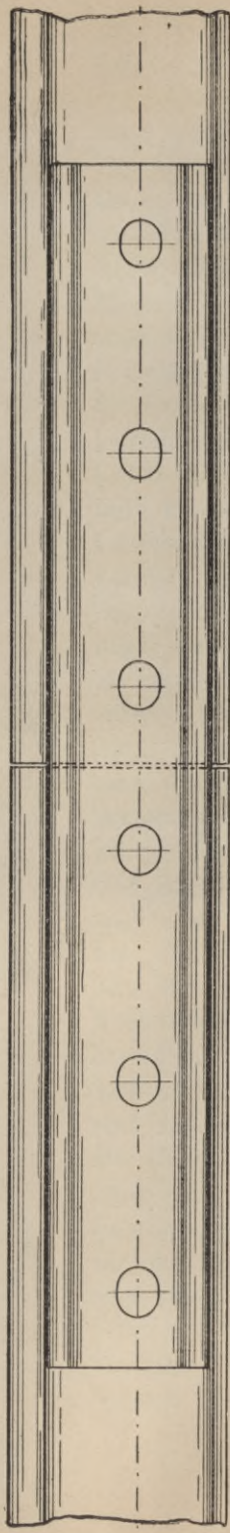


Fig. 117c.

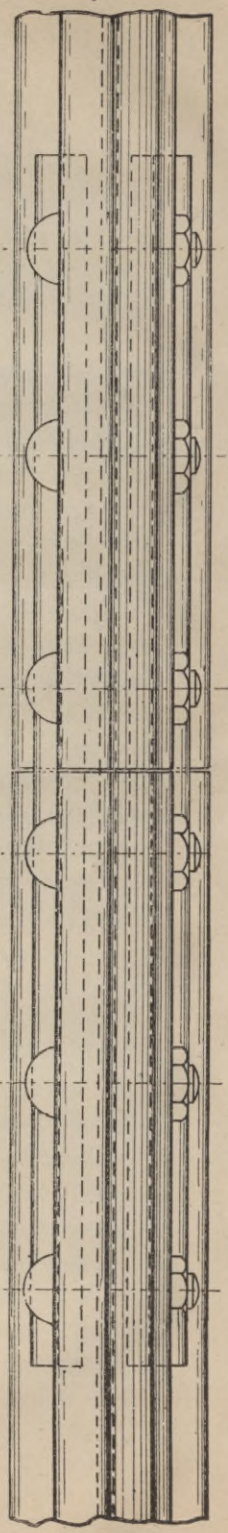


Fig. 118b.

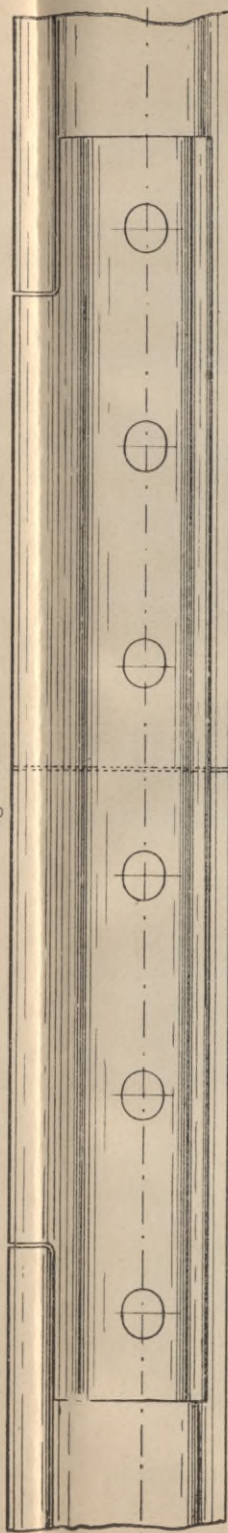


Fig. 118c.

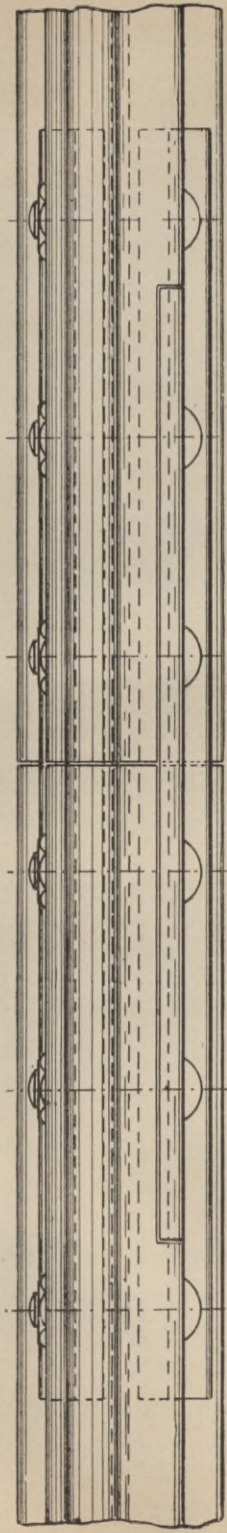


Fig. 119b.

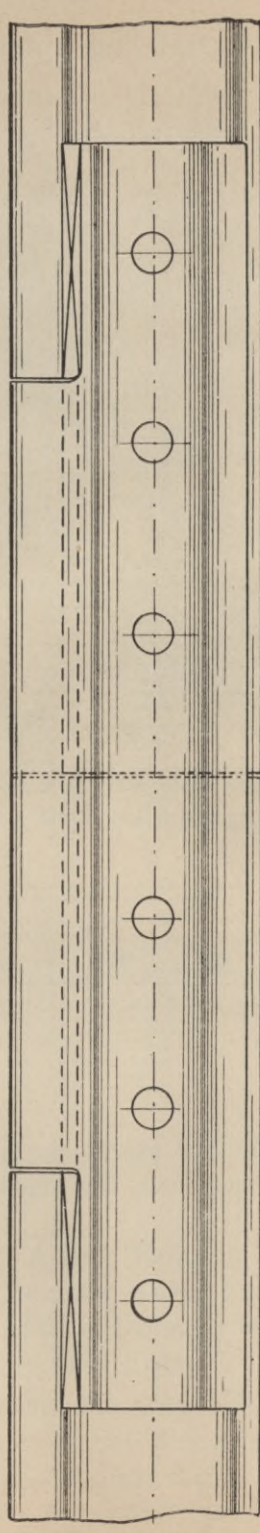
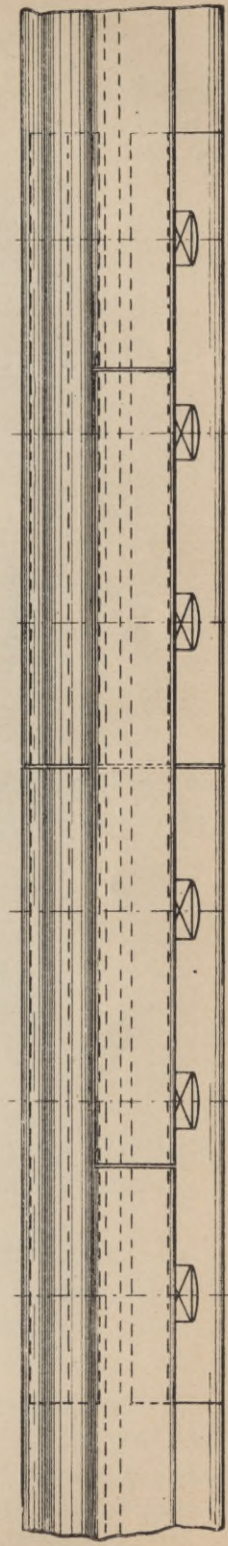


Fig. 119c.





## VI. Hörder Bergwerks- und Hüttenverein.

**Rillenschienen für Straßenbahnen:** Im Anschluß an die Rillenschienen in V. sei noch kurz das Rillenschienen-Profil 29 a dieser Firma mit dem sogen.

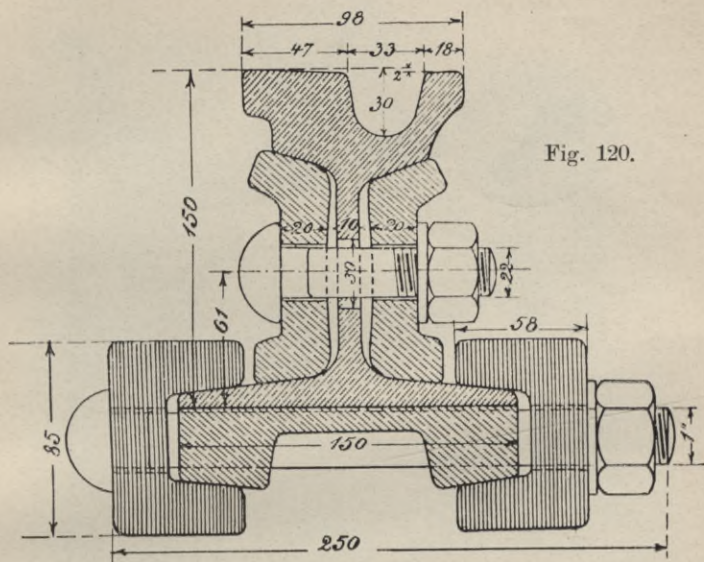


Fig. 120.

Hörder Fußklammerstoß erwähnt. Die Fig. 120 zeigt den Querschnitt, Fig. 121 die Seitenansicht. Aus beiden Figuren sind Stoßbefestigung und Wirkungsweise

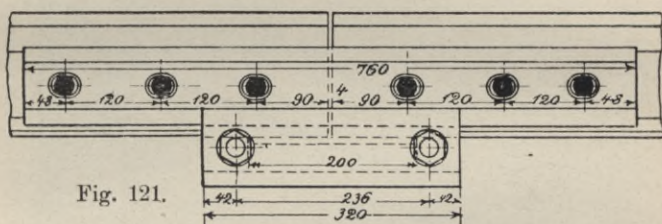


Fig. 121.

derselben ersichtlich. Die Schiene hat eine Höhe von 150 mm, eine Fußbreite von 150 mm, eine Kopfbreite von 98 mm und eine Stegdicke von 10 mm.

## VII. Orenstein & Koppel = Arthur Koppel in Berlin SW.

(seit Anfang d. J. 1909 vereinigte Firma der beiden früheren Firmen „Arthur Koppel“ und A.-G. für Feld- und Kleinbahnen-Bedarf „vormals Orenstein & Koppel“).

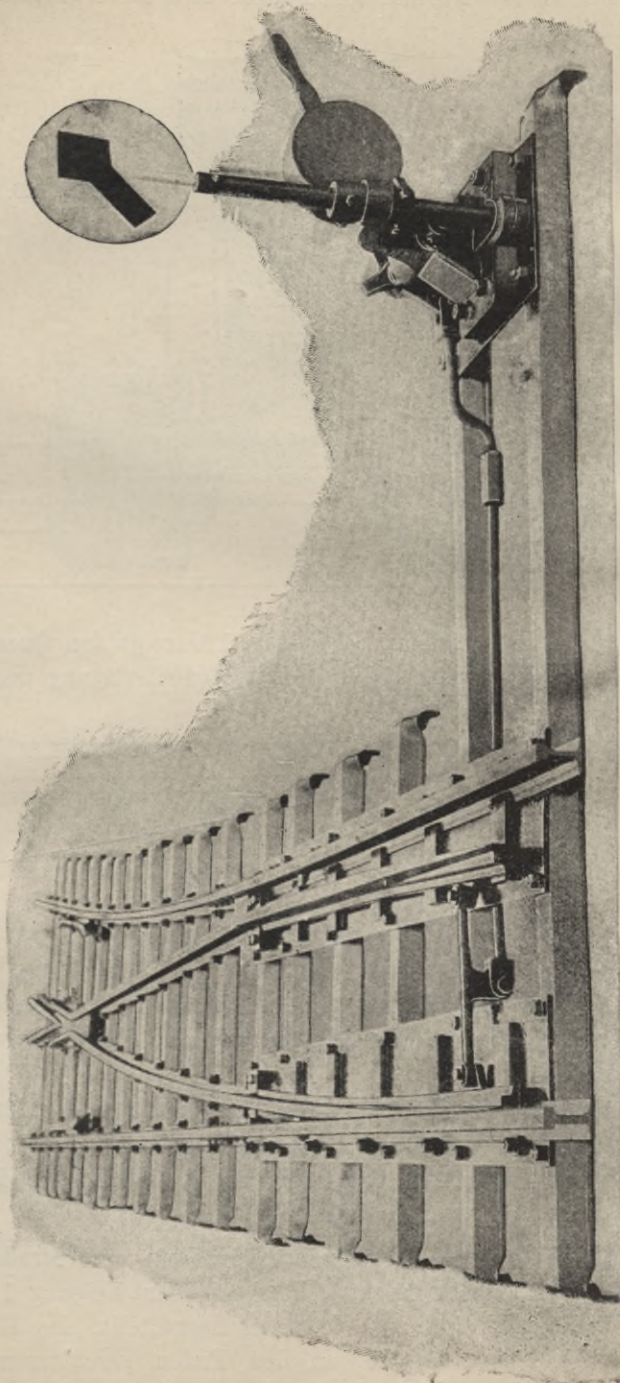
### Oberbau, Weichen und Drehscheiben für Klein- und Straßenbahnen:

Fig. 122 eine einfache Rechtsweiche mit der Neigung 1:7 für 600 mm Spurweite. Die Zungen sind aus Vollprofil hergestellt, das Herzstück besteht aus Stahlguß. Es sind gekappte, an den Enden geschlossene eiserne Querschwellen verwandt. Die Weiche ist für Handbedienung eingerichtet.

Fig. 123 sogen. dreiteilige Weiche mit anschließenden Kreuzungen für 584 mm Spurweite.

Fig. 124 normalspurige Pflasterweiche aus Vignolschienen im Profil 6 d

Fig. 122.



der Preuß. Staatsbahnen mit gegengesetzten Schutzwinkeln zur Herstellung der erforderlichen Spurrinne. Die Zungenvorrichtung besteht aus Schienenzungen. Zum Umstellen der Zungen dient ein Umstellkasten.

Fig. 123.

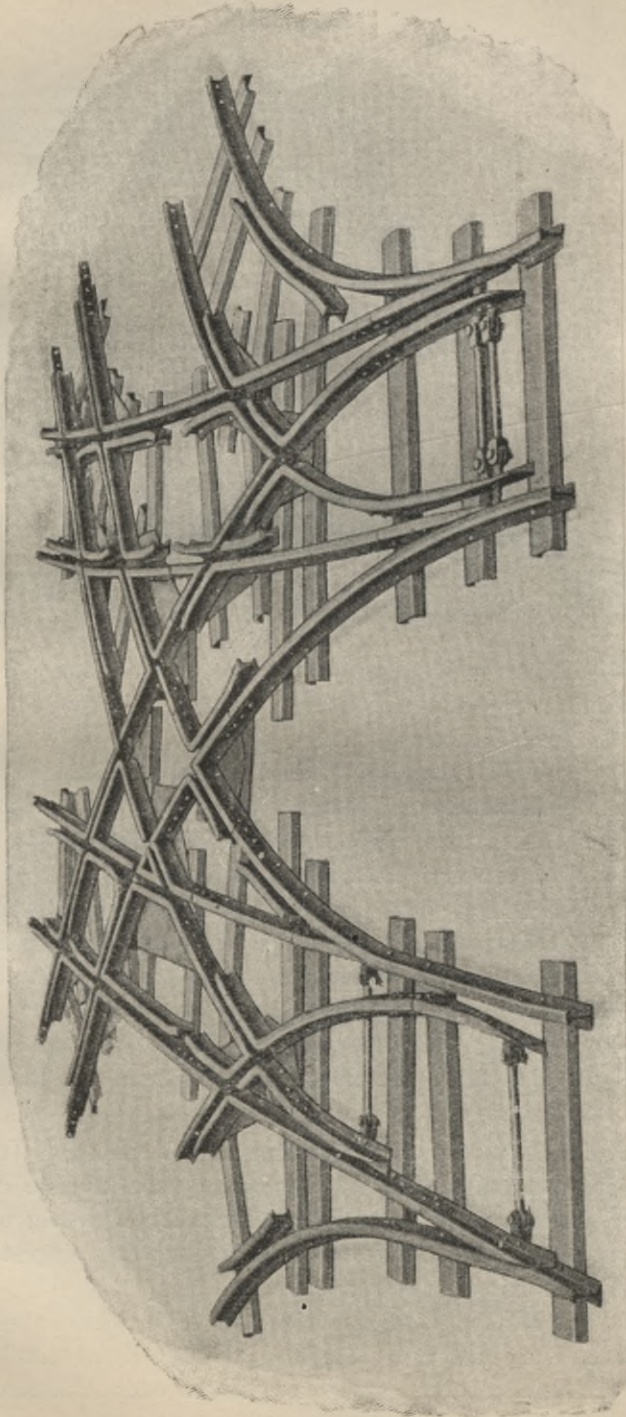




Fig. 125 schmiedeeiserne Drehscheibe mit dreischienigem Kreuzgleis für 1435 mm und 800 mm Spurweite. Die Drehscheibe besitzt unabhängig vom Drehscheibenkörper sich drehende Rollen. Die Tragfähigkeit beträgt 50 t.

Fig. 124.

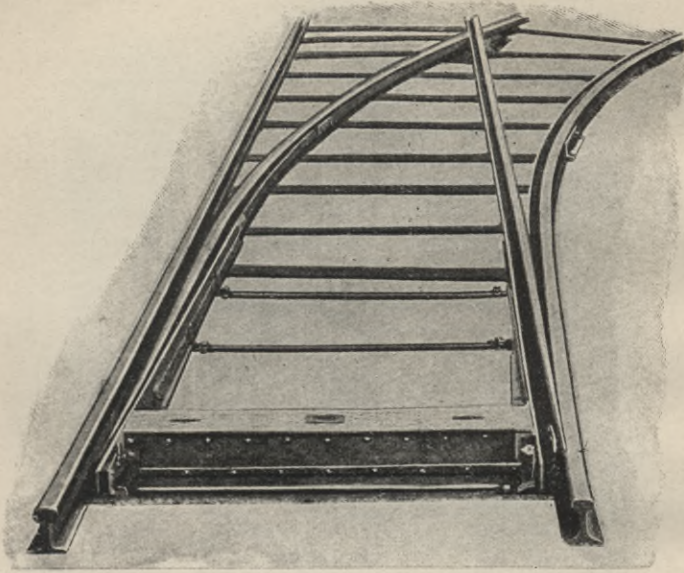


Fig. 126 normalspurige Drehscheibe für Wagen ohne Seitenkonstruktion, mit Holzabdeckung zwischen den Schienen. Der Durchmesser der Scheibe beträgt 7,5 m, die Tragfähigkeit 30 t.

Fig. 127, Taf. XII, versenkte Weiche aus Vignolschienen für Klein- und Straßenbahnen, welche auf Landstraßen liegen, also keinen eigenen Bahnkörper besitzen. Dieselben lassen sich mit Leichtigkeit einbetten bzw. einpflastern. Sie bestehen aus einer Zungenvorrichtung mit einer festen und einer beweglichen Zunge, ferner dem Herzstück und dem Kleineisenzeug zur Befestigung der Teile auf den Holz- oder Stahlschwellen. Die Figur im besonderen zeigt links die erwähnte Zungenvorrichtung für Straßenbahnweichen, rechts das zugehörige Herzstück. Für Bahnanlagen mit starker Beanspruchung liefert die Firma auch Weichen mit zwei beweglichen Zungen und einem Verbindungsstellkasten. Die Stellvorrichtungen sind dann dieselben wie diejenigen für Rillenschienen (siehe Fig. 128 und 129).

Fig. 128, Taf. XII, Stellvorrichtung mit Feder für Weichen aus Rillenschienen für Straßenbahnen. Es ist dies die gebräuchlichste Art der Stellvorrichtung. Sie hält das Gleis nach einer bestimmten Richtung offen; nach Lösen der Feder kann die Weiche für jede beliebige Richtung eingestellt werden. Sie ist in einem Kasten mit abnehmbarem Deckel gelagert.

Fig. 129, Taf. XII, Straßenbahnweiche aus Rillenschienen mit zwei geschmiedeten beweglichen Stahlzungen und Stellvorrichtung. Es ist dies die gebräuchliche Konstruktion für Straßenbahnen mit elektrischem oder Akkumulatorbetrieb.



Fig. 128.

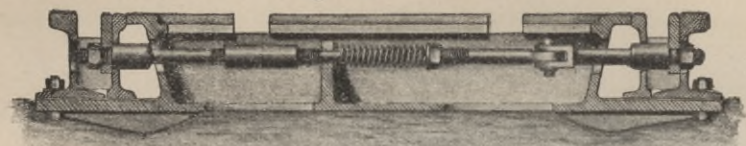


Fig. 130.

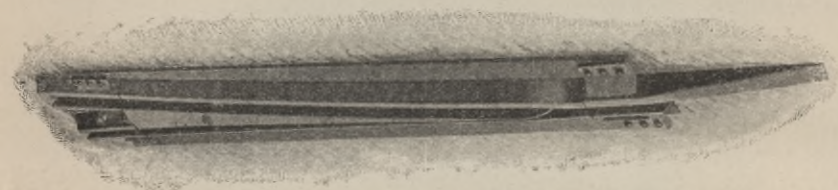


Fig. 129.

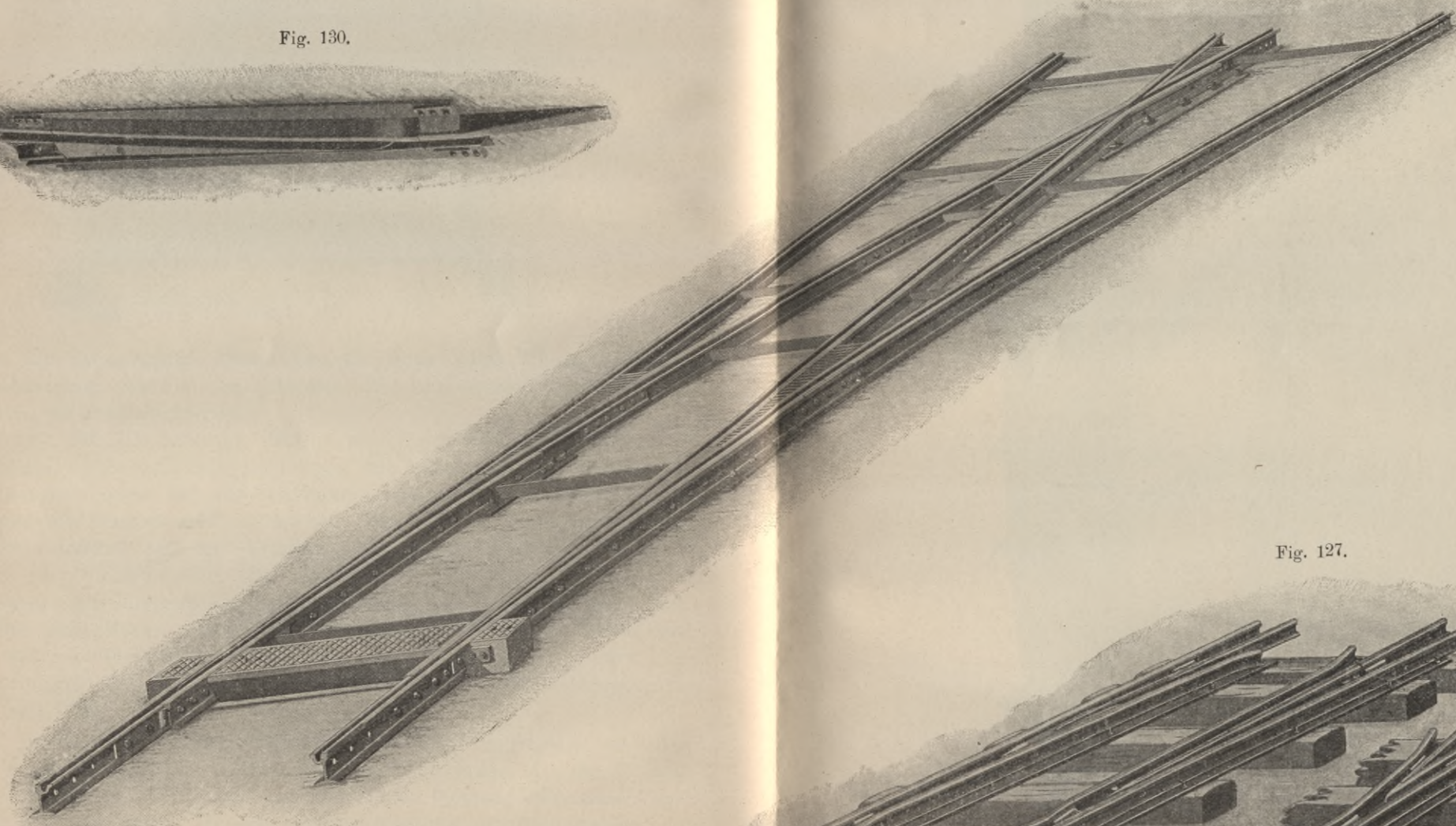


Fig. 127.

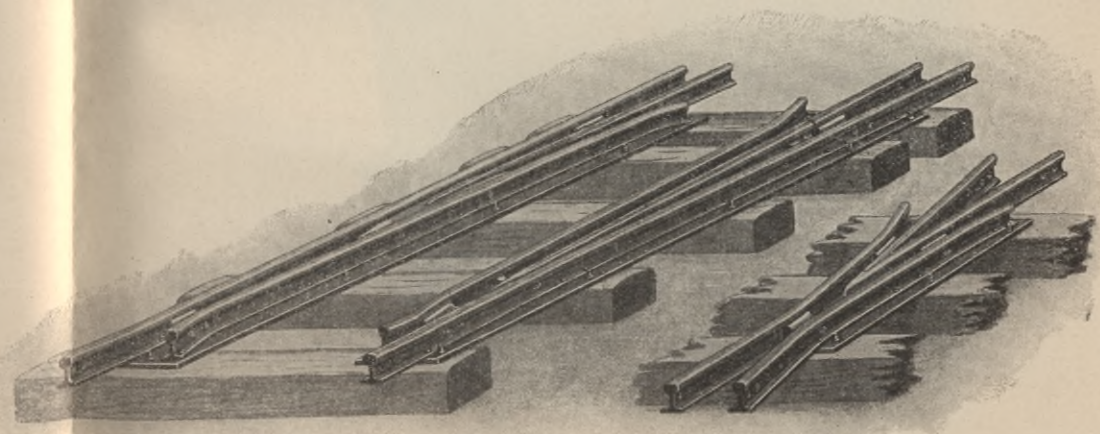
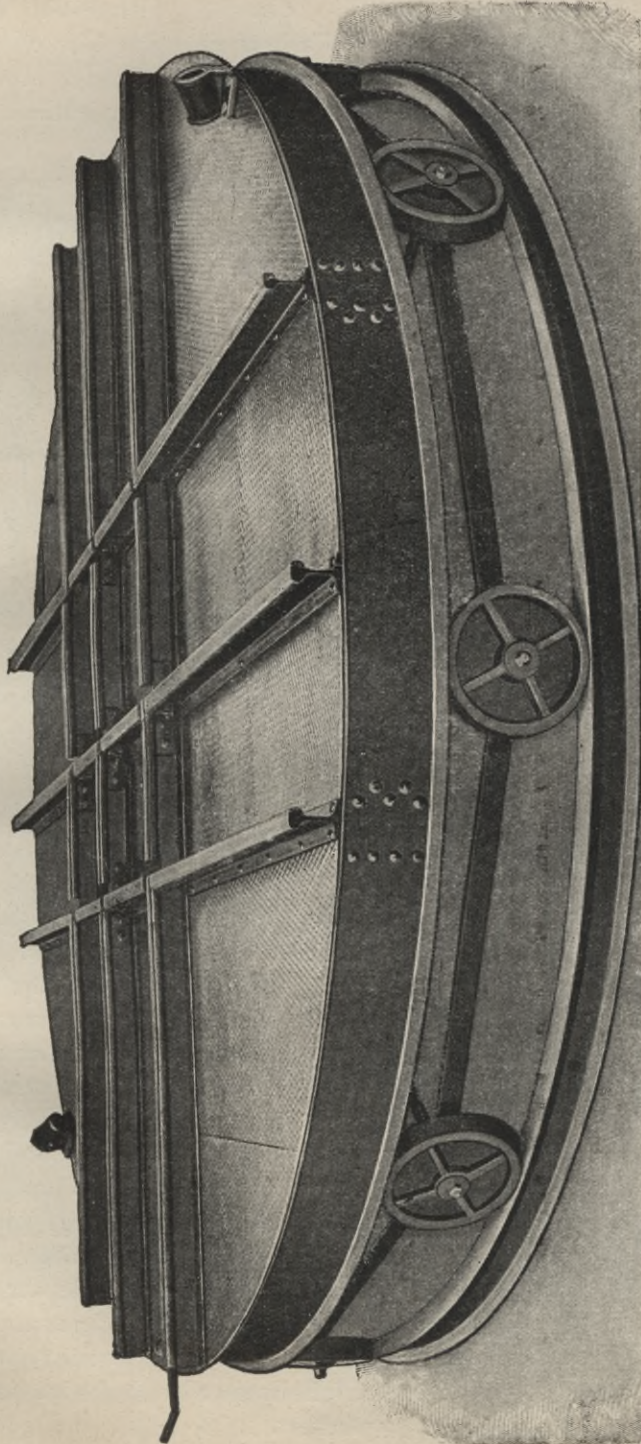




Fig. 130, Taf. XII, Zungenstück mit beweglicher Zunge aus Rillenschienen für Auflaufweichen (Notweichen). Diese Auflaufweichen werden verwendet,

Fig. 125.



wenn ein Hauptgleis einer Reparatur unterzogen wird, und die Wagen über das parallele Gleis geleitet werden müssen.

Fig. 131 Querschnitt durch die Stoßverbindung einer Anschlußbahn (normalspurige Neben- oder Kleinbahn). Aus der Figur ist alles erforderliche ersichtlich.

Fig. 126.

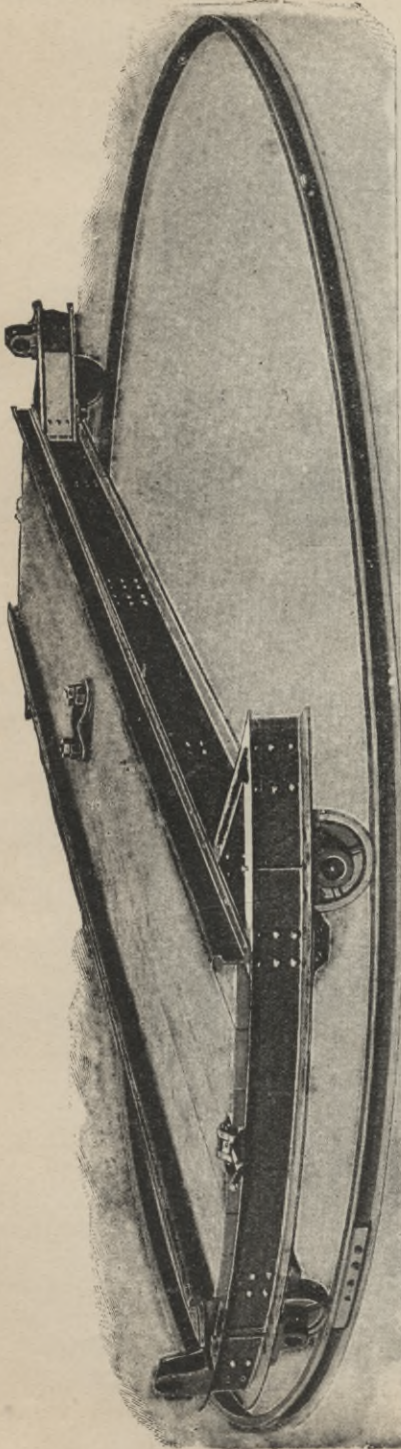


Fig. 131.

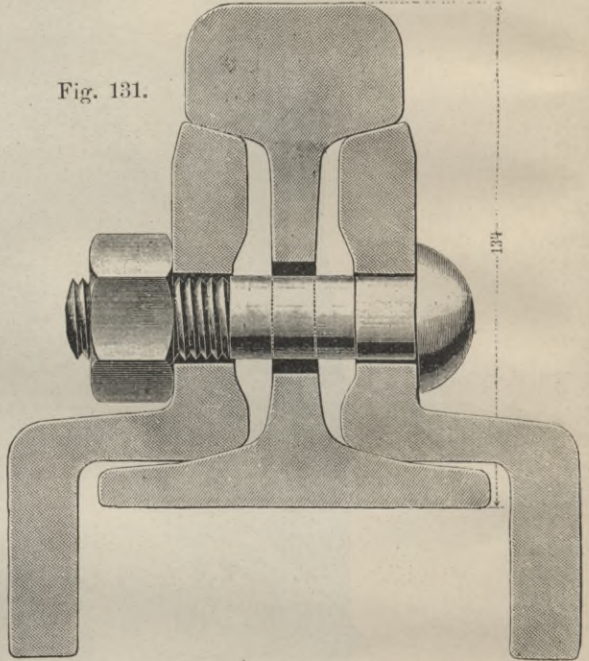


Fig. 132 Querschnitt durch die Stoßverbindung eines Rillenschienengleises für Straßenbahnen, Wegübergänge usw. Die Spurweite beträgt 600 mm. Die Stoßlaschen werden mit je vier Bolzen zusammengehalten. Die Spurweite wird durch je vier Spurstangen auf 10 m Gleislänge aufrecht erhalten.

Fig. 133 zeigt eine eingepflasterte Rillenschiene. Die größeren breitfüßigen Profile werden meistens direkt auf eine sorgfältig hergestellte Bettung gelegt und nur durch die die Spurweite festhaltenden Traversen verbunden, die Schienenstöße verlascht und dann eingepflastert. Die kleineren Profile werden zum Teil auf Querschwellen aus Stahl, seltener auf Holzschwellen befestigt und dann eingepflastert.

Für kleinere Profile wird die in Fig. 134 dargestellte Trambahn-Drehscheibe verwendet. Dieselbe ist aus Gußeisen hergestellt. Die Firma liefert sie mit 1,00, 1,20 und 1,60 m Durchmesser für 500, 600 und 750 mm Spurweite.

Fig. 132.

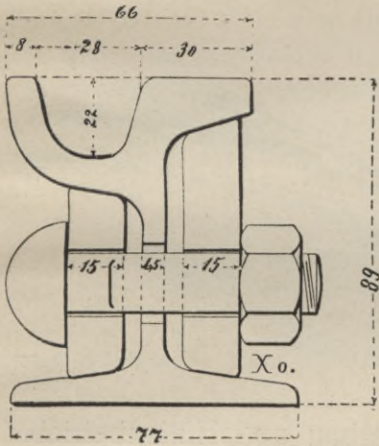


Fig. 133.

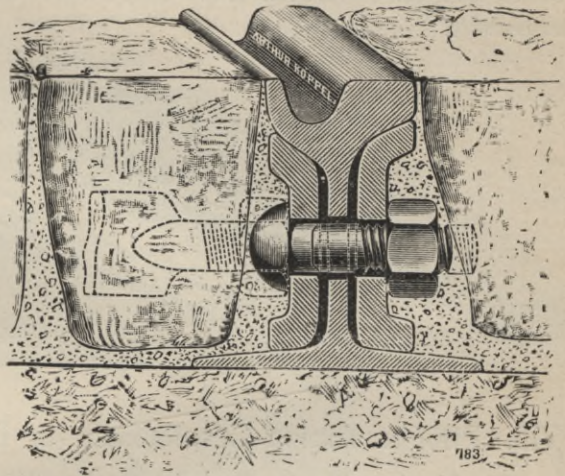


Fig. 134.

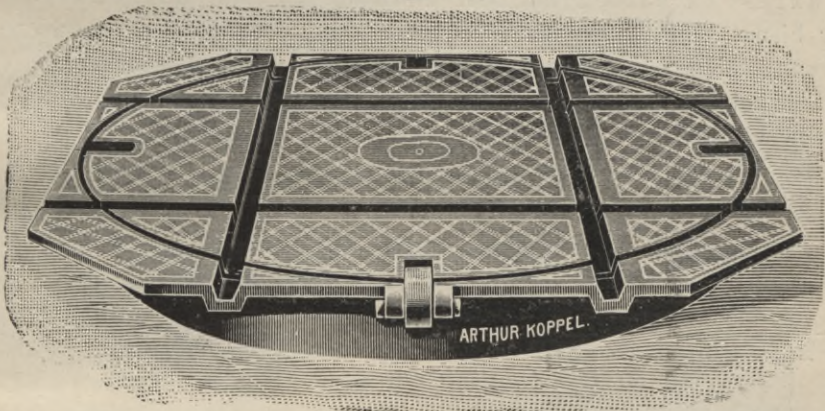
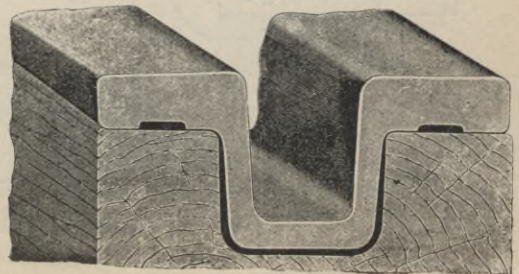


Fig. 135 Trambahngleis auf Holzschwellen. Die aus Stahl gewalzte Schiene wird auf hölzernen Langschwellen vermittelst Schrauben befestigt. Die Langschwellen werden durch eiserne Traversen nebst Bolzen zu einem festen Rahmen verbunden, wodurch auch die Unveränderlichkeit der Spurweite erreicht wird. Nach dem ordnungsmäßigen Verlegen auf festgestampftem Boden wird der Raum zwischen und neben den Schienen mit Bettungsmaterial oder Stein Schlag ausgefüllt oder auch zuge-

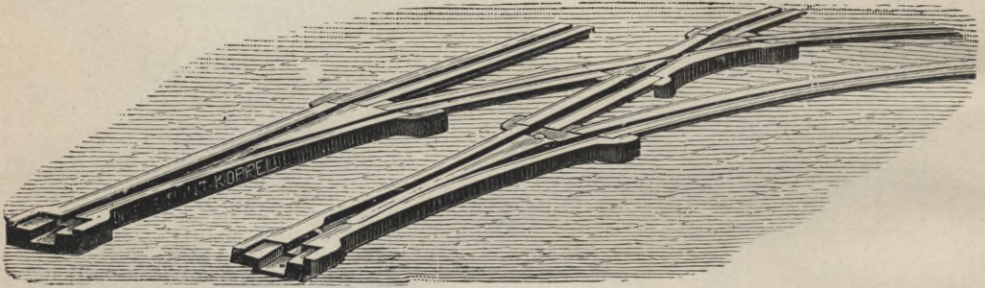
Fig. 135.



pflastert. Das Pflaster muß gleichzeitig im Gleise und zu beiden Seiten vorsichtig gerammt werden, um einer Verschiebung des Gleises und einer Veränderung der Spurweite vorzubeugen.

Fig. 136 stellt die Weiche für dieses Trambahnsystem dar. Die Weichenstücke und das Herzstück sind aus Hartguß, die verstellbare Zunge ist aus Stahl hergestellt.

Fig. 136.



### VIII. Phönix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb.

a) **Oberbau für Straßenbahnen:** Der Verein deutscher Straßen- und Kleinbahngesellschaften hat vier Normalprofile von Rillenschienen genannter Firma angenommen und zu jedem eine besondere Kurvenschiene mit starker Zwangsschiene. Da dieselben sich äußerlich wenig unterscheiden, so sei nur ein Beispiel in den Figuren 137 und 138 zur Darstellung gebracht; die übrigen will ich nur kurz beschreiben. Fig. 137 Rillenschienen-System Phönix 14 G Normal Nr. 1. Die Figur stellt ebenso, wie Fig. 138, den Querschnitt durch die Stoßverbindung dar. Es sind Fußlaschen angenommen. Die Schiene

Fig. 137.

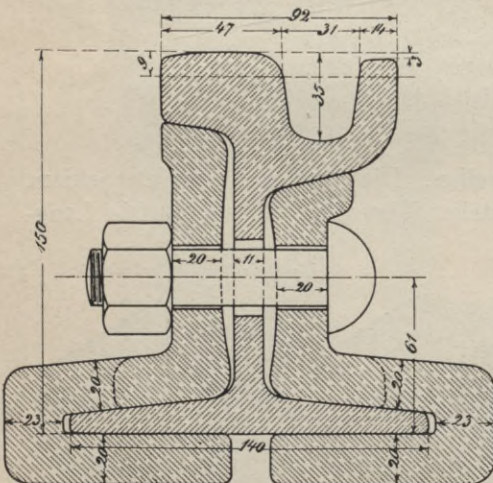
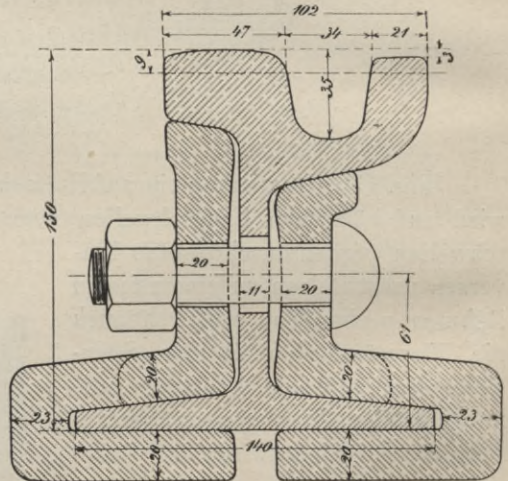


Fig. 138.



hat eine Höhe von 150 mm, eine Fußbreite von 140 mm, eine Kopfbreite, einschließlich Rille, von 92 mm und eine Stegdicke von 11 mm; Fig. 138 Rillen-



schiene-System Phönix 14H Normal Nr. 1 A. Die Schiene hat dieselben Abmessungen bis auf die Kopfbreite, welche hier 102 mm beträgt. Die Schiene 18 G Nr. 2 hat eine Höhe von 160 mm, eine Fußbreite von 150 mm, eine Kopfbreite von 97 mm und eine Stegdicke von 12 mm; die Schiene 18 H Nr. 2 a hat wieder dieselben Maße bis auf die Kopfbreite, welche 109 mm beträgt; die Schiene 18 I Nr. 3 hat eine Höhe von nur 160 mm, dagegen eine Fußbreite von 180 mm, eine Kopfbreite von 103 mm und eine Stegdicke von 12 mm; die Schiene 18 K Nr. 3 A unterscheidet sich wieder nur in der Kopfbreite, welche hier 116 mm beträgt; die Schiene 39 A Nr. 4 hat gleiche Höhe und Fußbreite; beide betragen 180 mm, die Kopfbreite beträgt 103 mm, die Stegdicke 12 mm; die Schiene 39 B Nr. 4 a hat wieder dieselben Abmessungen bis auf die Kopfbreite, welche hier 116 mm beträgt.

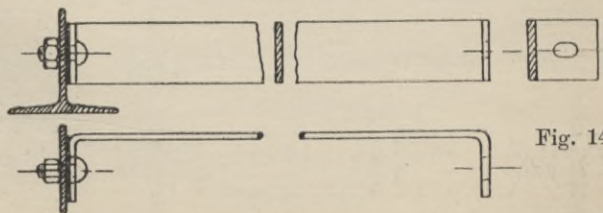
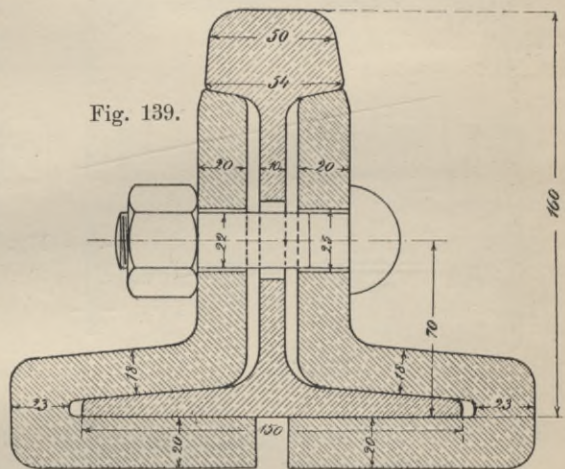
In Fig. 139 ist ein Beispiel für Vignolschiene-Oberbau gezeichnet worden. Die Figur zeigt den Schnitt durch die Stoßverbindung, für welche ebenfalls Fußlaschen zur Anwendung kommen. Die Laschen werden durch je sechs Bolzen angeschlossen. Auf 15 m Gleislänge kommen 7 Spurhalter, auf 12 m Länge 5 derselben.

Bem. 1: In den Figuren 137 und 138 ist die Anordnung für gewöhnliche Laschen punktiert angedeutet.

Bem. 2: Aus den Minimal-Bedingungen für die Lieferung von Schienen, Laschen usw. (oben erwähnter Verein deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen) vom Jahre 1909 sei erwähnt, daß für Rillen- und Vignolschiene Flußstahl, für Laschen Flußeisen oder Flußstahl, für alle übrigen Teile aus Eisen Flußeisen vorgeschrieben wird.

**b) Neue Spurhalterbefestigung:** Eine der wichtigsten Fragen beim Bau von Rillenschienengleis bildet die genaue Einregulierung der Spurweite, da hiervon mehr als bei Vignol-Oberbau wegen der geschlossenen Rille die Haltbarkeit und Befahrung des Oberbaues abhängig ist. Nun werden bekanntlich wegen ihrer breiten Füße Rillenschienen nicht auf Schwellen, sondern direkt auf die Bettung verlegt, in ihrer ganzen Länge unterstopft und die

Spurweite durch Querverbindungen gesichert. Die einfachste und gebräuchlichste aller der vielen zur Verwendung kommenden Querverbindungen ist die



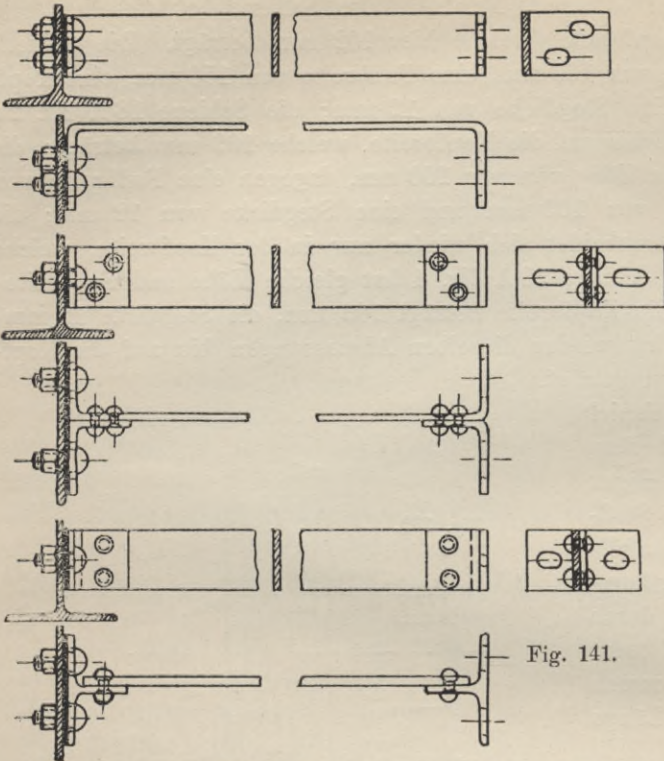
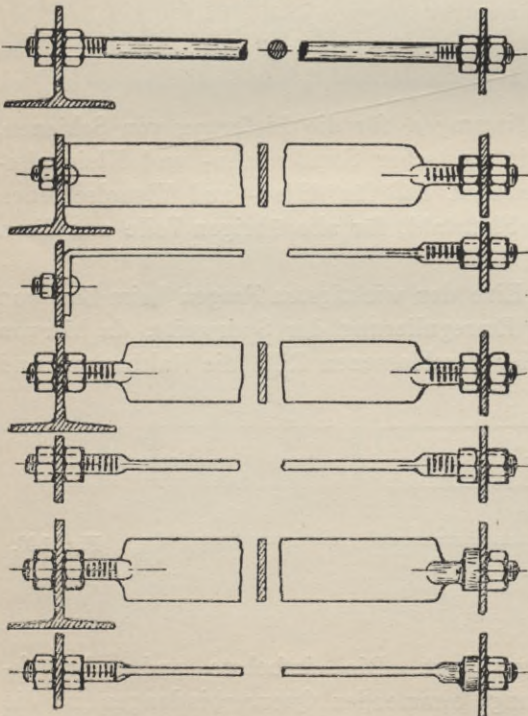


Fig. 141.

Fig. 142.



der Flacheisen mit angebogenen Winkeln, welch' letztere mittels Bolzen an den Schienensteg befestigt werden. Fig. 140. Da nun einerseits geringe Unterschiede bei der Walzung der Rillenschienen und zwar in bezug auf die Lage der Fahrkante zur Innenkante des Schienensteges unvermeidlich sind, andererseits aber auch die fabrikationsmäßige Herstellung der Spurhalter auf warmem Wege Unterschiede in den Längen nicht ausschließt, so ist es nicht möglich, eine genaue Spurweite einfach da-

durch zu erzielen, daß die Querverbindungen gegen den Schienensteg befestigt werden, sondern es ist erforderlich, daß Ungenauigkeiten in der Spurweite durch Zwischenlegen von Regulierplättchen zwischen Spurhalterwinkel und Schienensteg ausgeglichen werden. Spurhalter, bei welchen das zulässige Längenmaß überschritten ist, sind natürlich unbrauchbar, da nur eine zu enge Spur durch Zwischenlegen von Plättchen auf das richtige Maß gebracht werden kann. Bei einer zu weiten Spur müßten die Spurhalter gekürzt werden. Genügt nun bei der Regulierung nicht ein Plättchen, so werden zwei oder drei zwischengelegt und so lange probiert, bis die Spurweite genau ist. Diese Regulierungsarbeit ist oft eine Quelle des Verdrusses

Fig. 144.

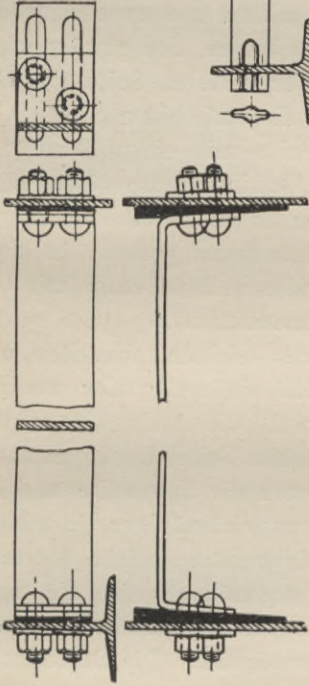


Fig. 143.

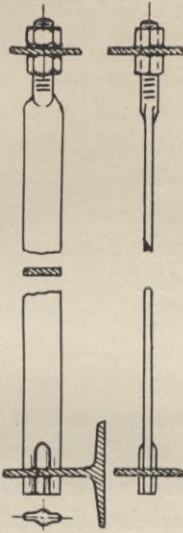


Fig. 145.

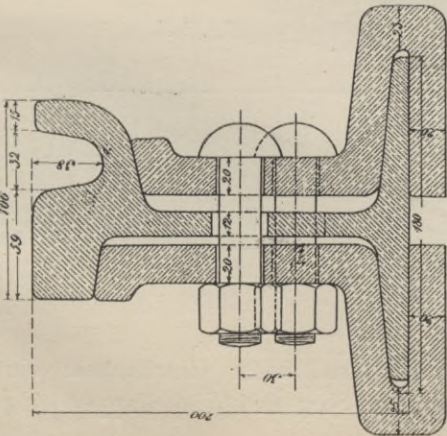
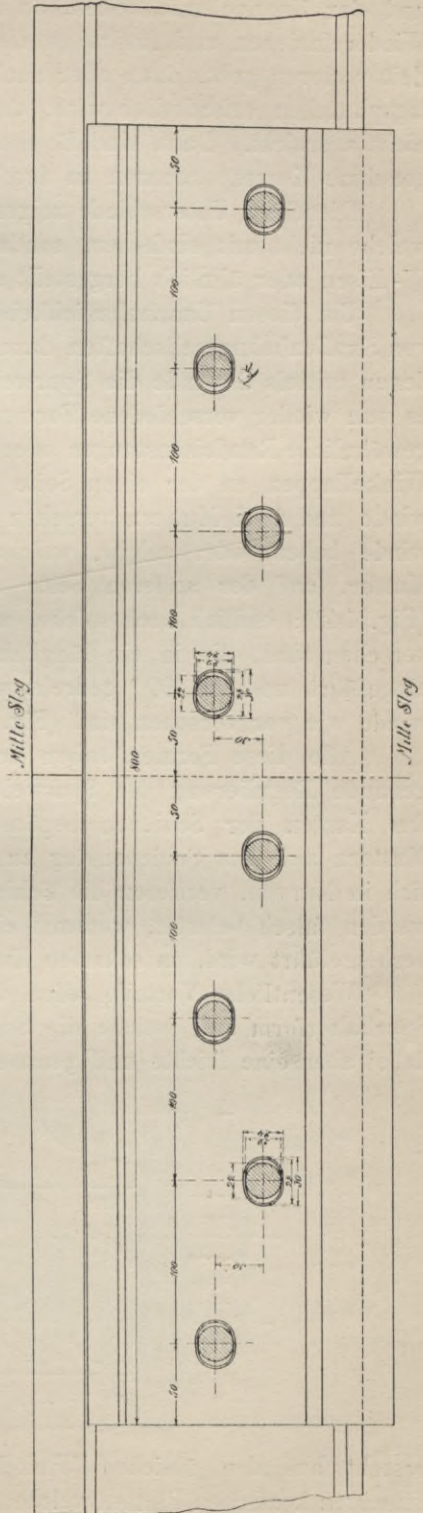


Fig. 146.



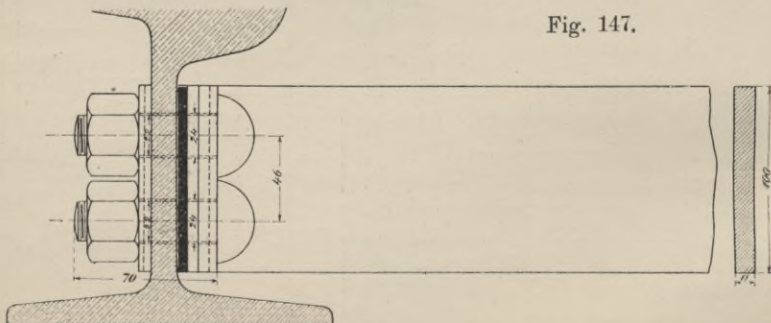
und der Unannehmlichkeiten, da nämlich durch das Anziehen, Wiederloslösen, Wiedereinziehen und Andrehen der Bolzen bei jedesmaliger Probe eine Menge Zeit verloren geht, dann aber auch, weil häufig eine derartige Zahl von Unterlagsplättchen erforderlich wird, daß die normale und gelieferte Zahl derselben nicht ausreicht. Dann sind Beschwerden bei den liefernden Werken und unangenehme Korrespondenzen an der Tagesordnung.

Dieselben Unterschiede zeigen sich natürlich auch bei solchen Spurhaltern, welche nicht mit einfachen, sondern mit Doppelwinkeln oder mit angenieteten T-Eisen oder ähnlich hergestellt sind (Fig. 141).

Um diesen Unannehmlichkeiten aus dem Wege zu gehen, sind eine Menge von Straßenbahngesellschaften dazu übergegangen, Spurhalter zu verwenden, bei denen mittels Gewinde die Spurweite genau eingestellt werden kann. Hier gibt es nun wieder verschiedene Formen von Gewindespurhaltern und zwar entweder gewöhnliche Rundeisenstangen oder solche, die, aus Flacheisen, den gewöhnlichen Winkellappen an der einen Seite behalten und an der anderen Seite mit Gewinde und zwei Muttern versehen sind, oder solche, die auf beiden Seiten Gewinde haben, oder solche, welche auf der einen Seite mit einem Bund und Mutter, auf der anderen Seite mit verstellbarem Gewinde ausgerüstet sind (Fig. 142); endlich auch solche, welche auf der einen Seite mit Ausklinkungen versehen sind, die in ein längliches Loch des Schienensteges passen, in diese eingeführt und um  $90^\circ$  gedreht werden, an dem anderen Ende dann mit Gewinde wie vor versehen sind (Fig. 143, englische Konstruktion).

Alle diese Formen haben neben dem Vorteil der leichten, schnellen und genauen Regulierung der Spurweite den Nachteil, daß sie mehr oder weniger das Kanten der Schienen begünstigen und zwar, weil die Auflagefläche der Muttern auf dem Schienensteg zu gering ist. Bei einem Seitendruck, namentlich in Kurven, verlieren die Schienen durch das Kanten die Spurweite und sie werden falsch belastet, wodurch ein vorzeitiger und ungleichmäßiger Verschleiß herbeigeführt wird, in scharfen Kurven sogar eine Entgleisungsgefahr entsteht.

Wesentliche Vorteile allen diesen Spurhaltern gegenüber weist die neue Spurhalterform auf, welche die Stabilität der üblichen Winkelspurhalter besitzt, dabei aber eine leichte und genaue Spurregulierung ermöglicht. Die Befestigung



besteht aus den üblichen Winkelspurhaltern, unter Hinzunahme einer lang-gelochten konischen Platte, welche zwischen Steg und Winkellappen eingeschoben

und mit dem Steg verschraubt wird (Fig. 144). Bei der Regulierung der Spurweite wird nur der Bolzen etwas gelöst, nicht herausgenommen, und die konische

Fig. 148 a.

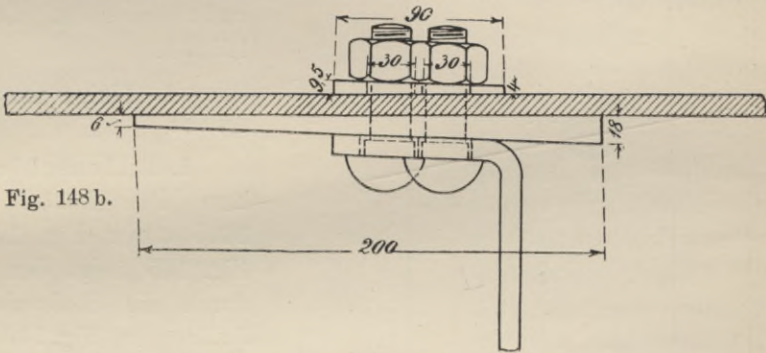
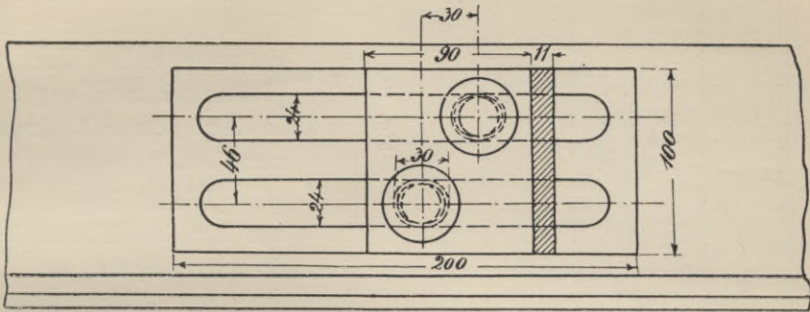


Fig. 148 b.

Platte nach Bedarf vor- oder zurückgetrieben, bis die Spur genau ist, eine Arbeit, die mit geringer Mühe äußerst schnell und ohne Aufenthalt bewerk-

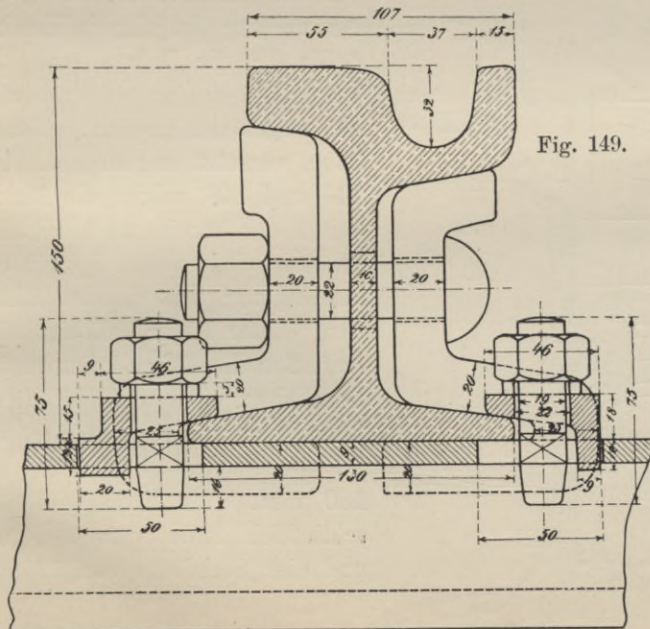


Fig. 149.

gestellt werden kann. Eine kleine, ebenfalls konische Platte an der Außenseite des Steges stellt die erforderliche Parallelität der Auflageflächen für Kopf und Mutter des Bolzens wieder her. Die Keilplatte wird an beiden Enden des Spurhalters angebracht, wodurch ermöglicht wird, daß Unterschiede bis etwa 15 mm ausgeglichen werden können. Bei hohen Profilen, bei denen eine besonders starke Spurhalterbefestigung erforderlich ist, um

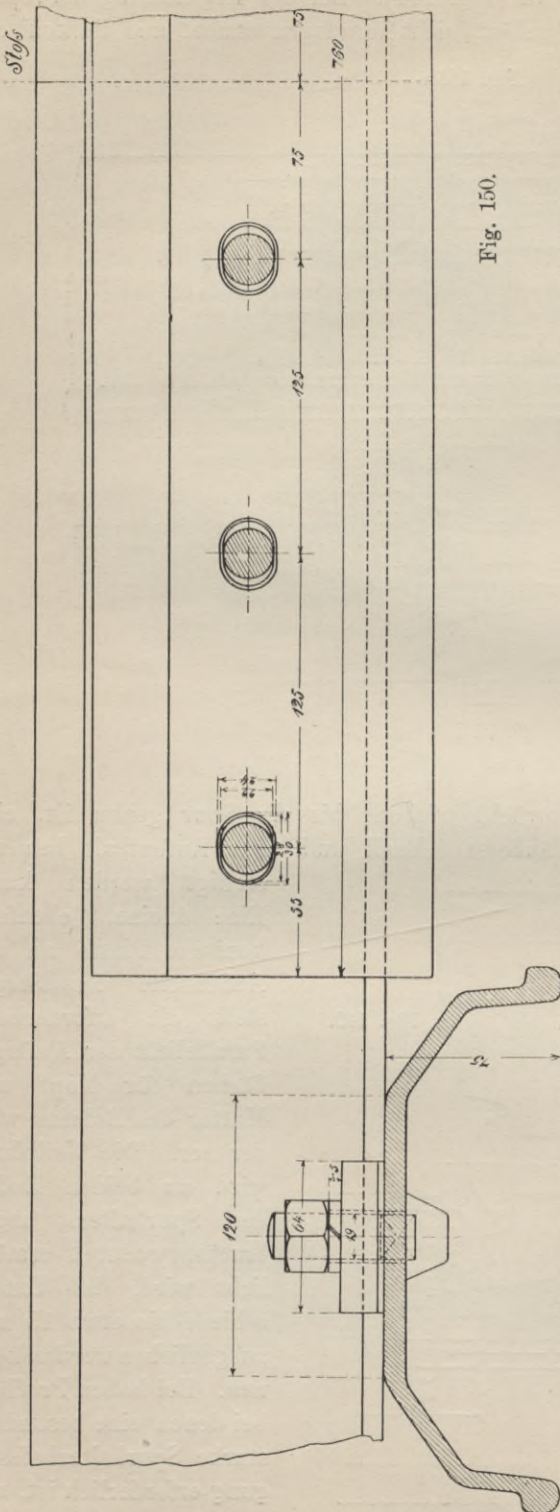


Fig. 150.

das Kanten zu verhindern, lassen sich auf jeder Seite zwei Bolzen übereinander anordnen, während bei niedrigen Profilen auf jeder Seite ein Bolzen genügt. In ersterem Falle sind die Keilplatten mit zwei langen Schlitzten, in letzterem mit einem Schlitzte versehen.

Die Aktiengesellschaft Phoenix hat in Erkenntnis der Bedeutung dieser neuen Befestigung das alleinige Herstellungsrecht erworben. D. R. P. Nr. 165231.

### c) Einige ausgeführte Beispiele:

1. Rillenschienen-Oberbau Profil 38<sup>m</sup> (Spurweite 1435 mm): Fig. 145 bis 148. Fig. 145 zeigt den Querschnitt durch die Stoßverbindung mit Fußlaschen, Fig. 146 die Stumpfstoßverbindung in der Seitenansicht. Es kommen 8 Bolzen bei der Laschenverbindung zur Anwendung (im allgemeinen nur 4 bis 6); die Bolzen sind, wie aus Fig. 145 und 146 ersichtlich ist, wegen der großen Schienenhöhe, versetzt angeordnet. Fig. 147 und 148 zeigen die Einzelheiten der bereits nach Fig. 144 beschriebenen neuen Spurhalterbefestigung; eine nähere Erklärung dieser Figur erübrigt sich. Auf 12 m Gleislänge kommen fünf Spurhalter. Die Schiene dieses Oberbaues hat eine Höhe von 200 mm, eine Fußbreite von 180 mm, eine Kopfbreite einschließlich Rille von 106 mm und eine Stegdicke von 12 mm.

2) Rillenschienen-Oberbau Profil 17c für Altötting-Neuötting (Spurweite 1000 mm): Fig. 149 bis 151. Dieser Oberbau ist am Stoß auf eiserne Querschwellen, im übrigen direkt auf die Bettung verlegt. In Fig. 149

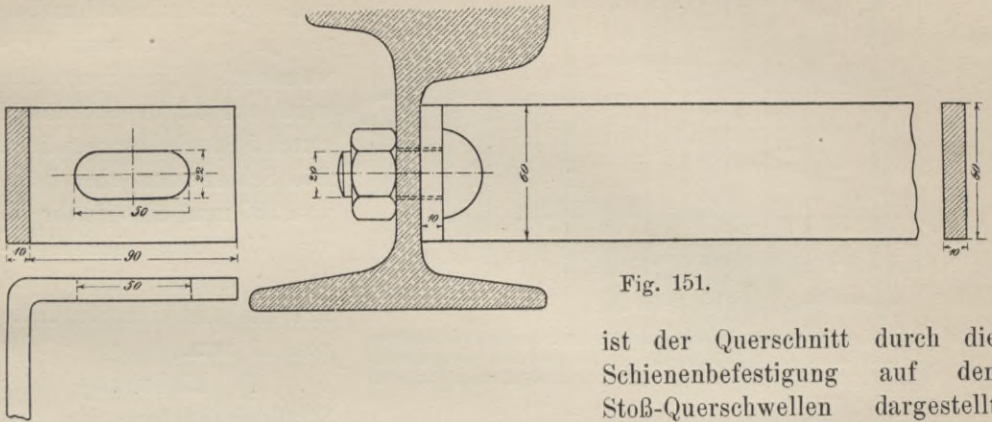


Fig. 151.

ist der Querschnitt durch die Schienenbefestigung auf den Stoß-Querschwellen dargestellt (Klemmplatten und Hakenschrauben); Fig. 150 zeigt den Stumpfstoß in der Seitenansicht zur Hälfte (Fußlaschen mit 6 Bolzen); Fig. 151 zeigt die Spurhalteranordnung. Auf 15 m Gleislänge kommen sechs Spurhalter. Die Schiene hat eine Höhe von 150 mm, eine Fußbreite von 130 mm, eine Kopfbreite von 107 mm und eine Stegdicke von 10 mm.

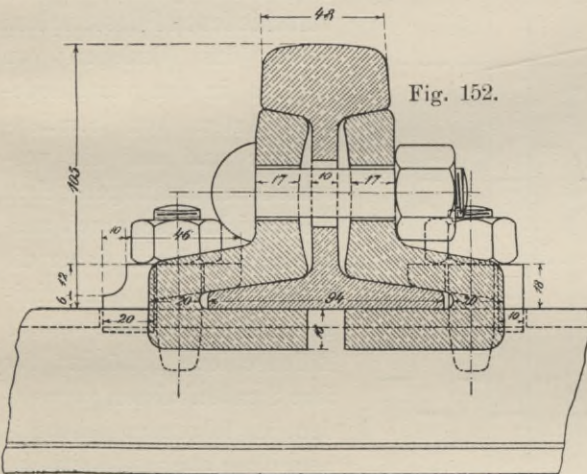


Fig. 152.

3) Oberbau für Straßenbahnen aus Vignol-Profil mit Fußlaschen (Spurweite 1435 mm): In Figur 152 ist der Querschnitt durch die Stoßverbindung dieses auf Eisenquerschwellen verlegten Oberbaues dargestellt. Die Befestigung auf den Schwellen erfolgt mit Klemmplatten und Hakenschrauben. Zur Deckung des Stumpfstoßes dienen beiderseitige Fußlaschen mit je vier Bolzen.

4) Rillenschienen-Oberbau für Hafenbahnen Profil 37 (Spurweite 1435 mm): Fig. 153 zeigt den

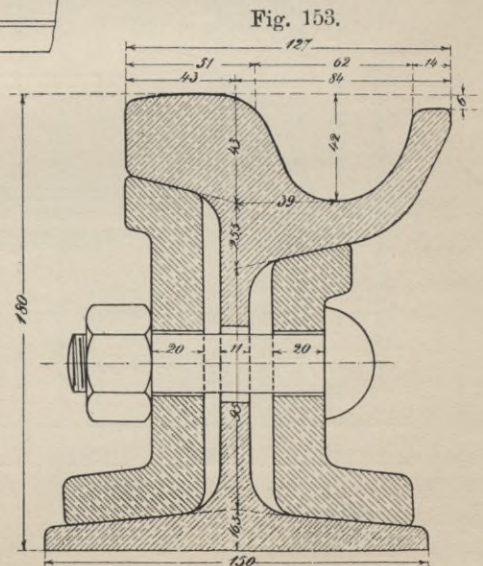
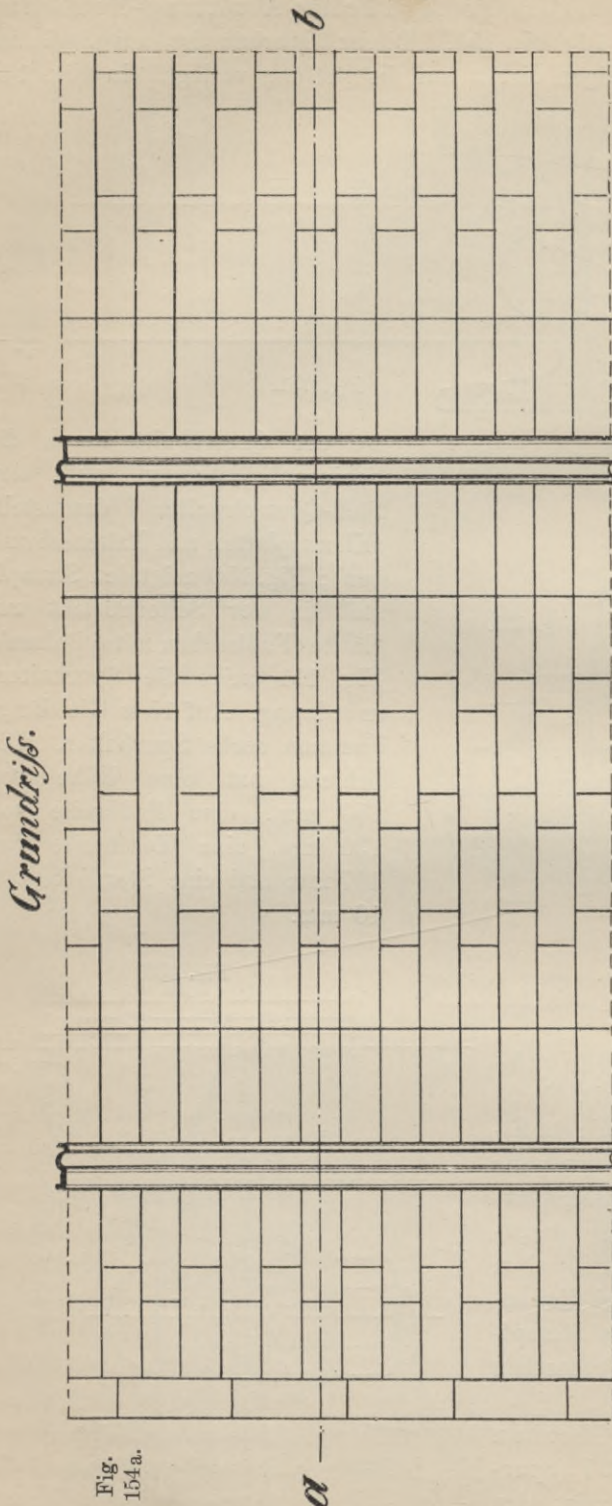


Fig. 153.



Querschnitt durch die Stoßverbindung; es kommen für die Deckung des Stämpfstoßes gewöhnliche Laschen mit je 6 Bolzen zur Verwendung. Die Spurweite wird auf 12 m Gleislänge durch 5 Spurhalter reguliert. Die Schiene hat eine Höhe von 180 mm, eine Fußbreite von 150 mm, eine Kopfbreite einschl. Rille von 127 mm und eine Stegdicke von 11 mm.

**d) Einbettung der Straßenbahngleise bei den verschiedenen Pflasterarten:**

Ueber das Verlegen von Gleisen in den verschiedenen Arten von Straßenpflaster und auf die verschiedenen Bettungen gehen die Ansichten sehr weit auseinander. Ich will daher die Einbettungsmethoden einiger größerer Städte, welche Rillenschiene „Phönix“ für ihre Straßenbahnen verwenden, im folgenden beschreiben, ohne aber auf kritische Vergleiche der mir für diesen Zweck gelieferten Berichte näher einzugehen.

**1. Frankfurt a. M.**

(Oberingenieur Jacobi):

α) Holzpflaster: Bei der Frankfurter Straßenbahn wird in Straßen mit geräuschlosem Pflaster innerhalb des Bahnkörpers nur Holzpflaster verwendet und zwar für Straßen mit geringem Fuhrwerksverkehr Weichholz (schwedisches Kiefernholz), für Straßen



mit starkem Fuhrwerksverkehr australisches Hartholz (Tallowood). Die frühere Ausführung von Asphalt innerhalb der Gleise hat sich nicht bewährt, weil durch das Vibrieren der Schienen der Asphalt abbröckelt. Es werden daher jetzt nur die außerhalb des Bahnkörpers liegenden Fahrbahnflächen asphaltiert.

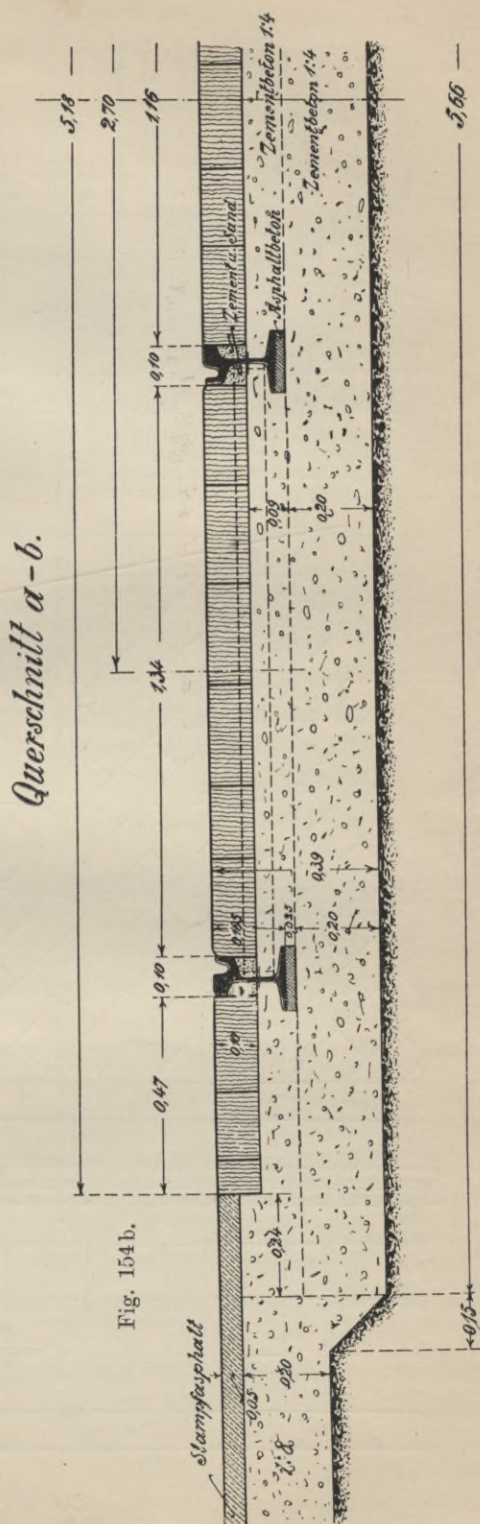
Die Gleisverlegung geschieht wie folgt: Nach Herstellung und Erhärtung der unteren, 20 cm hohen Betonschicht werden die Gleise montiert und durch Unterkeilen von Holzstücken auf die richtige Höhenlage gebracht. Der dann verbleibende etwa 2 bis 3 cm große Zwischenraum zwischen Beton und Schienenunterkante wird mit Asphalt untergossen, nach dessen Erhärtung die zweite 7 cm hohe Betonschicht eingebracht und darauf das Holzpflaster hergestellt wird.

Fig. 154 a und 154 b zeigen die Einbettung der Phönix-Schiene Profil 18 c in Straßen mit Hartholzpflaster in Grundriß und Querschnitt. Die Figuren stellen eine Straße mit zwei Gleisen dar, von der aber der Einfachheit halber nur die Hälfte gezeichnet worden ist.

Fig. 155 a und 155 b zeigen die entsprechende Anordnung für Straßen mit Weichholzpflaster. Eine weitere Erklärung dieser Figur erübrigt sich.

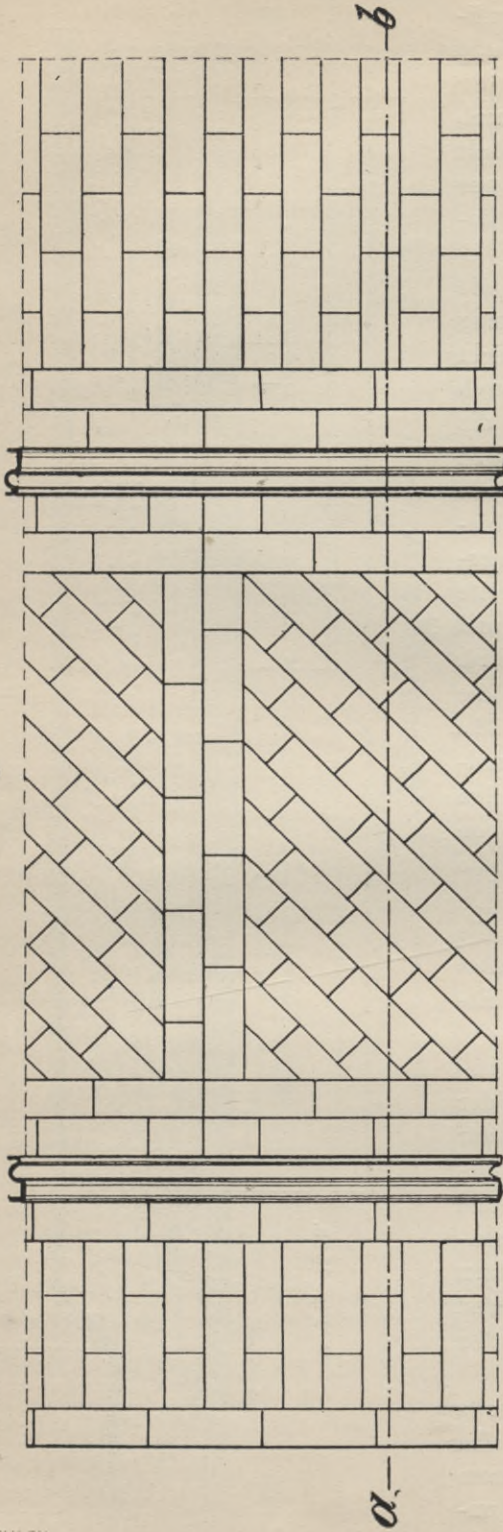
β) Chaussierung und Steinpflaster: Es wird zunächst die in der Regel aus Hartbasaltsteinen, Quarzit oder aus einem ähnlichen Hartmaterial bestehende Gestückunterlage hergestellt und gewalzt. Dann werden die Gleise montiert, durch Unterkeilen von Holzklötzen auf die richtige Höhenlage gebracht und dann die Schienen mit Kies und Schotter gut unterstopft.

Bei Chaussierung wird beiderseits der Schienen je eine Pflasterbesatzreihe angeordnet, weil sonst bei stärkerem Fuhrwerksverkehr die Chaussierung un-

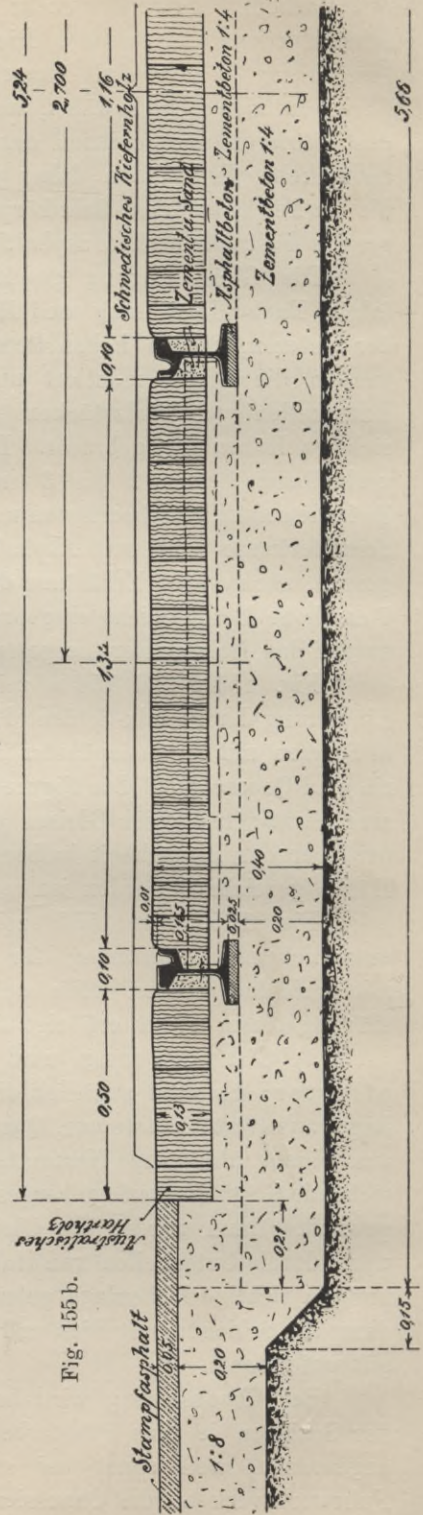


# Grundriss.

Fig. 155 a.

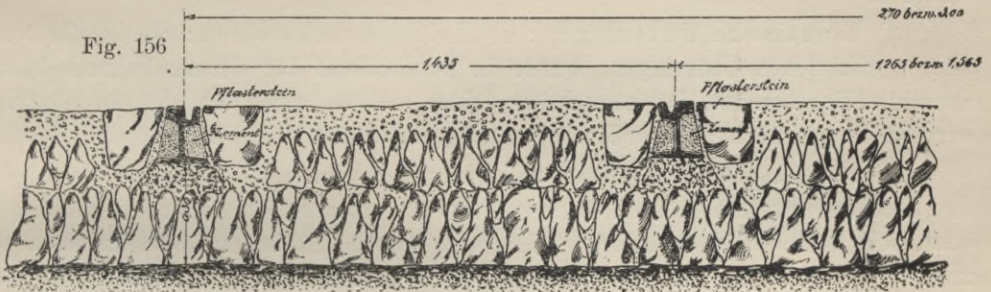


# Querschnitt a-b.



mittelbar an der Schiene leicht abbröckelt. (Bei Straßen mit geringem Fuhrwerksverkehr kann indessen die Besatzreihe wegbleiben.) Schließlich wird dann die obere Decke der Chaussierung zwischen den Besatzreihen hergestellt.

In gleicher Weise, wie vor beschrieben, erfolgt die Gleisverlegung bei Straßen mit gewöhnlichem und mit vierhäutigem Steinpflaster. Letzteres wird



jedoch, abweichend von der Darstellung in Fig. 158, neuerdings nicht mehr auf Beton, sondern ebenfalls auf Gestückerunterlage verlegt.

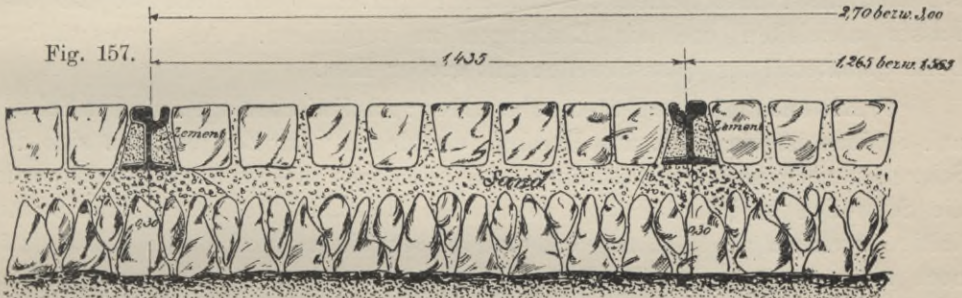
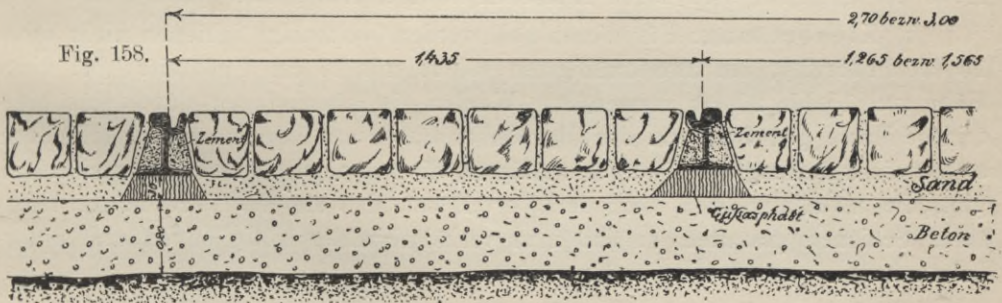


Fig. 156 zeigt die Gleis-Unterbettung bei chaussierten Straßen, Fig. 157 bei Straßen mit gewöhnlichem Steinpflaster und Fig. 158 bei Straßen mit vier-



häutigem Steinpflaster. Alle drei Figuren stellen Querschnitte durch die betreffende Straße dar und sind auch wieder nur zur Hälfte gezeichnet worden.

Bei allen Ausführungen in  $\alpha$ ) und  $\beta$ ) werden, des guten Pflasteranschlusses wegen, die Seitenflächen der Schienen mit Zement ausgestrichen, wie in den Querschnitten der Figuren dargestellt.

2. Hamburg (Oberingenieur Culin): Die Bettung und Unterlage der Schienen soll fest sein, aber trotzdem elastisch bleiben; je mehr diese beiden Bedingungen erfüllt sind, desto besser behält das Gleis seine Lage, und desto geringer werden die Unterhaltungskosten; je starrer, desto höher werden letztere.

Es sind  $\alpha$ ) elastische,  $\beta$ ) starre und  $\gamma$ ) halbstarre Unterlagen zu unterscheiden.

$\alpha$ ) Elastische Unterlagen: a) Holzquerschwellen: Sie ist die beste aller vorhandenen Unterlagen, wurde in Deutschland für Straßenbahnen früher ausschließlich benutzt, ist aber heute leider viel zu wenig üblich. In Amerika wird sie heute noch außerordentlich häufig verwendet.

Eichenquerschwellen können unimprägniert verwendet werden. Weichholz- und Buchenschwellen müssen dagegen imprägniert sein, entweder mit Chlorzink oder, wie heute meistens gebräuchlich, mit Teeröl. Es ist statt dessen auch ein zweimaliger Anstrich mit Karbolineum zulässig. Holzschwellen halten sich mit Lehm umgeben bedeutend länger, als in durchlässigem Sandboden. Ist man genötigt, auf Lehmboden zu verlegen, so muß dieser in mindestens 50 cm Tiefe ausgehoben und durch Kies ersetzt werden, oder, wenn das nicht durchführbar ist, muß das Pflaster einen dauerhaften Fugenverguß erhalten, um das Oberwasser abzuleiten und am Eindringen zu verhindern. Als zweckmäßigstes Bettungsmaterial für Querschwellen gilt grober Kies.

b) Eisenarmierte Betonschwellen: Als Zwischenlage zwischen Schwelle und Schiene ist ein Klotz aus Hartholz einzulegen. Zur Zeit befinden sich diese Schwellen noch im Versuchsstadium. Es soll durch dieselben ermöglicht werden, die Schwellen in jede beliebige vorhandene Bodenart, selbst eventuell humushaltige verlegen zu können. Während bisher die zweckmäßigste Konstruktion noch nicht feststeht, hat die Praxis schon entschieden, daß das große Gewicht der Schwellen dem Gleise eine außerordentlich gute Lage sichert. Soweit tunlich, werden gesenkte Schwellen nicht wieder angehoben, um die feste Lagerung nicht zu stören und die Unterhaltungskosten gering zu halten. Die normale Höhe der Schienen wird durch Einziehen höherer Zwischenklötze erzielt.

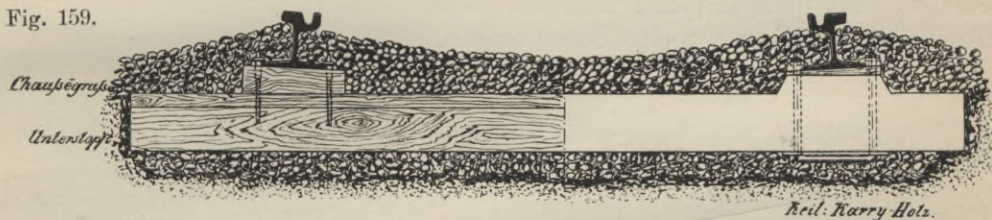
c) Kiesbettung: Für diesen Fall werden breitbasige Schienen nicht unter 15 cm Fußbreite, am zweckmäßigsten solche mit 18 cm Fußbreite, bei einer Höhe von 15 bis 20 cm verwendet. Werden die Pflasterfugen durch eine bituminöse Masse gedichtet, um das Oberflächenwasser am Eindringen zu verhindern, so ist diese Bettungsart die zweckmäßigste, die es, abgesehen von Querschwellen, gibt, die im allgemeinen noch den Vorteil hat, daß sie die Verwendung leichter Schienen gestattet, so daß man verhältnismäßig billig bauen und unterhalten kann.

$\beta$ ) Starre Unterlagen: Zu den starren Unterlagen gehört die Betonbettung. Letztere ist die allerunzweckmäßigste Bettungsart, die es gibt. Nicht allein ist diese Bettung teuer in der Herstellung, sondern auch die Gleisunterhaltung erreicht dabei den höchsten Betrag. Schneller Verschleiß der Schienen, namentlich an den Stößen, hohe Wagenunterhaltung und starkes Geräusch, sind dieser Bettungsart außerdem eigentümlich.

γ) Halbstarre Unterlagen: a) Betonbett mit Zwischenlagen zwischen diesem und den Schienen: Als solche dienen Asphaltplatten von 2 bis 5 cm Stärke, Asphaltunterguß (Asphaltmastix mit einem Zusatz von Trinidadgoudron am zweckmäßigsten, kein Kunstasphalt) von mindestens 2 cm Stärke, Kiesunterlage von  $2\frac{1}{2}$  bis 5 cm Stärke, Holzunterlagen in gleicher Stärke, jedoch nicht sehr zweckmäßig, wegen des bekannten Verhaltens des Holzes in trockenem und nassem Wetter. Diese Zwischenlagen mildern wohl das Uebel, beseitigen es aber nicht.

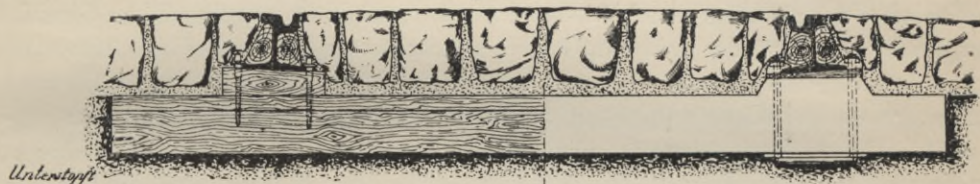
b) Steinschlagbettung: Sie ist die heute in Deutschland am meisten verbreitete Bettungsart. Sie ist schlechter, als die reine Kiesbettung. Zwischen

Fig. 159.



Bettung und Schiene muß mindestens eine 5 cm hohe Kieslage eingebracht werden und, damit diese nicht in die Steinschlagbettung gespült wird, muß letztere gut mit feinem Sand eingeschlemmt werden. Solange eine genügende Kieszwischenlage vorhanden ist, liefert diese Bettungsweise zufriedenstellende Resultate. Ist

Fig. 160.



das nicht der Fall, so wird sie durch allmähliche Kompression zur starren Unterlage und zeigt dann dieselben unangenehmen Eigenschaften, wie die Betonunterlage.

In den Figuren 159 bis 163 sind einige der am häufigsten ausgeführten Beispiele zu a) bis γ) zur Darstellung gebracht (Gleisquerprofile). Die Fig. 159

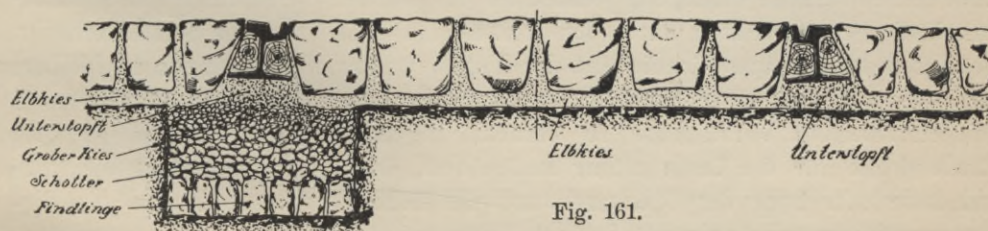
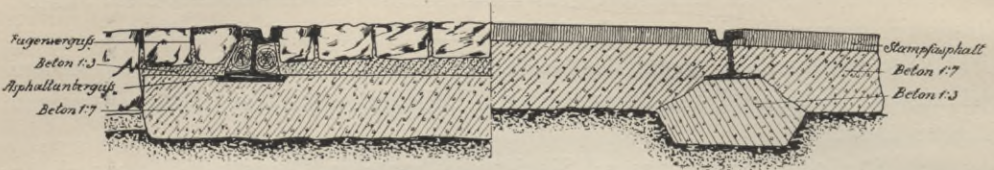


Fig. 161.

und 160 zeigen außerdem die Anordnung auf eigenem Bahnkörper. Die Figuren im einzelnen stellen dar: Fig. 159 Einbettung in Chausseeegrab, links für Holzschwellen, rechts für Betonschwellen, Mischung 1:3; Fig. 160 Einbettung in

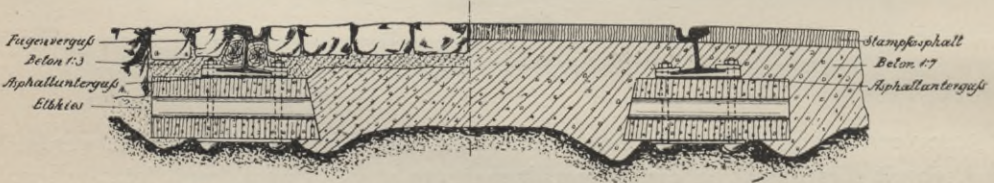
Rauhplaster, links für Holzschwellen, rechts für Betonschwellen, Mischung 1:3; Fig. 161 links Kofferbettung und Rauhplaster, rechts gewöhnliches Kiesbett und

Fig. 162.



Rauhplaster; Fig. 162 links Betonbett und Reihensteinpflaster, rechts verstärktes Betonbett und Stamfasphalt; Fig. 163 Beton-Langschwellen, Mischung 1:3, links Reihensteinpflaster, rechts Stamfasphalt.

Fig. 163.



Statt einer weiteren Erklärung der Figuren sei auf das in  $\alpha$ ) bis  $\gamma$ ) bereits mitgeteilte verwiesen.

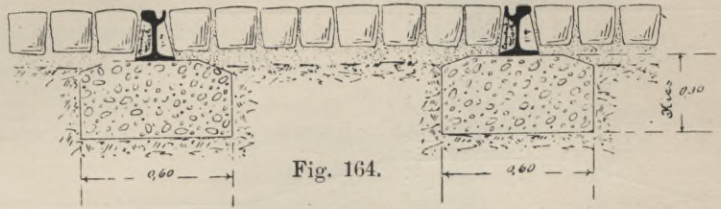
3. Köln a. Rhein (Betriebsinspektor Fellenberg): Die Unterbettung der Gleise von Straßen- und Kleinbahnen hat mit dem zunehmenden Gewicht der Triebwagen und der größeren Geschwindigkeit durchgreifende Verbesserungen erfahren, nachdem die zunehmenden Unterhaltungskosten die Bahnverwaltungen im Interesse der Wirtschaftlichkeit zu größeren Ausgaben bei Neuanlagen veranlaßte. Diese Verbesserungen sind jedoch heute noch nicht als abgeschlossen zu betrachten, wie dies z. B. bei den Eisenbahnen der Fall ist, weil die für den Straßenbahningenieur nur vorliegenden Verhältnisse ungleich schwieriger sind wie bei den Eisenbahnen, und die Beanspruchung von Straßenbahnschienen in den städtischen Straßen eine weit stärkere ist. Hierzu kommen noch die durch die Anlage von Asphalt und Holzpflaster entstandenen weiteren Schwierigkeiten.

Im allgemeinen wird man mit der Zeit auch für Straßenbahngleise zu bestimmten Normalien gelangen, wenn auch die lokalen Verhältnisse, der Untergrund, die Beanspruchung durch den Straßenbahnbetrieb und den Straßenverkehr, die Art des Oberbaues für die Art der Unterbettungsanlage maßgebend bleiben.

Bei der Wahl einer Unterbettung sind daher alle vorliegenden und in naher Zeit eintretenden Verhältnisse zu berücksichtigen, besonders ist die Art der Straßendecke für die Unterbettung maßgebend, da hiervon wesentlich die feste und dauerhafte Lage des Oberbaues und die Höhe der Unterhaltungs- und Erneuerungskosten abhängig ist.

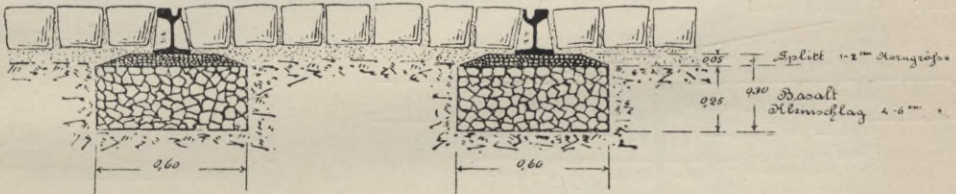
Bei Macadam-, Kleinpflaster- und Steinpflasterstraßen ist im allgemeinen die Kies- bzw. Schotterbettung anzuwenden, nachdem eine Betonunterbettung allgemein als nicht empfehlenswert befunden wurde. Die Ausführung dieser

Bettungen erfolgt nun in zwei Arten; entweder als Längsbettung oder in ganzer Breite der Gleiszone. Bei den Längsbänken wird der Untergrund unter jeder Schiene in 50 bis 60 cm Breite und 20 bis 30 cm Tiefe ausgekoffert, mit Kies oder Schotter lagenweise gefüllt und gestampft, mit Sand oder Splitt eingeschlämmt und die Schienen mit gleichem Material unterstopft. Fig. 164



Querschnitt einer Kies-Unterbettung, Fig. 165 Querschnitt einer Basaltkleinschlag-Unterbettung. Erfolgt die Auskoffierung in ganzer Breite der Gleiszone, Spurweite  $\pm$  50 cm auf beiden Seiten neben den Schienen, dann genügt eine Tiefe

Fig. 165.



von 20 bis 25 cm. In den letzten Jahren ist man jedoch bei sehr dichtem Straßenbahnverkehr dazu übergegangen, in dem Kofferbett eine Packlage von 15 bis 20 cm Höhe zu setzen, abzuwalzen, einzuschlämmen und die Schienen in 8 bis 10 cm Höhe mit einer Schotterung von 2 bis 3 cm Korngröße zu unterstopfen. Diese Ausführung dürfte allgemein für den stärksten Betrieb als ausreichend angesehen werden. Bei tonigem oder lehmigem Untergrund haben einzelne Straßenbahnen noch hölzerne Querschwellen verwendet, obwohl dies bei den breitfüßigen Rillenschienen überflüssig erscheint und die Anlagekosten noch weiter verteuert.

Bei Asphalt- und Holzpflaster erfolgt die Unterbettung stets durch einen Betonkörper von 15 bis 20 cm Stärke entweder in Längsbänken oder in ganzer Breite der Gleiszone. Figuren 166a und 166b Beton-Unterbettung; Gußasphalt unter den Schienen,

Fig. 166a.

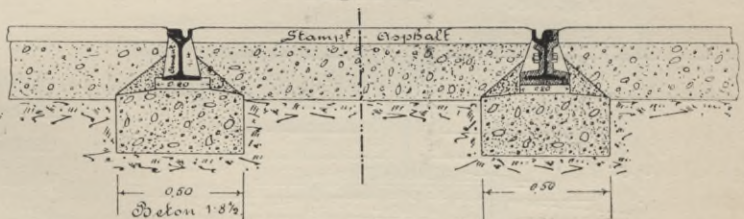


Fig. 166b.



Platten der Firma Tonnar unter den Stößen. Während früher die Mischung 1 : 8 $\frac{1}{2}$  bis 12 betrug, ist man seit einigen Jahren zu einer Mischung von 1 : 5 bis 1 : 3 übergegangen. In der Regel wird Kies-Beton verwendet und zwar

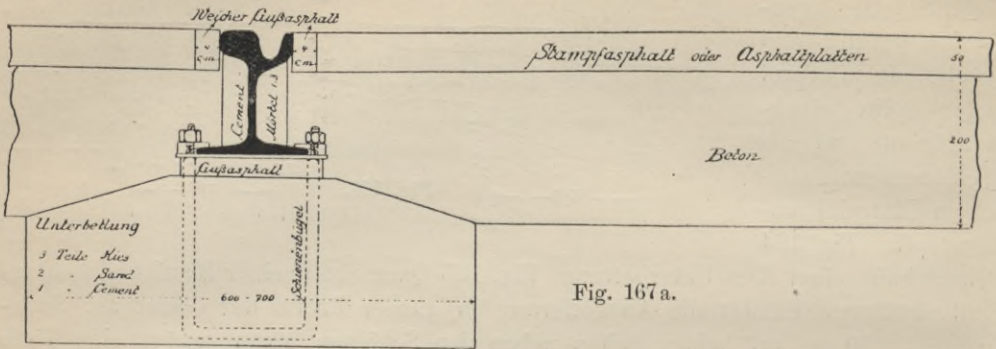
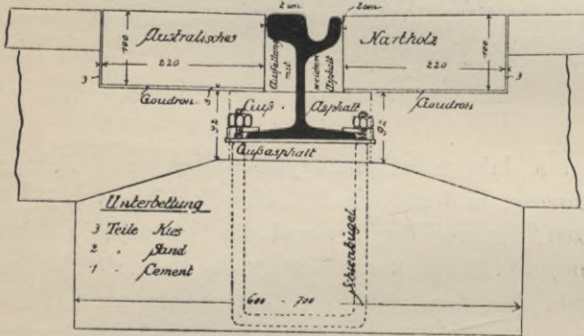


Fig. 167a.

1 Raumteil Zement, 3 Raumteile Kies und 2 Raumteile Sand. Zur Vermeidung einer hämmernden Wirkung der vibrierenden Schiene erhält der Betonkörper

unter dem Schienenfuß meist einen Unterguß von Asphalt, der weder zu weich noch zu hart sein darf. Am besten hat sich eine Mischung von S. Volentino-Asphalt mit einem Zusatz von 6 bis 7 % weichem Goudron bewährt. Ferner ist man in den meisten Städten dazu übergegangen, die Schienen mit der Unterbettung zu verankern. Haupt-

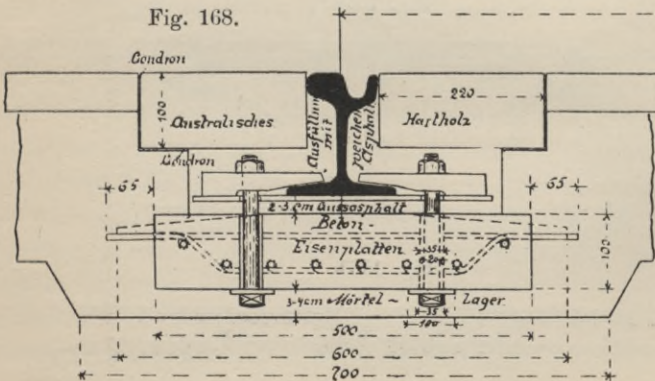
Fig. 167b.



erfordernis bei allen Betonunterbettungen ist die genügend lange Abbindezeit vor Inanspruchnahme der Schienen; 7 bis 14 Tage bilden die Regel. Außer den

in Fig. 167a und 167b dargestellten Unterbettungen ist ein vom Stadtbauinspektor Reinhardt in Schöneberg bei Berlin empfohlenes System, sowohl in Berlin-Schöneberg als auch in Köln zur Ausführung gekommen, das in Fig. 168 dargestellt ist. Die Ausführung beruht darauf,

Fig. 168.



platten in 1,20 bis 2,0 m Entfernung unter die Schienen in Betonmörtel verlegt werden, welche mit ihren 10 bis 12 cm langen, nach allen Seiten vorstehenden



Eisenstäben in den Beton der Straßendecke übergreifen und mit diesem hierdurch fest verbunden werden. Die Platten werden entweder dicht unter den Schienenfuß verlegt oder mit einer 2 bis 3 cm großen Zwischenwand; in ersterem Falle erhalten sie dann keinen Asphaltunterguß. Der Zwischenraum zwischen den Eisenplatten wird mit einer Längsbettung von 12 bis 15 cm Höhe ausgefüllt. Die vorgeschriebenen Ausführungen erfolgen auf Längsbänken, diese sind aber auch für einen durchgehenden Betonkörper maßgebend.

Bei allen diesen Ausführungen hat sich jedoch die mangelhafte Abführung des eingedrungenen Wassers geltend gemacht. Köln ist daher dazu übergegangen, nach System Wattmann verschiedene Ausführungen, unter anderen die in den Figuren 169 bis 171 dargestellte, versuchsweise herzustellen. Diese Ausführungen haben sich bis jetzt sehr gut bewährt, und es wird voraussichtlich in der Folge allgemein dazu übergegangen werden, besonders die in den Figuren 169 bis 171 dargestellte Ausführung bei allen Asphalt- oder Holzpflasterstraßen zu verwenden. Die Figuren im einzelnen stellen die Unterbettung der Schienen mit seitlichen Entwässerungsrinnen in Asphalt- und Holzpflasterstraßen dar und zwar: Fig. 169 den Grundriß, Fig. 170 den Schnitt a—b und Fig. 171 den Schnitt c—d. Eine nähere Erklärung der Figuren erübrigt sich.

Die große Berliner Straßenbahn wendet bei Reparaturen in bestehenden Asphaltstraßen die in Fig. 172 dargestellte Ausführungsart an. Nach diesem Verfahren werden an allen Reparaturstellen gelockerter Schienen längs derselben die Asphaltdecke und der Beton auf elektropneumatischem Wege mittels Druckluftmeißels bis zur Tiefe des Schienenfußes entfernt. Nach erfolgter Festlegung der Schienen werden die Laschenkammern der Schienen mit Hartholz oder mit einem sonstigen Material, das in eine Bitumenmasse getaucht ist, ausgefüllt. In die neben den Schienen verbleibenden Hohlräume werden bereits erhärtete, bis 1 m lange Betonschwellen in Höhe des angrenzenden Betons eingesetzt und mittels eiserner Splintbolzen mit dem Unterbeton fest verbunden. Die noch

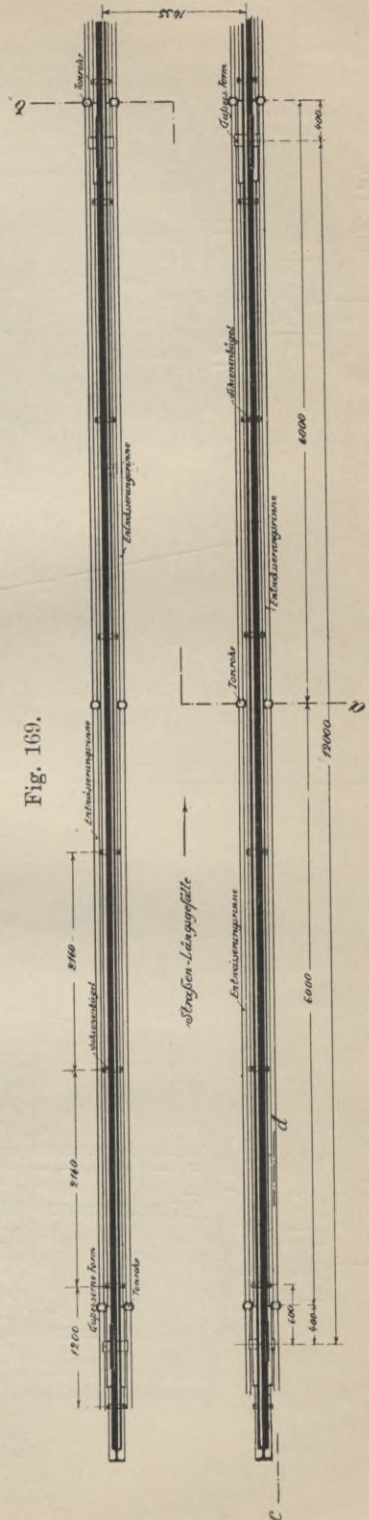


Fig. 169.

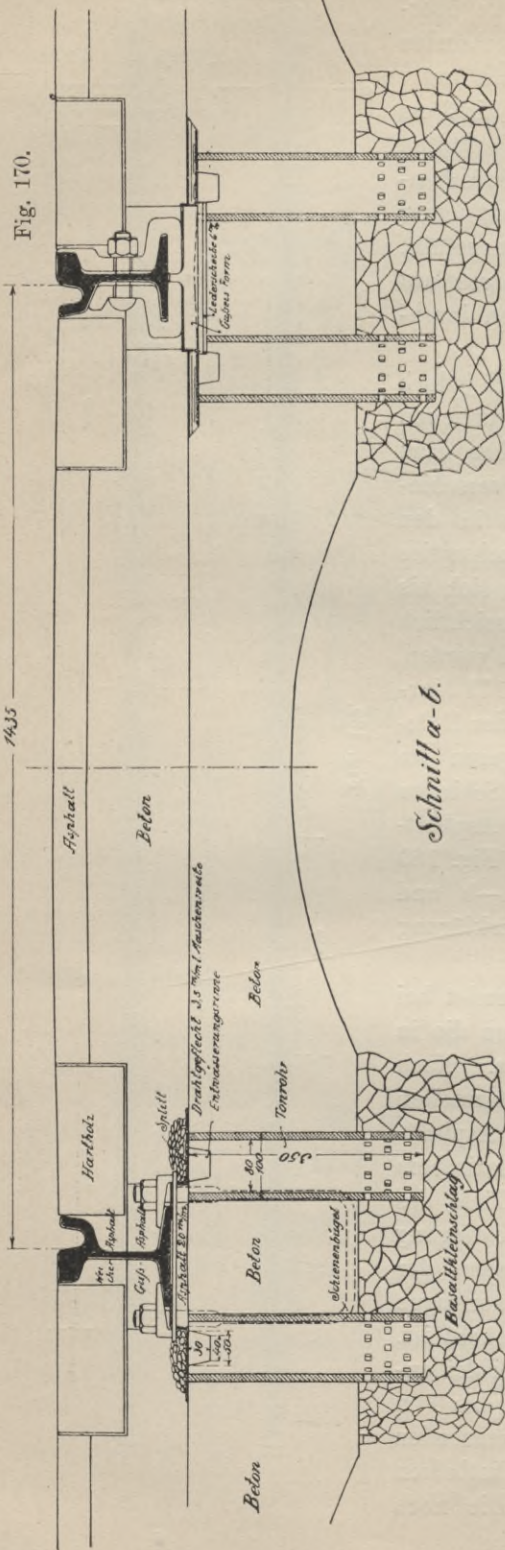
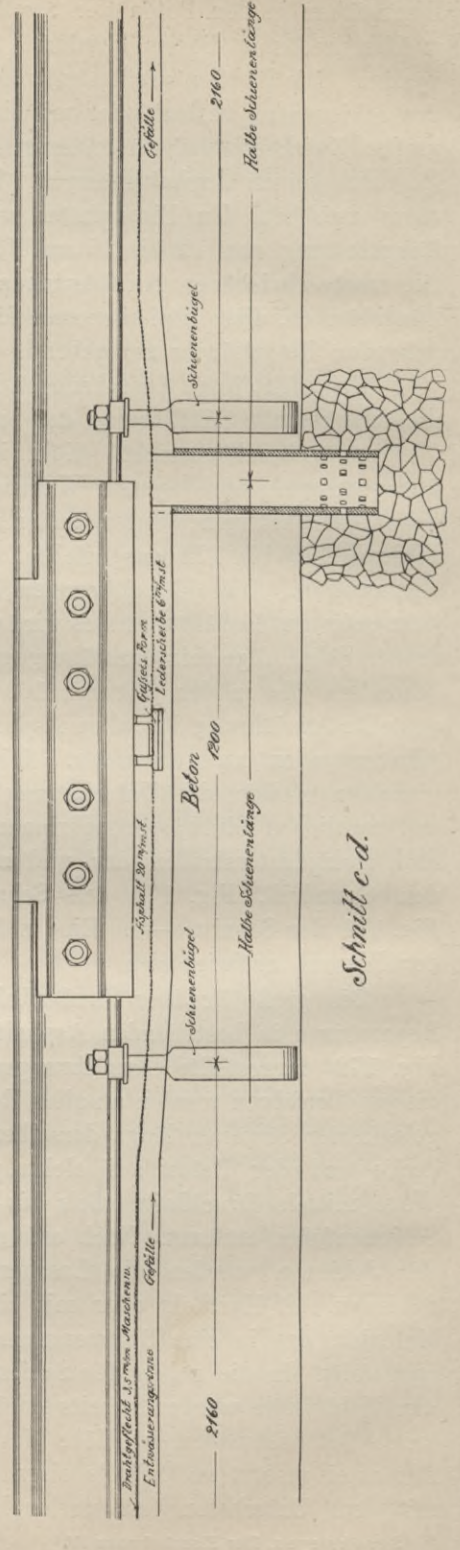


Fig. 171.



verbleibenden Fugen werden mit Bitumenmasse oder einem sonstigen wasserbeständigen Material ausgegossen. Dieses Verfahren eignet sich auch bei Neuverlegungen von Gleisen. Sollten später Reparaturen hieran notwendig werden, so können die Betonschwellen nach Entfernung der Asphaltdecke und Lösung der Splinten leicht herausgehoben werden. Zu diesem Zwecke sind an den Betonschwellen 1 bis 2 Haken oder Ringe gleich bei der Anfertigung eingefügt.

Für die in der Fertigstellung begriffene Dombrücke über den Rhein wird die in Fig. 173 dargestellte Unterbettung ausgeführt.

Vorstehend sind nur die in öffentlichen Straßen üblichen Unterbettungsarten besprochen

worden, während die auf besonderem Planum liegenden Gleise meistens eine Unterbettung aus Kies oder Schotter wie bei den Eisenbahnen erhalten. Einzelne Städte sind auch dazu übergegangen, den Straßenbahnen ein vom übrigen Straßenverkehr gesondertes Planum zu überweisen. Weiter hat sich die Erkenntnis bei allen Stadtverwaltungen durchgerungen, daß, wenn eben möglich und die Straßenbreite dies gestattet, die Gleise in Asphaltstraßen wieder in möglichst geräuschlosem Steinpflaster gebettet werden, während der übrige Straßenteil in Asphalt herzustellen ist. Die bei Anlage von Asphaltstraßen erwartete Geräuschlosigkeit ist durch den Straßenbahnbetrieb ganz illusorisch geworden, da die Betonunterbettung eine solche verhindert und diese nur durch eine elastischere Unterbettung erreicht wird. Ferner sind die ständigen Unterhaltungsarbeiten an den Gleisen in Asphaltstraßen für die Städte derart kostspielig geworden, daß die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens in vielen Fällen in Frage gestellt ist.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß in kleineren Städten und Betrieben wohl hauptsächlich Kies und Schotter als Unterbettung genügen dürften. Letztere kann aus Granit-, Basalt- oder Grauwackenkleinschlag bestehen. Bei Macadamstraßen empfiehlt sich eine Einfassung der Schienen mit einer Reihe Pflastersteine, um die Unterhaltungskosten zu verringern, da gerade die Gleise mit Vorliebe von Fuhrwerken benutzt werden.

4. Berlin (Oberingenieur Busse): Da ich wohl annehmen darf, die Einbettungsarten an der Hand der Ausführungen über Frankfurt, Hamburg und Köln bildlich bereits erschöpfend behandelt zu haben, will ich für Berlin von weiteren Figuren Abstand nehmen und im folgenden nur noch einige wissenswerte Mitteilungen des Oberingenieurs Busse hierüber in seinem Vortrage auf dem internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongreß in Mailand im Jahre 1906 kurz wiedergeben.

Fig. 172.

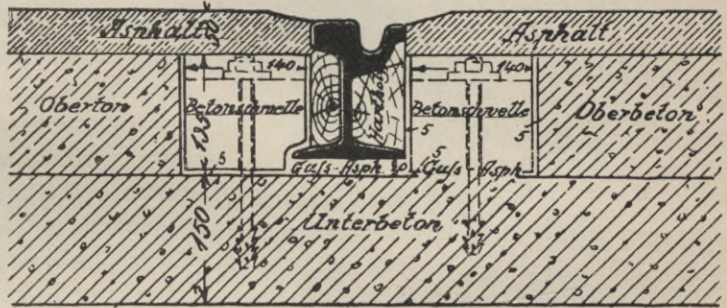
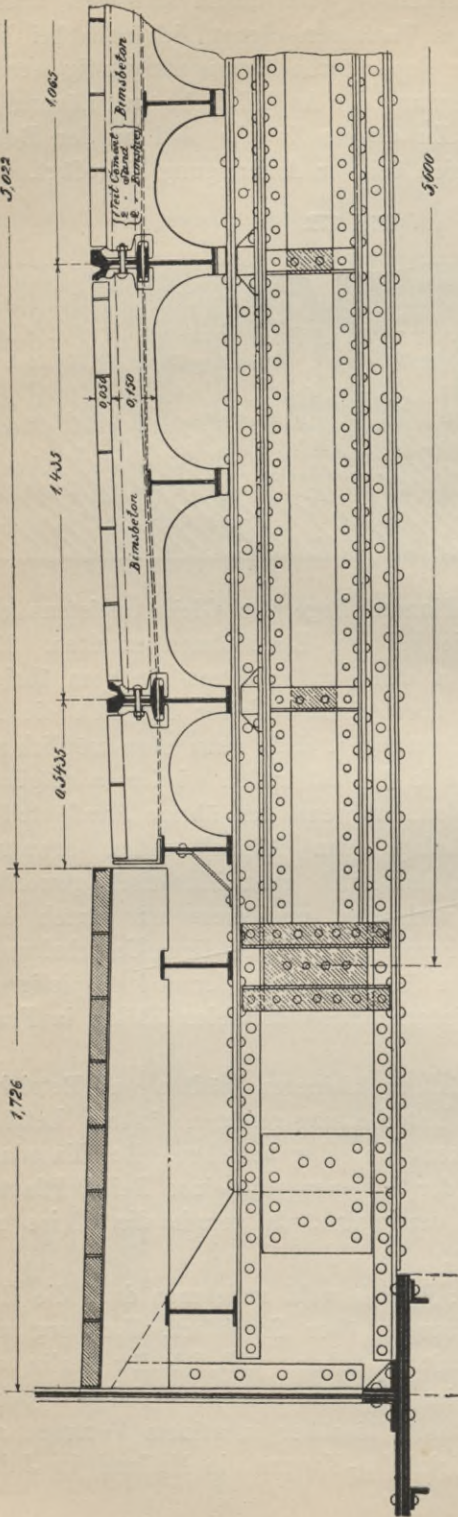


Fig. 173.



Von äußerster Wichtigkeit für die feste und dauerhafte Lage des Oberbaues sowie für die wirtschaftliche Gestaltung der späteren Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten ist die Wahl und Herstellung der Unter- und Einbettung der Gleise. Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, der Beanspruchung durch den Straßenbahnbetrieb und Straßenverkehr, sowie je nach der Art des zu verwendenden Oberbausystems und der sonstigen örtlichen Verhältnisse sind die verschiedensten Bettungsarten zur Ausführung gekommen. Während in kleineren Städten und Betrieben hauptsächlich Chaussierung und Steinpflaster und demgemäß auch die für die Gleise stets vorzuziehende elastische Unterbettung Verwendung findet, werden in größeren Städten geräuschlose Luxuspflasterarten hergestellt, deren starre Beton-Ein- und Unterbettung, abgesehen von den sehr hohen Neuherstellungskosten, zu nie endenden Ausbesserungsarbeiten und größeren Betriebs- und Verkehrsstörungen führen.

Für die Gleisunterbettung der chaussierten und mit Steinpflaster versehenen Straßen wird Sand, Kies, Schotter und Kleinschlag von Granit-, Basalt-, Kalk-, Grauwacken- und Sandstein, sowie mehrfach auch Beton in Längskoffern oder in voller Gleisbreite verwendet. Es sei erwähnt, daß mit 15 bis 30 cm starker Sand-, Kies-, Schotter- und Kleinschlagbettung, zum Teil auch unter Verwendung einer besonderen Packlage in voller Gleisbreite, gute Erfolge erzielt worden sind. Auch 30 bis 60 cm breite und 20 bis 30 cm starke Längskoffer aus den vorgenannten Materialien mit und ohne Packlage haben meist gute Ergebnisse geliefert. Es ist bei diesen Aus-

führungen stets darauf zu achten, daß zwischen Schienenfuß und Unterbettung noch eine 4 bis 8 cm starke Unterstopfung ermöglicht wird.

Vielfach sind 30 bis 50 cm breite und 20 bis 30 cm starke Betonlängskoffer, vereinzelt auch durchgehende Betonunterbettung in einer Stärke von 15 bis 20 cm für die in Steinpflaster eingebetteten Gleise mit wechselndem Erfolge verwendet worden.

Auf eigenem Bahnkörper werden meist hölzerne oder eiserne in Kies oder Steinschlag gelagerte Querschwellen verwendet; jedoch werden innerhalb der Städte und Vororte die in besonderem Bahnkörper angeordneten Gleise auch direkt auf Kies-, Steinschlag- und Betonunterbettung unter Verwendung der erforderlichen Zwischenlage (Kies, Zement, Bitumen) verlegt.

Bei chaussierten Straßen ist, um der besonders längs der Gleise auftretenden starken Abnutzung der Chaussierung durch den Fuhrwerksverkehr zu begegnen, die Verwendung von Saumsteinen zu beiden Seiten der Schienen zu empfehlen. Auch empfiehlt es sich, besonders bei Schmalspurbahnen, den zwischen den Gleisen liegenden Teil voll auszupflastern.

Das Steinpflaster erfreut sich großer Beliebtheit. Von Bedeutung für die Erhaltung des Steinpflasters und der festen Lage der Schienen ist ein guter Fugenverguß — wenn möglich innerhalb des ganzen Bahnkörpers — und die sorgfältige Ausfüllung der Hohlräume (Laschenkammern der Schienen) mit Zementmörtel bezw. mit in Zementmörtel verlegten besonders hergestellten Formsteinen. Am besten eignet sich zum Fugenverguß eine durch Sonnenwärme nicht zu leicht flüssig werdende Bitumenmasse oder in geeignetem Verhältnis gemischter Zementmörtel. Viele Verwaltungen verwenden zum Ausfüllen der Fugen auch Sand oder Kies, was nicht sehr empfehlenswert erscheint.

Für das Holzpflaster, das trotz seiner teuren Herstellung vielfach gelobt wird, ist anfangs nur Weichholz verwendet worden. Die schnelle Abnutzung, die dem Weichholz innewohnende Quellkraft und die infolgedessen oft auftretende Gleisdeformation (Spur-Verengung und -Erweiterung) hat eine allgemeine Einführung des Holzpflasters, besonders bei der rasch ansteigenden Verwendung des Asphaltpflasters, ungünstig beeinflusst und ganz erheblich zurückgedrängt. Die in letzterer Zeit mehr und mehr zur Einführung gelangende Hartholzpfasterung (Tallowood usw.), deren Widerstandsfähigkeit und geringe Quellkraft die Nachteile des Weichholzpfasters zum größten Teil beseitigt hat, scheint die Wiederverwendung des Holzpfasters zwischen den Gleisen zu begünstigen.

Das Schmerzenskind der Straßenbahnen ist das Asphaltpflaster, das, wo es in größerem Umfange zur Ausführung gelangt, den wirtschaftlichen Erfolg der Straßenbahnbetriebe in Frage stellt. Es ist für die Straßenbahnen, besonders bezüglich der Unterhaltung, eine Quelle fortlaufender Ausgaben und Sorgen. Ein näheres Eingehen hierauf muß ich mir versagen, um im Rahmen dieses Buches zu bleiben. Der Unterbeton wird fast allgemein in einer Stärke von 15 cm, seltener in einer solchen von 20 cm hergestellt. Der Oberbeton wird je nach der Höhe des gewählten Schienenprofils verschieden stark ausgeführt. Bei einer 160 mm hohen Phönix-Schiene wird der Oberbeton 140 mm, der Asphaltbelag 50 mm hoch verlegt, wobei auf eine Untergießung (Zement, Asphalt) bezw.

Unterstopfung (Kies und Zement in feuchter Mischung) unter den Schienenfuß in einer Höhe von 20 mm berücksichtigt wird. Mischungsverhältnis des Betons siehe Köln; desgleichen sei betreffs weiterer Ausführungen bei Asphaltstraßen auf Köln, Frankfurt a. M. und Hamburg verwiesen, von denen sich die eine oder andere mehr oder weniger bewährt hat. Besonders mit den in den Figuren 168 und 172 dargestellten Bauweisen werden recht gute Resultate erzielt.

**e) Einiges über Straßenbahnweichen:** 1. Allgemeines: Von der ausführlichen Darstellung einer solchen Weiche mit allen Einzelheiten sei Abstand genommen, da ich bereits bei der Georgs-Marien-Hütte eine Straßenbahnweiche eingehend behandelt habe. Ich will dagegen die wichtigsten grundlegenden Gedanken und besonders interessante Einzelkonstruktionen der Firma Phönix im folgenden näher beschreiben.

Die Firma legt ganz besondere Sorgfalt auf die Ausführung der aus Schienen hergestellten Weichen und Kreuzungen. Sie verwendet hierzu außer den normalen Schienen nur erstklassiges Material. Ueber die Konstruktion ihrer Zungenstücke und Herzstücke ist folgendes zu bemerken. Die Auflagestücke der Zungen bestehen in ganzer Länge aus bestem Stahlguß. Sie sind an der oberen Fläche ebenso wie die Zungen auf der unteren Fläche gehobelt, so daß ein sattes Aufliegen der Zungen auf der Unterlage garantiert ist. Die Unterlagen selbst wieder sind nach Schablonen geschliffen und ruhen, genau den Rundungen des Schienenprofils entsprechend bearbeitet, auf den Schienenfüßen auf. Ein Senken der Zungen ist dadurch vollständig ausgeschlossen. Die Zunge selbst ist kräftig konstruiert und namentlich der Zungendrehpunkt den Anforderungen entsprechend ausgebildet. Unter den Füßen sind Platten befestigt, welche mit ihnen verschweißt werden. Dadurch wird jedes Zungenstück zu einem starren Ganzen und die Einteiligkeit der gegossenen Weichen, der einzige Vorteil derselben, erreicht. Die Herz- und Kreuzungsstücke werden aus Schienen mit flacher Rille und gehobelten Aufläufen hergestellt und neuerdings bei jeder schräg geschnittenen Herzstückschiene die der Firma patentierte Neuerung angewendet, wonach solche Schrägschnitte bis in die äußerste Spitze die Unterstützung des Steges erhalten. Auch bei Herzstücken wird ausgiebiger Gebrauch von dem Schweißverfahren gemacht. Die am meisten beanspruchten Stellen der Herzstücke und der Rillengrund werden gehärtet.

Bei jeder Weiche sind die Zungen mit einer Kuppelstange verbunden und in einem Kasten gelagert. Dieser kann als einfacher Schutzkasten nur mit einer Entwässerung versehen ausgehobelt sein, oder er nimmt auch eine Feder- vorrichtung auf, welche die Zungen nach einer Seite für feststehende Fahr- richtung festhält, oder er ist mit einem Umstellgewicht versehen, welches mittels eines Hakens durch den Schlitz des Kastendeckels hindurch umgelegt wird, damit die Weichenzungen gestellt werden können. Gegen das Uberschlagen des Ge- wichtes beim Aufschneiden bei schneller Fahrt schützt eine Federsicherung. Für Weichen, welche ohne ein solches Gewicht betätigt, oder von Hand mittels einer einfachen Stellstange umgelegt werden sollen, empfiehlt sich die Verwendung einer Zungensicherungsvorrichtung, mittels deren die Zungen in der jeweiligen

Lage fest an die Backenschiene gedrückt werden. Diese vor einigen Jahren in den Handel gekommene, von der Firma allein ausgeführte Vorrichtung hat sich außerordentlich gut eingeführt und wird bei fast allen Straßenbahnen angewendet. Vor kurzer Zeit hat die Firma diese Vorrichtung aber noch so vervollkommenet, daß sie nicht nur als umstellbare Zungensicherung wirkt, sondern zu gleicher Zeit auch als Federvorrichtung für feststehende Fahrtrichtung und damit gestattet, daß einzelne Weichen nicht nur als Federweichen, sondern auch als Umstellweichen benutzt werden können (siehe folgende Abschnitte).

2. Zungensicherung für Straßenbahn- usw. Weichen (der Firma gesetzlich geschützt; alleiniges Ausführungsrecht): Bei den spitz befahrenen Weichen für insbesondere Straßenbahnen, deren Zungen vom Wagen aus mittels einer Stange mit verbreiterter, schaufelförmiger Spitze umgestellt werden und die daher ohne jeden Verschluß bzw. ohne jede Sicherung lose gegen die Backenschiene anliegen, hat sich als großer Uebelstand herausgestellt, daß die ungesicherten Zungen beim Befahren des Kurvenstranges sich leicht durchbiegen und dann vorne an der Spitze von der Backenschiene etwas abfedern. Dieses Abfedern der Zungen von der Mutterschiene muß naturgemäß um so stärker auftreten, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der die Weiche befahren wird. Die Folge davon ist, daß ein eventuell mitgeführter Anhängewagen in den falschen Strang einläuft, die Kuppelstange abreißt und dadurch sehr leicht ein folgenschweres Unglück eintreten kann, oder aber, daß die Zungen verbogen, die Verbindungsstangen abgerissen werden und sonstige Beschädigungen auftreten, welche natürlich stets mit Betriebsstörungen verbunden sind, oder aber zum wenigsten die Weichen betriebsunbrauchbar machen. Derartige Unzuträglichkeiten entstehen nicht nur bei Anwendung von Anhängewagen, sondern können auch bei Motorwagen vorkommen, derart, daß die vordere Achse richtig, die hintere in den falschen Strang läuft.

Ferner wird häufig von den Wagenführern, namentlich bei Dunkelheit, die Weiche nur mangelhaft gestellt und zwar so, daß die Zungen nicht genau an der Mutterschiene anliegen, die Spurkränze der Motorwagen gegen die Zungenspitzen laufen, diese verbiegen, die Verbindungsstange zerreißen und die Zungen ungleich zur Anlage bringen, so daß die Wagen entgleisen müssen. Diese Uebelstände konnten bisher nur durch eine besonders sorgfältige, kostspielige Unterhaltung der Weichen und durch geschärfte Achtsamkeit des Fahrpersonals wohl gemindert, aber nicht beseitigt werden.

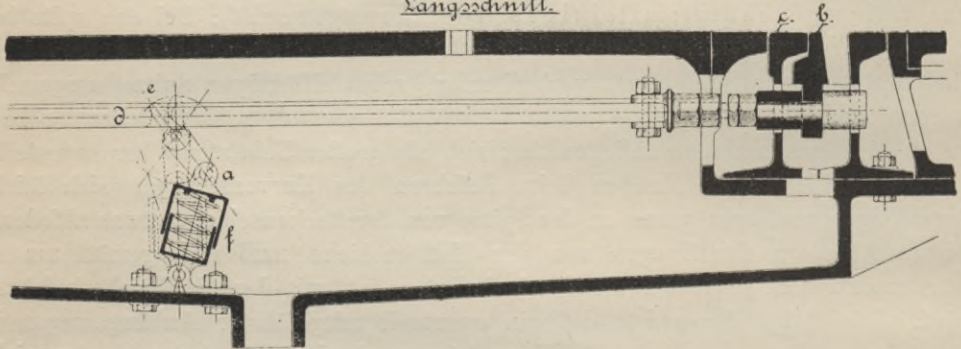
Es sind nun im Laufe der Zeit schon eine ganze Anzahl von Konstruktionen versuchsweise zur Einführung gelangt, durch welche die Zungen in der jeweiligen Lage festgehalten und an die entsprechende Backenschiene angedrückt werden sollen, um ein Zurückfedern und dessen Folgen zu verhindern. Diese Vorrichtungen sind jedoch meistens zu kompliziert und zu wenig praktisch; sie werden nach kurzer Zeit durch starke Abnutzung unbrauchbar und versagen dann leicht. Zudem ist die Anwendung solcher Vorrichtungen meist mit sehr hohen Kosten verknüpft.

Die von der Firma Phönix zur Ausführung erworbene Konstruktion verfolgt denselben Zweck, ist dabei aber einfach, sicher wirkend, dauerhaft und

billig. Die Wirkungsweise der Vorrichtung, die die Firma Zungensicherung nennt, ist folgende.

Das federnde Kniegelenk a in Fig. 174 (Antrieb mittels Daumen; Längsschnitt) hat das Bestreben, den Daumen e, dessen Verlängerung an der Weichenzungen-Verbindungsstange d angreift, zur Seite zu drücken, wodurch die Zunge b an die Backenschiene c fest angedrückt wird. Beim Umstellen der Zungen mittels etwas verstärkten Stelleisens — und zwar nicht durch Drehen des letzteren um

Fig. 174.  
Längsschnitt.

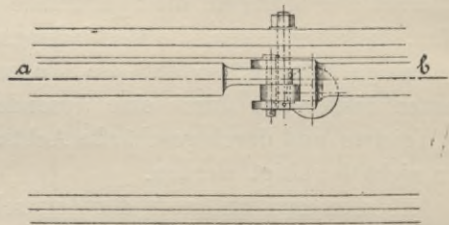
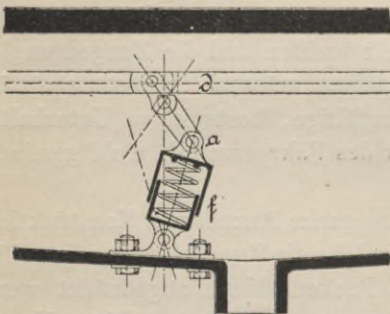


seine eigene Achse wie bisher, sondern durch hebelartige Seitwärtsbewegung, sehr leicht ausführbar — wird der federnde Teil des Kniegelenks f zusammengedrückt und über die Totpunkt-Stelle (punktiert) geführt, wobei die in der Büchse oder sonstwie angebrachte Feder nach der anderen Seite hin sich entwickelt, das Knie sich also nach der anderen Seite durchdrückt, so daß die Zunge an die andere Backenschiene herübergedrückt, dort fest angepreßt und so immer in der gewünschten Lage festgehalten wird.

Schnitt a-b

Fig. 175.

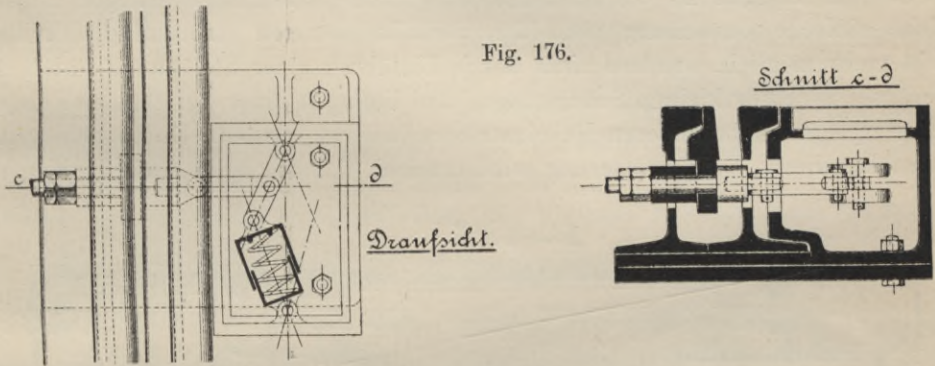
Draufsicht.



Selbstverständlich kann statt des Daumeneingriffs in die Verbindungsstange auch eine gelenkartige Befestigung zur Anwendung gebracht werden (Fig. 175 Antrieb mittels Scharnier, Draufsicht und Schnitt a—b), auch kann die Vorrichtung bei einzungigen Stellweichen, bei denen nur eine bewegliche Zunge vorhanden ist, Verwendung finden. Die Stange d braucht dann nicht weiter zu reichen als bis zu einer geeigneten Verbindung zwischen ihr und dem Daumen e.

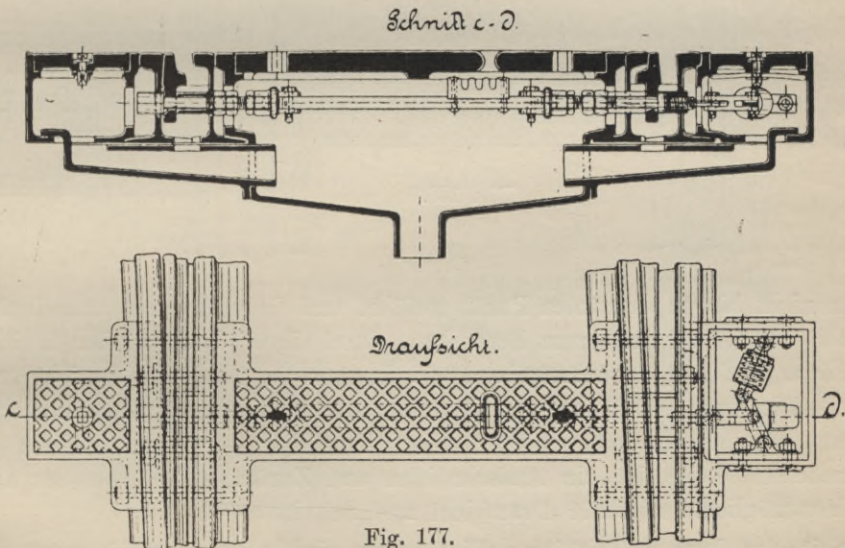


Diese Vorrichtung, welche in dem Verbindungskasten der Weichen, oder auch in einem kleinen seitlichen Kasten (Fig. 176 Vorrichtung in Seitenkästen, Draufsicht und Schnitt c—d), z. B. in dem üblichen Schutzkasten zu den Verbindungskasten, Platz findet, hat die Vorteile, daß sie leicht zugänglich, einfach und billig ist und nicht nur bei neuen Weichen mitgeliefert, sondern auch bei älteren Weichen nachträglich angebracht werden kann. In letzterem Falle wird die Vorrichtung, um ein Anbohren usw. der vorhandenen Kästen usw. zu vermeiden, entweder in einem kleinen Rähmchen montiert, das leicht und solide in



dem Kasten befestigt werden kann, oder in einem kleinen Seitenkästchen als Ersatz für das übliche Schutzkästchen geliefert. Weichen mit Umstellgewichten werden durch diese Vorrichtung entbehrlich.

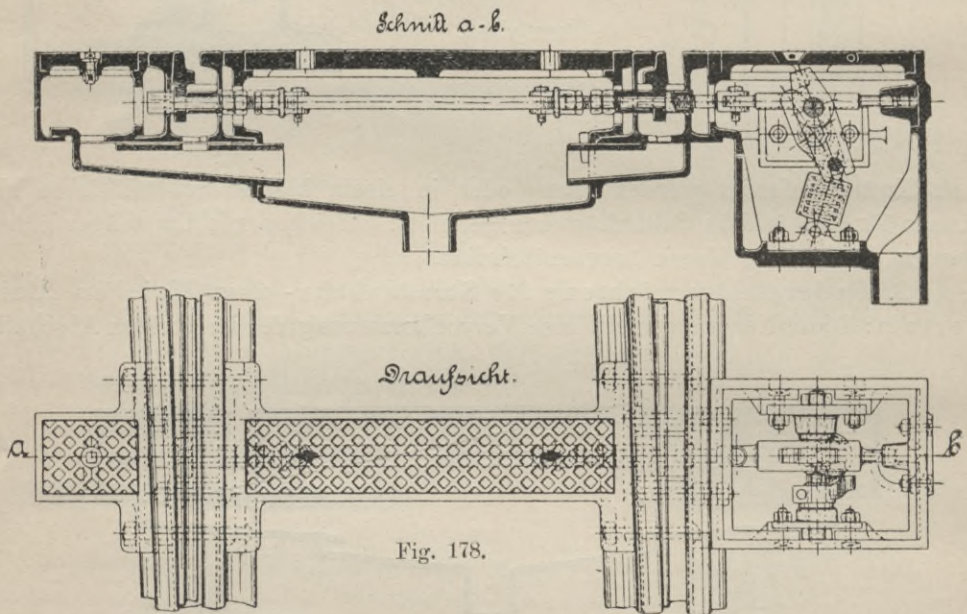
3. Federstellvorrichtung für Straßenbahn- usw. Weichen „Universal“: Diese Neuerung stellt eine Vervollkommnung der im vorigen Abschnitt



beschriebenen Zungensicherung dar; sie kann sowohl für Feder- als auch für Stellweichen benutzt werden, weshalb ihr die Firma den Namen „Universal-Vorrichtung“ gegeben hat.

Fig. 177 zeigt nochmals die in 2. beschriebene Zungensicherung und zwar in der Gesamtanordnung, Draufsicht und Schnitt c—d.

Während bei den bisherigen einfachen Zungensicherungen, die übrigens in den letzten Jahren große Verbreitung gefunden haben, eine Umstellung der Weichenzungen durch Einführen eines einfachen Stelleisens in die Rille möglich war und beim Aufschneiden der Zungen durch den auslaufenden Wagen eine Umstellung nach der anderen Seite erfolgte, wobei der Kniehebel der Sicherungsvorrichtung über den toten Punkt hinübergeführt wurde, so daß dann ein Anpressen der Zungen an die Backenschiene in der neuen Lage erfolgte, ist eine solche einfache Umstellung nach der vervollkommenen Anordnung allerdings nicht mehr möglich, sondern muß durch Einführen einer Stellstange durch den Schlitzdeckel eines kleinen Seitenkastens und Umlegen einer verstärkten Zungensicherung mittels besonderen Hebelantriebes bewirkt werden. Durch den weiten Ausschlag dieser Zungensicherung wird erreicht, daß sie beim Aufschneiden der



Zungen nicht bis an den toten Punkt geführt und dadurch nicht umgelegt wird; vielmehr drückt sie in ihrem Bestreben, durch ihre Feder wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurückzugehen, die Zungen in ihre alte gesicherte Lage zurück. Die Zungen können also jeweilig aufgeschnitten werden, ohne daß sie sich nach der anderen Seite umlegen. Nach Umstellen der Zungen in der vorher beschriebenen Weise ist ein Aufschneiden und Zurückfedern von der anderen Seite her möglich. Fig. 178 Draufsicht und Schnitt a—b.

Seit der kurzen Zeit ihrer Einführung sind schon verschiedene Straßenbahnen mit dieser vollkommenen Einrichtung ausgerüstet worden, und sie bewährt sich durchaus den Erwartungen entsprechend. Die unhandlichen, großen und teureren Gewichtshebelkasten werden dadurch entbehrlich.

Der Federstellkasten „Universal“ kann nachträglich an jeder Weiche angebracht werden.

4. Neuerungen in der Konstruktion von Weichen und Herzstücken: Die gesteigerten Anforderungen, die durch den elektrischen Straßenbahnbetrieb an den Oberbau gestellt werden und zu immer schwereren Schienenprofilen geführt haben — der Verein deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen schuf bekanntlich (siehe VIII. a.) neuerdings vier Normalprofile, je nach Bedürfnis für schwächere und stärkere Betriebe, dazu vier Kurvenschienenprofile mit stärkerer Zwangsschiene — haben die Weichenfabriken gezwungen, auch ihrerseits den Verhältnissen Rechnung zu tragen und die Konstruktion zu verstärken und zu verbessern.

Die Firma Phönix hat diese Notwendigkeit erkannt, die Anordnung der Weichenteile in letzter Zeit verbessert und sich dabei alle neueren Erfahrungen zunutze gemacht. Ihre Fabrikate dürften daher heute auf einem Punkte der Entwicklung angelangt sein, der selbst den höchsten Anforderungen entspricht.

Haltbarkeit und Verschleißfestigkeit sind die beiden Ziele, denen beim Bau von Weichen zugesteuert werden muß.

Erstere wird bei den Fabrikaten des Phönix insbesondere durch eine sehr vorsichtige Bearbeitung und sorgfältige Zusammensetzung aller Einzelteile erreicht. Eine gegen früher verstärkte und verbreiterte Zunge ruht in ihrer ganzen Länge mit ihrer gehobelten Unterfläche auf einer gleichfalls gehobelten Auflage aus bestem Stahlguß, welche an den beiden Längsseiten genau der Profilform der Schienen entsprechend auf besonderen Maschinen zugerichtet ist, so daß sie sich sauber gegen Steg, Stegrundung und Fuß anlegt. Ein Versetzen derartiger Stücke oder eine Senkung derselben ist sonach vollkommen ausgeschlossen und der Zunge damit ein solides Lager gegeben. Ein breiter, zylindrisch sauber eingepaßter Drehteller von ausreichender Höhe und seitliche Ansätze an der Zungenwurzel, die sich gegen Backenschiene und Zwangsschienen-Ausfütterung

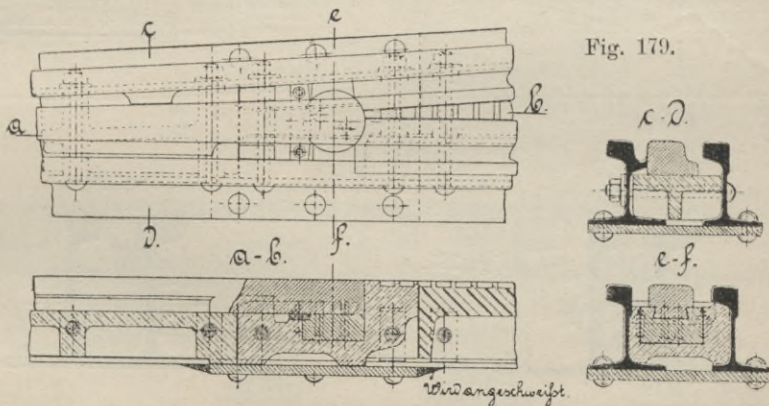


Fig. 179.

legen, garantieren eine gute Lagerung des Zungenkopfes und verhindern jedwede Seitenverschiebung und Senkung. Fig. 179 und 180 Aufsichten und Längs- bzw. Querschnitte a—b, c—d, e—f, g—h. Die sich an die Zunge anschließende Ein-

satzschiene, welche unter Zuhilfenahme sauber bearbeiteter Futterstücke mit Fahr- und Zwangsschiene verbunden ist, ruht auf einer unter den Schienenfüßen befestigten starken Platte auf und ist mit dieser verschweißt, so daß der obere

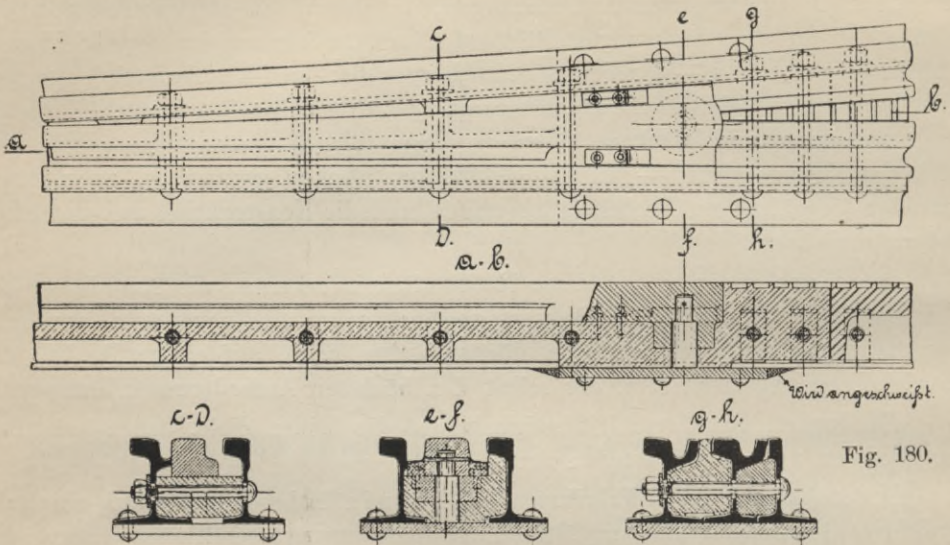
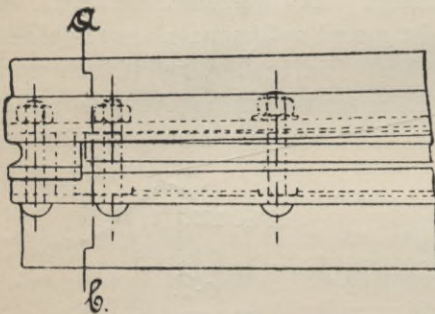


Fig. 180.

Teil der Zungenstücke ein starres Ganzes bildet. Die Zungen werden an der Spitze entweder nach Art der Staatsbahnzungen spitz anschneidend (Fig. 181 Aufsicht und Schnitt a.—b), oder mit verdickt in eine Kröpfung eingepaßter



a-b.

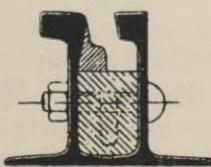
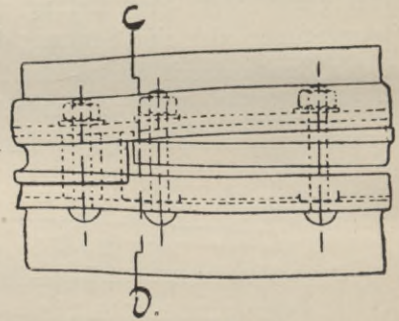


Fig. 181.



c-d.

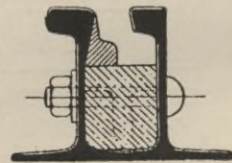


Fig. 182.

Zungenspitze (Fig. 182 Aufsicht und Schnitt c—d), oder aber mit einer von vornherein bis zu 10 mm starker Spitze (Fig. 183 Aufsicht und Schnitt e—f) ausgeführt. Bei letzterer ist die Fahrsschiene entsprechend bearbeitet. Diese Konstruktion läßt sich allerdings nur bei solchen Profilen ausführen, bei denen

die Fahrkante die innere Stegkante der Schiene überragt. In der Regel erhalten die Zungen zur Verbreiterung ihrer Auflageflächen einen seitlichen Ansatz, der sich unter den umgekehrten Kopf der Zwangsschiene schiebt. Wo indessen mit viel Schmutz zu rechnen ist, bleibt die Verbreiterung weg, und die Zungen erhalten einen rechteckigen Querschnitt.

Bei den Herzstücken hat sich bisher als Nachteil herausgestellt, daß die geschnittenen Schienen, welche in normalen Herzstücken die Spitze bilden oder bei Kurvenherzstücken sich gegen die durchlaufende Schiene anlegen, der Gefahr des Senkens und Abbrechens ausgesetzt waren, weil sie der Unterstützung durch den Steg entbehrten. Die Firma Phönix bearbeitet nach einer gesetzlich geschützten Anordnung jeden einzelnen Herzstückschrägschnitt derartig, daß er bis in seine Spitze durch den Steg unterstützt wird. Senkungen und Abbruchgefahr sind dadurch ausgeschlossen. Auch beim Bau der Herzstücke wird zur Verstärkung derselben ein ausgiebiger Gebrauch vom autogenen Schweißen gemacht.

Fig. 184 für normale Herzstücke (Aufsicht und Längs- bzw. Querschnitte a—b, c—d, e—f, g—h, i—k), Fig. 185 für Kurvenherzstücke (Aufsicht und Querschnitte a—b, c—d, e—f, g—h).

Fig. 184.

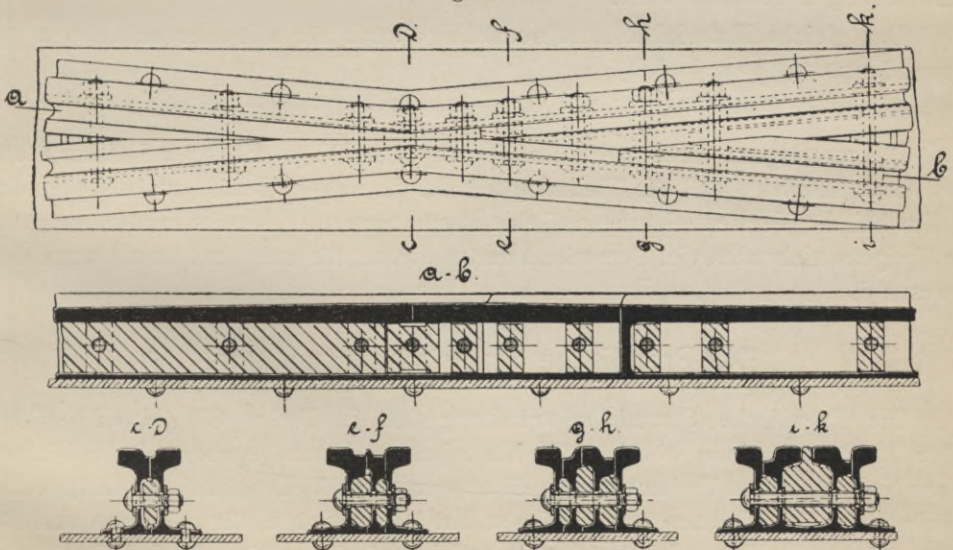
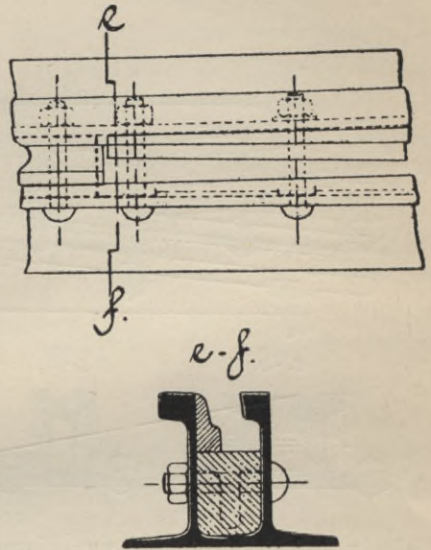


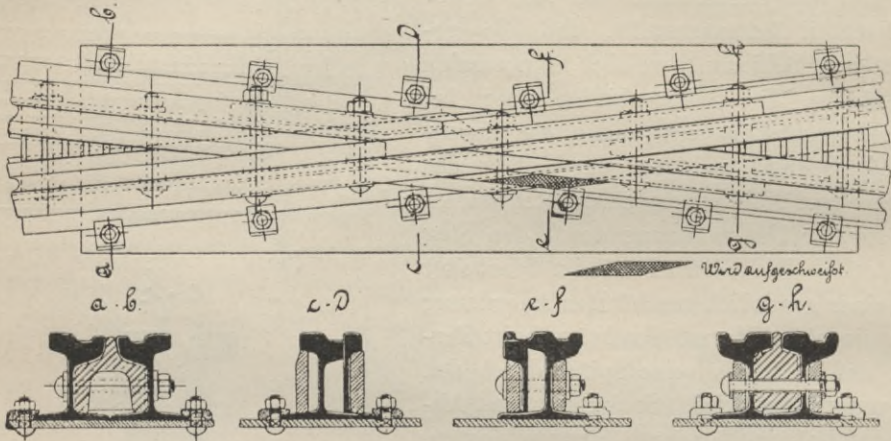
Fig. 183.



Was nun den Verschleiß anbelangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß er in Weichen und Herzstücken einmal wegen des gebogenen Teiles der Zungen-

stücke, dann auch wegen der losen Zungen und im Herzstück wegen der Fahrkanten-Unterbrechung ein abnormaler ist und zu dem Verschleiß in geraden Schienen in gar keinem Verhältnis steht. Wenn schon Kurvenschienen einen wesentlich höheren Verschleiß als gerade Schienen zeigen, so sind die Grundbedingungen für einen solchen in den Weichen erst recht gegeben. Die Firma

Fig. 185.



Phönix hat erkannt, daß aus diesem Grunde für Weichen ein ganz besonderes Material mit geringem Verschleiß verarbeitet und so der Unterschied zwischen Weichen- und Schienenbeanspruchung ausgeglichen werden muß, und verwendet deshalb zum Bau von Weichen und Herzstücken seit einiger Zeit ein Material eigener Zusammensetzung von hoher Verschleißfestigkeit, welches den gestellten Anforderungen gewachsen ist.

Das gleiche Material kommt neuerdings auch für alle Kurvenschienen zur Anwendung.

Bem. zu e. 4. Vergleiche auch meine Ausführungen in e. 1.

**f) Kreuzungen:** Siehe meine Ausführungen in IV. g. Es sei an dieser Stelle auch noch bemerkt, daß die Vielseitigkeit des in diesem Bande zu behandelnden Stoffes bei der Verzichtleistung auf eine Besprechung der Straßenbahnkreuzungen, die übrigens nicht allzuviel Bemerkenswertes bieten, für mich mit ausschlaggebend gewesen ist.

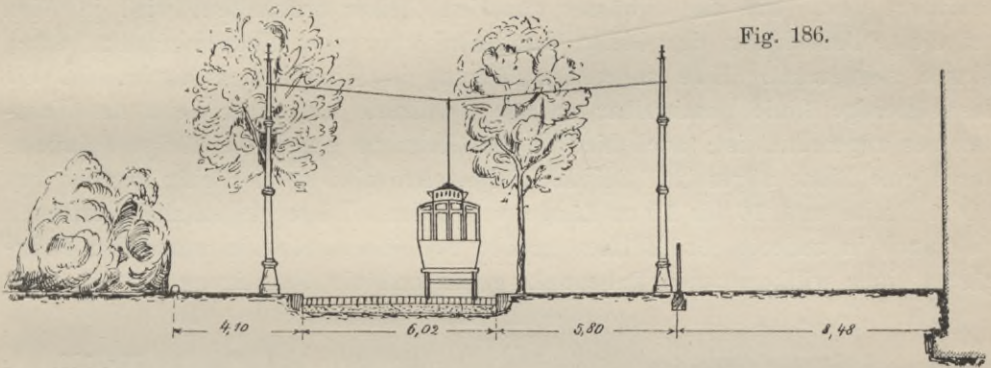
## IX. Preußische Staatsbahnverwaltung.

Die Preußische Staatsbahnverwaltung hat in ihrem Oberbaubuche vom Jahre 1902 auch einen Oberbau für Nebenbahnen herausgegeben, der bei sämtlichen Neubauten und Umbauten ausgeführt werden soll. Es ist dies die Gruppe III: Oberbau für Nebenbahnen mit Schienen Nr. 10a und 11a für hölzerne und für eiserne Querschwellen. Ich beschränke mich auf einen Hinweis auf S. 99, Abschnitt K. IV., des ersten Bandes meines Werkes, wo dieser Oberbau beschrieben und in den Figuren 141 bis 150 zur Darstellung gebracht ist.

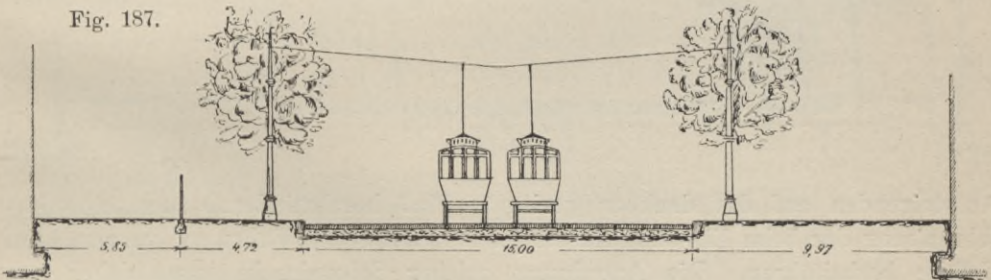
## X. Einige Ergänzungen zum Unterbau und Oberbau von Straßenbahnen.

Oberingenieur Busse von der Großen Berliner Straßenbahn hat auf dem internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongreß in Mailand im Jahre 1906, einen bereits in VIII. d. 4. von mir zu meinen Betrachtungen herangezogenen, sehr interessanten Vortrag über den Gleisbau der innerstädtischen Straßenbahnen gehalten. Ich will nun im folgenden meine Abhandlung über die Straßenbahnen durch Herausgreifen einiger besonders wichtiger Punkte aus diesem Vortrage noch ergänzen.

a) **Die Gleislage:** Die Gleise erhalten in den meisten Fällen im Straßenkörper, ungetrennt vom übrigen Straßenverkehr, je nach der Breite des Straßendamms eine Mittel- oder Seitenlage, wie dies aus Fig. 186 und 187 ersichtlich ist. Zuweilen werden auch die Gleise beiderseitig von der Mitte heraus seitlich verschoben, so daß zum Zwecke einer Verkehrsteilung ein mittlerer breiter



Fahrdamm zwischen den Gleisen für schnell fahrendes Fuhrwerk verbleibt, während zwischen den Gleisen und der Bordkante auf jeder Seite der Straße ausreichend Raum für haltende oder langsam fahrende Fuhrwerke belassen worden ist. Diese



Anordnung weist insofern einen Vorteil auf, als die Fahrgäste nur einen geringen Teil des Straßendamms zu überschreiten brauchen, um zum Straßenbahnwagen zu gelangen, und auch weniger durch schnell fahrendes Fuhrwerk bedroht werden. Z. B. in Leipzig und Wien. Auch in Düsseldorf und Zürich ist eine seitliche Verschiebung der Gleise dahin vorgenommen worden, daß auf einer Seite der

Straßenbahngleise Platz für zwei Fuhrwerke und auf der anderen Seite Platz für ein Fuhrwerk gelassen worden ist. Mehrfach sind die Gleise zu jeder Seite einer Mittelpromenade oder eines Reitweges unmittelbar an der Bordkante angeordnet worden. Diese Anlage hat den großen Nachteil, daß die Fahrgäste den ganzen Straßendamm überschreiten müssen und so durch das Straßenfuhrwerk gefährdet werden. Oft liegen auch die Gleise neben den Bordkanten der Bürgersteige, die Mitte des Straßendamms für das Fuhrwerk freilassend. Wenn auch diese Anordnung für die Fahrgäste, die die Straßenbahnwagen ohne Ueberschreitung des Fahrdammes direkt vom Bürgersteige aus besteigen können, vorteilhaft ist, so bringt sie doch viele Nachteile mit sich. Infolge der Ueberflutung der Gleise durch die Abwässer des Fahrdammes wird das Pflaster, besonders der Beton- und Asphaltbelag bald zerstört und erfordert ununterbrochene kostspielige Reparaturarbeiten. Auch wirkt das Längenprofil des Bahnplanums, das sich den Knicklinien der Rinnsteinsohle anpassen muß, auf die Lage der Gleise ungünstig ein. Die Herstellung der Abzweigungen nach den Querstraßen gestaltet sich schwierig, die Anfahrt der Fuhrwerke an die Bürgersteige wird behindert usw. Um die Abwässer von den Gleisen abzuhalten, wird in Wien bei dieser Anordnung der Gleise der Bahnkörper vom Hauptfahrdamm durch Rinnen abgegrenzt. Eine andere Ausführung in Wien besteht darin, daß die doppelgleisige Linie unmittelbar an der Bordkante auf einer Seite des Fahrdammes angeordnet ist; auch hier ist die Gleiszone gegen die übrige Fahrbahn durch eine Rinne abgesetzt. Bei den Haltestellen sind straßenseitig Perrons von 1,5 m Breite und 10 bis 15 m Länge vorhanden. Diese Schutzinseln erfreuen sich auch in anderen Großstädten großer Beliebtheit, da sie wartenden Fahrgästen einen willkommenen Ruhepunkt geben und die Abfertigung der Ein- und

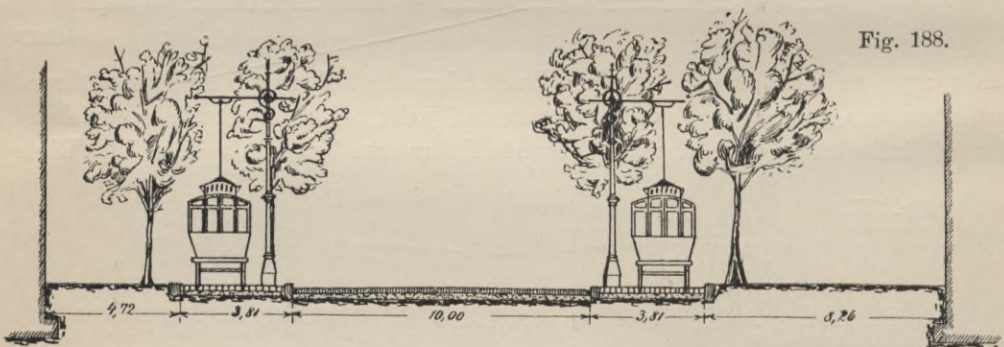


Fig. 188.

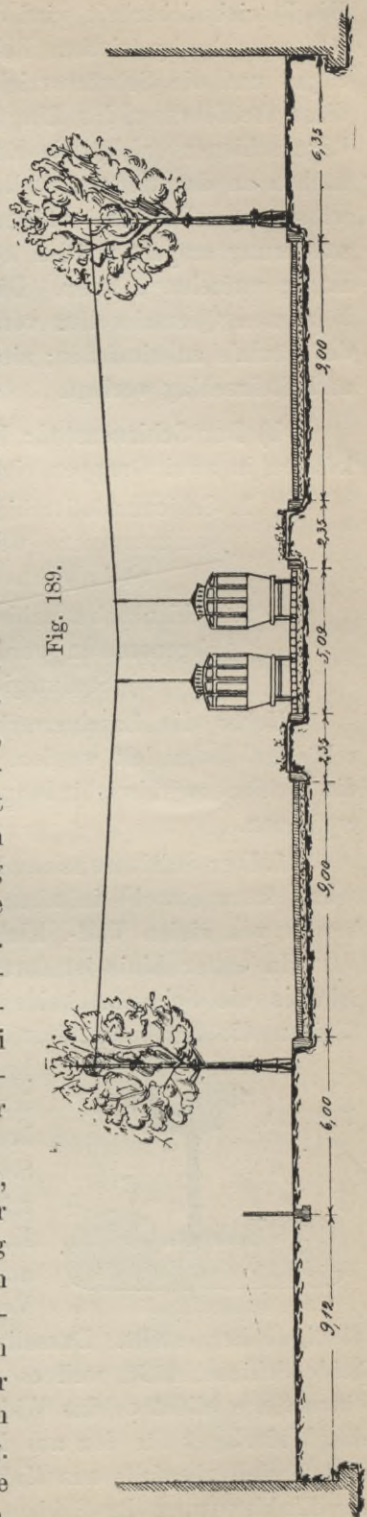
Aussteigenden auf das denkbar geringste Maß herabmindern, auch eine Beschränkung der beim Ein- und Aussteigen durch fremdes Fuhrwerk verursachten Unfälle herbeiführen. Die Anordnung solcher Schutzinseln kann daher nur dringend empfohlen werden.

Bei den heutigen Betriebsverhältnissen muß jede Straßenbahnverwaltung darauf hinwirken — wo nur angängig —, einen von dem übrigen Straßenverkehr gesonderten Bahnkörper zu erlangen, wozu in den breiteren Straßen stets die Möglichkeit vorhanden sein wird. Es gestattet diese Anordnung eine größere



Fahrgeschwindigkeit, es werden durch sie die Unglücksfälle verringert und eine bessere Sicherheit der ein- und aussteigenden Fahrgäste gewährleistet. Es ist daher mit Freuden zu begrüßen, daß einige und besonders neuere Städte dem Wunsche auf Ueberweisung eines vom übrigen Straßenverkehr gesonderten Bahnplanums entsprochen haben. So wurde unter anderem in den Berliner Vororten bzw. benachbarten Städten Friedenau, Steglitz, Tempelhof und Mariendorf die Asphaltstraße für den Fuhrwerksverkehr in die Mitte gelegt, während die auf erhöhtem Planum hergestellten Gleise seitlich der Bürgersteige angeordnet worden sind (Fig. 188). Im Jahre 1902 hat auch die Stadt Charlottenburg beim Umbau der Hardenbergstraße der Straßenbahn ein eigenes zweigleisiges Planum überwiesen, welches, wie Fig. 189 zeigt, in der Mitte der Straße angeordnet ist und ebenfalls gegen die beiderseitig liegenden Asphaltstraßen durch erhöhte, mit Blumenbeeten geschmückte Rasenstreifen bzw. an den Haltestellen mit Mosaikpflaster versehene Streifen abgeschlossen wird. Infolge der guten Erfahrungen, die mit einem besonderen Bahnkörper in der Hardenbergstraße gemacht worden sind, hat sich die Stadt Charlottenburg veranlaßt gesehen, auch bei der in den Jahren 1905—06 ausgeführten Verbreiterung der Bismarckstraße der Straßenbahn eine solche Anlage für ihre Gleise zur Verfügung zu stellen. Die Nachteile, die auch diese Anordnung noch aufzuweisen hat, sind den Vorteilen gegenüber so verschwindend gering, daß bei neuen Anlagen und bei Umwandlung bestehender Anlagen, wenn irgend zugänglich, dem besonderen Bahnplanum unbedingt der Vorzug zu geben ist.

Eine interessante Neuerung sei hier erwähnt, die in der Hardenberg- und besonders in der Bismarckstraße mit großem Erfolge zur Anwendung gekommen ist. Es ist das gesamte Planum zwischen den Schienen und seitlich derselben mit Rasen bepflanzt worden. Diese Anlage, die sich vorzüglich bewährt, hat viele Vorteile. Sie verhindert vor allem die bei schnell fahrenden Straßenbahnwagen sich so lästig fühlbar machende Staubentwicklung. Trotz der größeren Fahrgeschwindigkeit fahren die Wagen über die Rasenfläche nahezu geräuschlos.



Die Betriebssicherheit wird dadurch erhöht, daß keine festen Gegenstände (durch Abwasser hochgetriebene Reihensteine usw.) über die Schienenoberkante hinausragen und die Schutzvorrichtung der Wagen beschädigen können. Endlich ist diese Ausführung der Einpflasterung gegenüber billiger. Bei Verwendung von Rillenschienen erfolgt die Entwässerung der muldenförmig ausgebildeten Rasenflächen an den tiefsten Stellen der Schienen nach den seitlich angeordneten Entwässerungsschächten, während bei Verwendung von Vignolschienen eine Entwässerung erspart werden könnte, da der Boden die Nässe ohne Schaden gleichmäßig aufnehmen kann. Die Schienen dürfen bei dieser Anordnung nicht auf hölzernen Querschwellen verlegt werden, da diese trotz der Imprägnierung bald der Fäulnis anheimfallen; sie werden auf Längsbetonschwellen oder auf Packlage und Steinschlag verlegt.

**b) Der Schienenstoß:** Die Schienenstoßverbindungen der Straßenbahngleise können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

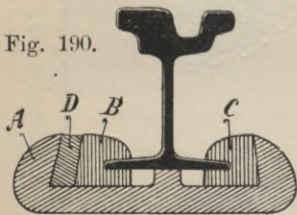
1. Schienenstoßverbindungen, die schnell auseinander genommen und zusammengesetzt werden können.
  - a) Laschenverbindungen, b) Schienenschuhverbindungen.
2. Schienenstoßverbindungen, die dauernd hergestellt und nicht wieder abgenommen werden können.
  - a) Stoßumgießungen, b) Stoßschweißungen.

Ueber die Laschenverbindungen ist von mir das Wichtigste bereits erschöpfend behandelt worden. Ich will daher im folgenden nur noch einiges über die Schienenschuhverbindungen, Stoßumgießungen und Stoßschweißungen kurz erwähnen.

1. Der Schienenschuh, Patent Scheinig & Hofmann: Dieser Schienenschuh kann sowohl in alten wie in neuen Gleisen Verwendung finden und ist bereits von vielen Voll-, Klein- und Straßenbahnen eingebaut worden.

In erster Linie ist darauf zu achten, daß bei Verwendung des Schienenschuhes die Schienen keine Stoßlücken aufweisen. Es sind daher bei neuen Gleisen die Schienen ohne jede Stoßfuge aneinander zu reihen, während bei bereits bestehendem Oberbau etwa vorhandene über 5 mm breite Stoßfugen durch Eintreiben entsprechend breiter Profilstücke zu beseitigen sind. Der vierteilige Schienenschuh, Fig. 190, besteht aus dem Sohlenstück A und zwei Klemmstücken B und C, aus dem Keil D und bei elektrischen Straßenbahnen außerdem noch aus Zinkbeilageblechen, um eine gute elektrische Verbindung herzustellen. Das Sohlenstück A ist aus

Fig. 190.



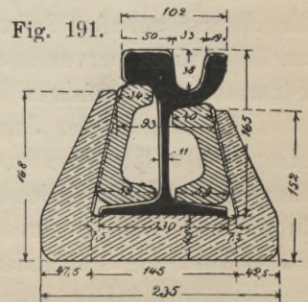
Stahlguß hergestellt. Dasselbe bildet an der Stoßstelle ein festes Unterlager für beide Schienenstöße, weil es doppelt so breit ist, wie der Schienenfuß. Auf der einen Seite bildet es das Widerlager für das Klemmstück, auf der anderen Seite das Widerlager für den aus Martinstahl gewalzten Keil D. Die Klemmstücke B und C sind ebenfalls aus Martinstahl gewalzt und besitzen einen Einschnitt für die Einklemmung der Schienenfüße. Die Länge des Schienenschuhes und dessen

Stärke richtet sich nach dem Schienenprofil und dessen voraussichtlicher Beanspruchung durch die Fahrbetriebsmittel.

Bei elektrischen Straßenbahnen müssen zunächst die Flächen des Schienenfußes an den Stoßstellen, welche von den Klemmstücken eingeklemmt werden, vermittelst Schmirgelsteine metallisch rein gemacht werden, wobei zu beachten ist, daß bei altem Oberbau erforderlichenfalls vorher die Schienenenden mit einer Schienenbiegevorrichtung gerade zu richten sind. Hierauf wird an die Stellen, an welche die Klemmstücke kommen, je ein Zinkblech von 0,3 mm Stärke an den Schienenfuß angesteckt und die Klemmstücke in rotglühendem Zustande mittels einer Preßvorrichtung an den Schienenfuß fest angepreßt, so daß die Stoßfuge genau in der Mitte der Klemmstücke liegt. Nun wird das ebenfalls zur Rotglut gebrachte Sohlenstück mittels einer eisernen Schaufel eingelegt, wobei ein anderer Arbeiter mit einem Druckhebel das Sohlenstück gegen das an der Innenseite der Schiene schon befestigte Klemmstück preßt, während ein dritter Arbeiter mit einem Handhaken das Sohlenstück nach oben zieht, um es an den unteren Flächen der beiden Klemmstücke der ganzen Länge nach zum Aufliegen zu bringen. Der Druckhebel wird so lange in seiner Lage festgehalten, bis der Keil montiert ist. Der Keil wird mittels eines großen Schmiedehammers eingetrieben, wobei ein Arbeiter auf der entgegengesetzten Seite einen großen Schmiedehammer gegenhält. Nach je 2 bis 3 Schlägen auf den Keil muß der den Hammer handhabende Arbeiter mit diesem Hammer einige Schläge auf das Sohlenstück geben, und zwar entgegen der Richtung der auf den Keil geführten Schläge, damit beim Eintreiben des Keiles ein Schiefstellen des Sohlenstückes verhindert wird. Das 0,3 mm starke Zinkblech, welches zwischen Schienenfuß und Klemmstücke eingelegt wird, schmilzt durch die Temperatur der glühenden Klemmstücke; die Unebenheiten der Berührungsflächen fallen dadurch aus, wodurch nicht nur eine gute mechanische, sondern auch eine tadellose elektrische Verbindung erzielt wird.

Die Schienenschuhe werden so montiert, daß die Keilseite außerhalb der Gleise zu liegen kommt. Nach Fertigstellung der Schienenschuh-Montage werden etwa vorhandene Unebenheiten in der Fahrfläche mittels eines Feilhobels beseitigt.

2. Der Schienenschuh der Sächsischen Gußstahlfabrik in Döhlen: Fig. 191. Er besteht aus einem sogenannten Laschenschuh und zwei Keillaschen, welche die Schienenenden in demselben festhalten. Laschenschuh und Keile bestehen aus Stahlformguß. Jeder Keil dient als Lasche und drückt sich beim Eintreiben mit seinen keilförmig gestalteten Schmalseiten an die Laschenanlage des Schienenprofils an. Gleichzeitig wird durch die keilförmigen Seitenwände des Laschenschuhes, die den Außenflächen der Keile entsprechen, die Unterfläche der Kammer nach oben, d. h. also gegen die Füße der beiden Schienenenden gepreßt. Der Anzug der Keile ist so gewählt, daß eine Lösung der Spannungsverbindung nur durch gewaltsames Zurückschlagen der Keile erfolgen kann. Eine Längsverschiebung der Schienen



kann eine Lockerung der Verbindung nicht hervorrufen, weil die Keile von einander entgegengesetzten Richtungen eingetrieben werden, ein Zurückschieben des einen Keils daher das Vordringen des anderen bedingt.

3. Das Falk'sche Umgießungsverfahren: Das Verfahren besteht im allgemeinen darin, daß Gußformen aus zwei Flußeisenhülsen zu beiden Seiten der Schiene angelegt und mit Klammern oder Bolzen befestigt werden. Alsdann werden Schienen und Hülsen angewärmt und die Zwischenräume mit dünnflüssigem Gußeisen ausgegossen. Nach dem Erstarren werden die Klammern gelöst, die Hülsen bleiben jedoch an dem Gußkörper haften und dienen so zur besseren Versteifung des Stoßes. Bevor die Gußformen angelegt werden, müssen die Schienen an den Berührungsflächen mittels eines Sandstrahlgebläses metallisch rein gemacht werden. Die Erfahrungen, die mit diesem Verfahren gemacht worden sind, sind nicht gerade die besten, weshalb ich von einer Figur Abstand genommen habe.

4. Die elektrische Stoßschweißung: Die Stoßschweißung kam durch das Bestreben auf, einen ununterbrochenen Schienenstrang für elektrische Straßenbahnen dort zu erlangen, wo das Gleis in gepflasterte Straßen eingebettet ist. Es ist in erster Linie die Schienenschweißung nach dem Dr. Goldschmidt'schen aluminothermischen Verfahren (Thermitstoß) zu erwähnen, mit der recht gute Resultate erzielt werden.

Man unterscheidet zwei Systeme, die Stumpfschweißung und die einfache Umgießung. Die Stumpfschweißung kann allein für sich angewendet werden. Hierbei wird die flüssige Thermitmasse so ausgegossen, daß die Schlacke die Schiene zuerst trifft, diese mit einer Schutzschicht überzieht und so die Anschmelzung des nachfolgenden Eisens verhindert, so daß die Wärme des Thermit Eisens nur ausgenutzt wird, um die Schiene auf Schweißtemperatur zu bringen. Zu dem Zweck wird der Tiegel über den Rand ausgegossen. Gebräuchlicher ist das kombinierte Verfahren, bei welchem Fuß und Steg der Schienen mit einem Thermit eisenschutz verschmolzen werden, während nur der Kopf stumpf geschweißt wird. Zur Ausführung dieser Schweißung bedient man sich eines Spitztiegels (sogen. automatischen Tiegels), aus dessen Boden zuerst das Thermit eisens ausfließt, während die Schlacke folgt.

Das einfache Umgießungsverfahren unterscheidet sich von der Stumpfschweißung in der Handhabung nur dadurch, daß eine Stauchung der Schienen nicht erforderlich ist und so der Klemmapparat fortfallen kann. Dieses System ist ausschließlich in England zur Ausführung gekommen und soll ausgezeichnete Ergebnisse geliefert haben. Für Länder mit größeren Temperaturschwankungen und bei nicht hervorragend gutem Unterbau wird es sich empfehlen, stets das Stumpfschweißverfahren (reines oder kombiniertes) zu wählen.

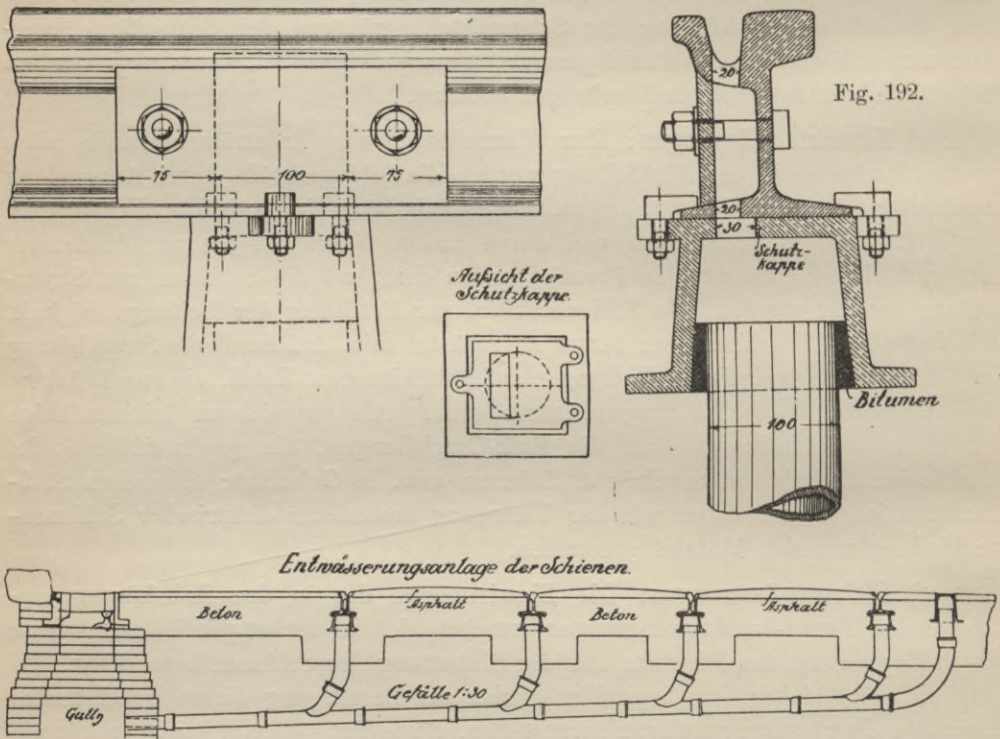
Im August des Jahres 1903 ist von der Akkumulatorenfabrik A. G. Hagen-Berlin eine neue elektrische Schienenschweißung zur Einführung gebracht. Dieses Verfahren beruht auf der Methode der Wärmeentwicklung durch Bildung eines elektrischen Flammenbogens, welcher an der Stelle, wo die Schweißung stattfinden soll, zwischen der Schiene und einer Kohlenelektrode gebildet wird. Der durch eine Kontaktvorrichtung gehaltene Kohlenstift kann

an der Schweißstelle beliebig hin und her geführt werden und wird immer derjenigen Stelle genähert, welche die größte Hitze erhalten soll. Der zum Schweißen benötigte Strom wird der Oberleitung entnommen und durch einen Motorgenerator in die für das Schweißen erforderliche Spannung von 60 Volt umgeformt. Durch den elektrischen Strom wird den zusammenzuschweißenden Schienenenden eine sehr bedeutende Wärmemenge zugeführt und dadurch das Schienenmaterial in Fluß gebracht. Gleichzeitig mit diesem fließenden Metall der Schienen wird in dem Flammenbogen das erforderliche Zusatzmaterial in den flüssigen Zustand übergeführt, und auf diese Weise mit dem geschmolzenen Material der Schienen in Verbindung gebracht. Dieser Prozeß wird unter weiterem Materialzusatz solange ohne Unterbrechung fortgesetzt, bis die zu schweißende Stoßlücke vollständig ausgefüllt ist. Die Größe und Stärke des Flammenbogens ist regulierbar und kann am Schluß der Schweißung allmählich verkleinert werden, so daß eine Abkühlung der Schweißstelle während des Schweißens langsam vor sich geht und Materialsparungen nach Möglichkeit vermieden werden. Das Verfahren hat sich auch sehr gut bewährt.

**c) Kontaktverbindungen:** Zur Vermeidung von Erdströmen sowie allzu großen Verlustes in der Rückleitung werden die Schienenstöße durch Anwendung geeigneter Schienenstoßverbindungen, sowie auch durch Kupferdrähte, Kupferseile, Kupferstreifen, Kupferlamellen und durch andere Vorrichtungen verschiedenster Art gut leitend gemacht. In Preußen sollen dort, wo die Schienen zur Stromleitung benutzt werden, die Schienenstöße, zur Erhöhung der Leitungsfähigkeit, mit besonderen Verbindungen derart ausgerüstet sein, daß durch die Stromleitung im Gestänge elektrolytische Wirkungen auf Rohrleitungen, Kabel, eiserne Brücken, Gebäude usw. möglichst ausgeschlossen sind. Als ausreichend leitungsfähige Schienenstoßverbindungen sind die Falk-Umgießungen, die geschweißten Stöße, der Schienenschuh von Scheinig & Hofmann usw. in Gebrauch; bei diesen Stoßkonstruktionen wird daher von der Verlegung besonderer elektrischer Schienenverbindungen meist Abstand genommen.

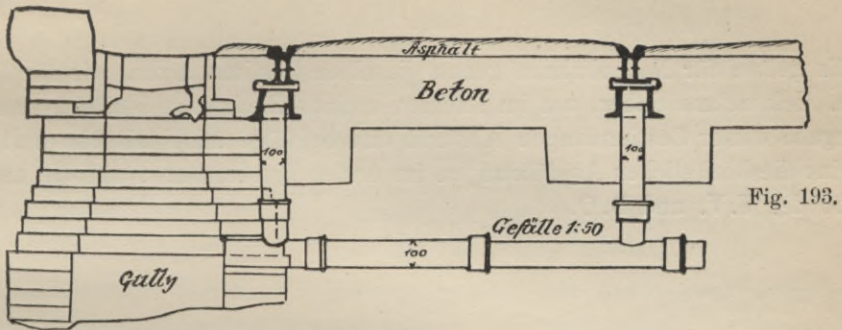
**d) Gleisentwässerungen:** Die Einwirkungen des in den Bahnkörper eindringenden Regen- und Sprengwassers machen sich in der empfindlichsten Weise durch Zerstörung des Pflasters und der Einbettung der Schienen bemerkbar. Es empfiehlt sich daher, wo irgend möglich, zur Beseitigung dieses Uebelstandes geeignete Entwässerungsanlagen herzustellen. Diese Entwässerungsanlagen können entweder zur Trockenlegung des Schienenbettes oder auch zur Beseitigung des sich auf der Oberfläche des Bahnkörpers oder in den Rillen der Schienen sammelnden Wassers dienen. Die Verwaltungen haben zum Teil das Schienenbett, zum Teil die Bahnkörperoberfläche durch die Rillen der Schienen, sowie auch die Weichen durch geeignete Vorrichtungen entwässert und hiermit im allgemeinen gute Erfahrungen gemacht; allerdings muß auf das Reinhalten der Einläufe und auf das Freihalten der Abflußleitungen die peinlichste Sorgfalt verwendet werden. Bei besonderem Bahnkörper erfolgt die Entwässerung des Schienenbettes durch offene oder gedeckte Rigolen, die mit den seitlich gelegenen Gräben, Schächten oder Kanalisationsanlagen in Verbindung gebracht werden.

Von großer Wichtigkeit ist die Anordnung geeigneter Abflußanlagen an den tiefsten Punkten der im Gegengefälle liegenden Straßen, da hier das sich ansammelnde Spreng- und Niederschlagswasser durch die darüber hinfahrenden Wagen wellenförmig bewegt wird, wodurch nicht nur eine baldige Zerstörung des Asphalts und Betons neben den Schienen, sowie bei Steinpflaster ein Auswaschen der Fugendichtung an den Gleisen erfolgt, sondern auch das für die Unterbettung so verderbliche Eindringen des Wassers unter den Schienenfuß beschleunigt wird. In mit Asphalt-, Holz- oder Steinpflaster befestigten Straßen haben mehrere Verwaltungen die Entwässerung durch Schlitze in den Rillen der Schienen, Anbringen von eisernen Kästen an den Schienen mit Rohranschluß an die Kanalisation hergestellt; Fig. 192 und 193, welche die Gleisentwässerung in Berlin darstellen. Andere Verwaltungen wiederum haben einen den Zwischen-

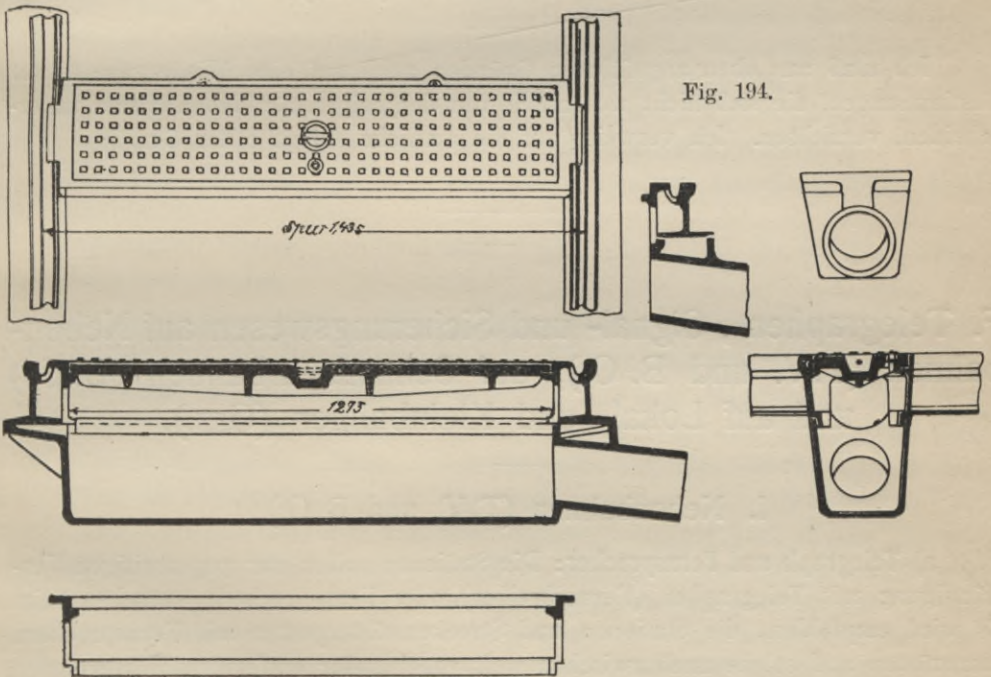


raum zwischen den Schienen eines Gleises ausfüllenden Entwässerungskasten eingebaut, von welchem Abflußrohre nach der Kanalisation führen. Dieser Anordnung dürfte der Vorzug zu geben sein, da sich hierbei das Reinigen der Schlitze leicht bewirken läßt und vor allem die gekrümmten Rohre, welche die Ursache der oft eintretenden Verstopfungen sind, vermieden werden. Vorteilhaft wird es sein, möglichst weite Abflußrohre zu verlegen. Fig. 194 zeigt eine der vorgenannten Entwässerungsanlagen. Die in den Schienen durch Ausschneiden der Schutzrippe hergestellte Schlitze sind 180 mm lang. Der zur Aufnahme des Wassers bestimmte Gußkasten ist so konstruiert, daß die Schienen auf den daran angegossenen Konsolen aufliegen. Das Abflußrohr liegt 45 mm über dem

Boden des Kastens, so daß die in das Innere des Kastens gelangenden Sinkstoffe abgelagert und leicht beseitigt werden können. Der Kasten hat eine Höhe von 434 mm, eine lichte Weite von 1275 mm, eine obere lichte Breite von 215 mm



und eine untere lichte Breite von 180 mm. Die Wände und der Boden sind 15 mm, die Abdeckung 35 mm stark. Der Durchmesser des Abflußrohres beträgt 150 mm. Die Abdeckung dürfte besser als Rost ausgebildet werden, um dem



etwa zwischen den Gleisen stehenden Wasser, welches durch die Schienenrinne nicht abgeführt werden kann, Gelegenheit zum Abfluß zu geben.

Auf alle zur Ausführung gelangten Entwässerungsanlagen kann ich hier nicht näher eingehen; es sei nur bemerkt, daß sie sich alle fast ausnahmslos gut bewährt haben.

## D. Bau und Unterhaltung der Fahrzeuge auf Nebenbahnen auf Grund der Technischen Vereinbarungen T.V. (und B.O.).

Es gelten für Nebenbahnen genau dieselben Bestimmungen, wie für Hauptbahnen. Ich nehme daher, um im Rahmen meines Buches zu bleiben, von einer Wiedergabe dieser Bestimmungen Abstand und begnüge mich mit einem Hinweis auf meine diesbezüglichen Ausführungen im ersten Bande, bzw. auf die amtliche Ausgabe der T.V. und B.O.

## E. Bau- und Unterhaltung der Fahrzeuge auf Lokal- und Kleinbahnen auf Grund der Grundzüge für den Bau usw. (Grz.).

Ich muß aus oben angeführten Gründen auch auf eine Wiedergabe dieser Bestimmungen, die sich nicht wesentlich von denjenigen für Nebenbahnen unterscheiden, verzichten. Ich verweise auf die amtliche Ausgabe der Grz.

## F. Telegraphen-, Signal- und Sicherungswesen auf Nebenbahnen (T.V. und B.O.), auf Schmalspurbahnen (B.O.) und auf Lokal- und Kleinbahnen (Grz.).

### I. Nebenbahnen (T.V. und B.O.).

**a) Telegraph und Fernsprecher:** Die Stationen sollen zur gegenseitigen Verständigung mit Telegraphen (Fernschreiber) oder Fernsprechern versehen sein. Es wird empfohlen, die Stationen und Streckenwärterposten mit Fernsprechern auszurüsten und solche auch zwischen weit voneinander entfernten Wärterposten einzuschalten. Auf Strecken ohne Fernsprecher sollen andere Einrichtungen ermöglichen, von der freien Strecke aus die nächstgelegene Station um Hilfe anzugehen.

**b) Läutewerke:** Zur Verständigung der Wärter über den Zugverkehr werden Läutewerke angewendet. Mit den Läutewerken sollen folgende Signale gegeben werden können: 1. der Zug fährt in einer bestimmten Richtung, 2. alle Züge sind aufzuhalten (Gefahrssignal).



**c) Tragbare Signale:** Von den Wärtern sollen nachstehende Signale mit Scheiben, Fahnen, Horn oder Mundpfeife oder mit der Hand gegeben werden können: 1. der Zug soll langsam fahren, 2. der Zug soll halten.

Das Haltsignal soll in der Regel 700 m (etwa 1000 Schritte) vor der Gefahrstelle gegeben werden, wenn die Bremsprocente nach der amtlichen Brems-  
tafel bemessen sind. Auf Steigungen kann dieser Abstand nach den Bestimmungen der Bremswegtafel vermindert werden. Diese Bestimmungen gelten auch für die Deckung eines Zuges durch das Zugpersonal.

Die Anwendung von Knallkapseln zur Erteilung von Haltsignalen wird empfohlen. In der Nähe von Wegeübergängen und Wohngebäuden sollen jedoch nur Knallkapseln mit geringem Streuengel verwendet werden.

**d) Feststehende Signale:** 1. Hauptsignale: Mit den Hauptsignalen sollen nachstehende Signale gegeben werden können:  $\alpha$ ) der Zug soll vor dem Signale halten,  $\beta$ ) der Zug darf an dem Signale vorbeifahren.

Es wird empfohlen, mit dem Hauptsignal auch anzuzeigen, ob die Fahrt in der Hauptrichtung (Geraden) oder in der Ablenkung von der Hauptrichtung erfolgt. Die Hauptsignale werden verwendet als Einfahrtsignale (zum Abschluß der Stationen gegen die Einfahrt der Züge), Ausfahrtsignale, Blocksignale (zum Abschluß von Blockstrecken), Deckungssignale vor Bahnkreuzungen in Schienenhöhe, beweglichen Brücken, Gleisabzweigungen und dergleichen Gefahrstellen.

Die Kreuzungsstationen der mit mehr als 40 km Geschwindigkeit in der Stunde befahrenen Bahnstrecken sind mit Einfahrtsignalen zu versehen.

Bewegliche Brücken und in Schienenhöhe gelegene Bahnkreuzungen sind durch Hauptsignale zu decken.

Hauptsignale dürfen, wenn sie Halt zeigen, von Zügen, für die sie gelten, nicht überfahren werden.

2. Vorsignale: Werden Vorsignale verwendet, so sollen sie anzeigen:  $\alpha$ ) die Haltstellung des Hauptsignals,  $\beta$ ) die Fahrstellung des Hauptsignals.

Das Vorsignal soll entweder gleichzeitig mit dem Hauptsignal oder erst dann in die Fahrstellung gebracht werden können, wenn das Hauptsignal auf Fahrt gestellt worden ist, und es muß entweder vor oder gleichzeitig mit der Haltstellung des Hauptsignals in die Warnstellung gehen. Der Abstand zwischen Haupt- und Vorsignal soll dem längsten Bremsweg entsprechen, dessen ein am Vorsignal mit voller Streckengeschwindigkeit vorbeifahrender Zug benötigt, um vor dem Hauptsignal zum Halten zu kommen. Die Bremswege sind aus der Bremswegtafel unmittelbar zu entnehmen, wenn Neigung und Geschwindigkeit mit den Angaben der letzteren übereinstimmen. Für Neigungen und Geschwindigkeiten, die in dieser Tafel nicht enthalten sind, gelten die nächst höheren Werte.

3. Weichensignale: Mit den Weichensignalen soll angezeigt werden:  $\alpha$ ) die Stellung der Weiche für die gerade Richtung,  $\beta$ ) die Stellung der Weiche für die Ablenkung.

Die Einfahrweichen sollen mit Weichensignalen versehen sein, wenn sie nicht mit dem Hauptsignal in gegenseitiger Abhängigkeit stehen oder für gewöhnlich verschlossen gehalten werden.

**e) Standort, Form und Farbe der feststehenden Signale:** Haupt- und Vorseignale sind grundsätzlich auf der Seite des Standes für den Lokomotivführer, bezogen auf die Fahrt der Lokomotive mit dem Schornstein voran, unmittelbar neben dem zugehörigen Gleis oder über dessen Mitte aufzustellen. Die Signale benachbarter Gleise sind so aufzustellen, daß sie von den Zügen aus nicht miteinander verwechselt werden können. Die Signale an Haupt- und Vorseignalen sollen bei Tage nur durch die Form und nicht durch die Farbe ausgedrückt werden. Für die Hauptsignale wird die Flügelform empfohlen. Als Signal bei Dunkelheit sollen entweder die gut beleuchteten Tagessignale oder die Farben rot, grün, weiß oder gelb verwendet werden. Rot bedeutet stets Halt.

Für die Weichensignale empfiehlt sich die Anwendung von Formsignalen, die bei Tag und Nacht gleiche Signalbilder zeigen.

**f) Zugsignale:** Am Zuge sollen folgende Signale gegeben werden können: 1. Kennzeichnung der Spitze des Zuges.  $\alpha$ ) bei der Fahrt auf dem richtigen Gleise (nur im Dunkeln),  $\beta$ ) bei der Fahrt auf dem unrichtigen Gleise. 2. Kennzeichnung des Schlusses des Zuges. 3. ein Sonderzug kommt nach. 4. ein Sonderzug kommt in entgegengesetzter Richtung.

Leerfahrende Lokomotiven sind bezüglich der Signale den Zügen gleich zu achten.

Draisinen und Bahndienstwagen sollen auf freier Bahn in der Dunkelheit mit Lichtsignalen gekennzeichnet sein.

Zu Lichtsignalen für die Züge sollen bei Dunkelheit nur die Farben weiß, grün und rot verwendet werden.

Der Lokomotivführer soll folgende Signale geben können: 1. Achtung. 2. Bremsen anziehen. 3. Bremsen los.

Das Zugbegleitpersonal soll mindestens das Signal Halt geben können.

An den Zügen, die ohne durchgehende Bremsen gefahren werden, ist eine Einrichtung anzubringen, die ermöglicht, vom Platze des Zugführers oder eines anderen Zugbediensteten aus ein Signal auf der Lokomotive zu geben.

**g) Weichen- und Signalsicherungen:** — Bem.: Merkzeichen, wie bei Hauptbahnen (3,5 m).

**h) Streckenblockung.** —

## II. Schmalspurbahnen (B. O.).

**a) Telegraph, Fernsprecher:** Die Zugfolgestellen sind durch Telegraph oder Fernsprecher zu verbinden. Ausnahmen können von der Aufsichtsbehörde zugelassen werden.

**b) Merkzeichen zwischen zusammenlaufenden Gleisen:** Zwischen zusammenlaufenden Gleisen muß ein Merkzeichen angebracht sein, das angibt, bis wohin ein Gleis besetzt werden kann, ohne daß die Bewegungen auf dem anderen gefährdet werden. Der Abstand der Gleise muß am Merkzeichen mindestens gleich sein dem Abstände der Gleise auf der freien Strecke.

### III. Lokal- und Kleinbahnen (Grz.).

**a) Verständigung zwischen den Stationen:** Einrichtungen zur Verständigung zwischen den Stationen werden empfohlen.

**b) Bahnsignale:** Wenn die Bahn bewacht wird, sollen folgende Signale gegeben werden können: 1. Der Zug soll langsam fahren. 2. der Zug soll halten.

**c) Signale an Weichen, beweglichen Brücken und Bahnkreuzungen:** Weichensignale sind in der Regel nicht erforderlich.

Die Stellung beweglicher Brücken soll durch ein mit der Brücke in Verbindung stehendes Signal kenntlich gemacht werden.

Es wird empfohlen, die Kreuzung zweier Lokalbahnen in Schienenhöhe durch Signale zu sichern.

**d) Zugsignale:** Am Zuge sollen folgende Signale gegeben werden können: 1. Kennzeichnung der Spitze des Zuges (nur im Dunkeln). 2. Kennzeichnung des Schlusses des Zuges.

Leerfahrende Lokomotiven sind bezüglich der Signale den Zügen gleich zu achten.

Draisinen und Bahndienstwagen sollen auf freier Bahn in der Dunkelheit mit Lichtsignalen gekennzeichnet sein.

Der Lokomotivführer soll folgende Signale geben können: 1. Achtung. 2. Bremsen anziehen. 3. Bremsen los.

Das Zugbegleitpersonal soll mindestens das Signal Halt geben können.

**e) Form und Farbe der Signale:** Wenn Weichensignale angewendet werden, so empfehlen sich hierfür Formsignale, die bei Tag und Nacht gleiche Signalfelder zeigen.

Bei den übrigen feststehenden Signalvorrichtungen sollen die Signale bei Tage nur durch die Form und nicht durch die Farbe ausgedrückt werden. Für die Hauptsignale wird hierzu die Flügelform empfohlen.

Zu Lichtsignalen für die Züge sollen bei Dunkelheit nur die Farben rot, grün und weiß verwendet werden. Rot bedeutet stets Halt.

## G. Betriebsdienst für Neben-, Schmalspur-, Lokal- und Kleinbahnen.

Ich will aus den T.V., der B.O. und den Grz. nur einige wichtige Punkte herausgreifen, verweise im übrigen auf die amtlichen Ausgaben dieser Bestimmungen.

### I. Grundstellung der Fahrsignale und Weichen auf Nebenbahnen. Sicherung der Weichen (B.O.).

Die Grundstellung für Einfahr-, Ausfahr- und Blocksignale ist die Stellung auf Halt. Für alle Weichen in den Hauptgleisen und für die Weichen in den

Nebengleisen, durch die Fahrten auf den Hauptgleisen gefährdet werden könnten, ist eine bestimmte Grundstellung vorzuschreiben.

## II. Fahrgeschwindigkeit auf Nebenbahnen (B.O.).

Die größte zulässige Fahrgeschwindigkeit in der Stunde beträgt a) im allgemeinen 30 km, b) auf vollspurigen Bahnen mit eigenem Bahnkörper für Personenzüge mit durchgehender Bremse 40 km und mit Genehmigung der Landesaufsichtsbehörde 50 km.

Die größte zulässige Geschwindigkeit ist im Gefälle:

von 25 ‰ (1 : 40) = 50 km,      von 35 ‰ (1 : 28) = 35 km,  
 „ 30 ‰ (1 : 33) = 40 „      „ 40 ‰ (1 : 25) = 30 „

Die größte zulässige Geschwindigkeit ist in Krümmungen:

vom Halbmesser 200 m = 50 km,      vom Halbmesser 120 m = 30 km,  
 „      „      180 „ = 45 „      „      „      100 „ = 25 „  
 „      „      150 „ = 40 „

## III. Fahrgeschwindigkeit auf Schmalspurbahnen (B.O.).

Die größten zulässigen Geschwindigkeiten in Krümmungen unter 100 m Halbmesser werden im Einzelfalle von der Aufsichtsbehörde festgestellt.

## IV. Stellung der Weichen auf Lokalbahnen (Grz.).

Für die Weichen in den Hauptgleisen ist eine bestimmte Stellung als Regel (Grundstellung) vorzuschreiben. Außerhalb der Stationen liegende, nicht überwachte und während der Durchfahrt eines Zuges nicht bediente Weichen sollen verschlossen gehalten werden.

# H. Die elektrischen Bahnen (Siemens-Schuckertwerke, bzw. Siemens & Halske, Berlin).

## I. Allgemeines.

Als vor etwa 2 Jahrzehnten der Elektromotor in den Bahnbetrieb eingeführt wurde, waren es zuerst die Straßenbahnen, in deren Gebiet er angewendet wurde und deren Gebiet er zuletzt völlig eroberte. Veranlassung dazu war einerseits die Verringerung der Betriebskosten, andererseits der Umstand, daß der Elektromotor die Bewältigung eines Massenverkehrs und eine erhöhte Fahrgeschwindigkeit auf Außenstrecken ermöglichte. Inzwischen hatte das Bedürfnis nach schnellerer Beförderung zum Bau der vom Straßenverkehr unabhängigen Hoch- und Untergrundbahnen geführt, die anfangs meist mit Dampf betrieben wurden.

Mit steigender Verkehrsdichte wird jedoch auf den Tunnelstrecken die bei Dampfbetrieb unvermeidliche Rauchplage allmählich unerträglich und Abhilfe nur allein durch elektrischen Betrieb möglich. Auf Stadtbahnen, welche ausschließlich als Hochbahnen aufgeführt werden, und auf Vorortbahnen ist die Rauchplage von geringerer Bedeutung; hier ist es mehr die Forderung nach möglichst kurzer Fahrzeit, welche den elektrischen Betrieb einzuführen zwingt. Beim Dampfbetrieb wird nämlich die mittlere Reisegeschwindigkeit trotz beträchtlicher Größtgeschwindigkeit durch die Verluste beim jedesmaligen Anhalten auf ein sehr bescheidenes Maß heruntergedrückt. Das einzige Mittel zur Beseitigung dieses Uebelstandes ist schnelles Anfahren, aber dies erfordert Lokomotiven von sehr großer Zugkraft und damit großem Adhäsionsgewicht. Mit der Vergrößerung der Lokomotiven kann man aber nur bis an die Grenze gehen, wo die Wirtschaftlichkeit und die Tragfähigkeit der vorhandenen Kunstbauten eine weitere Steigerung verbietet. Alle diese Schwierigkeiten fallen bei Einführung des elektrischen Betriebes fort, da man beliebig viele Achsen des Zuges durch Motoren antreiben kann.

Auf Vollbahnen, wo die einzelnen Haltestellen auseinanderrücken, wird wohl der Dampflokomotive noch länger das Feld offen stehen, aber auch hier kann der elektrische Betrieb von vornherein als vorteilhafter erscheinen, z. B. dort, wo es sich darum handelt, vorhandene Wasserkräfte auszunutzen, auch in Kohlenrevieren ein zur Lokomotivfeuerung ungeeignetes, billiges Brennmaterial zu verwerten, oder etwa im Gebirge die Gefällstrecken auszunutzen, wo bisweilen durch Wiedergewinnung der Arbeit von den talwärts fahrenden Zügen erhebliche Ersparnisse erzielt werden können, oder endlich das tote Gewicht einer Lokomotive und ihres Tenders zu ersparen, was besonders bei schweren Personenzügen und hohen Zugwiderständen erheblich ins Gewicht fällt, wie auf langen Steigungen und bei sehr hohen Geschwindigkeiten.

Im folgenden will ich nun einige Beispiele für die verschiedenen, im vorstehenden erwähnten, dem Verkehre über kurze oder lange Strecken dienenden Bahnsysteme mit elektrischem Betriebe beschreiben. Je nach der angewendeten Stromart unterscheidet man solche mit Gleichstrombetrieb und solche mit Drehstrombetrieb.

## II. Betrieb mit Gleichstrom.

**a) Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung:** Die erste Ausführung einer solchen Bahn, und zwar als Untergrundbahn, wurde im Jahre 1894 in der elektrischen Untergrundbahn in Budapest in Angriff genommen. Am 2. Mai 1896 war der Bau dieser Bahn beendet.

Die Bahn beginnt als normalspurige, zweigleisige Untergrundbahn am Gisellaplatz in der Mitte der Stadt, führt unter dem Waitzner Ring und der Andrassystraße entlang und geht erst kurz vor dem Stadtwaldchen mit einer Steigung von 1:50 zur Oberflächenbahn über. Sie erreicht im Ganzen die Länge von 3,7 km, wovon 3,2 km als Untergrund- und 0,5 km als Oberflächenbahn ausgeführt sind. Von den elf Haltestellen sind neun als Tunnel- und zwei als

Oberflächenhaltestellen ausgebildet. Der kleinste Krümmungshalbmesser der Bahn beträgt 40 m. Der Tunnel wurde mit einer lichten Höhe von 2,75 m und einer lichten Breite von 6 m zweiteilig ausgeführt, so daß zwischen den beiden Gleisen eine Säulenreihe steht. Die Bahnsteige der Haltestellen liegen seitlich der Gleise und dienen somit, ebenso wie die Gleise selbst, nur für die eine Fahrtrichtung; sie werden durch eine Treppe vom Bürgersteig aus betreten und sind je nach dem geschätzten voraussichtlichen Verkehr an den betreffenden Haltestellen mit einer lichten Breite von 3 bis 8 m und einer Länge von 24 bis 32 m ausgeführt. Bestimmend für die geringe Höhe des Tunnels war die Lage des Hauptabflußrohres Budapests in der Andrassystraße. Hieraus ergab sich auch die eigentümliche Form der Wagen. Die Wagenkasten, deren Längsträger gekröpft werden mußten, um den erforderlichen Raum für die Motoren zu gewinnen, ruhen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und bieten bei einer Länge von 10 m zwischen den Puffern und einer Breite von 2,25 m Raum für 28 Sitz- und 14 Stehplätze.

Die Stromzuführung erfolgt vom Kraftwerk aus, in welchem der Gleichstrom mit 400 Volt Spannung erzeugt wird, durch Kabel zu den an der Decke des Tunnels aufgehängten zweipoligen Arbeitsleitungen, die im Tunnel aus Grubenbahnschienen bestehen und bei der Oberflächenbahn als gewöhnliche Hartkupferdrähte von 10 mm Durchmesser an Querdrähten aufgehängt sind.

Die Schienen werden nicht als Rückleitung benutzt. Für die Fernsprechleitung und die Sicherungsanlage der Bahn sind besondere Hin- und Rückleitungen verlegt. Alle diese Leitungen, einschließlich der Speiseleitungen für die Arbeitsleitung, sind an der Decke des Tunnels aufgehängt.

Die Reisegeschwindigkeit beträgt 20 km/Stde.

Der Oberbau besteht aus Vignolschienen mit versetzten Stegen und Verblattstoß auf eisernen Querschwellen. Die Befestigung der Schienen auf den eisernen Querschwellen erfolgt unter Anwendung der Haarman'schen Hakenplatte mit je einer Schraube. Die Schiene ist 115 mm hoch. Die eisernen Schwellen sind in einem Doppelbett verlegt.

Während die Budapester Untergrundbahn durchaus den Charakter einer Stadtbahn hat, ist die kurze Zeit später ausgeführte elektrische Kleinbahn von Düsseldorf nach Krefeld eine Bahn mit Oberleitungsbetrieb. Um dieselbe Fahrzeit, wie die auf der Staatsbahn von Düsseldorf über Neuß nach Krefeld einhalten zu können, war die für Kleinbahnen höchstzulässige Geschwindigkeit von 40 km in der Stunde auf freier Strecke nötig. Da diese Geschwindigkeit nur von einer Bahn mit eigenem Bahnkörper entwickelt werden konnte, so ergab sich eine Linienführung, die die Orte Ober-Kassel, Heerdt-Lörrick usw. nur in dichtester Nähe berührt, weil von einer Durchfahrung derselben von vornherein Abstand genommen werden mußte. In Düsseldorf beginnt die Bahn an der Haroldstraße und endet in Krefeld an der Rheinstraße. Die Gesamtlänge der normalspurigen Bahn beträgt 22,2 km, von denen 16,7 km auf freier Strecke liegen. Die Bahn ist auf dieser freien Strecke eingleisig mit Ausweichen ausgeführt, jedoch ist eine solche Breite des Bahnkörpers vorgesehen, daß bei Bedarf jederzeit ein zweites Gleis eingelegt werden kann. Von Düsseldorf bis Ober-Kassel und in Krefeld selbst ist die Bahn zweigleisig ausgeführt; die größte

Steigung der Bahn beträgt 1:40, der kleinste Krümmungshalbmesser 20 m. Auf den Einführungsstrecken in die Städte Düsseldorf und Krefeld und in diesen Städten selbst wird die Fahrgeschwindigkeit auf 25 km/Std. vermindert. Die Stromzuführung — Oberleitung mit 600 Volt Spannung — besteht mit Ausnahme einer 800 m langen Strecke in Düsseldorf, auf der die unterirdische Stromzuführung, System Siemens & Halske, zur Anwendung kam, aus zwei dicht nebeneinander geführten Hartkupferdrähten von 9 mm Durchmesser auf der eingleisigen Strecke.

In den doppelgleisigen Strecken und in den Weichen teilen sich dieselben, so daß hier nur ein Arbeitsdraht zur Anwendung kommt. Die Oberleitung ist auf der freien Strecke an Gittermasten, in den Städten an verzierten Rohrmasten aufgehängt. Die Masten dienen gleichzeitig als Träger für die Speiseleitungen und für die Fernsprechleitung, die zwecks Verständigung der Haltestellen untereinander und mit den Kraftwerken eingerichtet wurde.

Für die Bahn wurden zweierlei Motorwagen ausgeführt, solche für den Fern- und solche für den Lokalverkehr. Erstere sind mit Rücksicht auf die großen Krümmungen und mit Rücksicht auf ein ruhiges Fahren bei den hohen Fahrgeschwindigkeiten mit je zwei zweiachsigen Drehgestellen versehen, von denen jedes einen unmittelbar auf der Achse gelagerten Motor enthält. Die Wagen für den Fernverkehr haben eine Länge von 12,4 m und enthalten 34 Sitz- und 16 Stehplätze.

Am 15. Dezember 1898 wurde die Bahn dem öffentlichen Verkehr übergeben.

Auf dem größten Teile der Strecke — etwa 19,5 km — besteht der Oberbau aus Vignolschienen mit eisernen Querschwellen, deren 15 auf je eine 12 m lange Schiene entfallen. In den städtischen Straßen in Düsseldorf und in Krefeld sind Rillenschienen verlegt.

**b) Bahnen mit Stromzuführung durch eine sogenannte dritte Schiene:** Die erste Ausführung einer solchen Stromzuführung, welche natürlich nur für Bahnen mit eigenem Bahnkörper in Betracht kommt, ist die Wannseebahn. Im Jahre 1896 faßte die Kgl. Eisenbahndirektion Berlin den Entschluß, auf der Wannseebahn versuchsweise einen elektrischen Zug mit Stromzuführung durch dritte Schiene einzuführen, um den elektrischen Betrieb mit solcher näher kennen zu lernen, und übertrug nach Feststellung der Einzelheiten die Ausführung dieser Versuchsanlage der Firma Siemens & Halske A.-G. Die Wannseebahn ist eine Vollbahn, die dem westlichen Vorortverkehr, dem stärksten Berlins, dient. Sie geht vom Wannseebahnhof aus über Friedenau usw. bis nach Zehlendorf. Die Länge dieser zweigleisigen Strecke ist rd. 12 km. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit beträgt 35 km und die vorkommende Höchstgeschwindigkeit 50 km/Std. Der elektrische Probezug sollte innerhalb des bestehenden Fahrplanes und der übrigen Dampfpzüge verkehren und, genau wie die Dampfpzüge, aus 10 Wagen der normalen Wannseebahnform mit einem Gesamtleergewicht von 230 t einschließlich der 2 Motorwagen zusammengesetzt werden. Für die elektrische Ausrüstung des Zuges kamen verschiedene technische Neuerungen in Anwendung. Der Antrieb des ganzen Zuges, wie er von solchem Gewichte bisher elektrisch noch nicht

durchgeführt worden war, erfolgte durch 2 Motorwagen, den ersten und letzten Personenwagen des Zuges. Beide Motorwagen, von denen der eine zieht und der andere schiebt, werden vermittelt einer patentierten Schaltung gleichzeitig gesteuert und nehmen gleichmäßig an der Zugförderung teil. Die 6 Achsen der beiden Motorwagen wurden durch je einen Motor angetrieben. Als Stromart wurde nach eingehender Prüfung und unter Berücksichtigung der auftretenden Stromschwankungen, zu deren Ausgleichung nur Pufferbatterien in Frage kommen konnten, Gleichstrom mit 660 Volt Höchstspannung gewählt. Derselbe wurde von dem bestehenden Kraftwerke der Lichterfelder Straßenbahn durch Erweiterung desselben mit 750 Volt Spannung geliefert und durch eine aus blanken Kupferdrähten bestehende Oberleitung, die mittels Isolatoren an Holzmasten aufgehängt wurde, bei 7,5 km der Streckenleitung zugeführt. Zur Rückleitung dienen die Fahrschienen. Die zur Aufnahme der Stromschwankungen erforderlichen Pufferbatterien wurden an den beiderseitigen Endpunkten Berlin und Zehlendorf aufgestellt. Die Stromzuleitung erfolgte durch dritte Schiene, die mit Isolatoren in einer Entfernung von 1570 mm von Gleismitte zwischen den beiden Gleisen in einer Höhe von 300 bis 320 mm über Schienenoberkante verlegt wurde. Jeder Motorwagen wurde mit je 3 Stromabnehmern auf jeder Seite des Wagens, die unter Vermittelung von Holzbalken an den Achsbuchsen unmittelbar befestigt wurden, ausgerüstet. Es sind somit immer 6 Stromabnehmer gleichzeitig in Tätigkeit, eine Anzahl, die mit Rücksicht auf die erforderlichen Stromstärken — 1200 Ampère — gewählt wurde. Die Stromabnehmer bestehen aus Gleitschuhen, die mittels kräftiger Blattfedern auf den Stromschienenkopf angepreßt werden. In jedem der beiden Motorwagen wurden die nach außen liegenden letzten beiden Personenabteile zum Führerstand umgewandelt und mit dem erforderlichen Schalter und sonstigen Einrichtungen, auch mit den für die Messung der Leistungen erforderlichen Apparaten versehen. Es ist an den beiden Endstationen also nur erforderlich, daß das Führerpersonal von dem einen nach dem anderen Führerstande übergeht, und ist somit ein Umsetzen wie beim Dampftrieb nicht erforderlich. Die Steuerung bei den Motorwagen wurde nach dem patentierten Schaltsystem nur von dem jeweilig vorn liegenden Führerstande betätigt. Den ganzen Zug durchlaufen nur zwei Leitungen, eine Steuerleitung und eine Verbindungsleitung, an welcher letztere die Stromabnehmer beider Motorwagen angeschlossen sind. Der Zug wird ebenso wie die Dampfzüge durch die Westinghousebremse gebremst; die für dieselbe erforderliche Druckluft wird von zwei in den Motorwagen aufgestellten elektrisch betriebenen Kompressoren geliefert. Die Beleuchtung der Wagen erfolgte durch Glühlampen; die Heizung des Zuges erfolgte nach wie vor durch Dampf, da die hierzu erforderliche Heizungsanlage bereits im ganzen Zuge vorhanden war. Der erforderliche Dampf wurde in einem im Motorwagen aufgestellten Heißdampfkessel, an kälteren Tagen durch einen Heizwagen erzeugt.

Anfang August 1900 wurde dieser Versuchszug dem öffentlichen Verkehr übergeben.

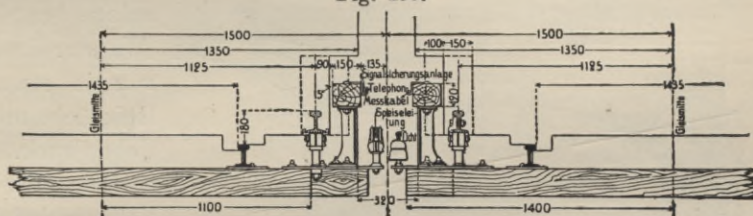
Das Uebertragungssystem mit der sogenannten dritten Schiene ist später für die Hochbahn und die Strecke Berlin—Groß-Lichterfelde-Ost angewendet worden.



Etwas abweichend von dem eben behandelten System der dritten Schiene ist dasjenige der Wiener Stadtbahn, von deren Beschreibung ich Abstand nehme.

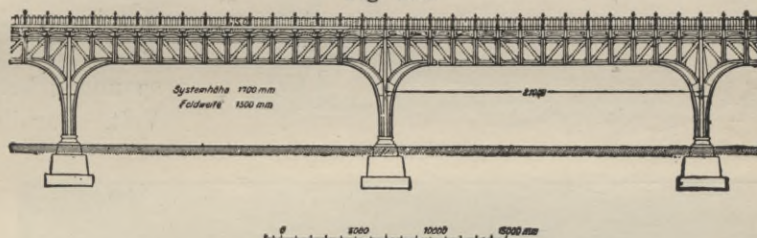
Im Gegensatz wiederum zu dem System der Fahrleitung der Wiener Stadtbahn steht dasjenige der Berliner elektrischen Hoch- und Untergrundbahn. Die im Jahre 1902 eröffnete Bahn besteht (laut Bericht der Firma vom Jahre 1906) einschließlich der inzwischen erfolgten Erweiterungen aus einer Stammlinie, die von der Warschauer-Brücke im Osten der Stadt bis zur Haltestelle Wilhelmplatz im Westen (Charlottenburg) reicht, mit einer Zweiglinie nach dem Potsdamer-Platz. Eine Zweiglinie von der KrummestraÙe bis zum Platz B in Westend war 1906 noch im Bau; geplant wurde ferner die Fortführung der Bahn vom Potsdamer-Platz ins Innere der Stadt und nach Norden zu; mit dem Bau dieser Verlängerung wurde noch im Jahre 1906 begonnen. Diese Erweiter-

Fig. 195.



ungen haben inzwischen mehr oder weniger ihre Vollendung erfahren. Die westliche Strecke vom Nollendorflplatz ab und eine kurze Strecke am Potsdamer-Platz sind als Unterpflasterbahn, die anderen im Betriebe befindlichen Strecken als Hochbahn auf eisernen oder steinernen Viadukten ausgeführt. Die Länge der

Fig. 196.



Bahn (Warschauer-Brücke—KrummestraÙe mit den Abzweigungen nach dem Potsdamer-Platz in Berlin und dem Wilhelmplatz in Charlottenburg) beträgt 12641 m; die Spurweite ist normal = 1,435 m. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist 80 m; die größte Steigung beträgt in Krümmungen 1 : 38, im übrigen 1 : 32 (Rampe am Nollendorflplatz). Der im Jahre 1906 im Betrieb befindliche Teil der Bahn besitzt insgesamt 16 Haltestellen; durchschnittlicher Abstand der Haltestellen rund 850 m. Die mittlere Länge der Bahnsteige beträgt 80 m; bei der Hochbahn sind sie etwa zur Hälfte überdacht.

Als Betriebsbahnhöfe und Werkstätten sind zwei Hauptwagenschuppen und Werkstätten beim Endbahnhof Warschauer-Brücke, ein weiterer Wagenschuppen auf dem Anschlußdreieck vorgesehen; Aufstellungsgleise befinden sich bei der Haltestelle Potsdamer-Platz und zwischen Haltestelle Zoologischer Garten und Fasanenstraße.

Der Oberbau besteht aus Wechselstegschienen mit Verblattstoß auf hölzernen Schwellen (siehe Georgs-Marienhütte). Die Schienen sind 180 mm hoch auf der Oststrecke, 115 mm hoch auf der Weststrecke.

Fig. 197.

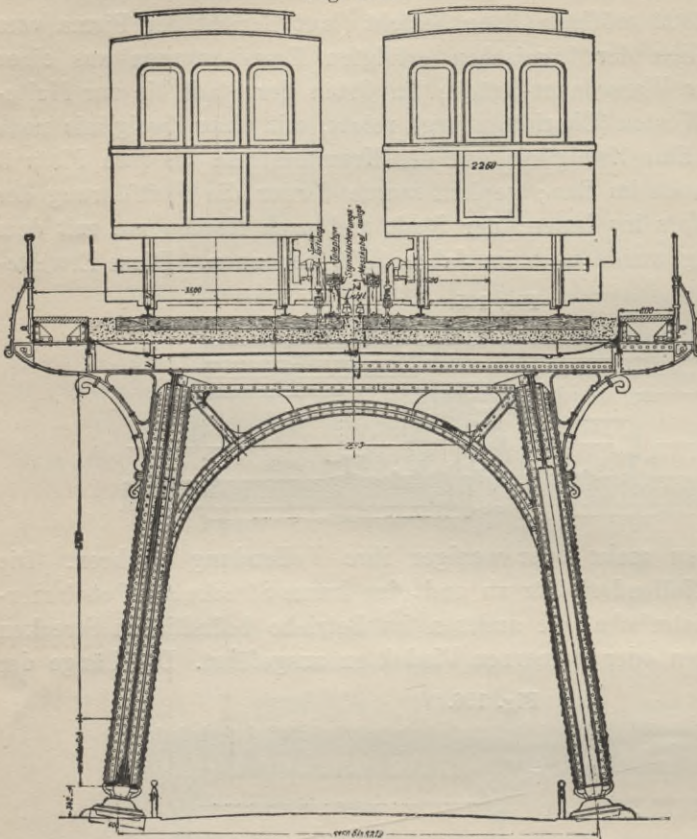


Fig. 198.

Das Kraftwerk befindet sich in der Trebbinerstraße; es sind in ihm drei stehende Verbundmaschinen mit Kondensation von je 900 bis 1200 PS. und zwei von 1200 bis 1600 PS. aufgestellt worden. Die Kesselanlage besteht aus 10 Wasserröhrenkesseln von je etwa 250 m<sup>2</sup> Heizfläche mit 10 Atm. Ueberdruck.

Die Gleichstrom-Nebenschluß-Dynamomaschinen (Bauart Siemens & Halske) sind mit den Dampfmaschinen unmittelbar gekuppelt und leisten je 800 bzw. 1100 Kilowatt. Die Betriebsspannung beträgt 750 Volt. Parallel zu den



Dynamomaschinen ist eine Bufferbatterie von etwa 1000 Ampère-Stunden Kapazität geschaltet. Zur Beleuchtung des Kraftwerkes sowie zur Stromlieferung für die Antriebsmotoren der Laufkrane und der Kohlenförderanlage sind 2 Umformeraggregate aufgestellt, welche aus je einem Motor von 750 Volt und einer direkt mit diesem gekuppelten Dynamo von 220 Volt Spannung bestehen. Parallel zu diesen Umformern ist eine Akkumulatorenbatterie von 446 Ampèrestunden Kapazität geschaltet.

Für den Betrieb der Strecke Knie - Wilhelmplatz sind im Kraftwerk 2 Gleichstrom-Drehstromumformer von je 660 KW.-Leistung und 2 Drehstromtransformatoren für 500/10 000 Volt aufgestellt worden. Der hochgespannte Drehstrom wird in einem ähnlichen

Umformerwerk in der Krummestraße in Gleichstrom von 750 Volt Spannung umgeformt. Außerdem befindet sich auf Station Krummestraße eine Akkumulatorenbatterie von etwa 900 Ampèrestunden Kapazität.

Fig. 199.

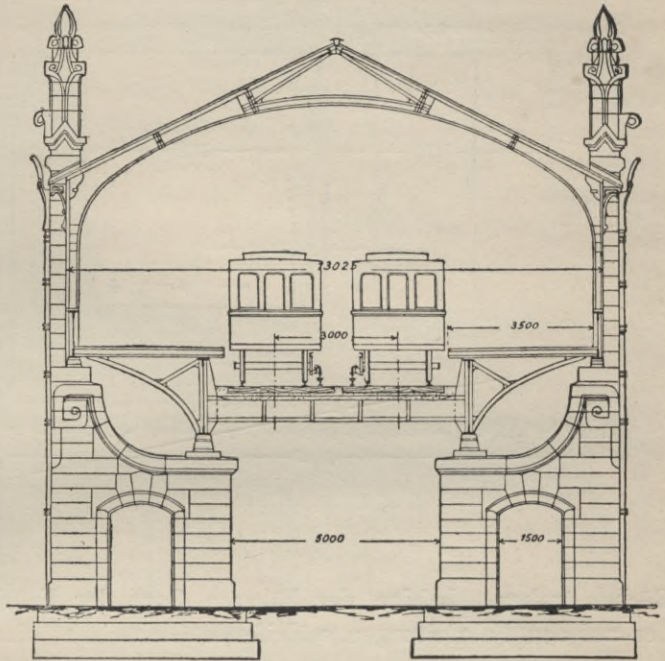
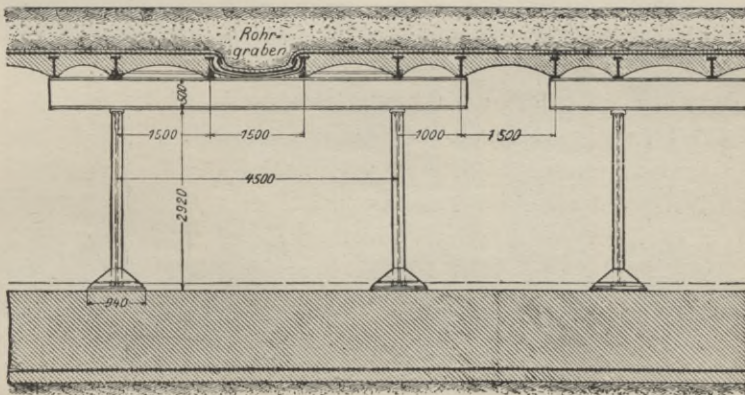


Fig. 200.

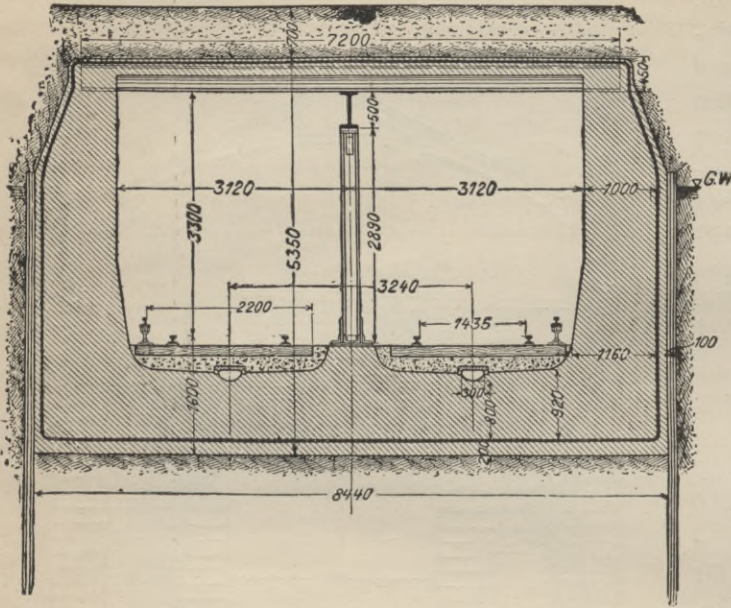


Ueber die Stromzuführungsanlage ist kurz folgendes zu sagen: Die Fahrleitung besteht aus Vignoleschienen, die auf der Hochbahnstrecke zwischen den Gleisen 180 mm über Schienenoberkante liegen und im Tunnel auf der Außen-

seite der Gleise 230 mm über Schienenoberkante angeordnet sind. Die Leitungsschienen sind alle 6 m auf verlängerten Querschwellen mittels Hartgummi-

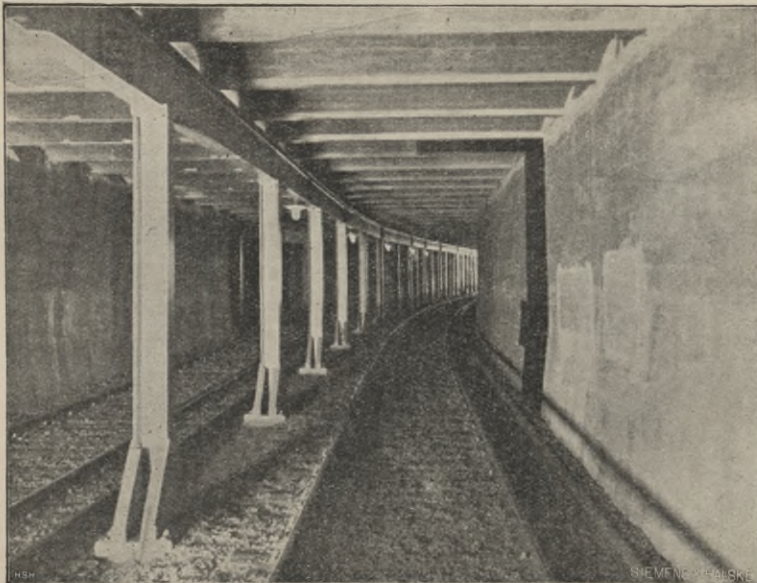
Isolatoren gelagert. Die Speiseleitungen, welche aus hochkant gestellten blanken Kupferflachschienen von 1000 bis 1500 mm<sup>2</sup> Querschnitt bestehen, sind neben den Fahrleitungen auf besonderen Isolatoren verlegt. Um auf der Hochbahn die Starkstromleitungen gefahrlos überschreiten zu können, sind etwa 130 mm über ihrer Oberkante Schutzhölzer angebracht, die auf gußeisernen

Fig. 201.



Böcken ruhen. Infolge der höheren Lage der Fahrleitungen im Tunnel wird der auf den Fahrleitungen schleifende Gleitschuh beim Einfahren in den Tunnel

Fig. 202.



angehoben. Dieses Anheben sowie das Senken des Stromabnehmers bei der Ausfahrt aus dem Tunnel wird dazu benutzt, einen im Lampenstromkreis liegenden

Schalter zu steuern, so daß die Lampen bei der Einfahrt in den Tunnel selbsttätig aufflammen und bei der Ausfahrt wieder selbsttätig verlöschen.

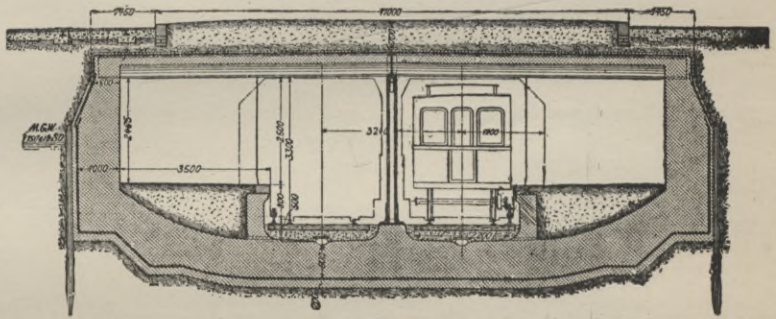
Die Betriebsmittel bestehen aus Motor- und Anhängewagen. Sämtliche Motore eines Zuges werden von dem Führerstand an der Zugspitze aus geschaltet und geregelt. Die Leistungsfähigkeit der Motoren gestattet eine Geschwindigkeit von 50 km in der Stunde (Reisegeschwindigkeit zwischen zwei benachbarten Haltestellen etwa 30 km/Std.). Ich will im folgenden von dieser äußerst interessanten und bedeutenden Bahnanlage einige Figuren kurz beschreiben.

Fig. 195 zeigt die Stromzuführungsanlage auf dem Viadukt. Erklärung siehe oben. Fig. 196 Längsschnitt, Fig. 197 Querschnitt, Fig. 198 Innenansicht (Viadukt Bülowstraße) eines Viaduktes und Fig. 199 Querschnitt durch eine Viadukt-Haltestelle. Eine Erklärung der Figuren kann ich mir ersparen; es sei nur bemerkt, daß die regelmäßigen Viadukte eine Spannweite von 12 m (8 Felder je 1,5 m), von 15 m (10 Felder), von 16,5 m (11 Felder) und von 21 m mit 14 Feldern von je 1,5 m haben. Außerdem sind auch noch Brücken ausgeführt worden. Fig. 200

Längsschnitt, Figur 201 Querschnitt, Fig. 202 Innenansicht (Untergrundbahnstrecke in der Krümmung) eines Tunnels, Fig. 203 Querschnitt durch eine Tunnel-Haltestelle, Fig. 204

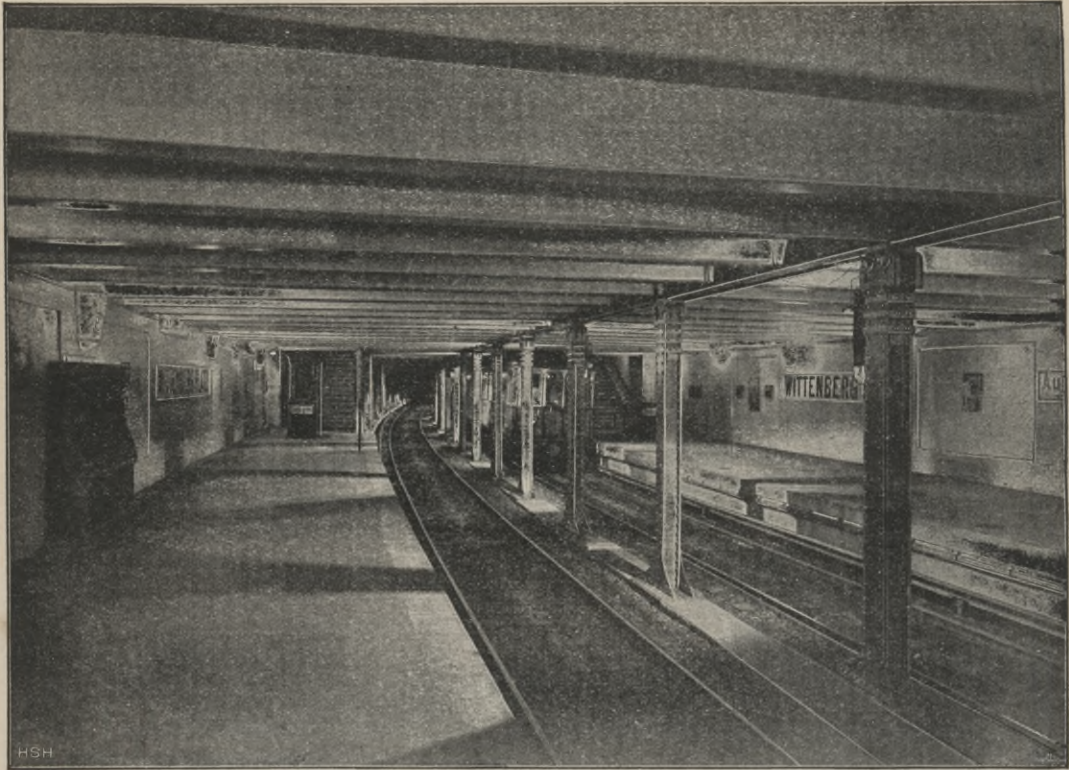
Innenansicht einer Tunnel-Haltestelle (Untergrundbahn-Haltestelle Wittenberg-Platz), Fig. 205 Tunnel im Bau. Zu diesen Figuren sei noch folgendes mitgeteilt. Der zweigleisige Tunnel der Untergrundbahn gleicht in seiner Ausführung dem der Budapester Untergrundbahn. Die lichte Höhe desselben beträgt 3,33 m, die lichte Breite 6,24 m. Bemerkst sei, daß der Tunnel beinahe bis zu  $\frac{2}{3}$  seiner Höhe in das Grundwasser eintaucht, welcher Umstand für die Ausführung und die Kosten desselben besonders ins Gewicht fiel. Im übrigen ist aus den Figuren über Bauweise usw. alles Notwendige zu ersehen. Fig. 206 u. 206a endlich zeigen das Anschlußdreieck, das ich im folgenden kurz erläutern will. Der Fahrplan der Hochbahn ist so eingerichtet, daß Züge hin und zurück sowohl von Westen nach Norden als auch von Norden nach Osten und von Westen nach Osten verkehren können. Dem entspricht die Gleisanordnung des Anschlußdreiecks. Das wesentliche Kennzeichen des letzteren nun, der technisch und wirtschaftlich wichtigste Punkt bei einem derartigen Schnellverkehrsmittel mit sehr dichter Zugfolge, ist hierbei die vollständige Beseitigung von Gleiskreuzungen in Schienenhöhe. In Fig. 206a sind solche Gleise, welche nebeneinander, aber auf verschiedenen hohen Viadukten liegen, mit verschiedener Linienstärke gezeichnet, und zwar die höher liegenden mit stärkerem, die tiefer liegenden mit dünnerem Strich.

Fig. 203.



Kreuzungen verschieden hoch liegender Gleise sind ferner so dargestellt, als ob es sich um die Ueberführung eines Gleises über andere mittels einer Brücke

Fig. 204.

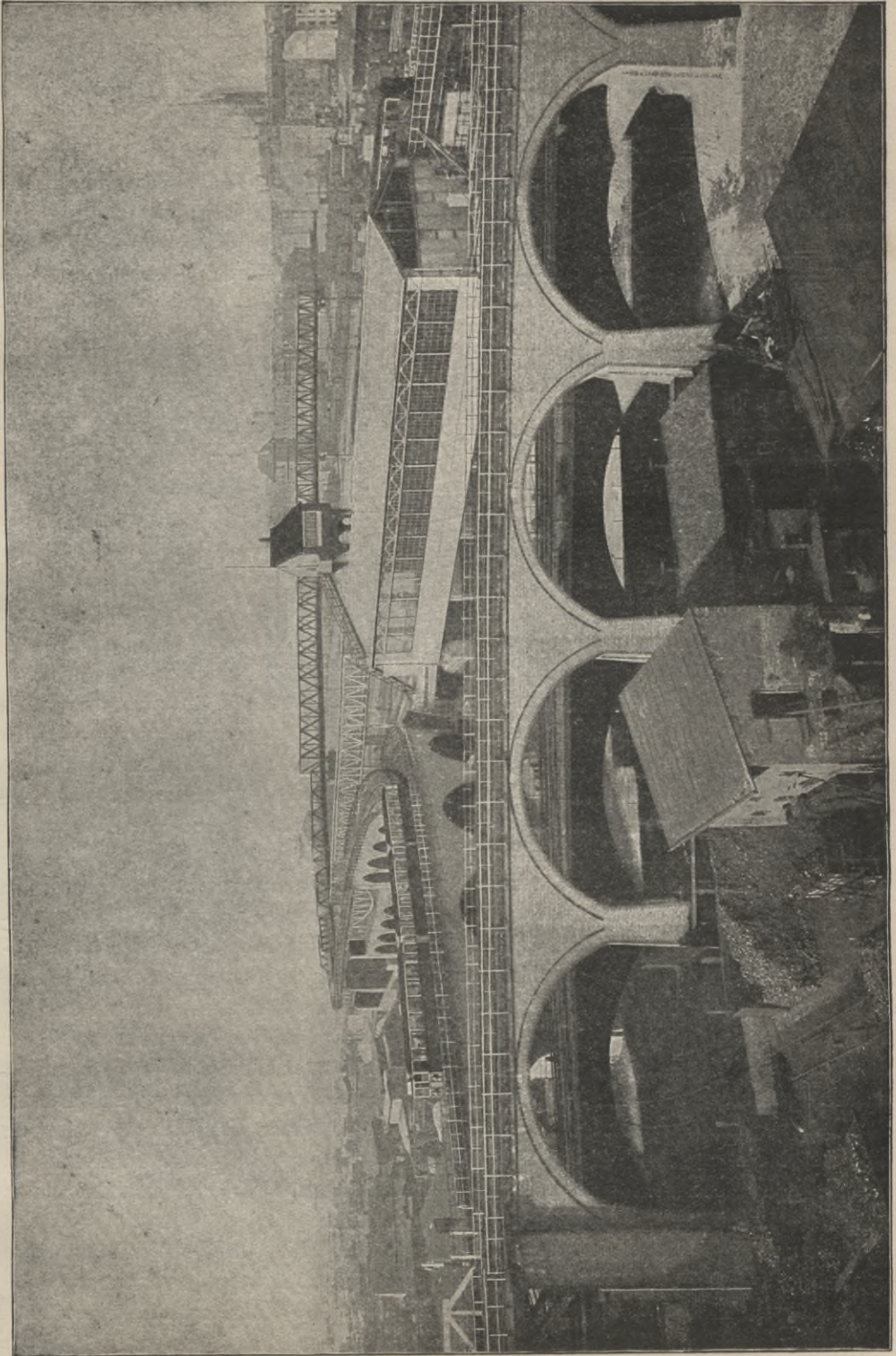


handelt, ähnlich, wie man derartige Fälle bei Eisenbahnvorarbeiten zur Darstellung zu bringen pflegt. Der Innenraum des Dreiecks ist zum Bau eines der bereits erwähnten Wagenschuppen ausgenutzt worden; der Schuppen ist zweigeschossig (für die tiefer bzw. höher liegenden Gleise bestimmt). Daß der im Interesse des Fahrplans zu stellenden Forderung, daß Züge hin und zurück beliebig zwischen West und Nord, Nord und Ost, so-

Fig. 205.



Fig. 206.



wie Ost und West ohne Durchschneidung anderer Gleise verkehren sollen, tatsächlich genügt wird, zeigt eine einfache Betrachtung der Fahrrichtungen. Züge von West nach Ost, von Ost nach West und von Nord nach Süd benutzen die außenliegenden Dreieckgleise. Für diese Richtungen kommen Kreuzungen von

vornherein nicht in Betracht, sondern nur für die umgekehrten Fahrten auf den innen liegenden Dreieckgleisen; hier aber bleiben die Züge Warschauer-Brücke — Zoologischer Garten oberhalb Potsdamer-Platz — Warschauer-

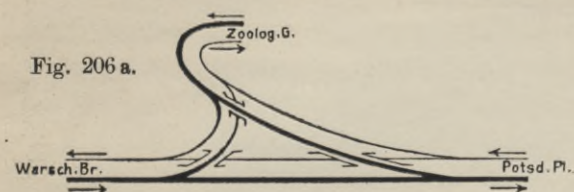


Fig. 206 a.

Brücke und unterhalb Zoologischer Garten — Potsdamer-Platz, während die Züge Potsdamer-Platz — Warschauer-Brücke unter Zoolog. Garten — Potsdamer-Platz und Warschauer-Brücke — Zoolog. Garten, wie auch unter den oberen Schuppengleisen, hinwegfahren, wogegen Zoolog. Garten — Potsdamer-Platz ganz oberhalb der anderen Dreieckgleise bleibt.

Bem.: Das bedauerliche Unglück, das sich im Jahre 1908 auf diesem Gleisdreieck trotz seiner idealen Anlage ereignete, hat die Firma veranlaßt, der Idee eines Umbaues bzw. sogar der vollständigen Beseitigung desselben näher zu treten. Endgültige Resultate über die Lösung dieser schwierigen Frage liegen zur Zeit noch nicht vor.

### III. Betrieb mit Drehstrom.

Wenn auch der Gleichstrom für Betriebe der Art, wie im vorhergehenden beschrieben, unbestritten allen anderen Systemen überlegen ist, so kann doch nicht übersehen werden, daß reine Gleichstromanlagen sich für eigentliche Fernbahnen infolge der hohen Leitungskosten, die hier durch die zulässige Betriebsspannung bedingt sind, nicht eignen. Ebenso sprechen gegen Anlagen mit Wechselstrom-Gleichstromumformern die Kosten und die Wartung der Umformergruppen. Für längere Linien kann vielmehr nur die Verwendung von Wechselstrom, insbesondere in der Form von Drehstrom, zur unmittelbaren Speisung der Fahrleitung in Betracht kommen; denn hier wird es möglich, unvergleichlich höhere Spannungen als bei Gleichstrom zu verwenden und so die Leitungskosten zu beschränken. Die Firma Siemens & Halske begann deshalb schon Ende der achtziger Jahre ihr Augenmerk auf die Verwendung dieser Stromarten für Bahnzwecke zu richten, wobei in erster Linie die Verwendbarkeit des Drehstrommotors an sich für Bahnzwecke in Untersuchung zu ziehen war. Schon 1892 wurde im Charlottenburger Werke der Firma ein Drehstromfahrzeug ausgeführt und auf dem Grundstück daselbst auch erprobt. In der Erkenntnis, daß bei dem Hauptverwendungsgebiet von Drehstrom, also bei Fernbahnen, nur sehr hochgespannte Ströme in Frage kommen können, ging nach dieser ersten Ausführung die Firma Siemens & Halske daran, eine größere Versuchsanlage herzustellen, bei der als Ziel gesteckt war, die Leitungsanlage und Stromabnahme für Phasenspannungen von nicht weniger als 10000 Volt unbedingt betriebssicher herzustellen. Zu diesem Zwecke wurden nach eingehenden Vorstudien



im Jahre 1898 auf einem Gelände bei Groß-Lichterfelde eine ungefähr 1,8 km lange eingleisige und normalspurige Bahnstrecke hergestellt und Anfang 1899 in Betrieb genommen. Im Gegensatz zu der bis dahin bei Bahnen mit Oberleitung üblichen Weise, die Stromabnehmer von unten an die Leitung anzudrücken, erfolgte bei dieser Anlage die

Fig. 207.

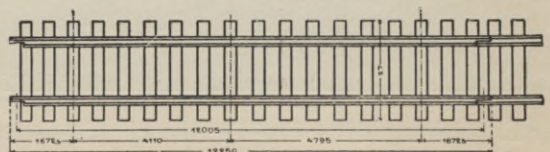
Stromabnahme anfangs von oben mittels wagenrechter und schließlich auch endgültig von der Seite mittels lotrechter Schleifbügel. Einzig diese, der Firma Siemens & Halske patentierte Anordnung gestattet nämlich bei höheren Fahrgeschwindigkeiten eine funkenlose, ruhige Stromabnahme. Als Fahrzeug diente eine Lokomotive (Fig. 207), die zwischen den Puffern 6,3 m maß, und einen mittleren überdeckten



Raum (für den Führer), wie zwei anschließende, abgeschrägte Räume enthielt, die zur Aufnahme der Transformatoren, Hochspannungs- und Widerstandsschalter dienten. Zum Antrieb dienten zwei 60 pferdige Drehstrom-Motoren mit einfacher Zahnradübertragung. Die Motoren waren zuerst für eine Spannung von 650 Volt gewickelt; jedoch wurden später auch und zwar mit gutem Erfolg Hochspannungsmotoren mit Umgehung der Transformatoren betrieben, wobei die Phasenspannung 2000 Volt betrug. Wenn nun auch bei diesen Versuchen, die bis Ende des Frühjahrs 1900 fortgesetzt wurden, der Kürze der Strecke wegen keine sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten (über 60 km/Std.) erreicht werden konnten, so war doch die Hauptaufgabe, einer Fahrleitung Strom von bisher unerreicht hoher Spannung vollständig betriebssicher zu entnehmen, jetzt als gelöst zu betrachten.

Die auf dieser Versuchsbahn über die Verwendbarkeit hochgespannten Stromes gewonnenen guten Erfolge gaben sehr bald Anregung zu einer Fortsetzung der Versuche in größerem Maßstabe. So kam es noch im

Fig. 208.



Jahre 1900 zur Gründung einer besonderen „Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen“, welche es sich zur Aufgabe stellte, Fahrversuche mit Ge-

schwindigkeiten bis zu 200 km/Std. anzustellen. Als geeignete Strecke wurde hierzu die Linie Marienfelde—Zossen der Militäreisenbahn in Aussicht genommen und seitens der Militärbehörde auch in bereitwilligster Weise zur Verfügung gestellt.

Diese Strecke ist eingleisig, normalspurig, 23 km lang, der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt 1000 m, die größte Steigung 1 : 184. Die Strecke ist mit Schienen von 12 m Länge versehen. Die Schienenstoßanordnung erfolgt in

Fig. 209.



der beim Oberbau der preußischen Staatsbahn üblichen Art. Die Zahl der 2,7 m langen und 26/16 im Geviert messenden Kiefernholzschwellen beträgt 18 auf die Schienenlänge (Figur 208). Erwähnenswert ist die ausschließliche Verwendung von in Kreosot getränkten Hartholzdübeln aus Weißbuchenholz, in welche die Schwelenschrauben eingeschraubt sind. Diese von Collet 1896 vorgeschlagenen Dübel, welche große Verbreitung erfahren haben, bieten folgende Vorteile:

Schonung der Schwellen vor Rissen, wie diese durch andere Befestigungsmittel entstehen und die Fäulnis der Schwellen verursachen, Vermeidung

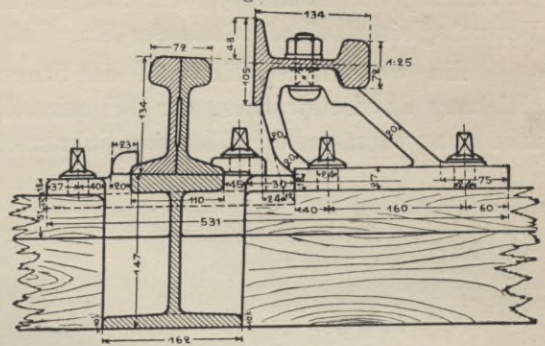
der Einkerbung der Schwellen durch die Unterlagsplatten, Schutz der Schienenschrauben selbst vor Zerstörung durch Rost und ebenso die Möglichkeit der Verwendung von billigen Tränkmitteln (Chlorzink oder Kupfersulfat) für die Schwellen ohne Gefahr für die Schienenschrauben, endlich erhebliche Vermehrung der

Widerstandsfähigkeit der Schienen gegen seitliche Verschiebungen, so daß selbst in Krümmungen Weichholzschwelle verwendet werden können. Die Verwendung der Hartholzdübel ergab im vorliegenden Falle eine Ersparnis von 50 bis 60000 M, da für die Schwelle billiges Kiefernholz genommen werden konnte. Die Bettung wurde mit Rücksicht auf den schlechten Untergrund besonders kräftig gewählt und besteht durchweg aus Basaltkleinschlag. Nach obigem unterscheidet sich somit der Oberbau nur wenig von dem bei den Schnellzugstrecken der preußischen Staatsbahn üblichen. Neuartig daran ist nur die Anordnung von Streichschienen auf einem größeren Teil der Strecke, Fig. 209 und 210. Während bei der auf Brücken und bei Krümmungen allgemein üblichen Ausführung diese Schienen lotrecht und in gleicher Höhe neben den Fahr­schienen befestigt werden, sind sie hier wagerecht, ihren Fuß in einem Abstand von 50 mm von der Hauptschiene und 45 mm über SO. ragend angeordnet und zwar auf besonderen gußeisernen Böcken, die mit jeder Schwelle verschraubt sind. Auf diese Weise erhalten die Räder eine vollkommene, sichere Führung und werden vor dem Aufsteigen der Flanschen (die häufigste Ursache von Entgleisungen) in besserer Weise geschützt, als dies z. B. durch ungewöhnlich große Radflanschen zu erreichen wäre. Außerdem trägt die Verschraubung an jeder Schwelle sehr zur Versteifung des Oberbaues in wagerechter Richtung bei. Mit dieser Sicherheitsvorrichtung ist die ganze Strecke mit Ausnahme des Anfanges und des Endes (je 3 km) versehen worden. Außer dem beschriebenen Oberbau wurde auch eine kurze Strecke (250 m) mit Haarmann-Schienen und Verblattstoß in der bekannten Ausführung ausgerüstet.

Als Stromart wurde Drehstrom von 10 bis 12000 Volt Leitungsspannung bei 45 Perioden gewählt und sollte derselbe von dem 13 km in senkrechter Linie zur Strecke entfernten Kraftwerk Oberschöneweide der Berliner Elektrizitätswerke geliefert werden. Als Muster für die Leitungsanlage sollte jene der Großlichterfelder Versuchsbahn dienen; bei der Ausführung wurden hierbei noch gewisse Verbesserungen angebracht, wie Ersatz der Porzellanglocken durch Hartgummiisolatoren usw.

Das Wesen der Stromzuführung, Fig. 211, besteht in der Verwendung von seitlich angeordneten Fahrdrähten, die von lotrechten Schleifbügeln bestrichen werden, eine Anordnung, die wegen der elastischen Nachgiebigkeit der Leitung und insbesondere der Aufhängungspunkte ein sanftes Dahingleiten des Bügels bei höheren Geschwindigkeiten ermöglicht, was beim Bestreichen der Leitung von unten her wegen des Durchhanges derselben natürlich ausgeschlossen wäre. Was die Anordnung von drei übereinanderliegenden Leitungen anbetrifft, so sei hier bemerkt, daß dieselbe noch wesentlich verbessert werden kann, wenn einmal

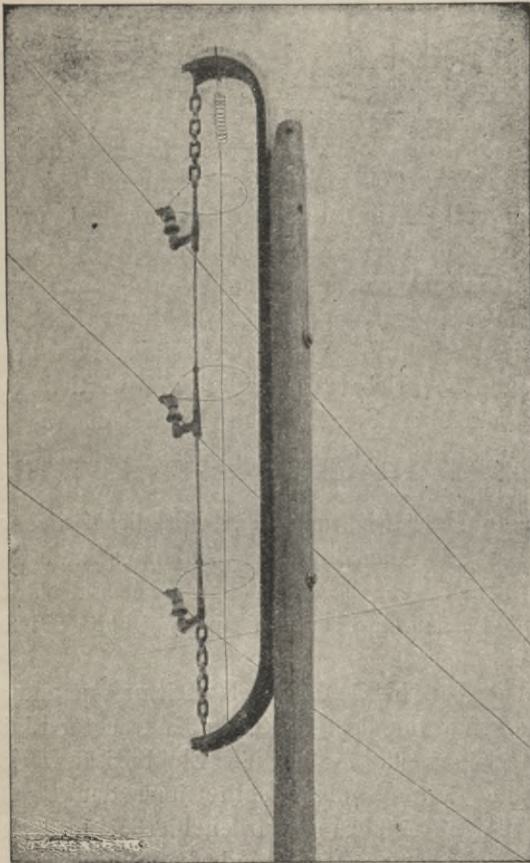
Fig. 210.



in bekannter Weise die Schienen als Rückleitung benutzt und ferner je ein Fahrdrabt auf jeder Seite des Gleises angeordnet werden. Wenn bei der Versuchsanlage nicht schon diese Anordnung gewählt wurde, so lag dies daran, daß die Aufstellung der zweiten Mastenreihe mit Rücksicht auf das knapp neben dem Versuchsgleise laufende Gleis der Staatsbahn nicht möglich war.

Ein wesentliches Merkmal der Stromabnehmer ist die selbsttätige Ausgleichung des Luftdruckes, der bei schneller Fahrt auf die Flächen der Bügelanordnung wirkt und dieselben vom Fahrdrabt abzuheben sucht. Zu diesem Zwecke

Fig. 211.



sind auf der entgegengesetzten Seite der Bügeldrehachse Windflügel angeordnet, die quer zur Fahrtrichtung stehen und so bemessen sind, daß das Drehmoment durch den Luftdruck gleich dem zuerst erwähnten ist. Dergestalt brauchen die den Bügel an die Leitung anpressenden Federn nur für jenen Druck bemessen zu sein, der für einen guten Kontakt nötig ist (3 kg), was natürlich für die Schonung der Drähte und Bügel sehr wichtig ist.

Im Jahre 1904 wurden nun wesentliche Verbesserungen an den Bügeln selbst vorgenommen. Die ältere Anordnung mit einteiligem, mit nur einer Feder angepreßtem Rohrgestell fing bei Geschwindigkeiten über 160 km/Std. an, unruhig zu laufen, so daß die Bügel häufig absprangen und die Leitungen in starke Schwankungen versetzten. Nach Angabe von Dr. Reichel wurde dieser Uebelstand dadurch behoben, daß das Bügelgestell in drei Teile zerlegt

und jeder derselben mit besonderer Federung versehen wurde.

Das erste Glied bildet der Bügel selbst, indem er durch sehr elastische Blattfedern an einem leichten Rohrgestell befestigt wird; dieses Gestell bildet das zweite Glied, das um eine lotrechte Achse drehbar unter dem Einflusse einer vereinigten Blatt- und Spiralfeder steht. Das dritte Glied endlich, ein gußeiserner Tragarm, der auch die Isolatoren enthält, wird von noch kräftigeren, den eigentlichen Anpressungsdruck bewirkenden Spiralfedern beherrscht. Erfährt nun der Bügel durch eine Unebenheit der Fahrleitung oder durch Schwankungen des Wagens eine seitliche Ablenkung, was bei so hohen Geschwindigkeiten in

der Wirkung einem heftigen Seitenstoß gleichkommt, so wird dieser Stoß durch die nacheinander mit zunehmender Kraft zur Wirkung kommenden Federn aufgezehrt, was hier um so leichter erfolgen kann, als auch die nacheinander zu beschleunigenden Massen an sich verhältnismäßig klein sind. Es gelang denn auch, bei den höchsten Geschwindigkeiten eine unbedingt sichere Stromabnahme zu erzielen.

Die Wagen sollten mit dreiachsigen Drehgestellen mit einem höchsten Radruck von 8 t ausgeführt werden und Sitzreihen für 50 Personen bieten; vier der Achsen sollten mit unmittelbar treibenden Drehstrommotoren versehen werden und sämtliche Achsen durch eine regelbare Luftdruckbremse, die noch durch eine Nothandbremse zu ergänzen war, gebremst werden. Mit der Ausführung je eines solchen Wagens wurden betraut: die Siemens & Halske A.-G. und die Allgemeine Elektrizitäts-Ges. Berlin. Bei den innerhalb des Rahmens dieser Vorschriften ausgeführten Wagen der Siemens & Halske A.-G. sei als besonders charakteristisches Merkmal auf die Formgebung der Wagenenden hingewiesen, das Ergebnis sorgfältiger von der Firma zur Ermittlung des Luftwiderstandes im Jahre 1900 angestellter Versuche.

Der Antrieb der Wagen erfolgt durch vier unmittelbar auf den Achsen sitzende Motoren von je 250 P.S. Normal- und 750 P.S. Höchstleistung. Die Hochspannung wird durch zwei Transformatoren von 10000 Volt auf 1150 Volt herabgesetzt. Der Antrieb aller Schalter geschieht vom Führerstande aus mittels Druckluft, die von zwei vorn und hinten unter dem Wagen angeordneten elektrisch betriebenen Luftpumpen, die auch gleichzeitig für die Bremse dienen, geliefert werden. Die Stromabnehmer sind doppelt, an jedem Wagenende, vorhanden, und zwar sind je drei Bügel mit zwei federnden Gelenken an einem lotrechten, vom Führerstande aus drehbaren Mast befestigt. Die Anlaßwiderstände sind an den Wagenlängswänden in flachen Rosten mit Längsschlitz angebracht, so daß sie bei der Fahrt eine wirksame Abkühlung erfahren; in deren Nähe befinden sich die Anlasserwalzen. Verschiedene, teils am Führerstand, teils im Wageninnern zur Messung von Luftwiderstand, Geschwindigkeit, Strom, Spannung und Leistung angebrachte Vorrichtungen vervollständigen die Ausrüstung.

Die Fahrten auf der Schnellbahnstrecke begannen im Herbst 1901. Bei genauen elektrischen Messungen und bei sorgfältiger Beobachtung aller Einrichtungsteile, wie auch der Strecke selbst, wurde, mit mäßigen Geschwindigkeiten beginnend, diese allmählich planmäßig gesteigert, und schon Mitte November gelang es, mit dem Wagen der Siemens & Halske A.-G. wiederholt Geschwindigkeiten von über 150 km/Std. und schließlich auch die höchste bis jetzt glaubwürdig nachgewiesene Geschwindigkeit von 160,2 km zu erzielen. Die elektrische Einrichtung, wie auch der mechanische Teil des Wagens arbeiteten dabei tadellos, und insbesondere die Stromabnahme entsprach, auch unter ungünstigsten Verhältnissen (Rauhreif, Regen, Nebel) vollständig den gehegten Erwartungen.

Wenn also auch mit Rücksicht auf den Wagen keine Bedenken gegen eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit vorgelegen hätten, so ließ doch der Zustand des von vornherein zu schwachen Gleises eine Steigerung als vorläufig nicht

ratsam erscheinen, und beschloß man daher, erst die in Aussicht genommene Verstärkung der Schienen usw. abzuwarten. Die außerordentlich günstigen Erfahrungen der ersten Versuchsreihe ermutigten inzwischen die Siemens & Halske A.-G. einen weiteren Schritt in der Anwendung der Hochspannung zu unternehmen, der darin bestehen sollte, diese Hochspannung den Motoren unmittelbar, ohne das Zwischenglied der Transformatoren, zuzuführen. Abgesehen von der Verbesserung gewisser elektrischer Größen, wie Wirkungsgrad und Leistungsziffer, mußte hierdurch eine ganz beträchtliche Gewichtersparnis erreicht werden, was klar wird, wenn man berücksichtigt, daß das Gewicht der Wagentransformatoren mit allem Zubehör gegen 15 t beträgt. Es wurden demnach Anfangs 1901 durch die Siemens & Halske A.-G. Hochspannungs-Drehstrommotoren für eine Phasenspannung von 10 bis 12000 Volt ausgeführt und dieselben in ein Fahrzeug, das diesmal als Lokomotive ausgebildet wurde, eingebaut. Diese Lokomotive ähnelt im Äußeren der bereits beschriebenen (Fig. 207) Groß-Licherfelder Lokomotive, hat aber viel größere Abmessungen. Jedes der beiden zweiachsigen Drehgestelle erhielt einen Motor von 150 P. S. Normalleistung und 420 P. S. Höchstleistung, der die betreffende Achse durch einfache Zahnradübersetzung antreibt. Führerstand, Schalter und Stromabnehmer sind ähnlich, wie beim Schnellbahnwagen, ausgeführt, die Anlasser und Widerstände in den beiden Vorbauten untergebracht.

Diese Lokomotive wurde im Sommer 1902 auf der Schnellbahnstrecke in Betrieb gesetzt; auch hier wurde die Geschwindigkeit und Spannung allmählich gesteigert, letztere bis auf 12000 Volt, erstere bis zu 105 km/Std. Höhere Geschwindigkeiten wurden bei diesen Versuchen nicht beabsichtigt, weil es sich hier ja nur um die Untersuchung der Hochspannungsmotoren als solche handelte. Bei diesen Versuchen fuhr die Lokomotive anstandslos auch mit zwei angehängten dreiachsigen Wagen und konnte auch den Schnellbahnwagen glatt durchziehen. Die ganze Einrichtung arbeitete auch diesmal ohne den geringsten Zwischenfall.

Im Herbst des Jahres 1902 wurde darauf diese Lokomotive, wie auch der Wagen zu neuerlichen Versuchen herangezogen, deren Hauptzweck (das Gleis war noch nicht verstärkt und daher ganz hohe Geschwindigkeiten ausgeschlossen) diesmal war, den Betrieb von Vollbahnen mit Geschwindigkeiten von 120 bis 130 km für Personenbeförderung und 50 bis 60 km für Güterzüge zu studieren. Es handelte sich somit darum, mit dem Wagen bzw. mit der Lokomotive größere Lasten zu ziehen, und es wurden denn auch mit ersterem bei den in Aussicht genommenen Geschwindigkeiten Züge aus drei D-Wagen im Gesamtgewicht von 100 t, mit der Lokomotive Züge von 26 Achsen und 200 t Gewicht anstandslos befördert. Vor diesen Zugversuchen lief der Wagen allein auch längere Zeit mit halber motorischer Ausrüstung und brachte so den Beweis, daß seine treibende Kraft den Beanspruchungen der später zu erreichenden Geschwindigkeiten gewachsen sein wird.

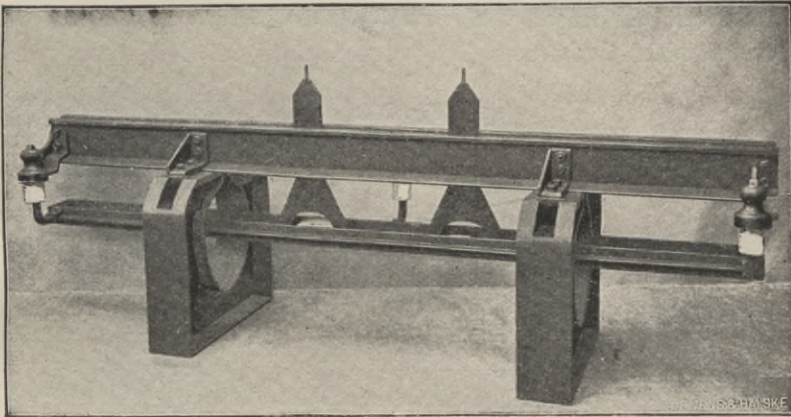
Wie schon erwähnt, bildeten die mangelhaften Gleisverhältnisse bis jetzt ein Hindernis der Ueberschreitung der Geschwindigkeitsgrenze von 160 km/Std. Die bisherigen Erfolge lassen bei Verstärkung des Oberbaues jedoch mit Sicherheit darauf schließen, daß das erstrebte Ziel, Geschwindigkeiten von 200 km/Std., auch noch erreicht wird.

## I. Weitere Beispiele ausgeführter elektrischer Bahnen genannter Firmen.

a) **Unterirdische Stromzuführung der elektrischen Straßenbahn Berlin (Behrenstrasse) -Treptow** (Siemens & Halske): Ich will von dieser Bahn nur das hier zur Anwendung gekommene System der unterirdischen Stromzuführung kurz erwähnen (Fig. 212 bis 214). Fig. 212 zeigt diese Anordnung in der Seitenansicht, Fig. 213 in der Queransicht, Fig. 214 zeigt den Querschnitt durch den Kanal.

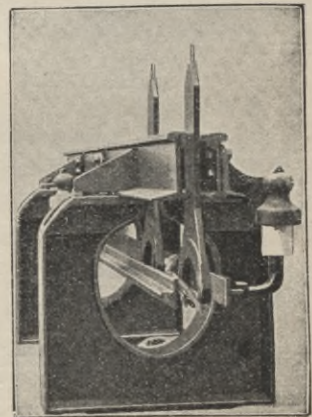
Allgemein ist über die unterirdische Stromzuführung folgendes zu sagen: Die Stromzuführung erfolgt durch Kontaktschienen, die in einem Betonkanal

Fig. 212.



(Fig. 214) im Straßenkörper an Porzellanisolatoren befestigt sind; die Stromabnahme erfolgt durch einen am Wagenuntergestell befestigten Kontaktarm, der durch einen 25 bis 30 mm breiten Schlitz in den Kanal hineinreicht und bei gemischtem Ober- und Unterleitungsbetrieb an jeder Stelle aus dem Kanal herausgezogen werden kann. Der Schlitz wird entweder in der Gleismitte oder als Spurrille einer Schiene (Fig. 214) ausgebildet; die erstere Anordnung erleichtert die Weichenanlage, letztere ergibt eine geringere Beanspruchung der Straßendecke. Die Stromzuführung findet der besseren Isolation wegen in der Regel doppelpolig statt.

Fig. 213.

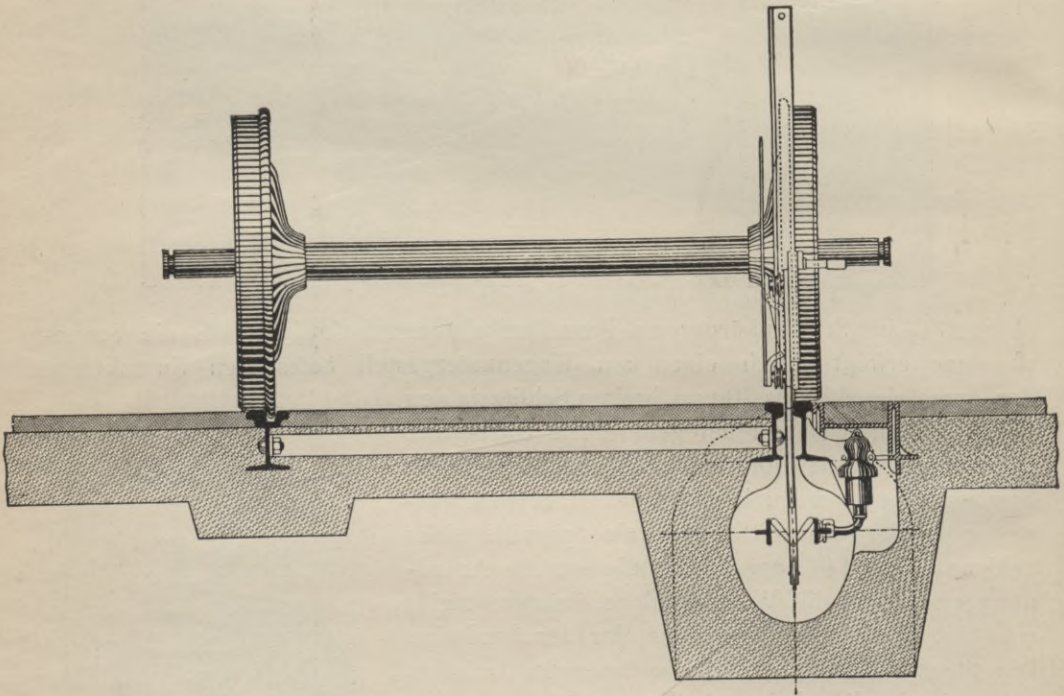


Die unterirdische Stromzuführung hat den Vorteil, daß sie eine Störung des Straßenbildes vermeidet. Ihre Nachteile dagegen überwiegen, indem ihre Anlagekosten ein Mehrfaches gleichwertiger Oberleitung ausmachen, ihre Unterhaltungskosten höher sind als bei dieser, die Betriebssicherheit dagegen geringer ist und der Kanal eine weitere Belastung des städtischen Straßenuntergrundes bildet. Es ist daher die oberirdische Stromzuführung, die zur Zeit am meisten verwendet wird, weil sie sicher und billig ist, unbedingt vorzuziehen.

**b) Die elektrischen Bahnanlagen der Filderbahn** (Siemens-Schuckertwerke): Die Filderbahn, deren Zweck die Verbindung von Stuttgart mit der höher gelegenen, äußerst fruchtbaren und auch landschaftlich ausgezeichneten Filderebene ist, wurde früher mit Dampf betrieben; seit 1905 etwa ist dagegen der elektrische Betrieb eingerichtet worden. Es sind im ganzen 31,42 km.

1. Das Kraftwerk: Das gesamte elektrisch betriebene Netz wird mit Gleichstrom von 600 Volt gespeist, der für die Reibungslinie in dem unmittelbar neben dem Bahnhofe Möhringen gelegenen Kraftwerke direkt erzeugt wird, während für die 3 km entfernte und zeitweise sehr starke Stromstöße aufweisende Zahnradstrecke ein Umformerwerk vorgesehen wurde. Diesem wird erforderliche elektrische Energie in Form von hochgespanntem Drehstrom (6000 Volt) durch ein Kabel von etwa 3800 m Länge zugeführt, alsdann mit Hilfe von umlaufenden Umformern (Motorgeneratoren) in Gleichstrom von 600 Volt

Fig. 214.



umgewandelt. Wesentlich mitbestimmend für die Wahl dieses gemischten Systems war die bei der Elektrisierung der Bahnanlage bestehende Absicht der Besitzerin, die Gemeinden der Filder auf größere Entfernungen hin mit Licht und Kraft zu versorgen, ein Zweck, für den naturgemäß hochgespannter Drehstrom in erster Linie in Frage kam. Von einer eingehenderen Beschreibung des Kraftwerkes nehme ich Abstand.

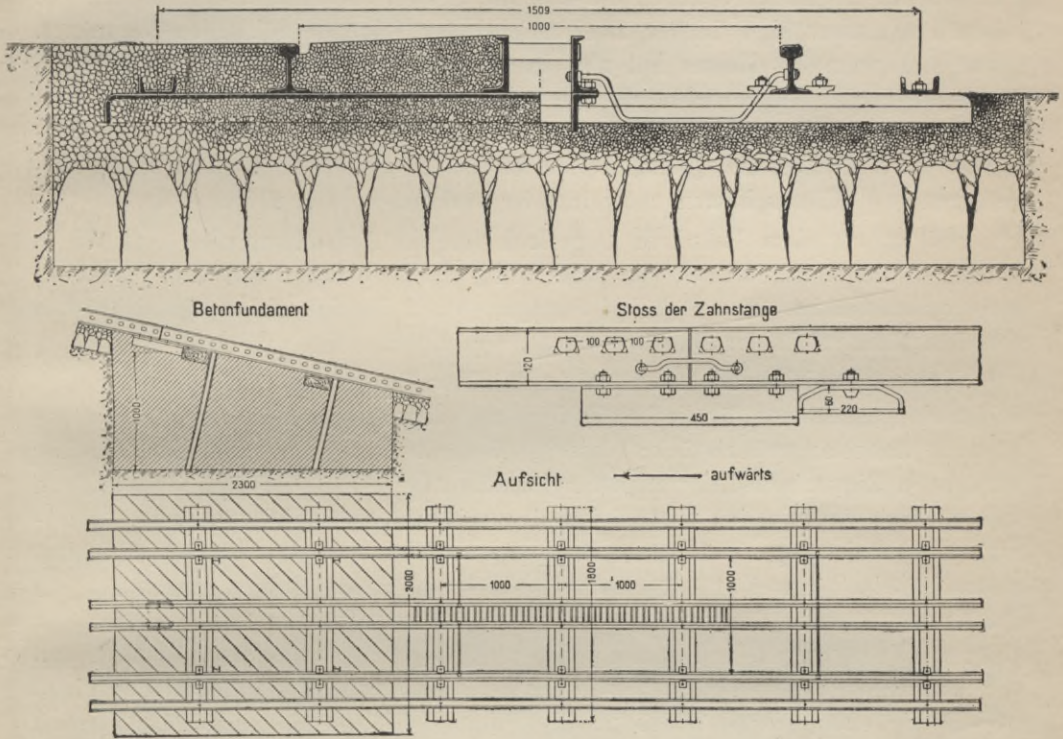
2. Die Zahnradstrecke:  $\alpha$ ) Bahnkörper und Oberbau: Die Zahnradstrecke wurde vor Einführung des elektrischen Betriebes bereits etwa 20 Jahre mit Dampf betrieben, ist eingleisig mit Ausweichen gebaut und hat



fast durchweg eigenen Bahnkörper auf Steinkoffer; der kleinste Krümmungshalbmesser der Bahn ist 120 m, die größte Steigung (in der Kurve gelegen) 172 ‰, die mittlere Steigung, bis zur höchsten Erhebung gerechnet, 117,6 ‰. Auf die eisernen, im Abstände von 1,0 m verlegten, 1,8 m langen Querschwellen sind die Fahrschienen und auch die Zahnstangen direkt aufgeschraubt (Fig. 215).

Fig. 215.

Querschnitt



Die Fahrschienen (Krupp'sche Vignolschienen) haben eine Länge von 9 m; sie sind mit schwebendem Stoß verlegt; die Höhe der Schiene ist 103 mm. Als Zahnstangen sind Riggenbach-Leiterstangen (Fig. 215) verwendet. Die Länge einer Stange beträgt mit Rücksicht auf die großen Temperaturunterschiede nur 3 m; die  $\square$ -Eisen-Wangen sind ungleichflanschig, der Oberflansch ist 30 mm, der Unterflansch 60 mm breit. Die Stegdicke beträgt 12 mm. Die Form der Zähne geht aus Fig. 215 hervor; die Zahnbreite zwischen den Wangen beträgt 130 mm;  $t$  (Abstand der Zähne im Teilkreis) ist = 100 mm. An der Stoßstelle ist  $t_o = 43$ ,  $E$  (Wärmelücke) = 2,  $t_u = 55$  mm. Wegen der Gefahr des Aufschlitzens der Wangenlöcher ist  $t_u > t_o$ . Die Zahnköpfe der Stange liegen 104 mm über den Schwellen, also annähernd in gleicher Höhe mit den Schienenköpfen; somit ist ein Uebergang der mit Zahnradern versehenen Fahrzeuge auf die Gleise der Reibungsstrecken unmöglich; auf der Station Degerloch findet daher für den Durchgangsverkehr stets Wagenwechsel statt. An den Stößen sind die Wangen verlascht, um die erforderliche Biegefestigkeit zu gewährleisten und eine

gleiche Höhenlage der Zähne zu sichern. Ferner dienen die Laschen zur Uebertragung der Längskräfte und sind so angeordnet, daß sie ein Verschieben der Zahnstange in der Richtung der Gleisachse (Wandern) verhindern, indem sie sich gegen die in der Bettung liegenden Querschwellen stemmen. In Abständen von 50 bis 300 m (je nach den Steigungsverhältnissen), sind außerdem besondere etwa 1 m tief in die Erde reichende Betonfundamente (Fig. 215) in Schwellenlänge aufgeführt; in diese sind die Schwellen gebettet, außerdem sind in die Fundamente Eisenanker, gegen die sich die Schwellen stützen, eingelassen. In jedem Fundament sind immer zwei aufeinander folgende Schwellen verankert. Diese Sicherung des Gleises hat sich in anbetracht der hohen Beanspruchungen durch die großen Zuggewichte als durchaus erforderlich erwiesen. Um dem Oberbau eine weitere Festigkeit zu geben, sind auf der ganzen Strecke, mit Ausnahme der Viadukte, die Querschwellen auf beiden Seiten fortlaufend durch aufgeschraubte [-Eisenschienen untereinander verbunden (Fig. 215).

85 m vor dem Bahnhofe Degerloch ist ein Aufstellungsgleis von 75 m nutzbarer Länge angeordnet, das beiderseitig durch Weichen mit dem Streckengleis verbunden ist. Der Bahnhof Stuttgart hat 2 Betriebsgleise, die sich 70 m vor dem Bahnhof in der Bahnhofsweiche vereinigen.

Die Ausweichevorrichtung (nicht bildlich dargestellt) enthält außer den beiden Zungenschienen für die Laufschiene noch ein an der Weichenspitze festgelagertes Zahnstangenherzstück; dasselbe besteht aus einer allmählich breiter werdenden Riggerbach-Leiterzahnstange mit entsprechend breiteren Zähnen, von welcher sich zwei in den Mittellinien der beiden Weichengleise verlegte Leiterzahnstangen abzweigen. Letztere Zahnstangen sind nach der Abt'schen Bauart geformt, jedoch einreihig mit entsprechend verstärkten Zähnen ausgebildet. An der Kreuzungsstelle der Zahnstangen mit den Laufschiene sind zwei drehbar gelagerte Zahnstangen- und Laufschienestücke derart gekuppelt angeordnet, daß mit dem Einschwenken des Laufschiene- und Zahnstangenstückes des einen Gleises die entsprechenden Stücke des anderen Gleises ausgeschwenkt werden und somit eine regelrechte Fahrbahn für Laufräder und Zahnrad hergestellt wird. Die Bewegung der Weichenzungen, der Zahnstangen- und Laufschienestücke erfolgt gleichzeitig mittels eines Weichenhebels.

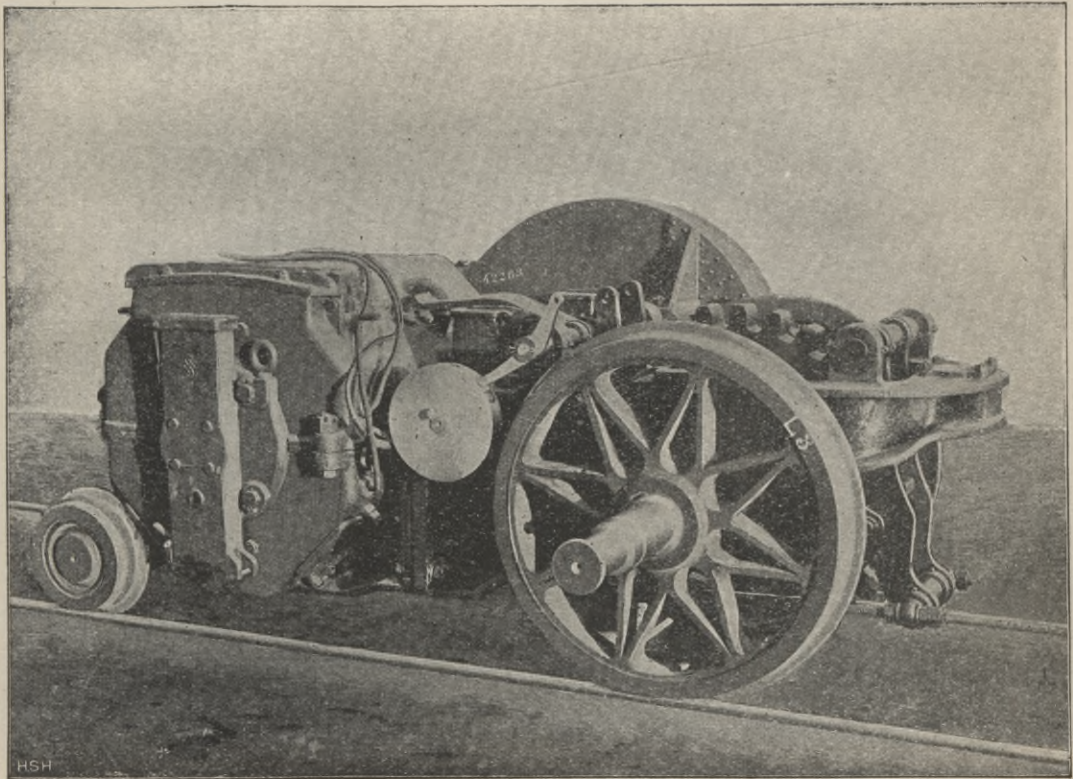
Mit Einführung des elektrischen Kreuzbetriebes wurde in der Mitte der Strecke zwischen km 0,9 bis 1,0 ein weiteres Ausweichgleis eingelegt, mit einer nutzbaren Länge von 68 m, so daß bequem zwei Züge hintereinander halten können. Die Umstellung beider in einer Kurve liegenden Weichen erfolgt von der Mitte der Ausweiche aus durch ein Stellwerk von Hand; die Züge weichen einander links aus. Die Ausweichstation, in einer Steigung von 122 ‰ gelegen, dient als Bedarfshaltestelle; im Kreuzbetriebe müssen aus Betriebssicherheitsgründen die Talzüge jedoch stets bis zur vollendeten Einfahrt der Bergzüge halten.

β) Umformerwerk: Auf der Grenze zwischen Stuttgart und Degerloch unmittelbar an der Zahnradstrecke liegt das Umformerwerk, auf dessen nähere Beschreibung ich verzichten muß.

γ) Stromzuführungsanlage: Die Stromzuführung der Bahn erfolgt durch eine Oberleitungsanlage, deren Fahrleitung mit dem Umformerwerk durch ein kurzes Anschlußkabel unmittelbar verbunden ist. Auch hier muß ich auf eine eingehendere Beschreibung verzichten.

δ) Betriebsmittel: Die Betriebsmittel der Zahnradbahn haben wegen ihrer Ausführung als Triebwagen mit hohen Leistungen, sowie wegen der Einrichtungen für Nebenschlußbetrieb und Stromrückgewinnung besonderes Interesse. Der vorgesehene Kreuzbetrieb, der verstärkte Arbeiterverkehr in den Morgenstunden, sowie der verstärkte Sonntagsverkehr machen es erforderlich, daß während des größten Teiles des Tages zwei, zeitweilig auch drei Züge im Betriebe sind; es wurden daher mit Rücksicht auf die Bereitschaft im ganzen 4 zweiachsige, zweimotorige Motorwagen (mit 2 Zahntriebrädern) vorgesehen. Jeder Motorwagen kann einen Personenanhänger oder einen Güterwagen mit entsprechender Belastung mitführen. Der Motorwagen befindet sich bei Berg- und

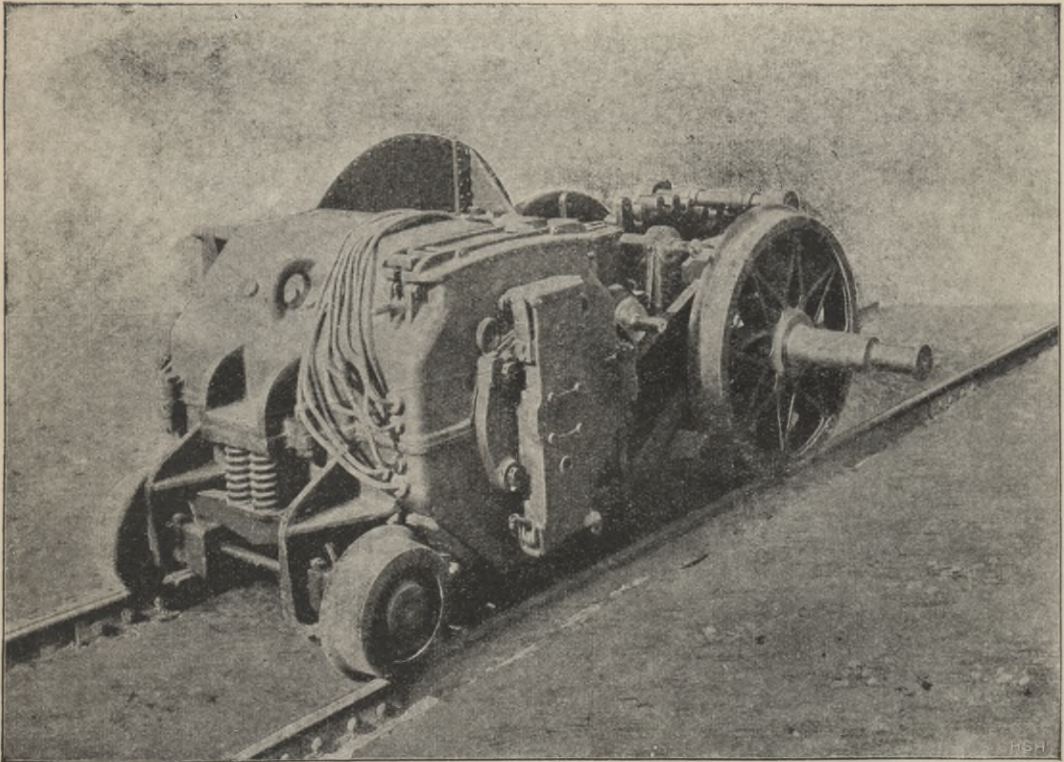
Fig. 216.



Talfahrt stets auf der Talseite des Zuges; die Fahrgeschwindigkeit beträgt zu Berg 10 km/Std., zu Tal 11 bis 12 km/Std. Die Wagen haben 2 zweiachsige Drehgestelle (mit 1 Steuerachse und 1 Laufachse), die mit dem kräftig ausgebildeten Wagenkastenrahmen drehbar gekuppelt sind; der Rahmen ist mittels Blattfedern und Achsbuchsen direkt auf die Laufachse der Drehgestelle aufge-

setzt, in ihm sind die zugehörigen Bremssteile, sowie die Einrichtungen für die Geschwindigkeitsbremse eingebaut; auf den Rahmen ist der Wagenkasten mit den beiden Plattformen aufgesetzt. Jedes Drehgestell hat einen Motor und ein Triebzahnrad, Fig. 216 und 217, das durch doppelte Zahnradübersetzung und Vorgelegewelle mit dem Motor in Verbindung steht; Uebersetzung 1 : 9,2. Der mechanische Teil der Drehgestelle ist von der Maschinenfabrik Eßlingen gebaut. Das Motorgehäuse besteht aus Stahlguß und ist als Koustruktionsteil für das Drehgestell benutzt. An dem Gehäuse sind auf der Seite der Steuerachse die Gabeln für die Achsbuchsen derselben, sowie eine Konsole angegossen; mit dieser liegt das Gehäuse auf 2 Federn, durch welche der Motor gegen die Steuerachse gefedert ist. Die Federn stützen sich gegen einen auf den Achsbuchsen liegenden Querbalken; beiderseitig angegossene Zapfen halten die Feder unverrückbar in ihrer Lage fest. Auf der andern Seite ist das Gehäuse mit dem ebenfalls aus Stahlguß hergestellten Motortragarm durch 2 Schrumpfringe und

Fig. 217.



seitliche Verschraubungen zu einem starren Körper vereinigt. Auf dem Tragarm, der in seiner Verlängerung gabelförmig um die Laufachse herumgreift, sitzen die Lager für die Vorgelegewelle, für die Laufachse und für den Drehzapfen, sowie die Lagerböcke für die Bremswellen.

Der Drehpunkt des Drehgestelles liegt also außerhalb der Achsen; sein Abstand von der Laufachse beträgt 610 mm. Der Drehzapfen, welcher in einem

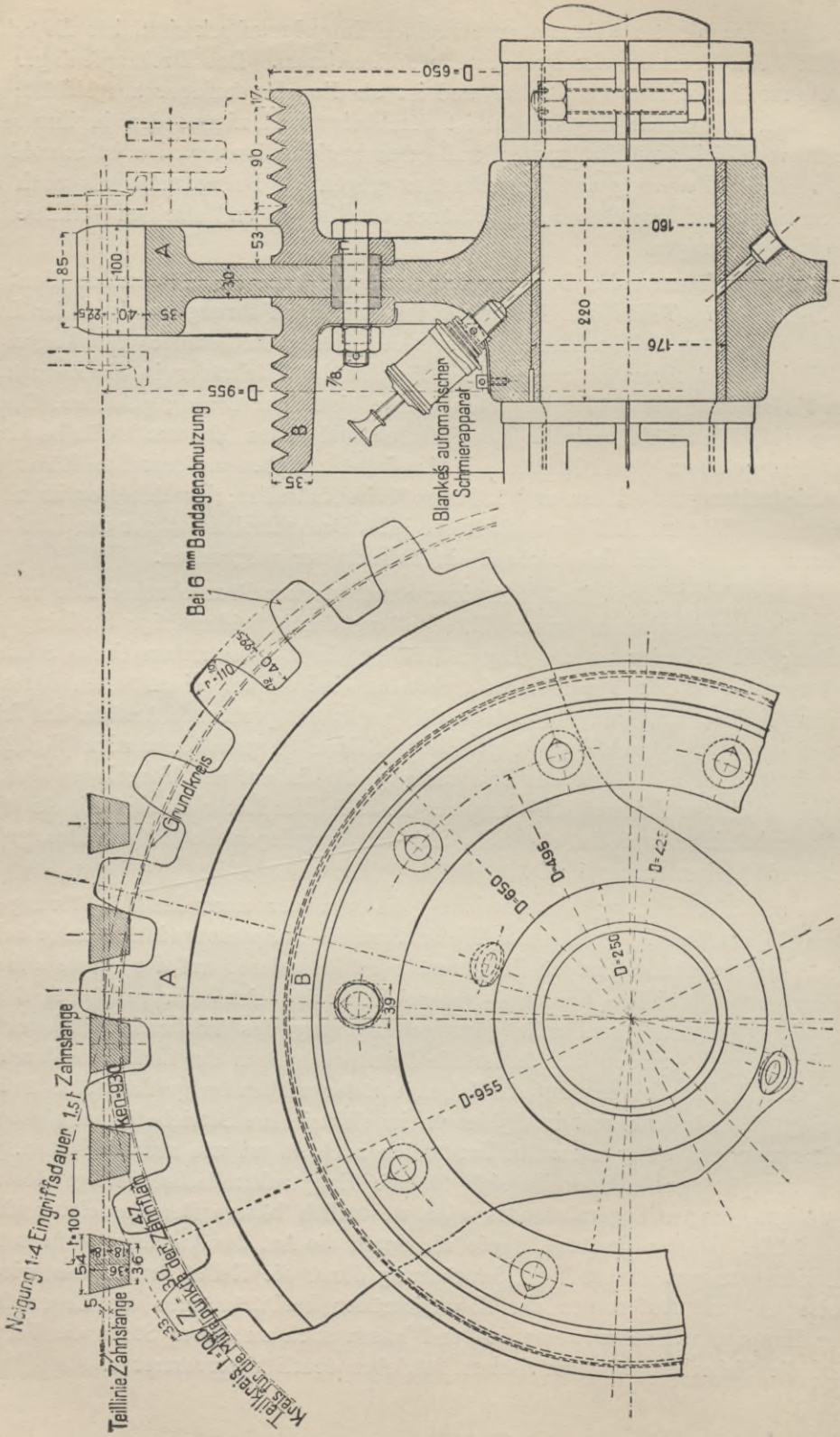
an dem Wagenkastenrahmen angeschraubten Kuppelungsbock sitzt, hat die Schubkräfte beim Bremsen der Drehgestelle aufzunehmen. Das Drehzapfenlager des Drehgestelles besteht aus Bronze und ist als Kugelzapfenlager ausgebildet; der aus Stahl bestehende Kugelzapfen ist durchbohrt und nimmt den in ihm senkrecht verschiebbaren Drehzapfen auf. Durch diese Konstruktion ist sowohl der notwendigen Federung des Wagenkastens gegen die Drehgestelle als auch den Verschiebungen desselben beim Befahren von Kurven und starkem Gefällwechsel Rechnung getragen.

Der Achsstand des Drehgestelles beträgt 1,9 m; die Steuerachse dient zur Aufnahme eines Teiles des Motorgewichtes und zur Führung des auf der Laufachse gelagerten Triebzahnrades. Trotz des großen Achsstandes des Wagens ist somit in den Kurven ein regelrechter Eingriff der Triebräder in die Zahnstange gewährleistet. Die Räder der Steuerachse sind sehr niedrig gehalten, Durchmesser 350 mm; sie bestehen aus Stahlguß und haben 120 mm breite Bandagen aus Krupps'chem Spezialstahl. Die Laufachsen haben aufgepreßte Räder mit schmiedeeisernen Speichen und 120 mm breite Radreifen; Durchmesser im neuen Zustande 925 mm. Auf der Außenseite jedes Drehgestelles ist vor den Laufachsrädern und vor dem Zahntriebrad ein Bahnräumer vorgesehen.

Das Zahntriebrad läuft mit einer 8 mm starken Bronzebuchse lose auf der Laufachse und wird in seiner Mittelstellung durch beiderseitige Stellringe gehalten; die Schmierung des Lagers erfolgt durch zwei automatische Schmierapparate. Fest mit dem Triebrad verbunden sind die auf beiden Seiten sitzenden Bremsscheiben aus Stahlguß, welche sich gegen entsprechende Ansätze des Triebrades legen und durch doppelt gesicherte Schrauben gehalten werden (Fig. 218). Unmittelbar in die Zähne des Triebrades greift ein auf der Vorgelegewelle aufgekeiltes kleines Zahnrad, Uebersetzung 1 : 2,3. Der Motor arbeitet mittels seines Ankerzahntriebes auf ein ebenfalls auf der Vorgelegewelle aufgekeiltes großes Zahnrad (Uebersetzung 1 : 4).

Diese Anordnung des Antriebes, die von der normalen Ausführung bei Dampflokomotiven, — wobei das Triebrad auf die Hauptzahnradachse unter hohem Druck aufgepreßt und aufgekeilt ist, während besondere, auf der Achse sitzende Zahnräder angetrieben werden —, abweicht, ergibt eine sehr gedrängte Bauart für das Drehgestell und sehr günstige Lagerung des Triebrades. Wegen des kurzen Lagerabstandes sind ferner die Beanspruchungen der Laufachse durch die bei allen Zahnradbahnen auf die Zahntriebräder wirkenden großen Stöße äußerst gering. Achsbrüche sind infolgedessen im elektrischen Betriebe bisher nicht vorgekommen und unter normalen Umständen auch so gut wie ausgeschlossen. Bei den Dampflokomotiven ergibt sich für die Hauptzahnradachse infolge des notwendigen langen Lagerabstandes eine wesentlich höhere Beanspruchung durch die Stöße. Dieser Umstand, sowie die durch die Art des Antriebes auftretenden Torsionsbeanspruchungen, die Schwächung durch die Keile, ferner das wiederholte Ab- und Aufpressen der Zahntriebräder beeinträchtigen die Lebensdauer der Hauptzahnradachse wesentlich und lassen auch an dieser Stelle die Vorteile und die Sicherheit des elektrischen Betriebes deutlich hervortreten.

Fig 218.



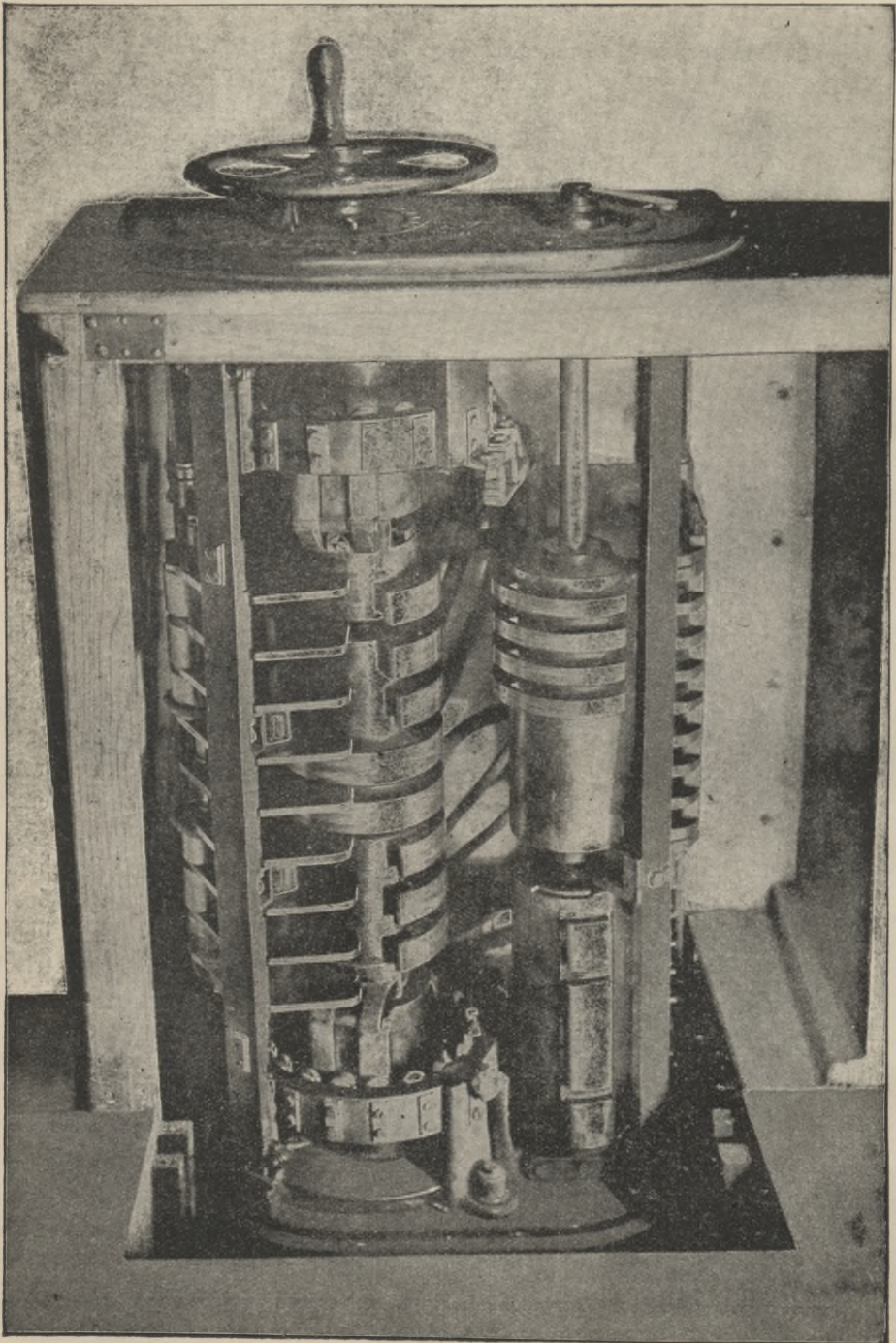
Das Zahntrieb­rad ist aus geschmiedetem Tiegelgußstahl hergestellt. Teilkreis­durchmesser = 955 mm, Teilung  $t = 100$  mm, Anzahl der Zähne = 30, Zahn­breite = 100 mm, am Kopf 85 mm, um ein Aufsteigen des Trieb­rades auf die Zahn­stangen­wangen zu verhindern, Zahn­stärke im Teilkreis = 47 mm. Das kleine in das Trieb­rad eingreifende Zahn­rad besteht aus dem gleichen Material; Teilkreis­durchmesser = 414 mm, Anzahl der Zähne = 13, Zahn­breite = 100 mm, Zahn­stärke im Teilkreis = 51 mm. An der Eingriff­stelle der beiden Räder ist eine Oeltropf­schmierung vorgesehen, wodurch dem Verschleiß der Räder wesentlich vorgebeugt wird. Die die Uebertragung vermittelnde Vorgelegewelle besteht aus Flußstahl. Das zweite auf der Vorgelegewelle aufgekeilte, in den Ankertrieb (kleines Motor­zahn­rad) eingreifende Zahn­rad (großes Motor­zahn­rad), sowie der Ankertrieb bestehen aus Stahlguß. Das große und kleine Rad sind mit einem abnehmbaren, geteilten Radschutz­kasten für Fettschmierung umgeben. Auf die Bremsscheiben jedes Dreh­gestells wirken vier gußeiserne Brems­klötze, deren Bremsschienen besonders kräftig ausgebildet sind; letztere sind untereinander durch Wellen und zwei unten liegende nachstellbare Zug­stangen verbunden. Zwei weitere oben liegende Zug­stangen, die zwecks genauen Einstellens der Brems­klötze ebenfalls mit Stell­vorrichtungen versehen sind, vermitteln die Verbindung mit den Brems­teilen des Wagen­kastens.

Unter den bei allen Zahn­rad­bahnen besondere Sorgfalt erheischenden Sicherheits­vorkehrungen an den Trieb­wagen und den übrigen Zug­teilen sind in erster Linie die Bremseinrichtungen zu erwä­hen. Bei den Motor­wagen kommen folgende Bremsen zur Anwendung: 1. Die mechanische Handbremse, welche der Wagen­führer von dem auf der Tal­plattform befindlichen Führer­stand aus mittels Hand­kurbel bedient. 2. Die mechanische Notbremse; dieselbe ist als Handbremse auf der Berg­plattform des Motor­wagens angeordnet und wird in Not­fällen mittels Hand­kurbel von dem Zug­begleitungs­personal bedient. 3. Die selbst­tätige Bremse, welche bei Ueberschreitung der zulässigen Fahr­geschwindigkeit zu Tal die Bremsen der beiden Trieb­räder mittels Feder­kraft anzieht. 4. Die elektrische Bremsung durch Strom­rück­gewinnung; sie wird stets bei der Tal­fahrt angewendet. 5. Die elektrische Gegen­strom­bremsung; sie findet nur in den aller­größten Gefahrfällen Anwendung. Ein näheres Eingehen auf die Konstruktion und Wirkungs­weise der fünf Bremsen muß ich unterlassen, um im Rahmen meines Buches zu bleiben.

Aus dem gleichen Grunde muß ich auf eine Beschreibung der elektrischen Ausrüstung der Motor­wagen, der Strom­abnehmer (für jeden Wagen 2 Roh­gestell­Strom­abnehmer mit doppeltem Aluminium­schleif­bügel) und des selbst­tätigen Aus­schalters verzichten. Jedoch will ich im folgenden noch einiges über den Fahr­schalter und den Motoren­umschalter mitteilen. Für jeden Wagen ist nur ein Fahr­schalter auf der talwärts gelegenen Führer­plattform vorgesehen (Fig. 219). Der Fahr­schalter enthält eine Haupt­walze, welche durch die als Hand­rad aus­gebildete Schalt­kurbel bewegt wird, daneben eine mit der Haupt­walze durch Zahn­räder gekuppelte Neben­schluß­walze, sowie unter letzterer die Umschalt­walze zur Umsteuerung der Motoren in bekannter Weise für Vorwärts- und Rückwärts­fahrt. Die Bewegung der Umschalt­walze kann durch die übliche Sperrung nur bei ausgeschalteter Haupt­walze vorgenommen werden, auch ist der Umschalt-

hebel in der Vorwärts- oder Rückwärtsstellung nicht abnehmbar. Dieser Hebel wird gleichzeitig zur Umstellung des Motorenumschafters benutzt, so daß jede Um-

Fig. 219.





stellung an demselben nur bei ausgeschaltetem Strom möglich ist. Die Schaltkurbel des Fahr Schalters ist in bekannter Weise in allen Stellungen außer in der „Aus“-Stellung gegen Abnehmen gesichert und kann daher, ebenso wie der Umschalthebel nur nach Ausschaltung des Stromes abgenommen werden.

An der Konstruktion des Fahr Schalters ist hervorzuheben, daß auf die größte Betriebssicherheit, Feuerfestigkeit und bequeme Revision besonders Bedacht genommen ist. Die Schalteinrichtungen an der Hauptwalze sind für jeden Ankerstromkreis vollständig getrennt angeordnet; die Walze besteht aus zwei symmetrischen Teilen, einem oberen Funkenlöscherring mit den Kontakten für die Anschlüsse der Anfahrwiderstände und 8 Totkontakten, 3 oberen Kontaktringen mit Fingerkontakten und besonderer Funkenlöscherspule, für den Bergmotor, und denselben Schalteinrichtungen unten, für den Talmotor. Die beiden in der Mitte liegenden Kontaktringe sind für die Einschaltung des Nebenschlußstromes bestimmt. In anbetracht der hohen Stromstärken und der dauernden Belastung des Fahr Schalters bei Berg- und Talfahrt wurden die Querschnitte und Kontaktflächen möglichst groß gewählt und zur Herbeiführung eines guten Anlagedruckes beim Schalten die Fingerkontakte der Haupt- und Nebenschlußwalze geteilt ausgeführt. Die Fingerkontakte sitzen in der üblichen Weise in Kontaktböcken, welche auf durchgehende Leisten aufgeschraubt sind; sie tragen als Schleifstück auswechselbare Kupferkontakte und werden durch genau regulierbaren Federdruck gegen die Kontaktringe der Walzen gepreßt. Zum Schutze gegen Ueberschlagen der Abrißfunken werden zwischen sämtliche Fingerkontakte der unter Strom bewegten Haupt- und Nebenschlußwalze isolierte Einlagen aus Temperguß mit Asbestonitumpressung eingeschoben.

Diese Einlagen sind bei der Hauptwalze auf eine von der Schaltergrundplatte bis zur Oberplatte reichende Stütze aus Messing mit Hartgummiumpressung aufgesetzt. An der Nebenschlußwalze sind die Einlagen zu einem Rechen vereinigt, der zwecks Revision der Kontakte zurückklappbar und leicht abnehmbar eingerichtet ist, wodurch die ganze Schalterseite für Arbeiten frei zugänglich wird. Die auf dieser Seite befindliche ebenfalls umpreßte Messingstütze, sowie die neben der Hauptwalze sitzende Stütze sind, wie aus Fig. 219 ersichtlich, abnehmbar eingerichtet, so daß der Schalter auch von vorn für Arbeiten frei zugänglich ist; die beiden Stützen bilden eine wesentliche Versteifung des Schaltergehäuses. Ebenfalls herausnehmbar ist die den Schalterschrank auf der linken Seite abschließende Tür, wodurch der Schalter auf dieser Seite freigelegt wird.

Die magnetische Funkenlöschung beim Schalten erfolgt in dem Funkenlöscherring; der Wanderkontakt dient hierbei als Polschub; die sehr kräftig gehaltene Magnetspule hat in der Mitte des Funkenlöscherringes Platz gefunden; die Pole bilden die aus Temperguß bestehenden Einlagen, welche durch die zwischen ihnen liegenden Magnetspulen polarisiert werden. Der Abrißfunke beim Ausschalten des Ankerstromes wird außerdem noch an den drei Kontaktringen ausgeblasen. Sämtliche Kontakte der Funkenlöscherringe und der Wanderkontakte sind mit Rücksicht auf die mit der Zeit eintretende Abnutzung auswechselbar eingerichtet, ebenso sind die Kontaktringe an der Stromabrißstelle und der Fahrtstellung mit auswechselbaren Kupferschuhen versehen. An der

Nebenschlußwalze erfolgt der Abriß beim Stromausschalten an den drei oberen Kontakttringen gleichzeitig; die zum Ausblasen dienende Magnetspule ist hier in die Schaltwalze eingebaut. Der Ausschaltstrom ist hier sehr niedrig, da vorher die Hilfswiderstände, welche während der Fahrtstellung des Schalters dauernd kurz geschlossen sind, in den Stromkreis eingeschaltet werden. Die Schenkelspulen der Motoren werden vorher von der Oberleitung abgeschaltet, kurzgeschlossen und an Erde gelegt.

Die Schalter sind durchweg feuersicher ausgeführt, da zur Isolation nur unverbrennbares Material verwendet ist; die Schaltwalzen bestehen aus Hartgummi und sind zum teil mit Glimmer belegt. Die ganze Höhe des Schalters beträgt 1,25 m, er mußte infolgedessen in den Fußboden der Plattform eingelassen werden. Um beim Arbeiten an dem Schalter bequem stehen und an die unteren Teile heran zu können, wurde im Fußboden eine abdeckbare Versenkung hergestellt, in welche der Arbeiter hinabsteigt. Um den Schalter vor Erschütterungen zu schützen und Durchbiegungen der Plattformträger zu verhindern, wurden zur Verstärkung besondere Unterzüge unter dem Schalter angeordnet. Der Motorenumschalter, der auf der Führerplattform rechts hinter dem Wagenführerstand aufgestellt ist, besteht aus einem durch abnehmbaren Blechschutzmantel abgeschlossenen Gehäuse, in welchem die aus Asbestonit mit Hartgummiumpressung bestehende Schaltwalze mit den Kontaktstücken aufrecht stehend angeordnet ist; zu beiden Seiten befinden sich Kontaktleisten, welche die Kontaktböcke mit Fingerkontakten gleicher Ausführung wie bei den Fahrhaltern tragen.

Bem.: Betreffs der Motoren, der Widerstände und des Betriebes auf der Zahnradstrecke sei aus den oben bereits erwähnten Gründen auf die diesbezüglichen Druckschriften der Firma verwiesen.

3. Die Reibungslinie: Auf dem 1 m Spurgleis der Strecken Degerloch-Hohenheim-Vaihingen verkehren bei normalem Betriebe für Personenbeförderung nur elektrische Züge, bei verstärktem Betriebe jedoch auch Dampfzüge; auf den Normalspur-Gleisen findet nur Dampftrieb statt. Der Ausbau auf Normalspur ist erst nachträglich vorgenommen, um bei dem ziemlich umfangreichen Güterverkehr auf dem Filderbahnnetz den Uebergang von Staatsbahnen vom Anschlußbahnhof Vaihingen bis nach Degerloch und Hohenheim ohne Umladung zu ermöglichen. Die Vereinigung dieser beiden Spurweiten auf einem Bahnkörper erfolgt durch drei Schienen, so daß stets eine Schiene von Fahrzeugen beider Spurweiten befahren wird. Die Weichen auf den Bahnhöfen sind als Dreischienenweichen ausgeführt. Die größten Steigungen auf den Linien schwanken zwischen 26 ‰ und 67,5 ‰. Sämtliche Strecken sind eingeleisig mit Ausweichen gebaut; die Bahnlinien haben zum größten Teil eigenen Bahnkörper. Die auf den Staatsstraßen verlegten Gleise haben Rillenschienen Phoenix auf Steinkoffer; auf dem eigenen Bahnkörper sind Vignolschienen Krupp auf hölzernen Querschwellen mit Steinkoffer verlegt.

Ebenso wie bei der Zahnradbahn erfolgt die Stromzuführung bei den elektrischen Strecken durch eine Oberleitungsanlage.

**c) Die Einphasenbahn Murnau-Oberammergau (Siemens-Schuckertwerke und Siemens & Halske):** Die 23,6 km lange normalspurige Bahn von Murnau nach Oberammergau, die in schwierigem Gelände Steigungen bis zu 1 : 33 abwechselnd mit ebenen Strecken aufweist, und einen beträchtlichen Personen- und Güterverkehr bewältigt, dürfte besonderes Interesse dadurch beanspruchen, daß sie die erste größere Bahn dieser Art in Deutschland ist, die mit (einphasigem) Wechselstrom fahrplanmäßig betrieben wird. Für eine vollständige Hin- und Rückfahrt ist ein Höhenunterschied von zusammen 327 m zu überwinden; die Linienführung weist, namentlich in den größten Steigungen, zahlreiche Krümmungen auf.

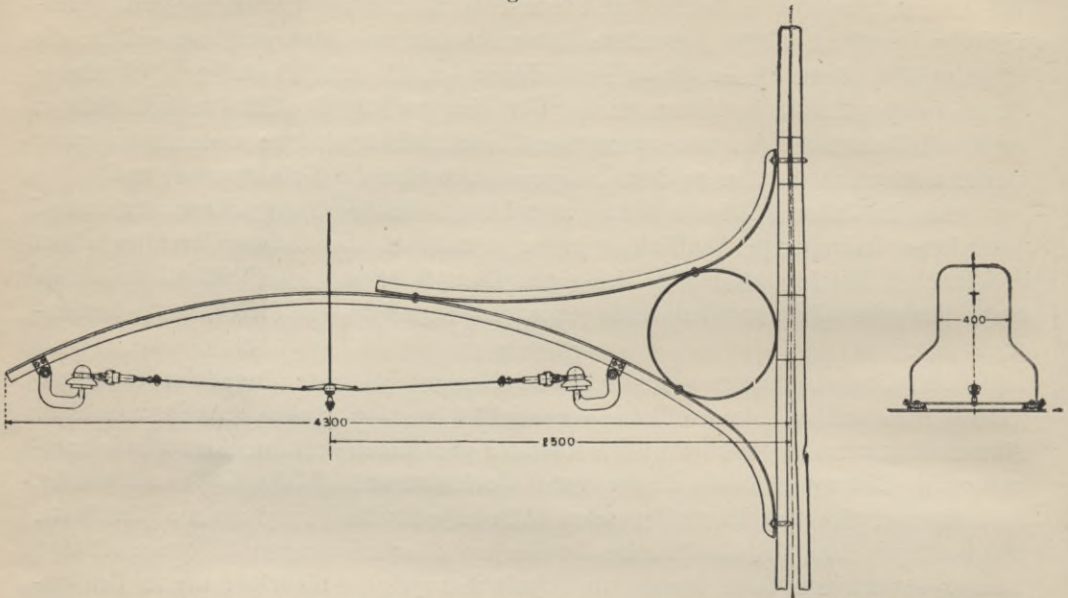
Als im Jahre 1904 die Münchener Lokalbahn-A.-G. die bisher mit Dampf betriebene Bahnanlage käuflich erwarb, wurde an die Umwandlung in einen elektrischen Betrieb statt des bisherigen Dampfbetriebes geschritten, wobei als erste Aufgabe die für den vorliegenden Fall geeignetste Stromart zu bestimmen war.

Für Drehstrombetrieb waren die Geländeverhältnisse der Bahn recht ungünstig, so daß auf diesen Betrieb verzichtet werden mußte. Auch von einer Anwendung von Gleichstrom mußte Abstand genommen werden. Es wurde nunmehr die Lösung mittels (einphasigen) Wechselstroms (5000 Volt) untersucht, und diese erwies sich im vorliegenden Falle in jeder Beziehung als die günstigste. Die Beanspruchung des Kraftwerkes ist hier trotz der schwereren Wagenausrüstung infolge der kleinen Fortleitungs- und Umformerverluste niedriger als in den anderen Fällen; auch die Anpassungsfähigkeit der Motoren an die Anforderungen des wechselnden Geländes sind bei Verwendung von Reihenschlußmotoren im gleichen Maße vorhanden, wie bei Gleichstrommotoren, und die Mehrkosten der Betriebsmittel, die eigentlich nur dem Gleichstrom gegenüber eintreten, werden reichlich aufgewogen durch die billige Leitungsanlage für Wechselstrom.

Ueber das Kraftwerk, die Betriebsmittel usw. dieser Bahnanlage will ich mich nicht weiter verbreiten, nur über die Leitungsanlage sei im folgenden noch einiges mitgeteilt. Vom Kraftwerk aus laufen die Bahn- und Lichtspeiseleitungen, an gemeinsamen Holzmasten auf zweiteiligen Glockenisolatoren verlegt, zum Verteilungspunkt, dem etwa 3 km entfernten Bahnhof Saulgrub. Die Lichtleitung besteht aus 6 Drähten von 35 mm<sup>2</sup>, wovon 3 nach Oberammergau, die übrigen nach Murnau, auf den Masten der Bahn verlegt, führen. Die Bahnleitung besteht bis zum Speisepunkt aus 2 nebeneinander geschalteten Drähten von 35 mm<sup>2</sup> für die Hinleitung und einem gleichen Draht für die Rückleitung, der im Kammerl und in Saulgrub geerdet ist. Ueber 2 Hörnerausschalter erfolgt in Saulgrub der Anschluß der nach Oberammergau bzw. Murnau führenden Fahrleitungen, die aus Rundkupfer von 50 mm<sup>2</sup> bestehen. Besondere Speiseleitungen sind nicht mehr vorhanden. Der Fahrdraht ist zum größeren Teil vermittelt schmiedeeiserner Ausleger verlegt (Fig. 220), die teils auf Holzmasten, teils (in allen Krümmungen und in den Bahnhöfen) an schmiedeeisernen Gittermasten befestigt sind. Die Entfernung der Auslegermasten beträgt auf der geraden Strecke 35 m, in den Krümmungen 30 m. Die Gittermasten sind vorschriftsmäßig gut leitend mit der Erde verbunden. Der Fahrdraht ist doppelt isoliert; außer den gewöhnlichen Aufhängenisolatoren sind in die Querdrähte beiderseitig kräftige

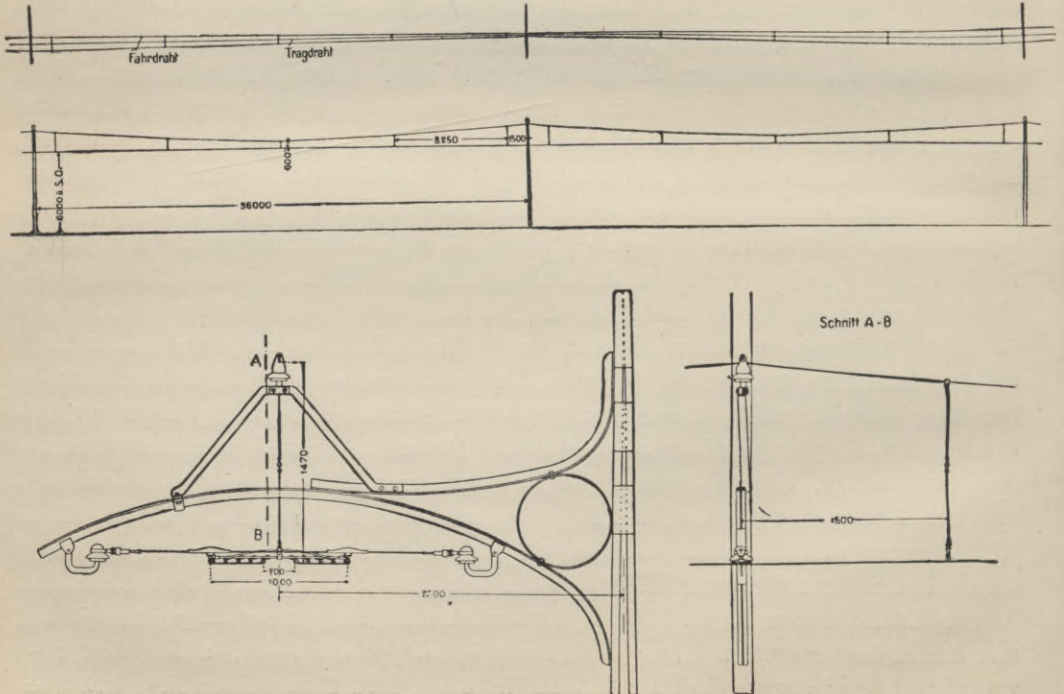
Porzellanisolatoren eingebaut, die vor dem Einbau einer Festigkeitsprobe bei 1000 kg Zug unterworfen wurden.

Fig. 220.



Ein Teil der Strecke, und zwar ungefähr 1,1 km von der Haltestelle Jägerhaus ab, wurde auch versuchsweise mit der neuen Vielfachaufhängung der

Fig. 221.



Siemens-Schuckertwerke versehen (Fig. 221). An kräftigen Stahldrahtseilen, die über der Mitte des Gleises auf Isolatoren hängen, sind in entsprechenden Abständen die beiden Fahrdrähte an Querträgern aufgehängt; diese Querträger können sich nach Art eines Wagebalkens um ihren Aufhängepunkt drehen und sind verschieden lang, derart, daß die beiden Fahrdrähte sich in der Längsrichtung gegenseitig abwechselnd nähern und wieder entfernen. An den Stellen der kleinsten und der größten Entfernung sind die Querträger durch besondere Spanndrähte an den Masten verankert, so daß die ganze Anordnung gegen seitlich wirkende Kräfte versteift ist. Diese Anordnung bietet folgende Vorzüge: Die Zickzackverlegung der Drähte gewährleistet eine gleichmäßige Abnutzung der Bügelstromabnehmer. Die Fahrdrähte können sich infolge der drehbaren Anordnung der Querträger leicht heben und senken, so daß stets beide Drähte mit dem Bügel in Berührung sind, was namentlich bei den Krümmungen, wo infolge der Schienenüberhöhung die Bügel sich schräg stellen, eine funkenlose Stromabnahme sichert. Ferner sind die Fahrdrähte gegen seitliche Ablenkung gesichert, so daß die Gefahr einer Rillenbildung an den Bügeln beseitigt ist. Die neue Anordnung ist vor allem für solche Fälle geeignet, wo es sich um sichere, funkenfreie Stromabnahme bei großen Stromstärken oder um größere Fahrgeschwindigkeiten handelt; das Verwendungsgebiet erstreckt sich also auf Vollbahnen, namentlich aber auf Berg-, Vorort- und Schnellbahnen.

**d) Die Hamburger elektrischen Straßenbahnen (Elektrizitätsges. vormals Schuckert & Co., Nürnberg):** Von diesen Bahnen sei das Wichtigste über die Strecke der Hamburg-Altonaer Trambahn im folgenden mitgeteilt. Der kleinste Kurvenradius dieser Anlage beträgt 20 m, die größte Steigung 1 : 30 und zwar auf 400 m Länge, die größte Höhendifferenz ist 18 m.

Der Oberbau wurde normalspurig ausgeführt und zwar ausschließlich mit Phönixschienen Profil 17 b mit Blattstoß. Für den Querverband sind tiefliegende Spurbahler „Patent Culin“ benutzt. In den regulierten Straßen Hamburgs sind die Gleise auf Betonunterbettung verlegt, auf der sich ein 11 cm hohes, in Zementmörtel versetztes Steinpflaster befindet. In den übrigen Straßen liegen die Schienen auf etwa 20 cm hoher, gut gestopfter Kiesbettung. Für die Normalweiche ist ein Herzstückwinkel von 1 : 6 bei einem Weichenradius von 50 m angenommen worden. Vielfach wurde jedoch durch Platzmangel die Anwendung von Weichen mit 30 m Radius und von Herzstücken größeren Winkels und vor allem von Kurvenherzstücken erforderlich. Für den Ausbau des Gleisnetzes ist die Einlegung von rund 150 Weichen und die Herstellung von 75 Gleiskreuzungen notwendig geworden. Für die ersteren sind sowohl aus Schienen hergestellte, als auch Stahlgußweichen verwendet worden; beide Konstruktionen haben sich gut bewährt. Die Kreuzungen sind sämtlich aus Schienen und zwar vielfach auf der Baustelle selbst hergestellt worden.

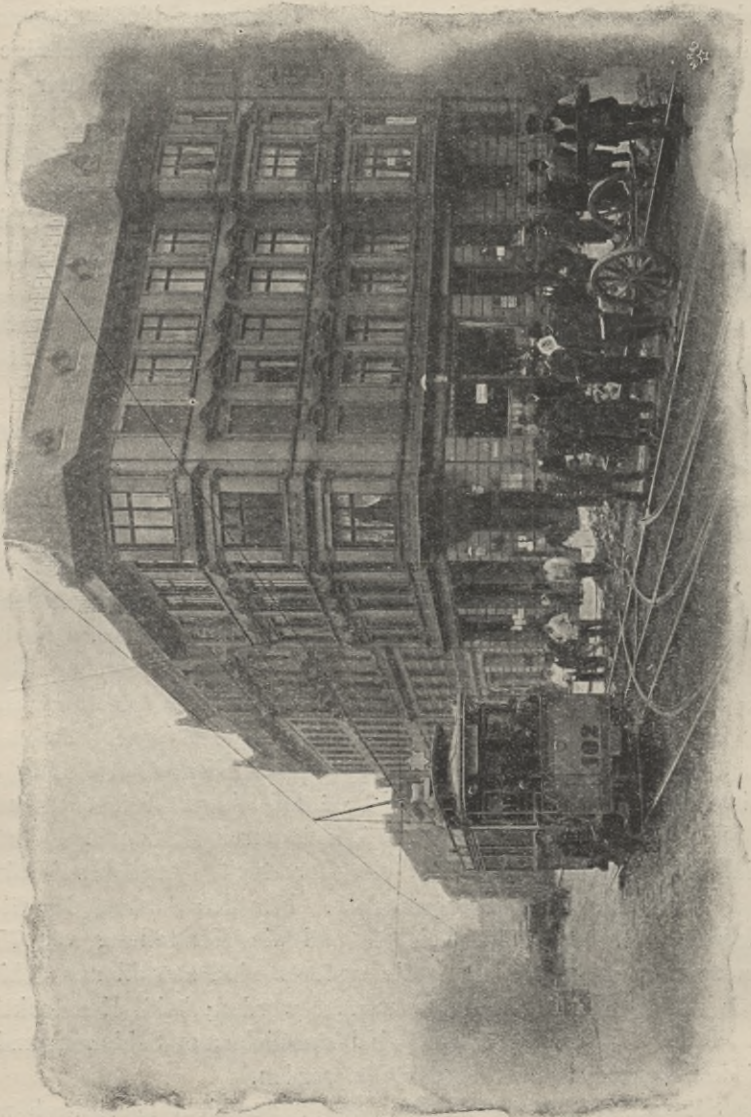
Die Stromzuführung zu den Wagen geschieht oberirdisch mit Rollenkontakt. Die Aufhängung des Kontaktdrahtes ist mittels Isolatoren bewirkt, die in üblicher Weise an Stahldrähten in Verbindung mit Hausrosetten und verzierten Stahlrohrmasten oder an Auslegermasten befestigt sind. In den Vororten von Altona treten an Stelle der Stahlrohrmasten reich verzierte Gitter-

masten. Für die schwächeren Typen finden  $\square$ -Eisen, für die stärkeren Winkel-eisenmasten Verwendung.

Bei der Anlage des Oberleitungsnetzes ist besonders durch vielseitige Verwendung von Streckenunterbrechern und Verankerungen eine möglichst hohe Betriebssicherheit erzielt.

Der Wagenpark umfaßt 80 Motorwagen und 23 Anhängewagen. Fig. 222 zeigt einen solchen Motorwagen; aus der Figur ist zugleich der Rollenkontakt

Fig. 222.



ersichtlich. Die Motorwagen sind zweiachsig mit einem Radstand von 1,70 m. Beide Achsen des Wagens werden von je einem 20pferdigen Elektromotor angetrieben. Außer einer kräftig wirkenden vierklötzigen Handbremse besitzen die

Motorwagen eine elektrische Kurzschlußbremse und die Anhängewagen eine elektromagnetische Bremse. Die elektrische Bremse soll im Betriebe ständig benutzt werden, so daß der Wagen zwei vollständig unabhängig von einander wirkende Bremsen besitzt.

e) **Eisenbahn-Triebwagen mit elektrischen Speicherbatterien (Akkumulatorenwagen der preußischen Staatsbahnen — Siemens-Schuckertwerke)**: Für den Nahverkehr sind von deutschen Eisenbahnverwaltungen mehrfach Triebwagen verschiedener Bauart, welche die zu ihrer Fortbewegung dienende Kraftquelle mit sich führen, probeweise verwendet worden. Da hierbei befriedigende Ergebnisse erzielt wurden, hat die preußische Staatsbahnverwaltung 57 vierachsige Triebwagen mit elektrischen Speicherbatterien bis zum Jahre 1909 beschafft.

Diese Triebwagen haben eine Gesamtlänge zwischen den Puffern von 25,61 m und sind aus zwei Teilen zusammengesetzt. An ihren beiden Enden sind in je einem niedrigen Vorbau die elektrischen Speicherbatterien untergebracht. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Batterien leicht zugänglich sind und daß die sich bildenden Säuredämpfe die Fahrgäste nicht belästigen können. Die Speicherbatterien bestehen insgesamt aus 168 Zellen; sie sind imstande, mit einer Ladung soviel elektrische Energie abzugeben, als erforderlich ist, um den Triebwagen 100 km auf wagerechter Strecke mit einer Fahrgeschwindigkeit bis zu 60 km in der Stunde fortzubewegen.

Jeder Wagen ist mit selbsttätiger Luftdruckbremse ausgerüstet.

Fig. 223.

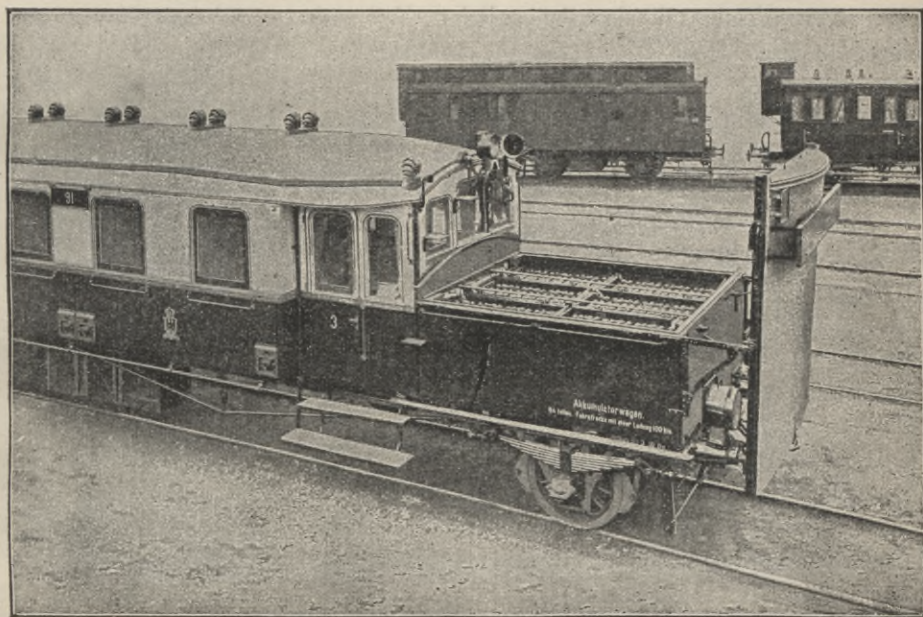


Fig. 223 zeigt einen von den Siemens-Schuckertwerken ausgerüsteten Triebwagen; die Figur zeigt den Wagen mit geöffnetem Akkumulator. Die nach innen liegende Achse jeder Wagenhälfte wird durch je einen Gleichstrommotor mit

Wendepolen mittels einfacher Zahnradübertragung in der üblichen Weise angetrieben. Der Motor hat bei einer Betriebsspannung von 300 Volt eine zwei-stündige Dauerleistung von mehr als 50 PS.

Die Regelung der beiden Motoren geschieht in der bekannten Reihen- und Nebeneinanderschaltung und zwar sind sechs Stufen für die erstere und vier Stufen für die letztere Schaltung vorgesehen. Von den sechs Stufen der Reihenschaltung besitzen drei Widerstandsvorschaltung, eine ist ohne Widerstandsvorschaltung und zwei bewirken Feldschwächung der Motoren. Von den vier Stufen der Nebeneinanderschaltung ist eine mit Widerstandsvorschaltung, eine ist ohne Widerstandsvorschaltung und zwei bewirken Feldschwächung.

Die Herstellung dieser 10 Schaltstufen geschieht mittels Fernschalter, die unter dem Wagen liegen und ebenso wie die zur Umschaltung der Motoren von Vorwärtsfahrt auf Rückwärtsfahrt dienenden elektromagnetisch gesteuerten Fahrtrichtungsschalter von jedem der beiden an den Enden des kurzgekuppelten Wagens befindlichen Führerstände aus mittels des jeweilig vorderen Führerschalters gesteuert werden.

Der Fernschalter besteht im wesentlichen aus einem feststehenden, aber federnden Hauptkontakt und einem Funkenziehkontakt, sowie aus einem beweglichen Kontaktarm. Der beim Öffnen des Schalters entstehende Funke wird durch zu beiden Seiten der Kontakte angeordnete Funkenlöschspulen im Entstehen unterdrückt, wodurch eine möglichst weitgehende Schonung der Kontakte erreicht wird. Hinter dem Kontaktgehäuse befindet sich eine Magnetspule, in der sich ein am oberen Ende kegelförmiger Kern bewegt. Der Kern ist an seinem unteren Ende mit dem beweglichen Kontaktarm verbunden und hebt bei stromdurchflossener Spule letzteren an, wodurch der Hauptstrom geschlossen wird. Bei Unterbrechung des Steuerstromes in der Spule fällt der Kern samt dem Kontaktarm herab und unterbricht so den Hauptstrom. An seinem unteren Ende trägt der bewegliche Kontaktarm noch eine Strombrücke, die in der ausgeschalteten Lage des Schalters zwei am Gestell befestigte Hilfskontakte verbindet.

Die Fernschalter sind zu je 6 Stück in einem staubdichten Schutzkasten untergebracht, neben dem sich der mit gelochtem Blech bedeckte Kasten für die Widerstände befindet. Durch beide Kästen hindurch, und zwar längs der Fernschalter und Widerstände, ist ein Klemmbrett gelegt, welches übersichtlich alle Verbindungen der Fernschalter untereinander und mit den Widerständen trägt. Dieses Klemmbrett ist samt den Fernschaltern und Widerständen durch die Türen der Kästen zugänglich.

Die oben erwähnten Hilfskontakte der Fernschalter liegen in einem Steuerstromkreise, in den auch Spulen zur Sperrung der Hauptwalze des Führerschalters eingefügt sind. Die Anordnung ist derart, daß ein Fernschalter nicht eingeschaltet werden kann und der Führerschalter solange gesperrt wird, bis ein vorher eingeschalteter Fernschalter, der das richtige Arbeiten der Motoren stören würde, ausgeschaltet worden ist.

Der Führerschalter besteht, ähnlich wie bei den gewöhnlichen Straßenbahnschaltern, in der Hauptsache aus der Hauptwalze und der Fahrtrichtungswalze, die in einem Gestell gelagert sind. Auf der letzteren Walze befinden sich



außer den üblichen Kontakten auch noch solche zum Umschalten der Signalbeleuchtung bei Aenderung der Fahrtrichtung. Durch die Fahrtrichtungswalze wird auch die jeweils in der Fahrtrichtung vorn liegende Batterie zur Lieferung des Steuerstromes herangezogen.

Die Hauptwalze trägt die zum Steuern der Fernschalter nötigen Kontakte und einige Hilfskontakte. Die Zuleitung des Steuerstromes zur Hauptwalze erfolgt über einen elektrisch gesteuerten Schalter, der nur in der Stellung „Aus“ der Hauptwalze mittels eines auf dieser sitzenden Hilfskontaktes eingeschaltet werden kann und nach erfolgtem Einschalten selbst seine Magnetspule speist, so daß er auch geschlossen gehalten wird, wenn die Hauptwalze in die Fahrstellungen gelangt, also die Speisung der Magnetspule über die Hauptwalze unterbrochen ist. Ist der Steuerstrom aus irgend einem Grunde unterbrochen worden, so muß die Hauptwalze in die Stellung „Aus“ zurückgedreht werden, damit der Steuerstrom wieder eingeschaltet werden kann; es ist daher nur möglich, die Motoren in Hintereinanderschaltung mit vorgeschalteten Widerständen anzulassen. Oberhalb der Hauptwalze sitzt ferner ein Kurzschließer, der durch Federkraft geschlossen und beim Herunterdrücken der entsprechend ausgebildeten Kurbel der Hauptwalze geöffnet wird. Dieser Kurzschließer dient dazu, den Motorstrom zu unterbrechen und die Bremse anzustellen, sobald der Führer während der Fahrt aus irgendeinem Grunde dienstunfähig werden und infolgedessen die Kurbel loslassen sollte. In diesem Falle wird einerseits die Spule des zwischen Hauptwalze und Batterie liegenden elektrisch gesteuerten Schalters kurzgeschlossen, wodurch der Steuerstrom unterbrochen und die Motoren durch Öffnen der Fernschalter stromlos werden; andererseits wird die Wickelung eines elektrisch gesteuerten Bremsventils mit Strom aus der Batterie gespeist, die Druckluft aus der Bremsleitung ins Freie gelassen und hierdurch die Luftdruckbremse angestellt. Damit die Bremse nicht schon angestellt wird, wenn der Führer versehentlich einen Augenblick die Kurbel losgelassen hat, liegt im Nebenschluß zur Magnetwicklung des Bremsventils und eines dahinter geschalteten Widerstandes eine Sicherung, die erst durchschmelzen muß, bevor das Bremsventil ansprechen kann.

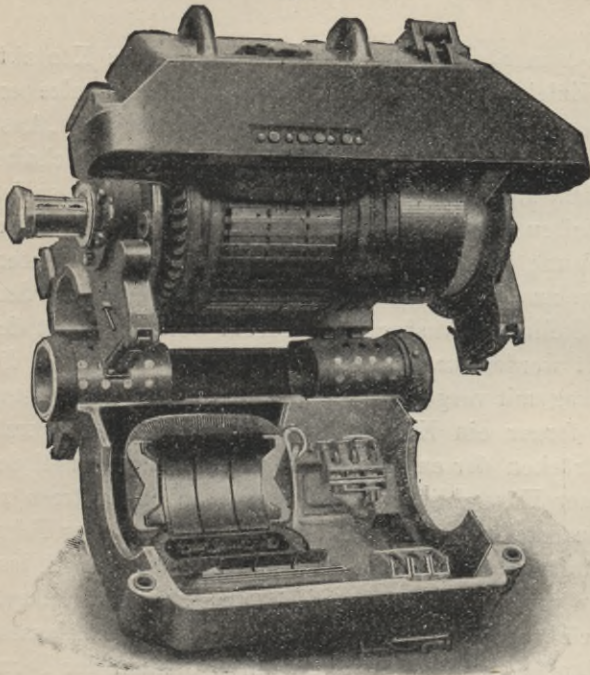
Um Ueberlastungen der Motoren, Fig. 224, und der Speicherbatterien zu hindern, sind selbsttätige Höchststromausschalter im Motorstromkreise vorgesehen, mit einer Einrichtung, die es ermöglicht, sie vom Führerstand aus mittels Augenblicksschalter sowohl ein- wie auszuschalten. Die Einschaltleitung ist über die Hauptwalze des Fahr Schalters geführt und nur in der Stellung „Aus“ der Hauptwalze an die Batterie anschließbar. Bevor der Höchststromausschalter geschlossen werden kann, müssen daher sämtliche Fernschalter ausgeschaltet sein; die Motoren können somit nur in Hintereinanderschaltung und mit vorgeschalteten Widerständen wieder eingeschaltet werden.

Die an den Längsseiten des Triebwagens angebauten Ladedosen sind hintereinander geschaltet; es kann nicht gefahren werden, wenn eine Dose versehentlich offen geblieben ist. Die Dose birgt im Innern 4 Hauptkontakte, welche an die Klemmen der beiden Batterien angeschlossen sind, 5 Nebkontakte und einen Sperrmagneten.

Zwei von den Nebkontakten in Verbindung mit dem Sperrmagneten ge-

während die Sicherheit, daß der Ladestöpsel während des Ladens nicht herausgezogen werden kann. Die anderen 3 Hilfskontakte dagegen haben den Zweck,

Fig. 224.



den 2 Stromkreisen, die für die Beleuchtung des Triebwagens vorhanden sind, beim Öffnen der Ladedose je einen Widerstand vorzuschalten, um die Lampen beim Laden gegen Ueberspannung zu schützen. Beim Schließen des Deckels werden sowohl die beiden Batterien hintereinandergeschaltet, als auch die vorerwähnten Widerstände kurz geschlossen.

Die zum Bremsen erforderliche Druckluft wird von einer zweizylindrigen elektrisch angetriebenen Kolbenpumpe geliefert. Das Anstellen der Bremse erfolgt im gewöhnlichen Betriebe mittels des bekannten

Führerbremssventils. Außerdem sind in dem Wageninnern unter dem Wagendache Bremsschalter angebracht, die mit einem Handgriff ausgerüstet sind. Wird der Handgriff gezogen, so wird die Spule der elektrischen Bremsventile derart an eine Batterie angeschlossen, daß der Widerstand, der früher der Spule vorgeschaltet war, nunmehr der ihr parallel liegenden Sicherung vorgeschaltet ist. Die Folge hiervon ist, daß das Bremsventil sofort anspricht und die Luftdruckbremse somit auch sofort beim Ziehen der Notbremse angestellt wird.

Es mag noch erwähnt werden, daß die Siemens-Schuckertwerke nach Inbetriebsetzung der vorerwähnten Wagen im Jahre 1909 die elektrische Ausrüstung für 10 weitere Wagen in Auftrag bekommen haben.

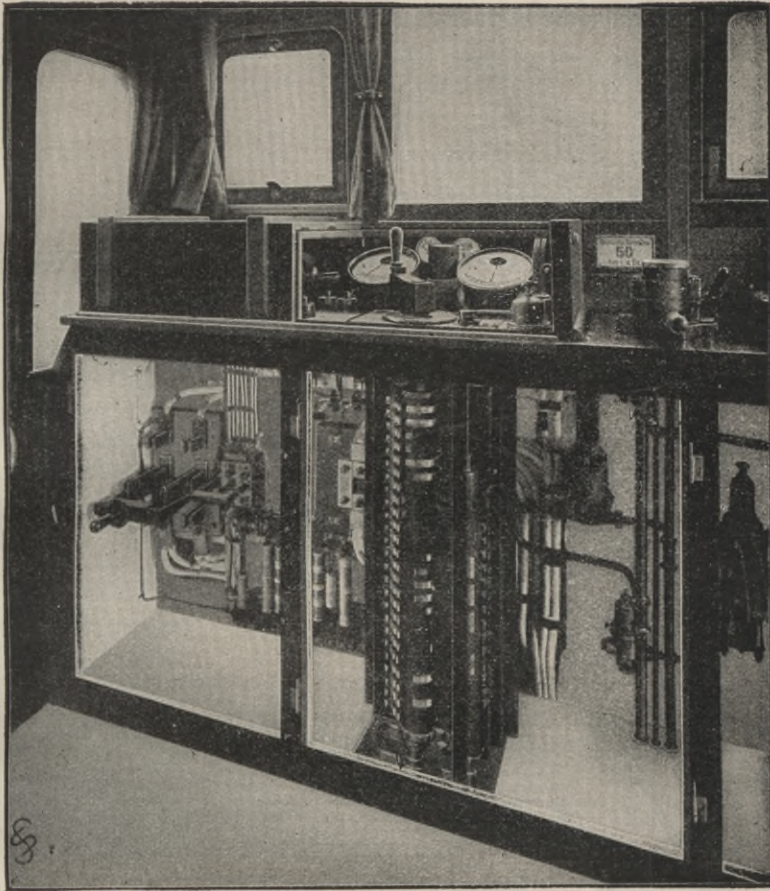
Fig. 225 zeigt den Führerstand; aus der Figur ist der bereits besprochene Führerschalter ersichtlich.

## V. Der Bügelstromabnehmer für elektrische Bahnen (Siemens-Schuckertwerke).

Jedes elektrisch betriebene Fahrzeug, das den Strom zur Speisung der Antriebmotoren aus Leitungen bezieht, die mit der Fahrstrecke entweder oberirdisch oder unterirdisch parallel laufen, bedarf einer Vorrichtung, die dauernd eine sichere Verbindung der Maschinen und Apparate mit der Stromzuleitung auch bei schnellster Fahrt bewirkt. Derartige Stromabnehmer erscheinen zwar auf den ersten Blick als verhältnismäßig einfache Teile, doch dem ist nicht so.

Bei den ersten elektrischen Bahnen (Straßenbahn Lichterfelde 1881) wurde als nächstliegendes die Zuleitung des elektrischen Stromes durch die Schienen versucht, und dabei dienten die Laufräder der Fahrzeuge, die voneinander iso-

Fig. 225.

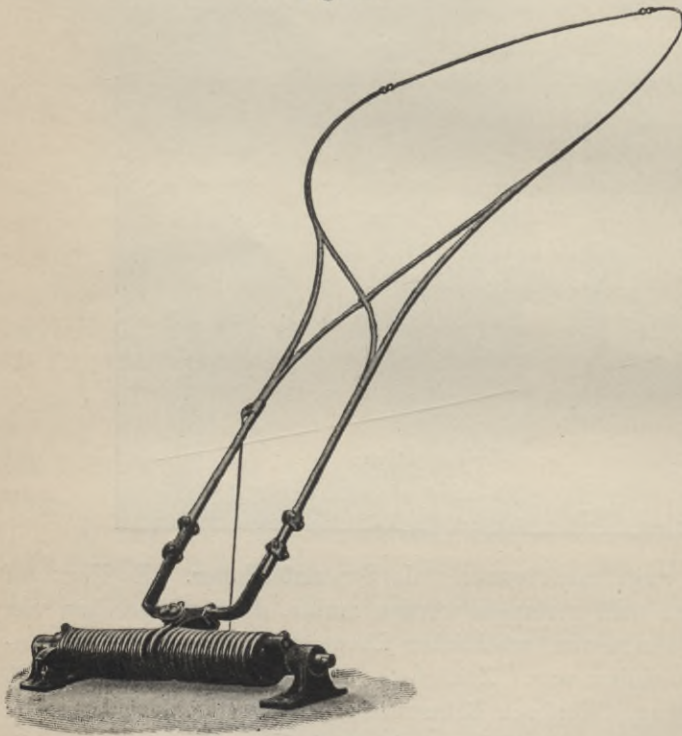


liert auf der Wagenachse angebracht waren, als Stromabnehmer. Es liegt auf der Hand, daß dies System bald verlassen werden mußte, da es, abgesehen von sonstigen Mängeln, für Bahnen von erheblicher Länge oder für größere Bahnnetze überhaupt nicht anwendbar war. Zunächst gelangten in den Jahren 1883 und 1884 zu Mödlingen bezw. Offenbach Bahnen zur Ausführung, bei denen die Stromzuführung durch geschlitzte Stahlröhren erfolgte, die an besonderen Trägern seitlich der Bahn isoliert aufgehängt wurden, und in denen ein Laufschißchen vom Wagen an einer leitenden Schnur nachgezogen wurde. Mit fortschreitender Entwicklung des Betriebes elektrischer Bahnen ging man jedoch nunmehr dazu über, den elektrischen Strom durch einfache Kupferleitungen, die 5,5 bis 6 m hoch über der Gleismitte an isolierten Querdrähten aufgehängt wurden, zuzuführen und ihn von diesen durch eine kleine Laufrolle abzunehmen, die von einer auf dem Wagendache federnd befestigten Metallstange unter die

Kupferleitung gepreßt wurde. Dieser einpolige Rollenstromabnehmer erhielt durch den erstmalig im Jahre 1887 bei der Straßenbahn in Lichterfelde angewendeten Bügelstromabnehmer der Firma Siemens & Halske einen ernsthaften Konkurrenten.

Immerhin bedurfte der Bügelstromabnehmer einer Reihe von Jahren, damit bei ihm die Praxis die Erfahrungen zeitigte, auf Grund deren er so ausgebildet werden konnte, daß er dem Rollenstromabnehmer gleichwertig oder überlegen wurde. Wenn auch das Prinzip des Bügelstromabnehmers von vornherein festlag und auch bis heute keine wesentlichen Aenderungen erfahren hat, so waren doch zahlreiche Schwierigkeiten in bezug auf die konstruktive Ausbildung sowohl des eigentlichen Bügelgestelles als auch seiner Lagerung und Abfederung zu überwinden und ferner die Wahl eines geeigneten Materials für den Schleifbügel selbst praktisch zu erproben. Auch die Konstruktion und Montage der oberirdischen Stromzuführungsanlage, unter der der Bügelstromabnehmer fehlerfrei arbeiten sollte, war für die Eigenartigkeit dieses Betriebes nach völlig neuen Grundsätzen durchzubilden. Die Erfahrungen, die man mit der Oberleitung bei Verwendung des Rollenstromabnehmers gemacht hatte, waren für den Betrieb mit dem Bügel meist nicht zu verwerten.

Fig. 226.



Die Praxis hat gezeigt, daß der Bügelstromabnehmer insbesondere für Bahnen mit höheren Geschwindigkeiten oder schweren Zügen das einzig zuverlässige System darstellt.

Die erste Bügelkonstruktion besaß eine eiserne Kontaktschiene, und das Bügelgestell

selbst war nur schwach abgedeutert und infolgedessen auch sehr träge. Bei dieser Anordnung trat denn auch eine ganz bedeutende Abnutzung des Fahrdrahtes ein, ein Uebelstand, der sehr bald erkannt wurde und zur Verwendung von Kontaktschienen aus Rundmessing führte, die dann später noch mit Lagermetall umgossen wurden. Aber auch diese Anordnung entsprach nicht den Anforderungen, die man bei einer guten Stromabnahme in bezug auf möglichst geringen Verschleiß und Unterhaltung, sowie auf funkenfreien und ruhigen Gang stellen mußte.

Eine einwandfreie Konstruktion wurde erst bei Verwendung des Aluminiums als Kontaktschiene erreicht, ein Material, das ebenso, wie das inzwischen bedeutend leichter gestaltete Rohrgestell, eine mögliche Gewichtsverringerung der schwingenden Massen herbeiführte, wodurch eine Verringerung des Anpressungsdruckes möglich wurde, ohne die unbedingt erforderliche schnelle Nachgiebigkeit des Bügels bei Aenderungen in der Fahrdrathöhe zu beeinträchtigen.

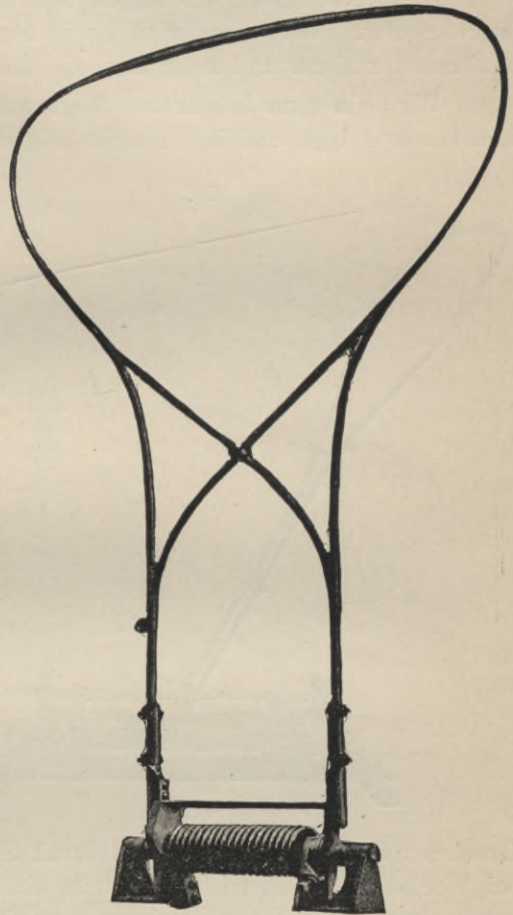
Das Aluminiumschleifstück erhielt eine Nut zur Aufnahme von konsistentem Fett, wodurch ein Schmieren der Bügelflächen und des Fahrdrahtes ermöglicht und dabei ein völlig ruhiger Gang des Bügels erreicht wurde. Die infolge der mechanischen Reibung bedingte Abnutzung des Fahrdrahtes und des Bügels war damit auf ein Minimum reduziert.

Von den aus der Firma Siemens & Halske hervorgegangenen Siemens-Schuckertwerken werden je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen die nachstehend beschriebenen Bügelausführungsformen zur Anwendung gebracht.

Der Bügelstromabnehmer mit fester Drehachse, Fig. 226, findet vorzugsweise bei Straßen- und Kleinbahnen Verwendung. Er eignet sich besonders für nicht zu große Fahrdrathöhen, d. h. etwa 5,5 m über Schienenoberkante, und für eine dauernde Stromabnahme bis zu etwa 50 Amp. bei maximal 30 km Geschwindigkeit. Er gestattet beim Wechsel der Fahrtrichtung, bei geeigneter Anordnung der Leitungsanlage an diesen Stellen, ein selbsttätiges Umlegen; es wird sich jedoch in den meisten Fällen empfehlen, zur Sicherheit noch eine besondere Nieder- und Umlegevorrichtung anzuordnen, die durch den Wagenführer von der Plattform aus bedient wird.

Die Achse, um die sich das Rohrgestell mit dem Aluminiumschleifstück dreht, ist bei diesem Stromabnehmer in zwei festen Lagern gehalten. Neben den Lagern befinden sich auf der Achse zwei drehbare Zwischenstücke und in der Mitte eine Hülse, an der das Rohrgestell mittels eines schmiedeeisernen Bügels befestigt ist.

Fig. 227.

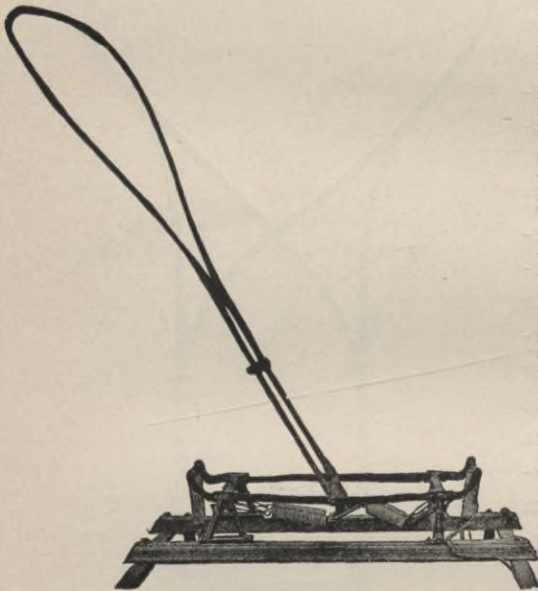


Der Anpressungsdruck des Schleifstückes gegen den Fahrdraht wird durch zwei Federn bewirkt, die über die gußeisnerne Hülse und die Zwischenstücke geschoben und einerseits fest mit der Hülse, andererseits fest mit den Zwischenstücken verbunden sind. Die letzteren legen sich mit einer Knagge gegen eine an den Lagern angebrachte Stellschraube, durch die eine Regelung der Feder-spannung bezw. des Anpressungsdruckes vorgenommen werden kann. Die Federn sind gegeneinander verspannt, und der Bügel hat infolgedessen immer das Bestreben, sich senkrecht einzustellen. Befindet sich der Bügel in seiner Arbeitsstellung, so ist nur eine Feder gespannt, die andere dagegen völlig spannungslos.

Diese Anordnung des Bügels fand bis zum Jahre 1904 die ausgedehnteste Verwendung. Neuerdings wird sie in ähnlicher, aber bedeutend einfacherer und verbesserter Form und zwar nur mit einer Feder ausgeführt, Fig. 227.

Wird ein ganz besonderer Wert auf das selbsttätige Umlegen des Stromabnehmers gelegt, und ist es nicht möglich,

Fig. 228.



dieses durch Höherlegen der Fahrdrähte an den Stellen, wo der Fahrtrichtungswechsel stattfindet, zu erleichtern, so empfiehlt es sich, den Bügelstromabnehmer mit durchfedernder Drehachse, Fig. 228, zur Anwendung zu bringen. Dieser ist infolge seiner vollkommen selbsttätigen Umlegbarkeit beim Wechsel der Fahrtrichtung vorzüglich für Rangierbetrieb geeignet, also insbesondere für Lokomotiven. Bei einem derartigen Stromabnehmer ist die horizontal liegende Drehachse, die das Rohrgestell mit dem Aluminiumschleifstück trägt, federnd gelagert und zwar derart, daß je zwei an den Enden der Drehachse angreifende federnde Hebel das Gewicht des Rohrgestelles aufnehmen. Bei Vergrößerung des senkrechten

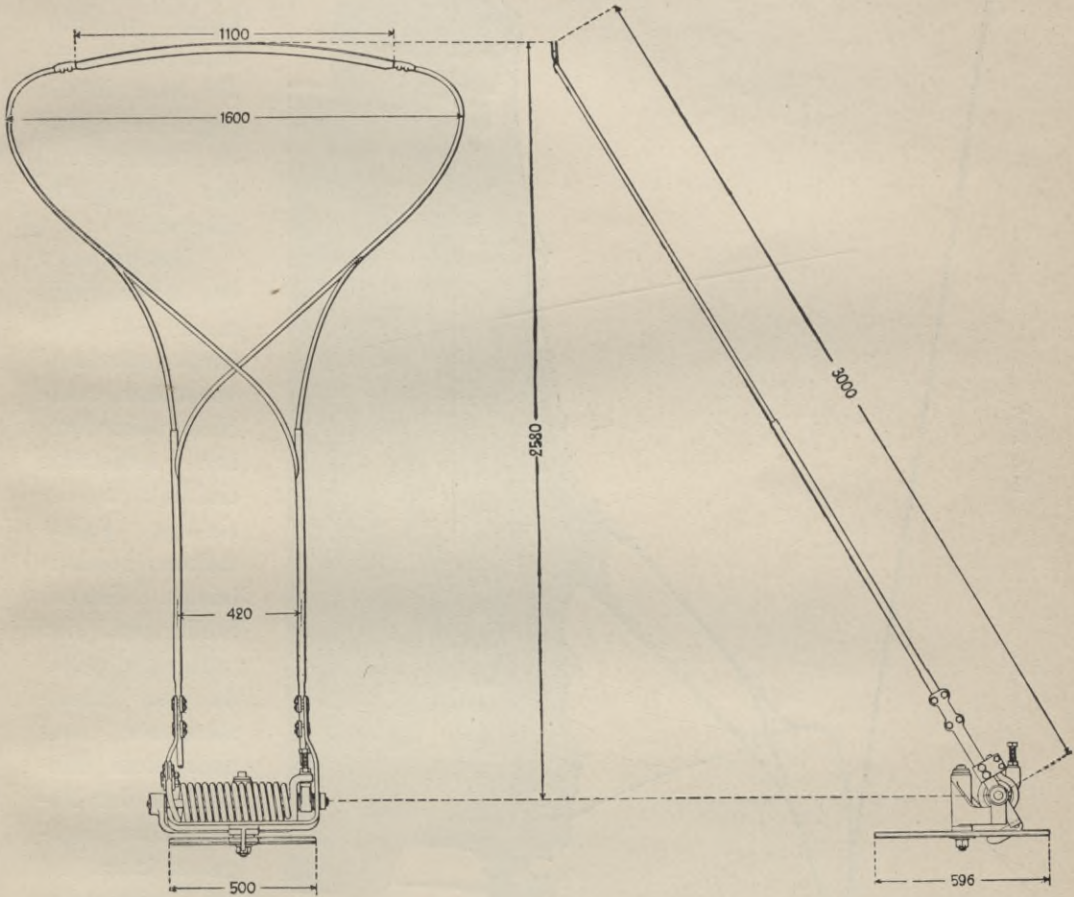
Druckes auf die Drehachse, d. h. durch Steifen des Bügels gegen den Fahrdraht bei Wechsel der Fahrtrichtung, tritt eine senkrechte Durchfederung der Drehachse ein und der Stromabnehmer legt sich vollkommen selbsttätig um.

Der Anpressungsdruck des Schleifstückes gegen den Fahrdraht wird durch zwei Paar Zugfedern erzeugt, die an dem über die Drehachse hinaus verlängerten Rohrgestell angreifen.

Auch für höhere Stromstärken als 50 Amp. sind die beschriebenen Ausführungsformen noch verwendbar, sofern 2 Stromabnehmer auf das Wagendach gesetzt werden oder besondere Schleifstücke der später beschriebenen Art benutzt werden.

Ist durch die Verhältnisse ein öfterer Wechsel der Fahrdrathöhe bedingt und schwankt diese in größeren Grenzen, etwa 7 bis 5,5 m, und müssen außerdem noch größere Stromstärken abgenommen werden, so empfiehlt sich die Verwendung eines drehbaren Stromabnehmers. Die Konstruktion eines solchen Stromabnehmers und zwar mit selbsttätiger Feststellvorrichtung, Fig. 229, ist folgende: Auf einer festen Grundplatte ist ein senkrechter Zapfen angebracht, um den sich ein Doppellager dreht, das eine horizontale Welle trägt. Drehbar

Fig. 229.



um diese Welle ist der Befestigungsbügel angeordnet, an dem das Rohrgestell mit Schleifstück sich befindet. Den Anpressungsdruck des Schleifstückes gegen den Fahrdrath bewirkt eine Feder, die über die horizontale Welle geschoben und einerseits mit dem Befestigungsbügel, andererseits durch eine Knagge mit dem Doppellager verbunden ist. Der Befestigungsbügel ist nach unten über die horizontale Welle hinaus verlängert und läuft in eine Nase aus, die in zwei in der Grundplatte angebrachte Aussparungen eingreift und dadurch eine Drehung des Stromabnehmers um die senkrechte Achse verhindert. Die Aussparungen in der Grundplatte sind um  $180^\circ$  gegeneinander verschoben und entsprechen

den beiden Fahrtstellungen. Vermittelt einer Schraube kann die Federspannung bzw. der Anpressungsdruck reguliert werden.

Soll die Fahrtrichtung gewechselt, d. h. der Stromabnehmer umgelegt werden, so wird er zunächst vermittelt einer am Rohrgestell befestigten Leine so

tief niedergezogen, daß die Nase des Befestigungsbügels aus der Grundplatte ausklinkt, und alsdann gedreht, bis die Nase in die gegenüberliegende Aussparung der Grundplatte eingreift.

Das Umlegen des Stromabnehmers geht sehr leicht und schnell vonstatten, da die Nase beim Drehen selbsttätig einklinkt und die richtige Fahrtstellung gewährleistet. Falsche Stellungen sind ausgeschlossen, da der Stromabnehmer erst nach dem Einklinken der Nase wieder hochgehen kann. Ist es notwendig, sehr niedrige Unterführungen zu befahren, bei denen der Strom-

abnehmer fast horizontal liegt, so ist die selbsttätige Feststellvorrichtung nicht anwendbar, sondern der Stromabnehmer wird fest auf einer horizontal drehbaren Scheibe montiert, Fig. 230, die mit zwei Aussparungen versehen ist, in die eine von der Plattform aus bedienbare Sperrklinke eingreift, die den Stromabnehmer für die jeweilige Fahrtrichtung arretiert. Ein Drehen des Stromabnehmers um

Fig. 230.

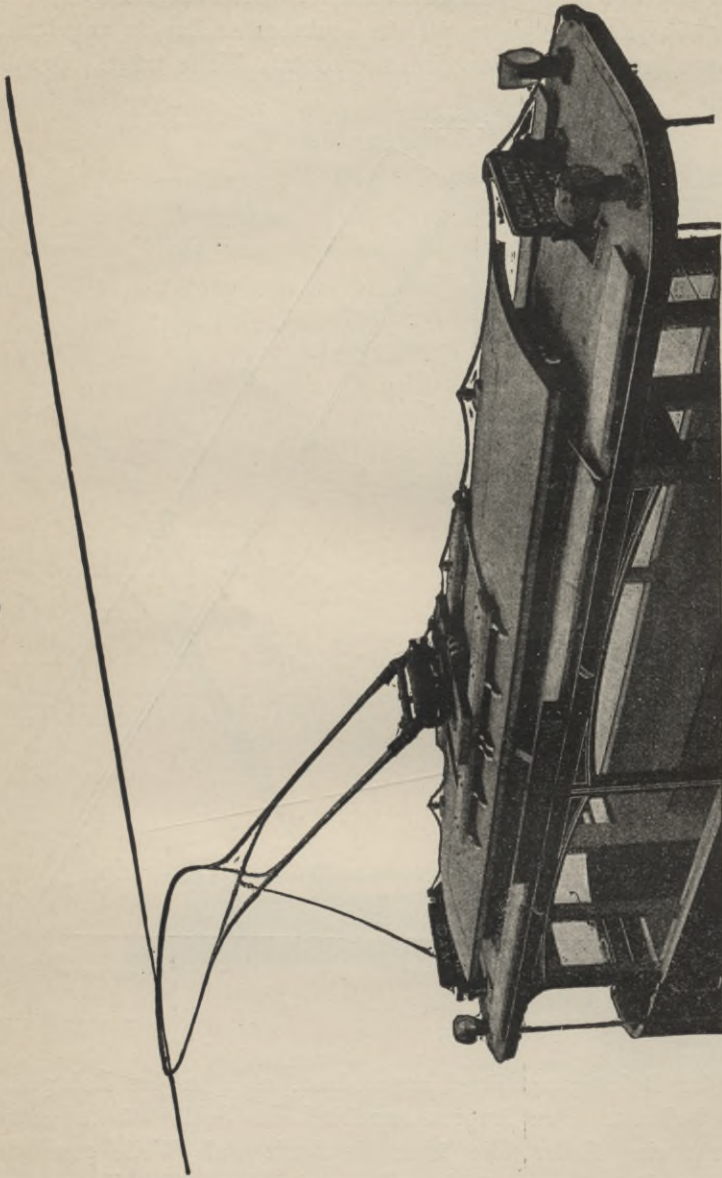






Fig. 231.

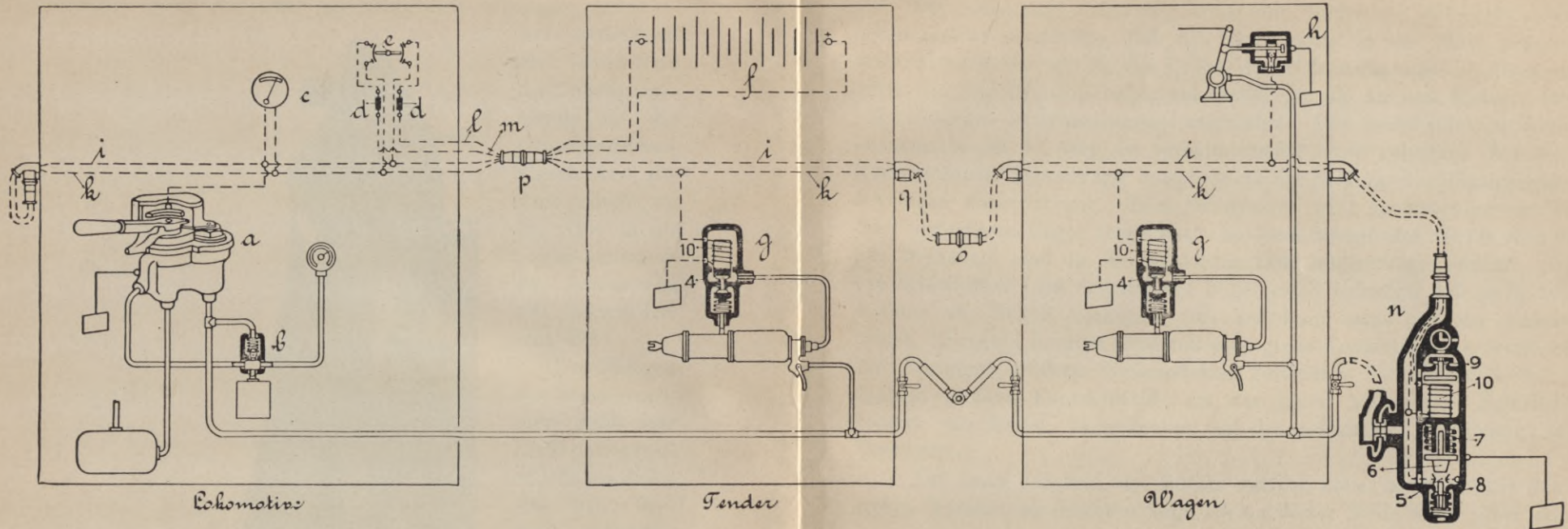


Fig. 232.

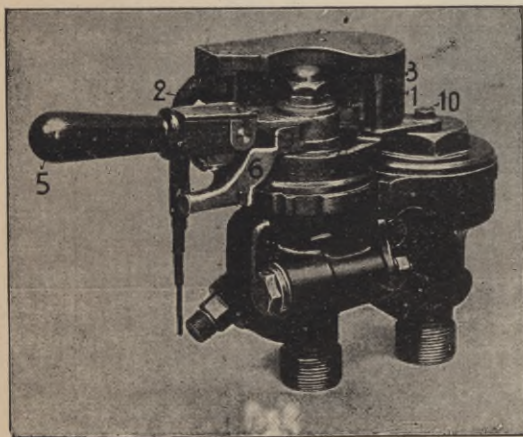


Fig. 233.

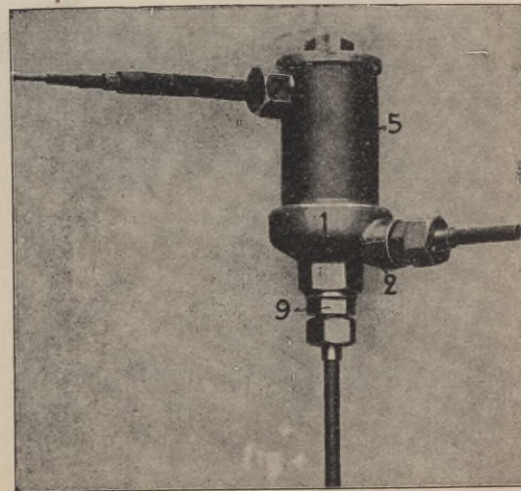


Fig. 234.

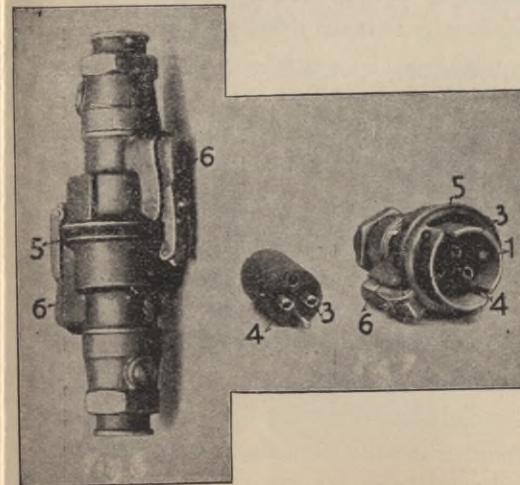
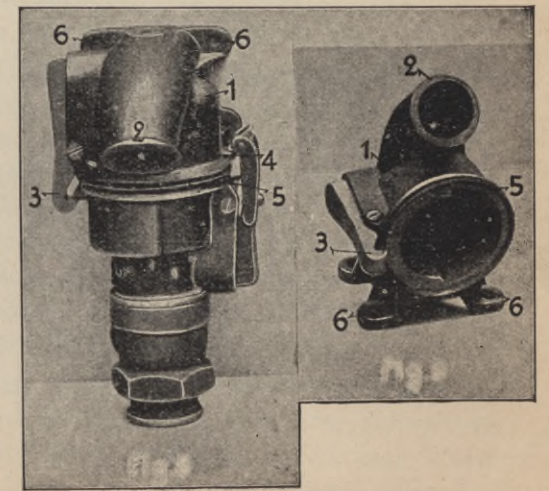


Fig. 235.





seine senkrechte Achse ist bei dieser Anordnung nur nach Betätigung der Sperrklinke möglich. Diese drehbaren Stromabnehmer eignen sich infolge der verhältnismäßig flachen Lage des Bügels auch besonders für größere Geschwindigkeit.

Die Schleifstücke sind aus Aluminium hergestellt, mit Fettschmierung versehen und so ausgebildet, daß die Querschnitte in der Mitte bedeutend mehr Material aufweisen als an den Enden, da erfahrungsgemäß die Abnutzung in der Mitte des Schleifstückes bedeutend größer ist als an den Enden. Die Schleifstücke werden verschiedenartig ausgeführt. Das Schleifstück z. B. für Stromabnahme bis zu 50 Amp. ist verhältnismäßig leicht gehalten. Bei ihm sind die Kontaktflächen abgeschrägt, entsprechend der Neigung des Bügelgestelles und der jeweiligen Fahrtrichtung. Dies Schleifstück wird hauptsächlich für die selbsttätig umlegbaren Bügel verwendet. Bei dem Schleifstück für die oben besprochenen Drehbügel sind die Kontaktflächen nicht abgeschrägt, sondern gerade, und das Schleifstück wird derartig am Bügelgestell befestigt, daß es in der Arbeitsstellung des Bügels senkrecht zum Fahrdraht steht und ihn gleichzeitig mit beiden Schenkeln berührt, wodurch eine große Kontaktfläche erreicht wird. Das zur Abnahme größerer Stromstärken bestimmte V-Schleifstück hat eine bedeutend größere Kontaktfläche, als das zuerst besprochene Schleifstück, und kommt, wie dieses, hauptsächlich bei den selbsttätig umlegbaren Bügeln zur Verwendung.

Auf einen Vergleich des Bügels mit der Rolle, sowie auf die Betonung der großen Vorteile des ersteren kann ich an dieser Stelle nicht näher eingehen.

## VI. Luftdruckbremse mit elektrischer Steuerung (Siemens-Bremse der Firma Siemens & Halske).

Wenn eine Beschreibung dieser Bremsvorrichtung anscheinend auch nicht in den Rahmen meines Buches hineinpaßt, so halte ich es doch für angezeigt, diese wichtige Konstruktion trotzdem im folgenden ausführlicher zu behandeln, da sie auch bei den elektrischen Bahnen eine sehr hervorragende Rolle spielt.

Zu den wichtigsten technischen Einrichtungen im Eisenbahnbetriebe gehören die Bremsenrichtungen der Eisenbahnfahrzeuge, denn auf der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Bremswirkung beruht zum großen Teile die Sicherheit des Betriebes. Auch die vielfach erörterte Frage über die Zulässigkeit einer weiteren Erhöhung der Zuggeschwindigkeit, deren Lösung der wachsende Verkehr immer dringender fordert, ist vorwiegend eine Bremsfrage. Aus der richtigen Würdigung dieser Tatsache entspringt daher auch das Bestreben der technischen Kreise, die Bremsenrichtungen immer vollkommener auszugestalten und die durchgehenden Bremsen auch für Güterzüge verwendbar zu machen.

Auf dem europäischen Festlande hat zur Zeit die Luftdruckschnellbremse von Westinghouse ihrer vorzüglichen Eigenschaften wegen die größte Verbreitung für die schnellfahrenden Personenzüge gefunden. Dennoch haften auch dieser Schnellbremse noch Unvollkommenheiten an, die ich aber hier nicht näher berühren will.

Diese Unvollkommenheiten werden ohne Aenderung der jetzigen Luftdruckbremse durch Anwendung der elektrischen Steuerung, Bauart Siemens, beseitigt. Ferner wird durch diese Steuerung eine wesentliche Verkürzung des Bremsweges unter Vermeidung jeglichen Stoßes erreicht und außerdem die Brems-einrichtung dauernd auf ihren betriebsstüchtigen Zustand selbsttätig überwacht. Auch ist die Länge der Züge bei Anwendung elektrischer Steuerung ohne Einfluß auf die Betriebssicherheit und die Länge des Bremsweges, so daß die Luftdruckbremse auch für Güterzüge und Militärzüge verwendbar wird, wodurch deren Fahrgeschwindigkeit bei erhöhter Betriebssicherheit erheblich gesteigert werden kann. Das Vorhandensein von Leitungswagen im Zuge ist ohne Einfluß auf die Steuerung der Bremse.

Von einer Beschreibung des Wesens und der Wirkung der elektrischen Steuerung für Luftdruckbremsen im allgemeinen, sowie der Vorteile der elektrisch gesteuerten Luftdruckbremse gegenüber der Westinghouse-Schnellbremse muß ich, um im Rahmen meines Buches zu bleiben, Abstand nehmen. Es sollen dagegen die Gesamtanordnung und die einzelnen Teile der elektrischen Steuerung für Luftdruckbremsen im folgenden eine ausführliche Beschreibung erfahren.

In Fig. 231, Taf. XIII, ist die Anordnung der elektrischen Steuerung für Fahrzeuge mit Westinghouse-Bremse dargestellt. Auf dem hinteren Teile des Tenders befindet sich, in einem mit Eisenblech beschlagenen Holzkasten eingebaut, die Stromquelle *f*, welche aus 20 Akkumulatoren-Elementen bzw. 40 Trockenelementen besteht. Die Stromquelle ist mit den den Zug entlang geführten elektrischen Kabeln *i*, *k*, durch die Kabel *l*, *m*, in welchen der Schalter *e* und die Sicherungen *d* liegen, verbunden. Zwischen Kabel *i* und Erde liegen der auf dem Führerbremssventil sitzende Bremschalter *a*, sämtliche mit der Notbremse gekuppelten Notbremschalter *h* und der durch den Druck in der Hauptluftleitung gesteuerte elektrische Schalter *5* des Schlußventils *n*; zwischen Kabel *k* und Erde liegen die Elektromagnet-Wicklungen der elektrischen Steuerventile *g*; ferner liegen zwischen den Kabeln *i* und *k* die Ruhestromwicklung 10 des Schlußventils *n* und der Spannungszeiger *c*. Letzterer zeigt an, ob die Stromquelle mit den Kabeln *i*, *k* verbunden ist, und gibt gleichzeitig Aufschluß über den Ladezustand der Stromquelle *f*.

Durch Schließen des Bremschalters *a* oder eines Notbremschalters *h* von Hand wird das Kabel *i* an Erde gelegt und der Stromlauf: + Pol der Stromquelle *f*, Kabel *m*, Kabel *k*, Wicklung 10 der elektrischen Steuerventile *g*, Erde, Bremschalter *a* bzw. Notbremschalter *h*, Kabel *i*, Kabel *l*, — Pol der Stromquelle *f* hergestellt. Die Elektromagnete der Steuerventile *g* werden erregt und öffnen die zwischen Bremszylinder und Hauptluftleitung liegenden Ventile *g* 4; es strömt nunmehr in sämtlichen Bremswagen gleichzeitig Druckluft aus der Hauptleitung in die Bremszylinder über. Infolge der hiermit verbundenen plötzlichen Druckminderung in der Hauptluftleitung steuern die Funktionsventile um und verbinden die Bremszylinder auch mit den Hilfsluftbehältern. Es findet also auf doppeltem Wege eine Ladung der Bremszylinder und damit ein sehr schnelles Anziehen der Bremse statt und zwar in allen Bremswagen gleichzeitig. Entsprechend der Dauer des Stromschlusses ist die in die Bremszylinder über-

geführte Menge Druckluft verschieden groß. Durch wiederholtes, kurze Zeit dauerndes Schließen des elektrischen Stromes kann die Bremskraft in beliebig feinen Stufen allmählich gesteigert werden. Wird dagegen der Stromkreis längere Zeit geschlossen gehalten, so steigt der Bremsdruck ununterbrochen schnell bis zu seinem Höchstwert an.

Sinkt der Druck in der Luftleitung unter 2,8 Atm., so schließt die dem Luftdruck entgegenwirkende Feder 7 zuerst den elektrischen Schalter 5 des Schlußventils n und öffnet sodann das zwischen Luftleitung und Außenluft liegende Ventil n 8. Der Schalter n 5 legt das Kabel i an Erde, wodurch sämtliche Bremsen auf elektrischem Wege angezogen werden, und das Ventil n 8 sucht die Bremsen weiterhin auch noch pneumatisch anzustellen.

Durch Öffnen des Schalters a von Hand, Lösen der elektrischen Kupplungen, oder infolge von Durchbrennen der Sicherungen d, Versagen der Stromquelle oder Zerreißen der elektrischen Kabel wird der vom + Pol der Stromquelle f über Kabel m, Kabel k zur Elektromagnet-Wicklung 10 des Schlußventils n fließende und von hier aus über Kabel i und l zum — Pol der Stromquelle f zurückkehrende Ruhestrom unterbrochen. Die Wicklung n 10 wird stromlos und ihr Eisenkern ist nicht mehr imstande, das zwischen Hauptluftleitung und Außenluft liegende Ventil n 9 geschlossen zu halten, dieses wird sich daher unter der Wirkung des auf ihm lastenden Leitungsdruckes öffnen. Die Leitungsluft strömt ins Freie und die Bremsen werden hierdurch in bekannter Weise angezogen.

Der Bremsschalter, Fig. 232, Taf. XIII, ist auf dem Führerbremssventil derart angeordnet, daß letzteres bis auf den Handgriff unverändert bleibt und Bremsventil und Bremsschalter durch ein und denselben Handgriff bewegt werden können.

Behufs Abhebens des Bremsschalters vom Führerbremssventil ist außer den auf der Handgriffspindel bereits vorhandenen Muttern nur noch eine einzige Schraube 10 zu lösen.

Der Bremsschalter besteht aus einem Gehäuse 1, in welchem isoliert die Kontaktschiene 2 gelagert ist, und einem die Kontaktfedern 3 und 4 tragenden Handgriff 5. Kontaktfeder 4 (in Figur nicht angedeutet) dient nur dazu, die Erdung von 2 sicherzustellen. Eine magnetische Funkenlöschvorrichtung bekannter Art verhindert das Verbrennen der Kontakte.

Der Handgriff 5 sitzt nicht unmittelbar, sondern unter Zwischenschaltung eines Hilfshebels 6 auf einer Handgriffspindel, wobei sich 5 und 6 gegeneinander um einen begrenzten Winkel bewegen können. Der sich hierbei ergebende tote Gang kann durch Niederdrücken des Handgriffs aufgehoben werden, zu welchem Zwecke eine Nase vorgesehen ist, die sich beim Niederdrücken des Handgriffs (drehbar um eine Achse) vor einen Anschlag schiebt. Der Hilfshebel trägt eine Sperrklinke zur Einstellung des Führerbremssventils in bestimmte Stellungen.

Abgesehen von der rein elektrischen Steuerung wird der Handgriff nur in herabgedrücktem Zustande, also fest verbunden mit dem Drehschieber des Führerbremssventils, bewegt. Soll elektrisch gebremst werden, so wird zunächst der herabgedrückte Handgriff in die Abschlußstellung gebracht und dann der Hand-

griff allein, soweit es der tote Gang zwischen ihm und dem Drehschieber gestattet, weiter gedreht. Hierbei berührt die Kontaktfeder 3 die Kontaktschiene 2 und ein elektrischer Strom durchfließt die Steuerventile, wodurch sämtliche Bremsen gleichzeitig angezogen werden. Wird jetzt der Handgriff losgelassen, so geht er unter dem Einfluß der zwischen ihm und 6 liegenden Feder 9 um das Maß des toten Ganges wieder zurück und der elektrische Strom wird unterbrochen; eine weitere Steigerung der Bremskraft findet daher nicht mehr statt.

Die Länge der Kontaktschiene 2 ist derartig bemessen, daß das Anstellen der Bremsen auf elektrischem Wege in allen Stellungen selbsttätig eintritt, in denen es auch auf pneumatischem Wege erfolgt. Ein Anstellen der Bremsen auf pneumatischem und elektrischem Wege soll jedoch nur in Notfällen stattfinden, zu welchem Zwecke dann der Bremshebel in die äußerste Stellung „Schnellbremsung“ umgelegt wird.

Das elektrische Steuerventil, Fig. 233, Taf. XIII, ist mittels Eisen-schellen am Untergestell der Wagen und Tender in der Nähe der Bremszylinder befestigt. Es besteht aus einem Ventilgehäuse 1, dessen oberhalb des Ventilsitzes liegender Teil mittels des Stutzens 2 an die Hauptluftleitung und dessen unterer Teil unter Zwischenschaltung eines im Gehäuse 9 sitzenden Rückschlagventils an den Bremszylinder angeschlossen ist. Der Ventilkörper ist mit einem im Kern des Elektromagneten 5 geführten Anker fest verbunden. Die Wickelung des Elektromagneten ist einerseits an das Kabel k der Fig. 231, Taf. XIII, und andererseits an Erde angeschlossen. Der Anschluß des Kabels erfolgt mittels Steckkontakts; ein unbeabsichtigtes Lösen wird durch eine um das Kabel gegossene Bleiplombe, die durch die Ueberwurfmutter 7 festgehalten wird, gehindert. Der auf dem Ventilkörper lastende Leitungsdruck hält das Ventil geschlossen, während der Elektromagnet es öffnet, sobald er von Strom durchflossen wird. Ein Rückschlagventil verhindert ein Rückströmen der Druckluft aus dem Bremszylinder in die Hauptluftleitung. Die Remanenz des Elektromagneten wird durch eine Plattenfeder unschädlich gemacht.

Die zweipolige elektrische Kuppelung, Fig. 234, Taf. XIII, dient zur Verbindung der Kabel zwischen den einzelnen Wagen, sowie zwischen Wagen und Tender der Lokomotive. Die Kuppelungshälften sind einander vollständig gleich und gewährleisten durch die Verwendung der Zungen 1 und 2 und die gezeichnete Lage der Kontakte stets die richtige Verbindung der Kabelenden, wie auch immer die Wagen im Zuge stehen. Die Zungen 1, 2 verhindern weiterhin die zufällige Berührung der beiden Kontaktstifte 3, 4 einer Kupplungshälfte durch einen fremden Gegenstand.

Trotzdem stets die gleich gelegenen Kontakte der Kuppelungshälften zusammenkommen, ist es ferner durch die eigenartige Querschnittsform möglich geworden, die Kontakte als Steckkontakte auszubilden und ihnen mehrere Berührungsflächen zu geben, so daß eine gute elektrische Verbindung unter allen Umständen gewährleistet ist.

Das Eindringen von Wasser in die Kuppelung wird durch die Gummiringe 5 verhindert, außerdem sind die Isolationswege so groß, daß die Betriebssicherheit

der elektrischen Steuerung auch noch vorhanden ist, wenn Wasser in die Kuppelung eingedrungen sein sollte.

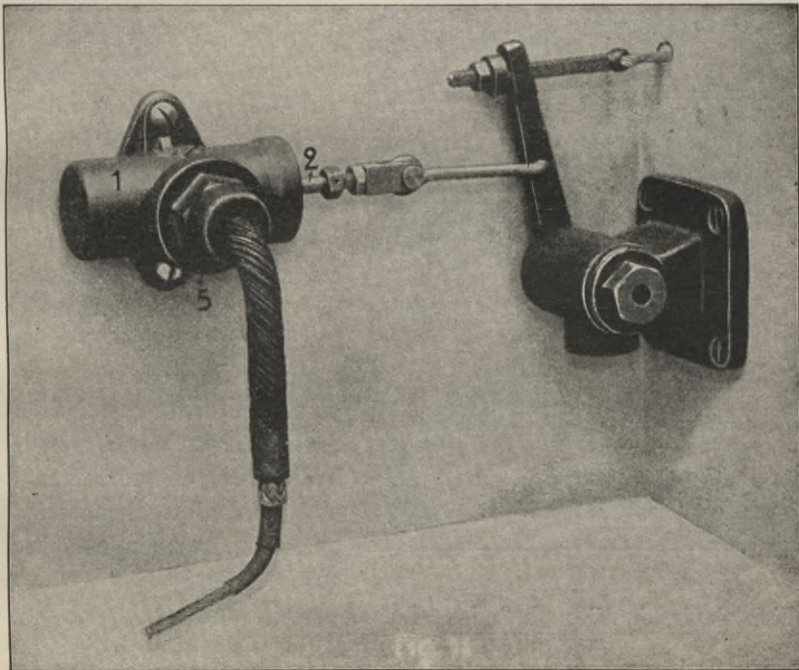
Ein unbeabsichtigtes Lösen der Kuppelung wird durch die Schnapphebel 6 verhindert.

Die vierpolige elektrische Kuppelung, p in Fig. 231, Taf. XIII, dient zur Verbindung der Kabel zwischen Lokomotive und Tender; sie unterscheidet sich von der vorhergehenden nur dadurch, daß noch zwei Stekkontakte hinzugekommen sind, welche die Stromquelle auf dem Tender mit dem Schaltbrett auf der Lokomotive verbinden.

Die Blindkuppelung, Fig. 235, Taf. XIII, dient dazu, die ungekuppelten Kuppelungshälften gegen das Eindringen von Regen und Schmutz zu schützen und gleichzeitig die Kabel aus den Fahrzeugen herauszuführen. Sie besteht aus einem mit dem Boden nach oben stehenden topartigen Gefäß 1, über welches die Kabelführung 2 rohrförmig gelagert ist. Schnapphebel 3 und Nase 4 dienen zum Festhalten der eingesteckten Kuppelung und der Gummiring 5 zur Abdichtung. Die Befestigung der Blindkuppelung an der Stirnwand des Fahrzeuges erfolgt mittels der Lappen 6.

Der Notbremswechsler, Fig. 236, ist als ein geschlossener Zylinder 1 ausgebildet, in dem die mit dem Hebel des Notbremsahnes verbundene Stange 2

Fig. 236.



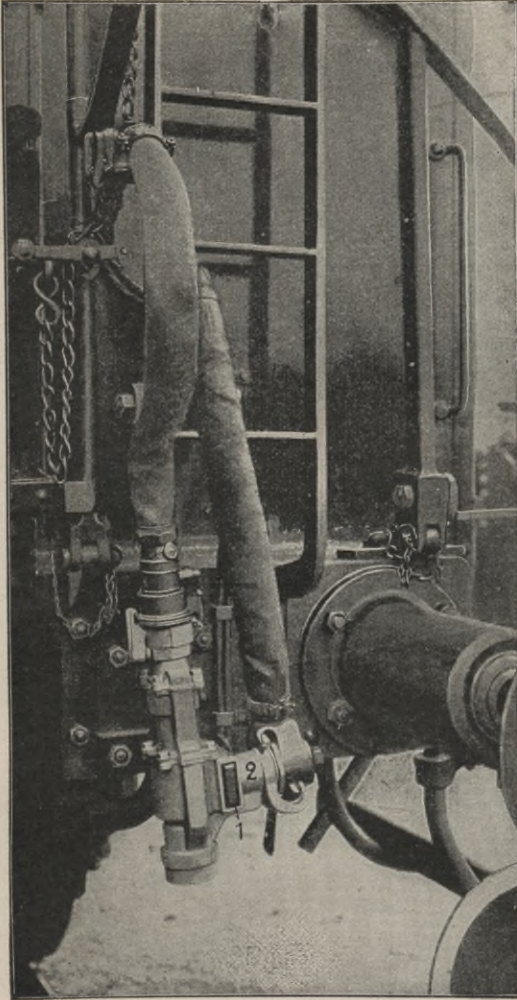
verschiebbar ist. Auf der Stange 2, welche dauernd an Erde liegt, sitzen Schleifedern, welche einen isoliert im Gehäuse sitzenden Schleifring berühren, sobald die Stange beim Oeffnen des Notbremsahnes etwas herausgezogen wird. Der



Schleifring ist mittels Steckkontakts an das Kabel angeschlossen; ein unbeabsichtigtes Lösen des Kabels wird durch eine um dasselbe gegossene Plombe und die Ueberwurfsmutter 5 verhindert.

Das Rückschlagventil, b in Fig. 231, Taf. XIII, ist zwischen Hauptluftleitung und Bremsventil-Luftbehälter derart geschaltet, daß Luft wohl aus dem Luftbehälter in die Hauptluftleitung, nicht aber umgekehrt fließen kann. Hier-

Fig. 237.



durch wird es möglich, das den Druck im Bremsventil-Luftbehälter anzeigende Manometer auch zum Messen des Druckes in der Hauptluftleitung bei elektrischer Steuerung der Bremse zu benutzen.

Das Schlußventil, Fig. 237, wird am Ende des Zuges mit der Öffnung 1 auf einen an der Stirnwand angebrachten Eisenwinkel aufgeschoben und auf diesem durch einen im Zylinder 2 befindlichen, unter dem Druck der Luft in der Hauptluftleitung stehenden Kolben festgehalten. Der Anschluß an die Hauptluftleitung erfolgt durch Kupplung, der Anschluß an die elektrischen Leitungen i, k (Fig. 231, Taf. XIII) ebenfalls durch Kupplung.

In dem Schlußventil befindet sich der Schalter 5 (Fig. 231, Taf. XIII), welcher durch den Kolben 6 gesteuert wird, der einerseits unter dem Drucke der Luft in der Hauptluftleitung, andererseits unter dem Drucke der Feder 7 steht. Durch diesen Kolben wird ferner beim Sinken des Luftdruckes in der Hauptluftleitung ein zwischen letzterer und Außenluft liegendes Ventil 8 geöffnet, nachdem der Schalter 5 geschlossen ist.

In dem Schlußventil n befindet sich noch ein zweites ebenfalls zwischen Hauptluftleitung und Außenluft liegendes Ventil 9, das durch den zwischen den Leitungen i, k liegenden Ruhestrom-Elektromagneten 10 geschlossen gehalten und bei Unterbrechung des Ruhestromes durch den auf ihm lastenden Leitungsdruck selbsttätig geöffnet wird.

## J. Schwebebahnen.

### I. Die Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel der Kontinentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg.

**a) Allgemeines:** Die zweigleisige Hochbahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel nach dem einschienigen Schwebebahnsystem Eugen Langen (Fig. 238) ist die erste öffentliche Schwebebahnanlage für Personenbeförderung. Die Bahn ist in ihrem ganzen Umfange im Jahre 1903 dem öffentlichen Verkehr übergeben worden.

**b) Beschreibung der wesentlichen Teile der Bahnanlage:** Die Bahn beginnt bei dem Bahnhofe Barmen-Rittershausen und folgt zunächst dem Wupperlaufe mitten durch die Industriestädte Barmen und Elberfeld. Kurz vor dem Elberfelder Vororte Sonnborn verläßt sie die Wupper, um der durch Sonnborn und Vohwinkel führenden Hauptstraße zu folgen, und endigt neben dem Staatsbahnhofe Vohwinkel.

Die kleinsten Krümmungen in den Hauptgleisen haben im allgemeinen 90 m Halbmesser; nur unmittelbar vor dem Endbahnhofe Vohwinkel befindet sich in dem Ankunftsgleis eine Krümmung von 30 m Halbmesser. Dagegen kommen in den Nebengleisen Krümmungen von 8 m Halbmesser vor.

Die stärkste Steigung beträgt 1 : 22. Dabei sind die Steigungen und Krümmungen durchwegs so gewählt, daß in den Hauptgleisen nirgends eine Verringerung der Geschwindigkeit erforderlich wird.

Die größte Fahrgeschwindigkeit ist durch die kurzen Stationsabstände auf 40 km in der Stunde bemessen (Reisegeschwindigkeit rund 25 km).

Der Stromverbrauch ist bei der Schwebebahn verhältnismäßig sehr gering.

Die Leistung der Bahn ist sehr groß, da beliebig lange Züge in sehr kurzer Zeitfolge hintereinander befördert werden können.

Durch ein mit der Bahnanlage verbundenes selbsttätiges Blocksystem wird eine Zugfolge von 2 $\frac{1}{2}$  Minuten ermöglicht. Auf jeder Haltestelle ist nach beiden Richtungen ein Ausfahrtssignal vorhanden, welches dem Wagenführer anzeigt, daß die vorliegende Strecke und die nächste Station frei sind. Die Signale werden beim Vorbeifahren durch die Stromabnehmer des Zuges selbsttätig von der Fahrtstellung auf Halt gestellt, und erst nachdem das zuletzt passierte Signal auf Halt gestellt ist, stellt sich das weiter zurückliegende Signal wieder auf Fahrt ein. Versagt die Vorkehrung, und bleibt bei der Vorbeifahrt das Signal

Fig. 238.

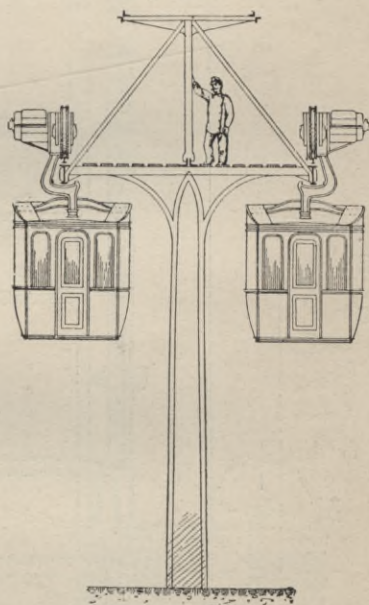
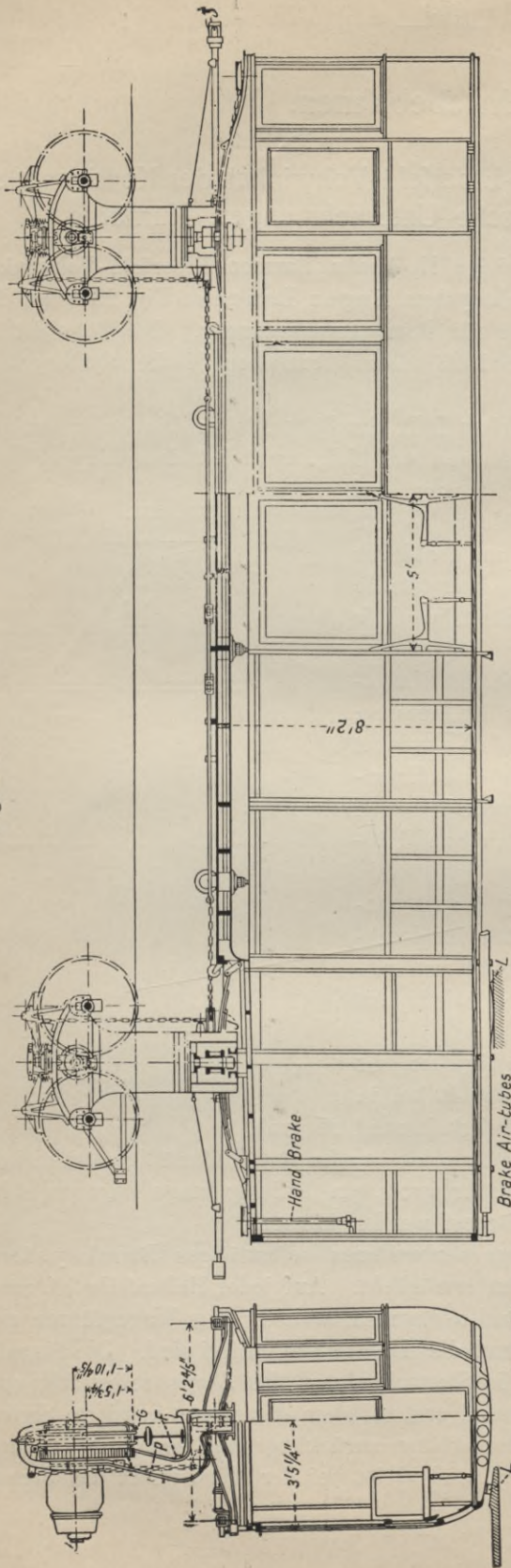


Fig. 239.



auf Fahrt stehen, so muß das weiter zurückliegende Signal auf Halt bleiben, wodurch jede Gefahr eines Zusammenstoßes ausgeschlossen ist. Sobald das Signal also freie Fahrt zeigt, ist der Wagenführer sicher, daß er ohne weiteres bis auf die nächste Station gelangen kann. Er hat somit während der Fahrt keinerlei Signale zu beobachten und lediglich darauf zu sehen, daß er auf der nächsten Station wieder zum Halten kommt.

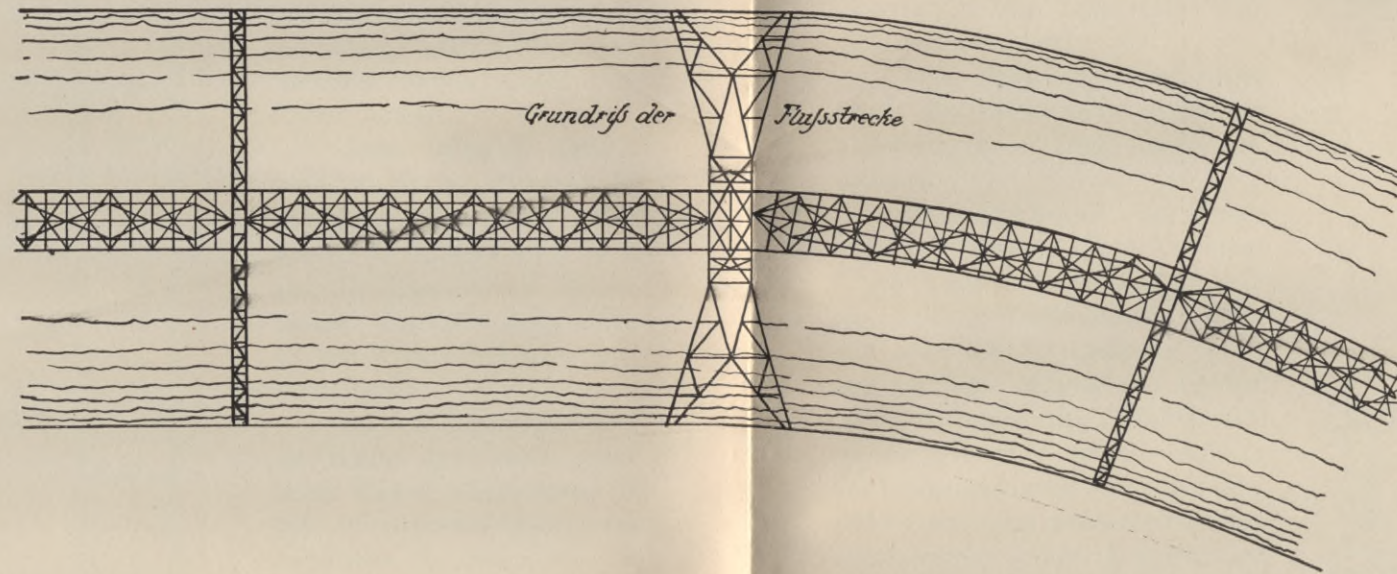
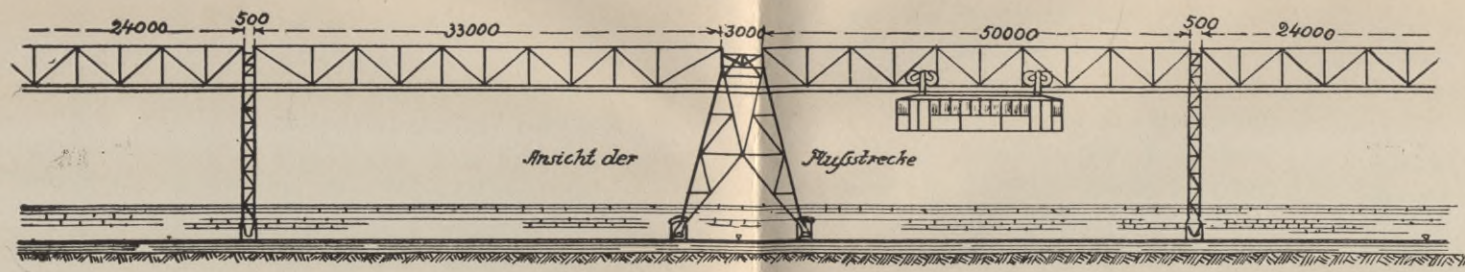
Jeder Wagen enthält rund 50 Plätze, darunter 30 Sitzplätze. Etwa  $\frac{1}{3}$  der Plätze ist als II. Klasse-, der Rest als III. Klasse-Abteil ausgestattet. Fig. 239 zeigt einen solchen Wagen im Längs- und Querschnitt.

Bei den Wagenzügen wird die Hälfte der Räder sämtlicher Wagen angetrieben, so daß die Geschwindigkeit des Anfahrens und Anhaltens von der Länge der Züge unabhängig ist.

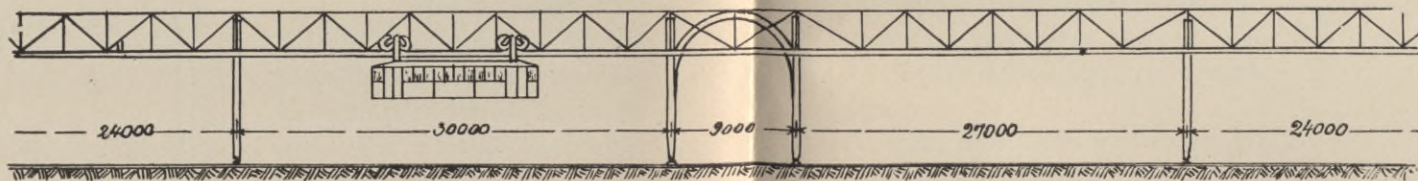
Die Wagen hängen an 2 Drehgestellen, so daß sie trotz ihrer Größe leicht enge Krümmungen durchfahren können. Der Abstand der Drehgestelle beträgt 8 m. Jedes Drehgestell hat 2 Laufachsen, zwischen denen je ein elektrischer Motor angebracht ist. Die gesamte Anordnung der Drehgestelle und der Aufhängeart ist in Fig. 240 dargestellt. Der Drehgestellrahmen r umgreift den Schienenträger t und die Schiene s mit



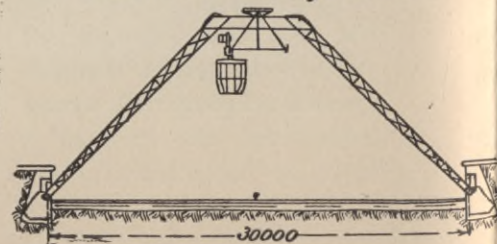
Fig. 242.



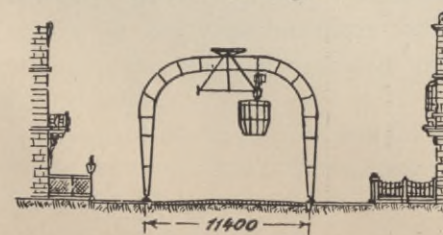
*Ansicht der Straßenstrecke.*



*Schnitt durch die Flussstrecke.*



*Schnitt durch die Straßenstrecke.*





so geringem Spielraum, daß nicht nur ein Abheben der Räder von der Schiene, also ein Entgleisen ganz unmöglich ist, sondern daß selbst beim Bruche der verschiedensten Einzelteile ein Loslösen des Wagens von der Bahn ganz ausgeschlossen erscheint.

Die Motoren eines jeden Wagens leisten bei 550 Volt Spannung je 36 PS., welche Leistung durch Hintereinander- und Parallelschaltung der Motoren, sowie durch Vorschalten und Abschalten von Widerständen in vielfacher Weise abgestuft werden kann (siehe auch elektrische Bahnen).

Der elektrische Strom wird durch die Gleitkontakte g aus der Stromleitung e (Fig. 240) entnommen.

Das Bremsen der Wagen kann in dreifacher Weise erfolgen: 1. durch eine Luftdruckbremse nach dem System Westinghouse, welche von oben auf die Laufräder wirkt und vom Führerstande aus betätigt wird; 2. durch eine Handbremse, welche gleichfalls auf das Gestänge der Luftdruckbremse wirkt und vom Führer wie auch vom Schaffner betätigt werden kann; 3. durch eine elektrische Bremse, welche derart wirkt, daß die Motoren vom äußeren Stromkreis abgeschaltet und als Dynamos geschaltet werden und auf Widerstände arbeitend Strom geben.

Als Schienen werden bei der Elberfelder Schwebebahn jetzt

Stumpfstoß-Schienen verwendet, welche mittels Unterlagplatten und einer Holzunterlage auf den Schienenträgern befestigt werden. Der Schienenträger hat Doppel-T-Form und ist in seiner unteren Fläche durch einen um den Schienenkopf beschriebenen Kreis begrenzt, wodurch erreicht wird, daß beim Ausschwingen des Wagens die den Schienenträger umfassenden Teile in jeder Lage des Wagens ein Entgleisen unmöglich machen und gleichwohl ein Ausschwingen der Wagen nicht behindern.

Die Bahnträger sind sowohl über der Wupper wie auch auf den Straßenstrecken in einheitlicher Weise gebaut und zwar nach einem von der ausführenden

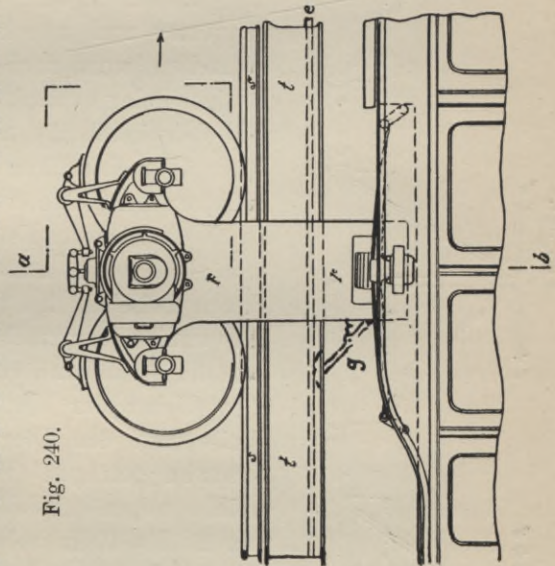
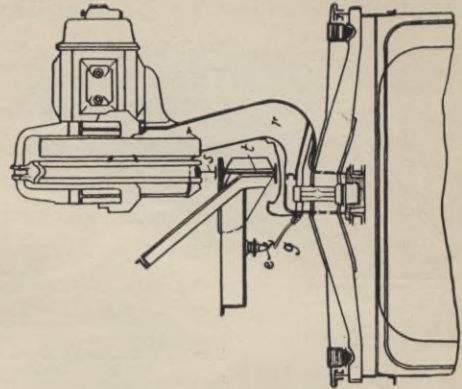


Fig. 240.

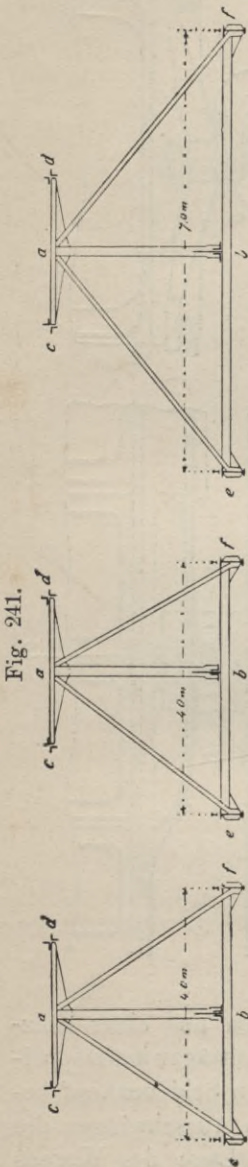
Baugesellschaft, der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenengesellschaft Nürnberg, erfundenen Tragwerk, D. R. P. 91642. In Fig. 241 sind die Querschnitte dieses Tragwerks skizziert (links für gerade Strecken, in der Mitte für Krümmungen, rechts für Haltestellen mit Mittelbahnsteig), und Fig. 242, Taf. XIV, gibt ein Uebersichtsbild der gesamten Anordnung.

Da die Wupper in Barmen und Elberfeld sehr wenig gerade Strecken aufweist, war eine derartige Trägeranordnung, die in den Krümmungen keinerlei Schwierigkeiten bereitet, für diese Bahnanlage von besonderem Vorteil; noch ausschlaggebender für die Wahl des Trägersystems war jedoch der Umstand, daß diese Bauart, bei der nur ein einziger Bahnträger vorhanden ist, auch in der perspektivischen Ansicht stets ein leichtes und klares Bild gibt, während Eisenbauwerke mit mehreren Hauptträgern wegen der vielfachen und unregelmäßigen Ueberkreuzungen von Eisenstäben fast immer wirr und unklar aussehen.

Zwischen den beiden Fahrsehnien läßt sich ein bequemer und zweckmäßig gelegener Revisionssteg herstellen, wozu nach Lage oder Art der Bahn ein durchlässiger Belag gewählt wird. Bei der Bahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel, die teils über der Wupper, teils in der Mitte über Fahrdämmen liegt, ist der 4 m breite Raum zwischen den Schienen mit schmalen Bohlen belegt, wodurch ein sicheres Nachsehen der Gleise und der Leitung ermöglicht wird. Das Regenwasser wird durch die großen Fugen zwischen den Bohlen nirgends zurückgehalten, so daß unmittelbar nach dem Regen auch der Tropfenfall von der Bahn aufhört.

Ueber der Wupper wird die Bahn in einheitlicher Weise von den Ufern aus durch schräg stehende Stützen getragen (Fig. 242, Taf. XIV, und Fig. 243), welche wegen der hohen Lage der Bahn bei Flußbreiten von 15 bis 40 m sehr zweckmäßig sind, weil sie fast nur auf Druck und sehr wenig auf Biegung beansprucht werden. Die Stützen können daher durchweg sehr leicht gehalten werden und verursachen verhältnismäßig geringe Herstellungskosten. Bei solcher Anordnung kann das Durchflußprofil in vielen Fällen, zumal da, wo die Hochwasserlinie ziemlich tief unter der Oberkante der Ufermauern liegt, ganz frei gehalten werden. Wo allerdings,

wie in Barmen und Elberfeld, diese Linie sehr hoch, vielfach sogar über den Ufermauern der angrenzenden Straße liegt, ist die völlige Freilassung des Profils nicht oder doch nur unter großen Unkosten und sonstigen Nachteilen möglich. Die zuständigen Behörden haben deshalb ein Eintauchen der Stützen im allge-





meinen bis zu 2 m in das Hochwasserprofil für zulässig erachtet, da bei der nur alle 30 m eintretenden geringen Einengung des letzteren durch die Stützen die entstehende Stauung eine merkliche Erhöhung des Wasserspiegels nicht verursachen kann.

Ueber den Hauptstraßen von Sonnborn und Vohwinkel wird die Bahn von den Bürgersteigen aus durch portalartige Stützen getragen (Fig. 242, Taf. XIV,

Fig. 243.



u. 244), wodurch hier der Forderung genügt wird, daß der Fahrdamm durchweg für den Fuhrwerksverkehr freigehalten werde. Die Stützen nehmen auf den Bürgersteigen kaum mehr Raum ein, wie die Straßenlaternen und die Masten für die elektrischen Leitungen, und da sowohl die Laternen, wie auch die Drähte der

Straßenbahnen u. a. an den Bahnstützen befestigt werden können, so wird die Straßenfläche nicht mehr beansprucht als bisher. Ganz besonders zweckmäßig ist eine solche Anordnung der Stützen in Straßen mit Baumreihen, da sie hier in die Reihen der Bäume gesetzt werden können, so daß sie weder den Verkehr behindern, noch überhaupt ins Auge fallen (Fig. 244). Dazu kommt noch der

Fig. 244.



besondere Vorteil, daß der Bahnkörper selbst so hoch liegt, daß er zwischen den Baumkronen förmlich verschwindet und selbst im Winter von den Anwohnern kaum gesehen werden kann.

Bei beiden Stützenanordnungen werden teils leichte Pendelstützen verwendet, welche bei Verschiebungen der Bahn infolge Temperaturwechsels nachgeben können, teils feste Joche, welche den gesamten Längsschub der Bahn aufnehmen können. In Fig. 242 sind beide Arten für die zwei Elberfelder Stützenformen dargestellt. Feste Joche sind nur alle 200 bis 300 m erforderlich. Von diesen festen Punkten aus verschiebt sich die Bahn nach beiden Richtungen, während in der Mitte zwischen zwei festen Jochen eine Ausgleichstelle für die entstehenden Lücken vorhanden ist.

Die Bahnsteige der Schwebbahn kommen im Vergleich zu Standhochbahnen verhältnismäßig tief zu liegen. Da die Höhe der Bahnsteige sich nach der Höhe des Wagenfußbodens richtet, so können sie bei den Schwebbahnen, bei denen die Unterkante des Wagenkastens direkt über der freizuhaltenden Höhe, also im allgemeinen 4,5 m über Straßenkrone sich befindet, gleichfalls in dieser Höhe liegen. Bei den Standbahnen dagegen befindet sich in derselben

Höhe erst die Unterkante des Bahnkörpers; somit muß hier der Wagenfußboden um die Bauhöhe der Bahn, sowie um die Höhe der Räder und der Radgestelle höher liegen. Um das gleiche Maß vergrößert sich die Höhe der Treppen; während diese bei der Barmen-Elberfelder Bahn meist nur 4,5 m hoch sind, erreichen sie z. B. bei der Berliner Stadtbahn eine Höhe von meist 7,5 m.

Die Bahnsteige sind bei der Barmen-Elberfelder Bahn durchweg als Außenbahnsteige angelegt. Die Fig. 245 gibt die Innenansicht des Bahnhofs Döppersberg.

Fig. 245.



Die Hauptgleise der ganzen zweigleisigen Bahn von Rittershausen bis Vohwinkel bilden einen Schienenstrang mit Kehrschleifen von 9 m Halbmesser.

Um die Wagen auf diese Hauptgleise zu bringen, oder von diesen abzuleiten, sind Schiebeweichen in der Nähe der Kehren angebracht.

Am Ende der Bahn ist ein größerer Wagenschuppen und Betriebsbahnhof vorhanden. Der Wagenschuppen enthält 8 Gleise, welche teilweise am äußeren Ende durch Rückkehrschleifen miteinander verbunden sind. Je vier von den Schuppengleisen sind durch eine Art Schleppweiche zusammengefaßt und durch einen halbkreisförmigen Schienenkranz miteinander verbunden. Durch diese Anordnung wird das Verschieben der Wagen im Schuppen außerordentlich erleichtert, indem man aus jedem Gleis der einen Schuppenseite ohne Rücksetzen in jedes Gleis der anderen Schuppenseite gelangen kann.

Die Verbindung dieser Schuppenanlage mit den Hauptgleisen wird durch 4 Weichen hergestellt.

Die Schwebebahnwagen sind im ersten Stock des Schuppens untergebracht, während sich im Erdgeschoß desselben Schuppens Straßenbahnwagen für die an-

schließenden Straßenbahnlinien, sowie eine größere Wagen-Werkstätte befinden. Ein Aufzug ermöglicht einerseits die Schwebewagen in die Werkstätte herunterzulassen und andererseits neue Wagen auf die Bahn zu schaffen.

## II. Die Bergschwebbahn Loschwitz-Rochwitzer Höhe, ausgeführt von derselben Firma.

(Zivilingenieur Ziffer; Vortrag im Vereine für die Förderung des Lokal- und Straßenbahnwesens am 7. April 1902.)

Die Loschwitzer Bergbahn beruht auf demselben Prinzip, wie die im Wuppertale erbaute Schwebbahn; beide haben die freie pendelnde Aufhängung des Wagens an einer Schiene gemeinsam. Erstere stellt die Lösung für den Betrieb in der Ebene, letztere die für den Bergbahnbetrieb dar; sie ist überhaupt die erste Bergschwebbahn. Sie bildet überdies eine willkommene Ergänzung der Drahtseilbahn Loschwitz—Weißer Hirsch und dient dazu, eine bequeme Verbindung zwischen dem Elbetal, in dem Loschwitz liegt, und dem steil abfallenden, 100 m über der Talstation liegenden Rochwitzer Hochplateau herzustellen.

Die Bahn, welche eine Länge von 250 m besitzt, beginnt in der Pillnitzerstraße 5 in Loschwitz, unweit des Endpunktes der beiden Dresdener Straßenbahnen, und führt zwischen Gärten auf eigenem Grund und Boden nach Ueberschreitung der Viktoriastraße und des ersten Steinweges auf die Rochwitzer Höhe, wo sie neben dem Restaurant „Loschwitz-Höhe“ endigt, einem der schönsten Aussichtspunkte in der Umgebung Dresdens.

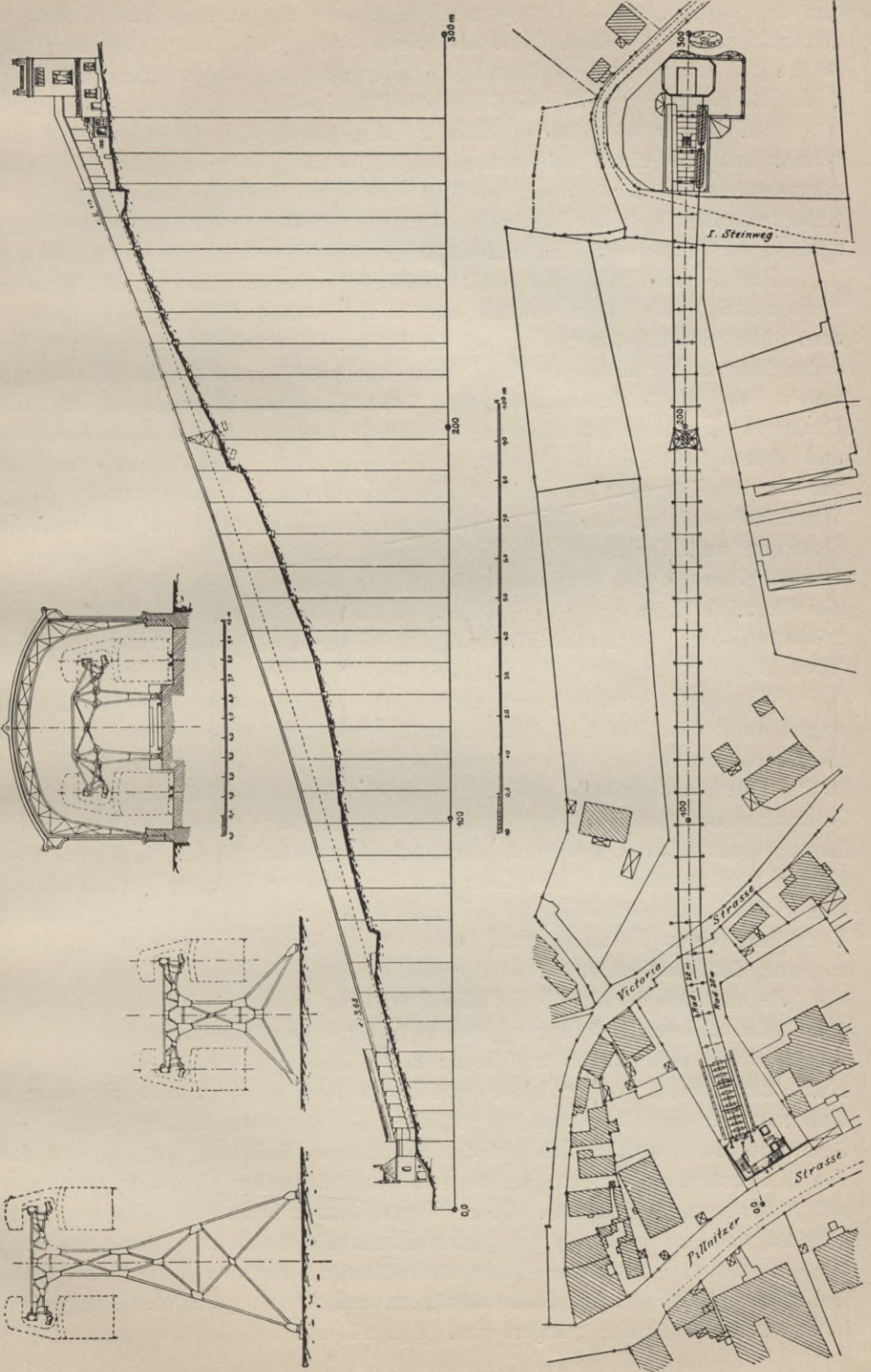
Die Bahn bot vor allem die Schwierigkeit der Straßenübersetzung, ohne daß der Fußgänger- und Wagenverkehr gestört werden durfte; der zu überwindende Höhenunterschied beträgt 84 m, mithin eine mittlere Steigung 320 ‰, welche die Anwendung eines Drahtseiles oder Zahnstangenantriebes unumgänglich machte, welche Antriebsarten aber in den zu kreuzenden Straßen einen ungehinderten Verkehr ausschließen. Es war daher das Schwebbahn-System vor allem geeignet, die Schwierigkeiten zu lösen (Fig. 246).

Die Bahn zerfällt in nachfolgende Teile: in die eigentliche zweigleisige Bahnstrecke, dann in die beiden Bahngebäude, die sogen. obere und untere Station, ferner in die Maschinenanlage mit dem Seile und endlich in die Fahrbetriebsmittel.

In der Horizontalprojektion bildet die Bahn eine einmal gebrochene, durch einen Bogen von 120 m Halbmesser ausgerundete Linie in Form einer flachen Parabel.

Der Bahnkörper besteht aus 33 aus Winkeleisen und Blechen genieteten, vertikalen Stützen aus Flußstahl; diese Stützen sind bis auf ein zur Aufnahme aller Längskräfte dienendes Ankerjoch als sogen. Pendelstützen konstruiert, d. h. als Stützen, die nur Vertikaldrücke aufnehmen und um ihre Auflagerpunkte gewisse, durch die Temperatureinwirkungen bedingte kleine Bewegungen ausführen können. Jede Pendelstütze ist mit einem tief in den Boden reichenden Betonfundamente fest verankert. Das vorerwähnte Ankerjoch, die feste Stütze, an

Fig. 246.



der die gesamte, etwa 300 t wiegende Eisenkonstruktion ihren Halt findet, wurzelt mit seinen 4 Füßen in 4 mächtigen Fundamentklötzen. Durch mehrere starke Stützmauern, sowie durch ein sinnreiches Entwässerungssystem ist der ganze Bergabhang gegen jede Bodenbewegung gesichert.

Auf diesen 33 Stützen ruhen 2 Längsträger von kastenförmigem Querschnitt auf, die einen Achsenstand von 5,54 m besitzen und an seitlich ausragenden Armen der Stützen befestigt sind. Am Anfangs- und Endpunkte der Bahn vergrößert sich, der 5 m breiten Zwischenbefestigung entsprechend, der Achsenabstand der Träger auf 8 m, und die Bahn wird hier von Portalstützen getragen.

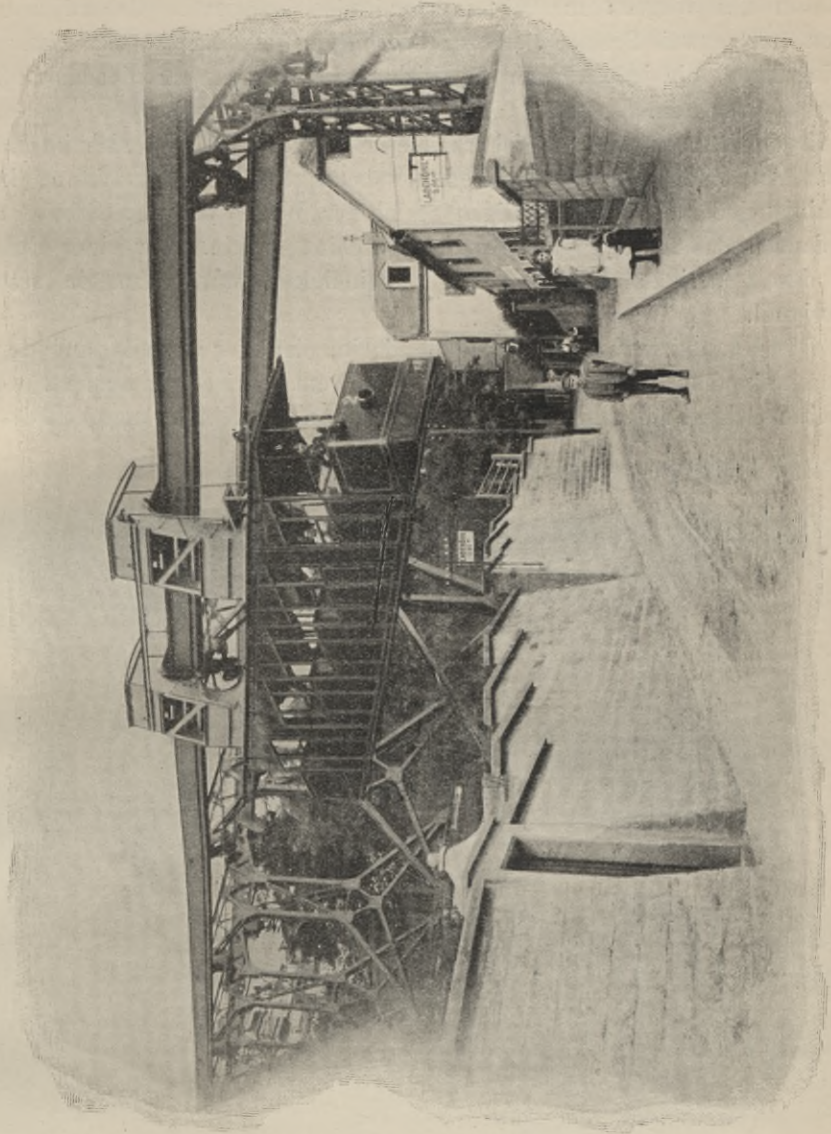
Um die Bahn möglichst leicht erscheinen zu lassen und um die Längsträger recht niedrig ausbilden zu können, mußte die Stützenentfernung verringert werden; dieselbe beträgt nur 8 m (bei der Schwebebahn Barmen-Elberfeld = 30 m). Jeder Längsträger dient wieder der eigentlichen Fahrschiene als Unterlage, auf welcher sich die beiden untereinander durch ein dreikantlitziges 44 mm starkes Drahtseil verbundenen Betriebswagen mittels zweier Laufräder abwechselnd auf- und abbewegen. (Seil von Felten und Guilleaume). Am Anfangs- und Endpunkte der Bahn senken sich die Fahrschienträger soweit herab, daß der Wagenfußboden mit dem Bahnsteige in gleicher Höhe liegt, was zum mühelosen Besteigen und Verlassen des Wagens wesentlich beiträgt. Entsprechend der Unregelmäßigkeit des Bergabhanges und der Notwendigkeit, der Bahnlinie eine gleichförmige Steigung zu geben, erheben sich die Stützen in der Mitte zu einer größeren Höhe, bis schließlich die Fahrschiene fast 15 m über dem Boden gelegen ist.

Wie bereits erwähnt, sind die auf den beiden Gleisen laufenden Betriebswagen durch das Drahtseil fest verbunden, und der Antrieb erfolgt durch einen in der oberen Station aufgestellten Elektromotor von 70 P.S., bezw. dient eine 90 P.S. Reservelokomobile als Reserveantrieb; die durch Pfeilräder angetriebenen Seiltrommeln haben je 4 m Durchmesser; eine der Umlenkrollen ist in ihrem Lager verschiebbar eingerichtet, damit die Längenänderungen des Seiles ausgeglichen werden können. Die Leitrollen sind an den Trägern befestigt und so eingerichtet, daß sie, wenn das Seil zufällig unter dieselben geraten sollte, zur Verhütung eines Festklemmens, bezw. unbeabsichtigten Bremsens umschlagen, so zwar, daß das Seil sofort wieder in die richtige Lage zurückgeht.

Je nachdem der Maschinist die Steuerung umlegt, wird das Seil in der einen oder anderen Richtung abgewickelt; für den normalen Betrieb mit einem aufwärts und einem abwärts fahrenden Betriebswagen genügt eine der beiden Antriebsmaschinen, während die zweite als Reserve dient und nur dann zur Unterstützung eintritt, wenn bei großem Andrang noch Anhängewagen mitbefördert werden, welche sich auf der bergseitigen Richtung befinden und daher von den ersteren nicht gezogen, sondern gestützt werden. Vorläufig wird nicht mit Anhängewagen gefahren. Jeder Wagen, dessen beide Stirnseiten vollständig verglast sind, so daß man von jedem Platze die Aussicht genießen kann, hat 40 Sitz- und 10 Stehplätze. Der stufenförmig abgesetzte Wagenkasten hängt frei an zwei kräftigen, aus Flußstahlträgern und Blechen gebildeten Hängebügeln, in denen die Laufräder gelagert sind (Fig. 247).

Ganz besondere Sorgfalt ist auf die Durchbildung jener Einrichtungen verwendet worden, die zur Regelung des Betriebes und zu dessen Sicherheit notwendig sind. Zur Regelung der Abfahrt und Ankunft der Züge dient ein sinnreiches Signalsystem mit sicht- und hörbaren Signalen, deren Bedienung vom

Fig. 247.



Maschinenhause der oberen und unteren Station aus geschieht. Außerdem ist jeder Wagen noch mit einer aus Signalgeber und Telephon bestehenden Not-signaleinrichtung ausgerüstet, die es dem Schaffner ermöglicht, während der Fahrt von jedem Punkte der Bahnstrecke aus, sich, wenn nötig, mit dem Maschi-nisten in Verbindung zu setzen.

Für die Sicherheit der Fahrgäste ist jeder Wagen mit drei besonders wirksamen Bremsen nach dem System Bucher-Durrer versehen, von denen zwei automatische schon beim geringsten Nachlassen der Seilspannung in Tätigkeit treten, indem sie den Wagen durch Anpressen kräftiger Bremszangen an die Fahrschienen zum Stehen bringen. Die dritte Bremse läßt sich von der unteren Plattform des Wagens aus mittels Handrades betätigen. Ueberdies hat jeder Wagen noch zwei Bremsrollen zur Verhütung etwaiger übermäßiger Pendelschwingungen, die jedoch nach den bisherigen Erfahrungen niemals in Tätigkeit zu treten brauchen.

Die dritte Gruppe von Sicherheitseinrichtungen befindet sich im Maschinenhause. An einer von der Seiltrommel betätigten Zeigevorrichtung kann der Maschinist jederzeit den jeweiligen Stand der Wagen auf der Strecke erkennen und danach das Arbeiten der Antriebsmaschine regeln. Vor einer Ueberschreitung der zulässigen größten Fahrgeschwindigkeit warnt ihn ein selbsttätiges Läutesignal.

Die Hauptsicherheit liegt jedoch darin, daß der jeweils auf der oberen Station ankommende Zug selbsttätig eine Bremsvorrichtung auslöst, welche die Betriebsmaschine auf alle Fälle, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Maschi-

Fig. 248.



nisten, zum Stehen bringt, so daß ein Auffahren der Wagen an ihren Endpunkten und eine Ueberanstrengung des Seiles unter allen Verhältnissen ausgeschlossen



ist. Selbstredend ist auch dafür gesorgt, daß der Maschinist das Getriebe von Hand bremsen kann.

Von den beiden Stationsgebäuden ist das untere an der Pillnitzerstraße gelegene in vlämischem Renaissancestil, das obere mit vier Türmchen, in welche die Rauchfangmündungen für die Dampf-Lokomobile verborgen sind, in modernem Stile ausgeführt. Die inneren Einrichtungen beider Stationsgebäude sind so praktisch wie nur möglich. Das untere enthält den Fahrkartenschalter, von welchem links und rechts Treppenaufgänge, der eine für die ankommenden, der andere für die abfahrenden Fahrgäste, nach dem Bahnsteige führen, der durch ein großes Glasdach gegen die Unbilden der Witterung geschützt ist. Fig. 248. Das Gebäude der oberen Station hat einen größeren Umfang und enthält außer den gleichen Räumen noch das Maschinenhaus,

## K. Die Zahnradbahnen und Seilbahnen.

(Maschinenfabrik Esslingen und Ingenieur Siefr. Abt, Winterthur-Schweiz.)

### I. Die Zahnradbahnen mit Lokomotivbetrieb (Bauart Riggerbach).

**a) Allgemeines:** Ingenieur Riggerbach in Olten-Schweiz hatte zuerst mit dem Ingenieur Olivier Zschokke in Aarau den Gedanken erfaßt und zur Reife gebracht, eine Maschinerie herzustellen, welche die steilen Bergabhänge sicher ersteigen und so den Dienst der Personen- und Güterzüge zu übernehmen vermöchte. Der erste Versuch wurde im Jahre 1870 an dem gewaltigen Bergriesen Rigi gemacht und hat den Beweis geliefert, daß auch starke Steigungen mit der allergrößten Sicherheit durch Eisenbahnen überwunden werden können.

Das Zahnradsystem hat seither vielfach Anwendung sowohl bei Touristen- als auch bei Industriebahnen gefunden.

**b) Bahnlinie; Bauzeit; Baukosten:** Durch die Möglichkeit der Anwendung von starken Steigungen ist man in der Lage, die Bahnlinie fast durchgehends den natürlichen Verhältnissen einer Gegend anzupassen. Die Rampen, welche bei Reibungsbahnen gewöhnlich 2,5 % nicht übersteigen, können bei Zahnradbahnen 25 % und mehr betragen, und werden infolgedessen Zahnradbahnlinien ganz bedeutend kürzer als Reibungsbahnlinien, welche große Entwicklungen nötig haben, um mit geringer Steigung einen hochgelegenen Punkt zu erreichen. Wenn z. B. die Höhe des Rigi von Vitznau aus mittels einer Reibungsbahn mit den üblichen Steigungen von höchstens 2,5 % erreicht werden wollte, so würde man eine Linie von ungefähr 70 km Länge benötigen, während die jetzige Zahnradlinie nur 7 km lang ist. Die Fahrgeschwindigkeit auf der Zahnradbahn ist 8 bis 10 km/Std. Um die Höhe des Berges in derselben Zeit zu erreichen, müßte der Zug auf der Reibungsbahn mit 90 km Geschwindigkeit fahren, was

bei der angenommenen Steigung unmöglich ist. Die Anwendung von kleinen Kurven bei Zahnradbahnen hat bei der geringen Fahrgeschwindigkeit nichts zu sagen, und kann man bei 1 m Spur bis zu 60 m Kurvenhalbmesser heruntergehen. Aus den oben angeführten Gründen ist selbstredend die Bauzeit eine viel kürzere, da alle jene Arbeiten, wie große Dämme, Einschnitte, lange Brücken, Viadukte und namentlich Tunnel, wenn nicht ganz umgangen, so doch auf ein Minimum beschränkt werden. Es sind aber gerade die genannten Objekte, welche zu ihrer Herstellung oft Jahre bedürfen und in Gebirgsgegenden zumal infolge unerwarteter Bodenbeschaffenheit den Bau unverhältnismäßig in die Länge ziehen. In dem gleichen Verhältnis vermindern sich auch die Baukosten, und kommt hier noch der Umstand hinzu, daß die Zahnradlokomotiven bedeutend leichter sind als die Reibungsmaschinen, so daß auch die Schienen, Schwellen und Brücken, überhaupt alle Teile des Unter- und Oberbaues erheblich leichter gehalten und dadurch auch billiger ausgeführt werden können. Hinzu kommen allerdings noch die Kosten der Zahnstangen; aber selbst dann, wenn man die Längeneinheit Zahnstangenbahn gleich hoch wie diejenige der Reibungsbahn veranschlagen würde, stellen sich die Gesamtkosten infolge der viel geringeren Gesamtlänge der Bahn bedeutend billiger.

**c) Oberbau:** Die Zahnstangenbahnen, welche mit Zahnradlokomotiven gemischten Systems betrieben werden, bestehen: aus Reibungsstrecken, da wo die Steigung nur gering ist, und sind hier in ihrer Konstruktion durchaus gleich mit den gewöhnlichen Eisenbahnen der Ebene, und aus Zahnstangenstrecken, da wo die Steigungen 3 % und mehr betragen. Hier nun befindet sich gewöhnlich in der Mitte des Gleises die Zahnstange, auf der sich das Zahntriebrad abwickelt. Diese Zahnstange ist als sogen. Leiterzahnstange konstruiert und besteht aus zwei  $\lrcorner$ - oder  $\llcorner$ -Eisen, welche die Wangen für die aus Trapezeisen gefertigten Zähne bilden. Die Zähne sind in den Wangeneisen vernietet, und bildet so das einzelne Zahnstangenstück, das gewöhnlich in Längen von 3 m hergestellt wird, einen in sich vollständig ausgesteiften und festen Konstruktions- teil, welcher sehr leicht und einfach zu verlegen ist und die größte Garantie für einen sicheren und soliden Oberbau bietet. Als Unterlagen der Zahnstangen dienen entweder direkt die Schwellen oder Sättel aus Gußeisen, welche auf die Schwellen aufgesetzt sind.

In Fig. 249, Taf. XV, ist der Oberbau für Zahnstangen Riggenbach dargestellt, links für Eisenschwellen, rechts für Holzschwellen (für reinen Zahnrad- betrieb).

Fig. 250, Taf. XV, zeigt die Zahnstangen, Bauart Riggenbach, im eingebauten Zustande.

Was die Anordnung von Weichen, Kreuzungen, Schiebebühnen und Drehscheiben anbetrifft, so lassen sich diese im Zahnstangenoberbau ebenso bequem und sicher durchführen, wie beim Reibungssystem der gewöhnlichen Bahnen. Ueberhaupt ist die Zahnstange so angeordnet, daß das Betriebsmaterial aller Bahnen ohne den geringsten Anstand über dieselbe befördert werden kann.

Bei gemischten Zahnrad- und Reibungsbahnen sind an den Uebergängen von der Reibungsstrecke zur Zahnradstrecke besondere Einfahrtstücke eingelegt,



Fig. 249.

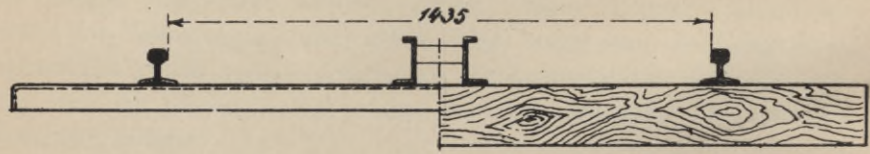
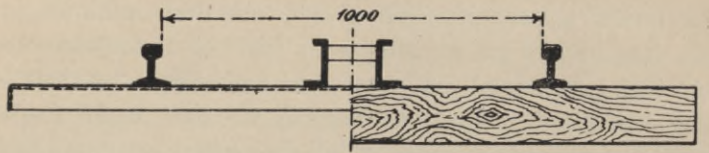
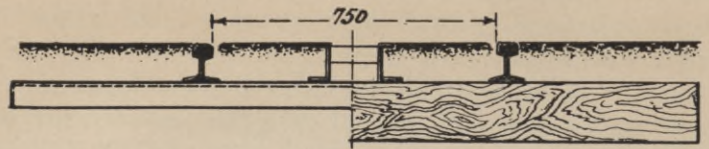


Fig. 250.



Fig. 251.

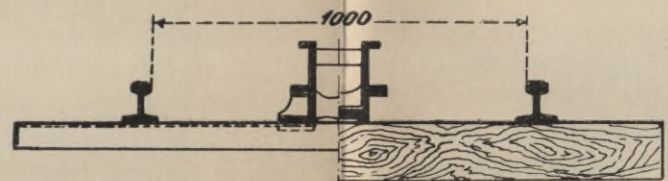


Fig. 252.

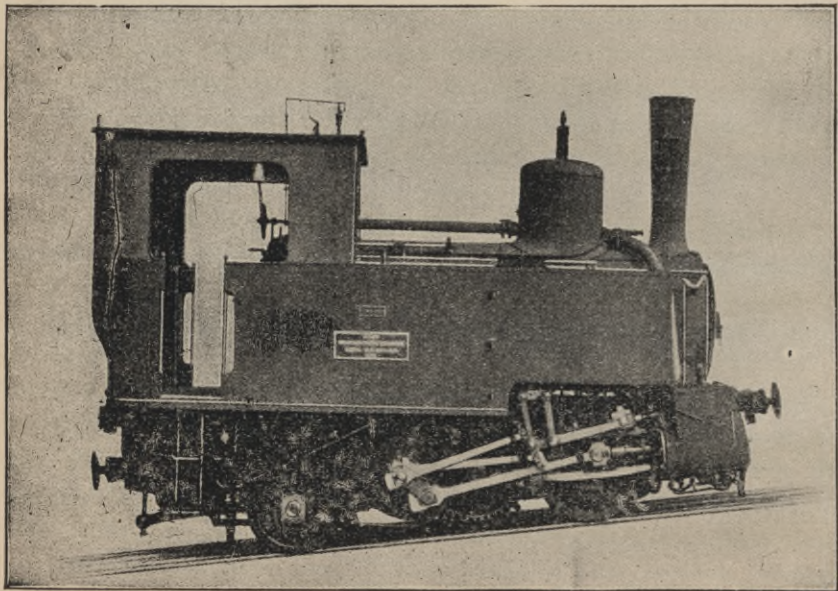
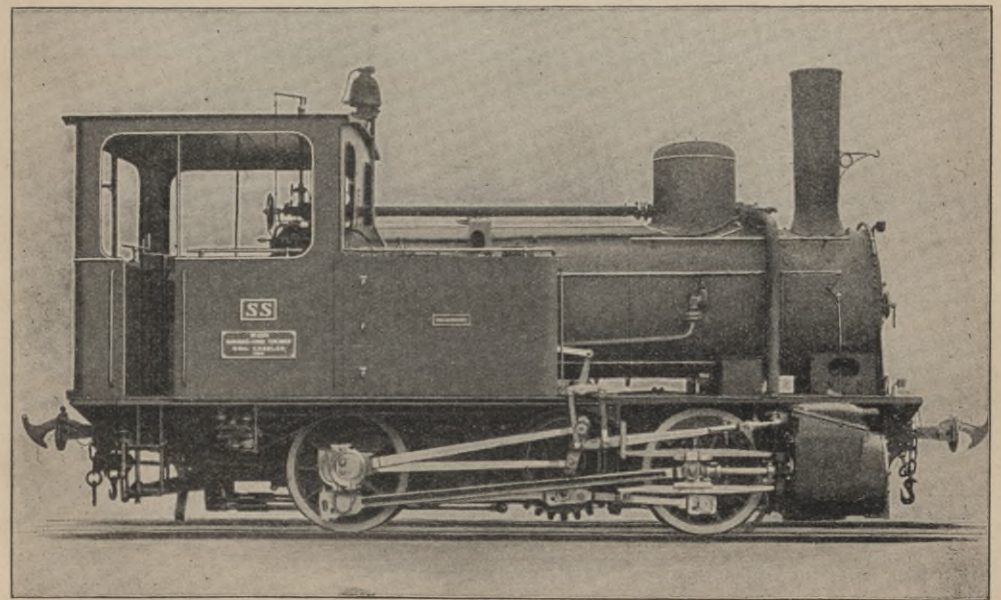


Fig. 253.





welche ein sicheres Eingreifen des Zahnrades in die Zahnstange bewirken und es ermöglichen, ohne anzuhalten von der Reibungsstrecke in die Zahnstange einzufahren. (Fig. 251, Taf. XV, Reibungs- und Zahnradbetrieb.)

An Wegübergängen oder bei Straßenbahnen bilden die Zahnstangen in keiner Weise ein unbequemes Hindernis für den sonstigen Verkehr.

**d) Betriebsmaterial:** Die Zahnradlokomotiven sind entweder reine Zahnradlokomotiven (Fig. 252, Taf. XV, Zahnradlokomotive, Bauart Riggenbach, Spurweite = 1 m) oder solche gemischten Systems zum Befahren von Reibungs- und Zahnradstrecken (Fig. 253, Taf. XV, Reibungs- und Zahnradlokomotive, Bauart Riggenbach). Selbstredend können die Betriebsmittel für alle Spurweiten und sonstigen Bahnnormalien gebaut werden und besitzen alle Teile von gewöhnlichen Lokomotiven, zu welchen nur noch der Zahnradmechanismus kommt. Derselbe dient einesteils zur Fortbewegung der Maschine auf der Zahnradstrecke, andererseits zum Bremsen und Aufhalten der Maschine bei der Talfahrt. Außer gewöhnlichen Handbremsen sind an allen Lokomotiven Luftbremsen, System Riggenbach, angebracht, welche durch Einsaugen von Luft in die Dampfzylinder und durch das Zusammendrücken derselben auf den Treibmechanismus hemmend einwirken und sich ganz vorzüglich bewährt haben.

Um dem Lokomotivführer bei der Talfahrt die Ueberschreitung einer gewissen Geschwindigkeit unmöglich zu machen, sind patentierte selbsttätige Geschwindigkeitsregulatoren angebracht, welche bei der Erreichung einer gewissen Fahrgeschwindigkeit von selbst die Bremsen anziehen. Um das Befahren von Straßenbahnen, welche nur streckenweise Zahnstangen haben, zu ermöglichen, werden Lokomotiven gebaut, bei welchen der Zahnradmechanismus vom Führerstand aus beliebig gehoben und gesenkt werden kann.

Die Wagen entsprechen im Bau vollständig den gewöhnlichen Eisenbahnwagen und erhalten auf Bahnen mit starken Steigungen ebenfalls Zahnradbremsen. In Anbetracht der starken Steigungen werden die Wagen möglichst leicht gebaut.

Sämtliche Zahnradmaterialien und Betriebsmittel werden schon seit Jahren von der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen (Württemberg) oder durch deren Vermittelung ausgeführt.

**e) Ausgeführte Beispiele:** Von den ausgeführten Beispielen will ich nur einige besonders bekannte herausgreifen. Die erste ausgeführte reine Zahnradbahn Riggenbach ist die bereits genannte Bahn Vitznau-Rigi, erbaut im Jahre 1870. Sie ist 7 km lang und hat eine Steigung von 25 %. Eine ebenfalls reine Zahnradbahn ist die Bahn Königswinter-Drachenfels, welche im Jahre 1884 erbaut wurde, 2 km lang ist und eine Steigung von 20 % aufweist. Im gleichen Jahre wurde auch die reine Zahnradbahn Rüdesheim-Niederwald erbaut, 2,4 km lang mit 20 % Steigung. Als Beispiel des gemischten Systems sei die Bahn Jenbach-Achensee in Tirol genannt, erbaut 1889, 3,3 km lang und 16 % Steigung.

## II. Die Seilbahnen mit Zahnstangen, Bauart Riggenbach.

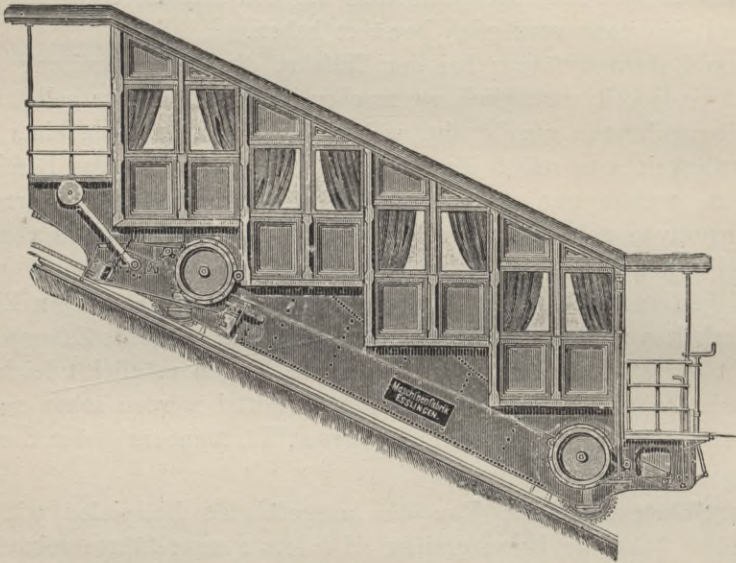
Eine besonders bei Touristenbahnen angewendete Konstruktion von Zahnradbahnen sind die Seilbahnen mit Zahnstangen, welche betreffs der Leistungsfähig-

keit und Betriebssicherheit den Zahnradbahnen mit Lokomotivbetrieb in keiner Weise nachstehen, in Bezug auf Billigkeit der Anlage- und Betriebskosten dieselben weit übertreffen, aber allerdings nur unter gewissen Steigungsverhältnissen, in nicht zu großen Längen und in möglichst gerader Linie anwendbar sind.

Für die Steilheit der Rampe dieser Bahnen gibt es eigentlich keine Grenze. Die größte bis jetzt ausgeführte Steigung beträgt 78 %.

Zum Antrieb der Seilbahnen wird in den meisten Fällen nur die Schwerkraft benutzt, und zwar befindet sich auf der oberen Station eine Seilrolle, über welche das aus bestem Tiegelgußstahl verfertigte Drahtseil läuft; an jedem Ende des Seiles hängt ein Wagen, in dessen Untergestell sich ein Wasserbehälter befindet. Durch Füllen des Wasserbehälters des auf der oberen Station befindlichen Wagens wird dessen Gewicht derart vermehrt, daß dasselbe dasjenige des an der unteren Station befindlichen Wagens überwiegt, und der zu Tal fahrende belastete Wagen bewirkt die Bergfahrt des anderen Wagens. Fig. 254 zeigt einen solchen Seilbahnwagen, ausgeführt von der Firma Eßlingen.

Fig. 254.



Die Geschwindigkeit wird mittels der Wagenbremsen reguliert, welche auf ein Zahnrad einwirken, das in die der Bahn entlang gelegte Zahnstange eingreift. Vermittelt der Handbremse kann auch der Wagen während der Fahrt ganz festgestellt werden. Im Falle eines Seilbruches wirkt eine patentierte selbsttätige Bremse sofort auf die Zahnradachse, in der Art, daß ohne weiteres beide Wagen stehen bleiben.

Auch die bei den Zahnradlokomotiven erwähnten automatischen Geschwindigkeitsregulatoren, welche bei Ueberschreitung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit in Kraft treten, sind bei mehreren Seilbahnen mit großen Steigungen angebracht.

Wenn auf der oberen Station nicht Wasser in genügender Menge vorhanden

ist, so wird daselbst ein Reservoir angelegt, und in dieses das Wasser vom Tal in die Höhe gepumpt. Auf diese Weise sind die Seilbahnen Ems-Malberg, Wiesbaden-Neroberg, Durlach-Thurmberg und Heidelberg ausgeführt.

Anstatt des Antriebes der Wagen durch die Schwerkraft kann derselbe auch durch direkten maschinellen Antrieb der oberen Rolle geschehen (Lissabon) oder durch Anwendung eines zweiten Seiles, des Zugseiles, das um eine an der unteren Station befindliche Rolle geschlungen ist, welche ebenfalls maschinell angetrieben wird.

Bei allen diesen verschiedenen Arten sind zum Zwecke absoluter Sicherheit Zahnstangen und die erwähnten Hand- und automatischen Bremsen angebracht.

Die Gleise für die Wagen sind entweder getrennt und hat jedes derselben seine besondere Zahnstange, oder sie sind unmittelbar nebeneinander mit 3 Schienen, unter Verwendung der mittleren Schiene für beide Gleise, oder die Bahn ist eingeleisig. In den beiden letzteren Fällen sind selbstverständlich Ausweichungen nötig, welche derart konstruiert sind, daß die Wagen ohne weiteres in das richtige Gleis einlaufen müssen.

### III. Die Zahnradbahnen, Bauart Abt.

**a) Allgemeines und Oberbau:** Die Zahnstange des Ingenieurs Roman Abt, erfunden im Jahre 1882, wurde zum ersten Male angewendet an der Harzbahn, Strecke Blankenburg—Tanne im Jahre 1885. Die Zahnstange besteht aus einzelnen evolventen verzahnten Lamellen, von denen 2 bis 3 nebeneinander mit versetzten Zähnen und Stößen auf Stühlen befestigt werden. Ueber die Konstruktion, sowie über die Vorzüge der Abt'schen Zahnstange der Riggenbach'schen gegenüber ist kurz folgendes zu sagen. Am Stoß der Zahnstange von Riggenbach ist die Teilung infolge der Gleisverschiebung und Wärmeausdehnung veränderlich. Die Konstruktion von Abt bezweckt in erster Linie die Beseitigung dieser veränderlichen Teilung. Das wird, wie schon angedeutet, dadurch erreicht, daß je nach Größe des Zahndruckes zwei oder mehrere Zahnschienen, deren Zähne aus einer flachen hochgestellten Stahlschiene ausgeschnitten sind, mit versetzten Stößen angeordnet werden; es läuft also immer mindestens eine Schiene mit ununterbrochener Verzahnung durch. Die Schienen, welche parallel gelagert sind, ruhen auf gußeisernen Stühlen; sie sind mit diesen seitlich verschraubt. Die Schienen sind so verlegt, daß bei 2 Schienen die eine um die Hälfte, bei 3 Schienen jede um  $\frac{1}{3}$  der Teilung gegen die anderen Schienen verschoben ist. Hierbei befinden sich immer 2 bzw. 3 Zähne der 2 bzw. 3 dicht nebeneinander angeordneten Zahnräder, welche ebenfalls mit verschobenen Teilungen befestigt sind, im Eingriff; es werden hierdurch die Sicherheit des Eingriffes und die Ruhe bzw. Gleichförmigkeit der Bewegung der Maschine erhöht. Die Zahnstange ist auf jedem Stuhl mit 2, am Stoß mit je einem Bolzen, der Stuhl selbst ebenso an den Querschwellen befestigt, gegen welche er auch noch durch Ansätze abgestützt ist. Fig. 255a und 255b, Taf. XVI, zeigen uns die Einzelheiten der Abt'schen Zahnstange in Schnitt und Ansicht. Eine Erklärung der Figuren erübrigt sich nach dem bereits Mitgeteilten. Es sei zur Zahnstange nur noch



folgendes bemerkt. Das Zusammensetzen aus den einzelnen Elementen erfolgt erst bei der Montierung auf den Schwellen. Jede Lamelle wird, mit den Enden der Temperatureinwirkung frei folgend, in ihrer Mitte gehalten. Die einzelnen Elemente für gerade und gekrümmte Strecken sind gleich, jedoch sind die Lamellen für größere Steigungen stärker zu bemessen, als für kleinere. Das Gewicht einer zweiseitigen Zahnstange (Fig. 255) beträgt 30 bis 50 kg/m. Das Material für die Stange ist Flußstahl, für die Zahnstangenstühle Walz- oder Gußeisen, für die Schrauben und Laschen Flußeisen.

Fig. 256, Taf. XVI, stellt die Einfahrt der zweiseitigen Zahnschienen, System Abt, dar. Dieselben sind elastisch gelagert, im hinteren Ende gelenkartig mit der festen Zahnstange verbunden. Die Zahnteilung des beweglichen Stückes ist entweder kleiner oder größer als die Normalteilung. Für Lokomotiven mit unabhängigen Mechanismus hat auch die Einfahrt eine normale Teilung. Das Einfahren erfolgt mit verminderter Geschwindigkeit, aber ohne Anhalten der Maschine.

Der Uebergang von einem Gleise zum anderen wird in Steigungsstrecken durch Weichen vermittelt, welche aufschneidbar gemacht werden können. Fig. 257, Taf. XVI, zeigt das System einer symmetrischen Weiche in der Aufsicht. Zu der Figur will ich bemerken, daß bei a und b die Zahnstange um 12 mm, bei c um 6 mm tiefer liegen muß als normal.

Ueber die allgemeine Anordnung Abt'scher Zahnradbahnen ist folgendes mitzuteilen. Es gilt natürlich auch hier die bereits bei Riggenbach festgestellte Tatsache, daß Zahnradbahnen große Mannigfaltigkeit der Steigungen gestatten, wodurch sich der Schienenstrang unter Vermeidung großer Kunstbauten in weitgehendem Maße dem natürlichen Boden anschmiegen kann. Es gelten folgende Steigungen: 200 bis 250 ‰ für Touristenbahnen mit reinem Zahnradbetrieb; 100 bis 120 ‰ für Touristenbahnen mit gemischtem Betrieb; 60 bis 80 ‰ für Bahnen mit gemischtem Betrieb und starkem Verkehr; 40 bis 50 ‰ für Bahnen mit sehr starkem Verkehr. — Die Krümmungen sollen auf Zahnstangenstrecken Halbmesser tunlichst nicht unter 80 m haben; Vertikalübergänge nicht unter 300 m. — Die Spurweite schwankt zwischen 690 bis 1676 mm. Die Spurerweiterung ist mit Rücksicht auf die Zahnräder zu beschränken und nur am inneren Schienenstrange anzuordnen ( $\leq 14$  mm). — Für die Schienenüberhöhung gilt das gleiche, wie für gewöhnliche Bahnen. — Bei Bahnen mit mehr als 80 ‰ Steigung werden in 80 bis 100 m Abstand Stützpunkte eingeschaltet, um ein Talabwärtswandern des Schienenstranges zu verhindern. — Für die Schienen darf ein nicht zu leichtes Profil gewählt werden. Es sind kräftige Winkellaschen anzuwenden, auch ist zwischen Schiene und Schwelle eine kräftige Verbindung herzustellen. — Es werden zweckmäßig nicht zu leichte eiserne Querschwellen verwandt.

**b) Die Lokomotive:** Die Lokomotive, Bauart Abt, hat zwei Paar Zylinder. Die äußeren treiben die Reibungsräder in gewohnter Weise an; das innere Paar, zwischen den Rahmen gelagert, wirkt direkt mit Kreuzkopf und Schubstange auf zwei mit Stangen gekuppelte, in besonderem Rahmen auf den Reibungsachsen gelagerte Zahnradachsen. Während die Reibungsmaschine immer arbeitet,

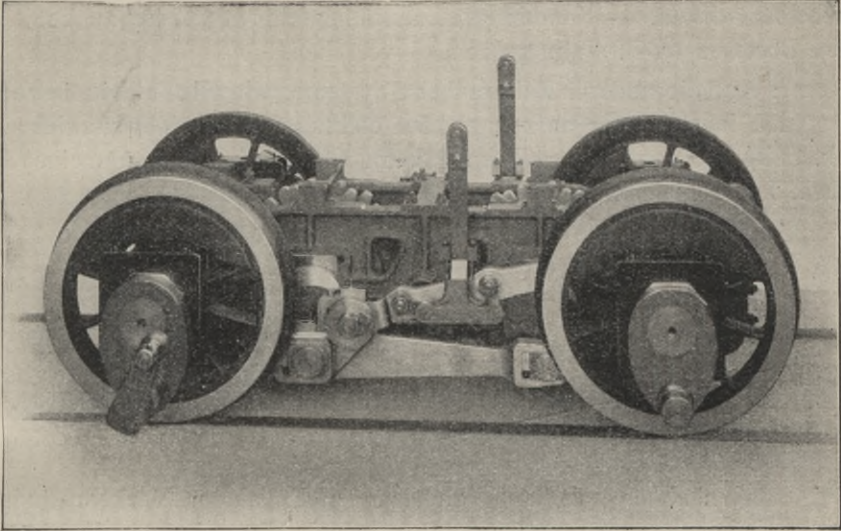






wird die Zahnradmaschine nur auf den mit Zahnstangen versehenen Steilrampen in Tätigkeit gesetzt. Für reine Zahnradbahnen kommen nur zweizylindrige Maschinen zur Verwendung, die mittels Balancier, jedoch ohne Vorgelege auf die Tragachsen, welche die Zahnräder aufnehmen, wirken. Fig. 258 Zahnradtrieb-

Fig. 258.



werk, Bauart Abt. Bei den getrennten Reibungs- und Zahnradmaschinen wird die erstere Maschine außerhalb, die letztere innerhalb der Rahmen angeordnet.

Fig. 259.

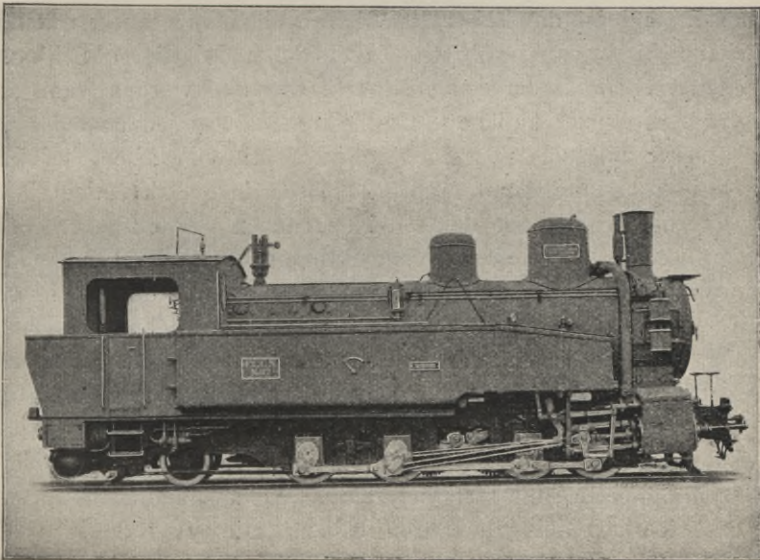


Fig. 259  $\frac{4}{5}$  gekuppelte Reibungs- und Zahnradlokomotive, Bauart Abt, für 1,00 m Spurweite. — Die Dampfspannung beträgt 11 bis 14 Atm. — Die Vor-

räte an Wasser sind gering, was zwischengeschaltete Wasserstationen bedingt. — Betreffs der Bremsen ist zu bemerken: Allgemein eingeführt sind die Luftbremse, die Handspindelbremse und eine durch die Dampfzylinder bediente selbsttätige Bremse, welch' letztere durch einen Geschwindigkeitsregulator beim Ueberschreiten der Maximalgeschwindigkeit ausgelöst wird. Es sind Bremsklötze oder Bremsbänder vorhanden, welche auf glatte oder meist mit Rillen von  $90^{\circ}$  geriffelte Bremsscheiben wirken. — Kombinierte Zahnradmaschinen werden auch mit durchgehenden Bremsen (z. B. Vakuumbremse) versehen.

Bem.: Auf die anderen Zahnradbahn-Systeme, wie Klose-Bissinger usw., sowie auf den immer mehr aufkommenden elektrischen Betrieb (vergleiche auch H. IV. b. Seite 128) auf Zahnradbahnen kann ich, um im Rahmen meines Buches zu bleiben, leider nicht eingehen.

## L. Die Kabelbahnen, Konstruktion Riggenbach.

Bei Straßenbahnen mit stets gleichem und dichtem Verkehr finden mit Vorteil die Kabelbahnen Anwendung. Das Prinzip dieser Bahnen beruht darauf, daß von einem feststehenden Motor aus ein Drahtseil ohne Ende in Bewegung gesetzt wird, welches in einem Seilkanal unter dem Gleise läuft und an welches die Wagen mittels einer Greifvorrichtung angeklemt werden, welche hierdurch die Bewegung des Seiles mitmachen. Der Betrieb dieser Bahnen ist somit ein kontinuierlicher, und ist die Leistungsfähigkeit derselben außerordentlich groß.

Bei vielen bisher ausgeführten Kabelbahnen ist dieser Seilkanal in der Mitte des Gleises. Die Räder haben Spurkränze und werden, um anzuhalten, in der Regel auf die sonst übliche Weise gebremst, was jedoch bei starken Steigungen nicht mehr zulässig ist. Auch sogen. Schlittenbremsen, bei welchen ein Bremsklotz auf die Bahn heruntergedrückt wird, haben sich nicht bewährt, da hierdurch leicht die Wagen aus dem Gleise gehoben werden.

Die hier beschriebene neuere Konstruktion unterscheidet sich von der seitherigen Anordnung dadurch, daß der Seilkanal nicht in der Mitte des Gleises, sondern seitlich unter den Schienen liegt, und zwar bilden die Schienen nach symmetrischem Profil selbst mit ihren Gegenschienen den oberen offenen Schlitz des Kanals. Diese Anordnung hat den seitherigen Konstruktionen gegenüber folgende bedeutende Vorteile:

1. Bei dem Seilkanal in der Mitte sind bei Kreuzungen und Uebergängen von einfacher in doppelte Spur stets bewegliche Weichenzungen nötig, welche den Wagen in das richtige Gleis zu führen haben. Hierbei kommt es häufig vor, daß sich Steine, Schmutz usw. zwischen die Weichenzungen legen, daß dadurch der Seilhalter des Wagens auf diese Zunge auffährt und Entgleisungen verursacht werden. Bei seitlichen Kanälen unter den Schienen hat jeder Wagen

seine eigene Führung, und es fallen alle beweglichen Weichen fort. Die Wagen haben bei dieser Anordnung keine Spurkränze.

2. Die Anwendung von einfacher Spur in Kurven ist bei dem Mittelkanal nicht wohl möglich, da eine zweckmäßige Anordnung der Kurvenrollen für das hin- und zurückgehende Seil noch nicht gefunden werden konnte. Bei dem System mit Mittelkanal können daher enge, gekrümmte Straßen nicht befahren werden. Mit den seitlichen, also doppelten Kanälen jedoch kann man sowohl in der Geraden, als auch in Kurven von doppelter Spur in die einfache übergehen, und können alle Kurven mit einfacher Spur befahren werden, da das Seil in den Kanälen unter den Schienen seine Führungen hat.

3. Die Bremsen der Wagen sind bei den Bahnen mit seitlichem Kanal so angeordnet, daß die Bremsbacken von unten und von oben die Schienen fassen, wodurch es möglich ist, eine sehr bedeutende Bremskraft auszuüben und die Wagen auch auf starken Steigungen mit größter Sicherheit anzuhalten. Bei der vorliegenden Anordnung ist der Greifer, welcher das Seil faßt, so in Verbindung mit der Bremse gebracht, daß die letztere von unten die Schienen faßt, sobald der Greifer das Seil losläßt. Außerdem ist eine zweite Bremse angebracht, welche sowohl allmählich vermittelt Schraubenspindel, oder im Falle der Not plötzlich vermittelt Gewichtshebel in Tätigkeit gesetzt wird und die Schienen von unten und oben faßt. Diese Bremse läßt sich auch bei Bahnen mit freiem Seil verwenden, und zwar werden dann die Schienen an gußeisernen Sätteln befestigt.

4. Bei der Konstruktion mit seitlichem Kanal sind bei einfacher Spur zwei, bei doppelter Spur vier Eisenstränge in der Straßenoberfläche, während bei Anwendung des mittleren Kanales bei einfacher Spur 3 und bei doppelter Spur 6 solcher Stränge vorhanden sind. Es ist also hier viel mehr Gelegenheit zum Ausgleiten der Menschen und Zugtiere geboten.

Da die Anlagekosten durch den Seitenkanal verhältnismäßig hoch sind, werden solche Kabelbahnen vorzugsweise in sehr bevölkerten Städten zur Anwendung kommen, wo die große Frequenz größere Anlagekosten gestattet.

Der Motor muß verhältnismäßig groß gewählt werden, da schon die alleinige Bewegung des Seiles, auch ohne angehängte Wagen, ziemlich Kraft erfordert; doch kommt bei Dampfmotoranlagen hier wieder in Betracht, daß bei denselben, weil stationär, solche Konstruktionen gewählt werden können, welche sehr sparsam in Kohlen- und Dampfverbrauch sind.

Die nach diesem System mit seitlichem Seilkanal (von Figuren ist Abstand genommen worden, da bisher fast ausschließlich nur im Auslande ausgeführt) konstruierten Kabelbahnen werden von der Maschinenfabrik Eßlingen ausgeführt.

## M. Heißdampf-Motorwagen, Bauart Kittel (Maschinenfabrik Eßlingen).

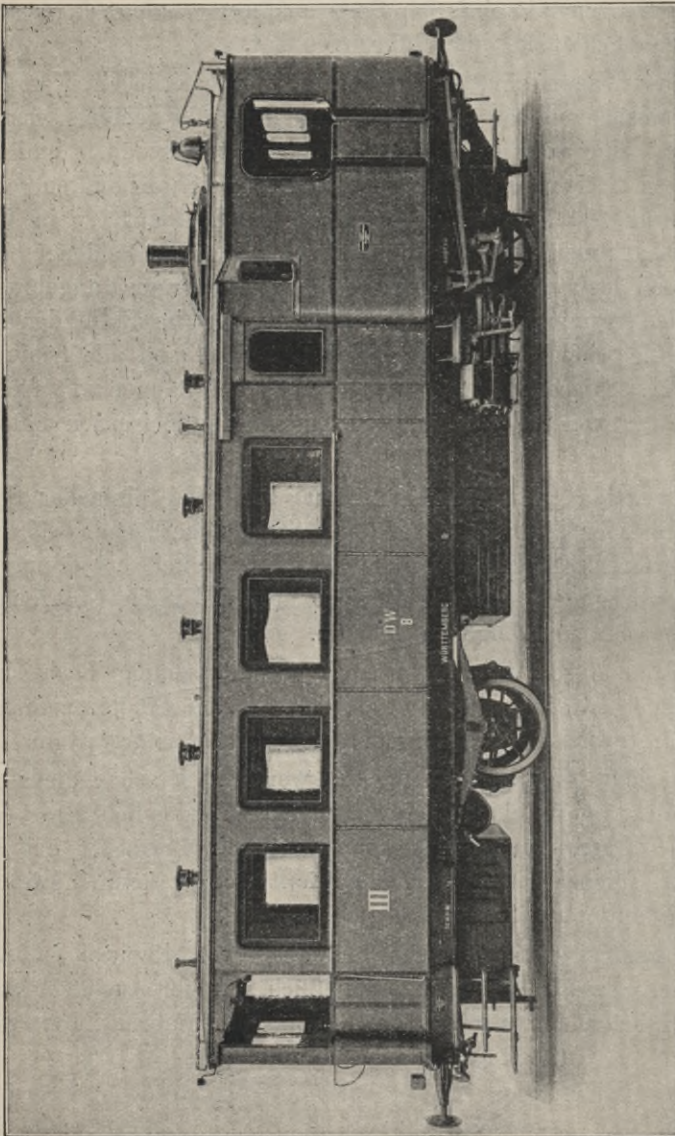
Die Heißdampf-Motorwagen, Fig. 260, werden als Selbstfahrwagen, vor allem für den Nahverkehr auf Haupt- und Nebenbahnen, verwendet.

Der Wagen entspricht in allen Teilen den Vorschriften des Vereins deutscher

Eisenbahnverwaltungen. Derselbe ruht auf 2 Achsen, von denen die eine als feste Treibachse von einer Zwillingdampfmaschine unmittelbar angetrieben wird, während die andere als freie Lenkachse ausgebildet ist. Durch diese Anordnung wird gleich gute Fahrt für Vor- und Rückwärtsgang erreicht.

Das in der üblichen Bauart ausgeführte Untergestell ist mit dem Rahmengestell, das die Dampfmaschine trägt, fest zusammengebaut und auf den Achsen federnd gelagert. Auf dem Untergestell ruht der Wagenkasten mit dem am vorderen Ende ange-

Fig. 260.



ordneten Führerhaus. Letzteres ist wesentlich breiter gehalten als der Wagenkasten; infolgedessen kann der Führer auch bei der Rückwärtsfahrt des Wagens



stets seitlich am Wagenkasten vorbeisehen und das Gleise frei überblicken, ohne sich herausbeugen zu müssen.

Der Raum für die Fahrgäste hat einen durchlaufenden Mittelgang und seitliche Quersitze und ist mit dem Führerhaus durch einen Gang verbunden, der durch eine Schiebetür abschließbar ist. Das dem Führerstand zunächst gelegene Abteil, ebenfalls durch Schiebetür von diesem aus zugänglich, besitzt aufklappbare Sitze und kann auch als Gepäckraum und Postraum benutzt werden. Unter dem Wagengestelle befinden sich 4 verschließbare Kästen, die zur Gepäckaufbewahrung oder als Hundeställe benutzt werden können.

Der Wagen ist mit einer Handbremse ausgerüstet, welche beide Achsen mit 8 Klötzen bremst; sie kann von beiden Plattformen aus bedient werden. Auf Verlangen kann eine Luftdruck- oder eine Luftsauge-Bremseinrichtung eingebaut werden. Kupplungsverschlüsse für Dampfheizung und Bremsleitung befinden sich an beiden Wagenenden.

Ein Drehen des Wagens an den Endstationen ist also nicht nötig.

Im Führerhaus neben dem Kessel sind Wasser- und Kohlenbehälter angeordnet, welche bequem von beiden Wagenseiten aus mit einem gewöhnlichen drehbaren Wasserkran gefüllt werden können.

Die Dampfmaschinen werden für Vollspur und für andere übliche Spurweiten gebaut.

Der zum Betrieb dienende überhitzte Dampf wird in einem am vorderen Ende des Wagens im Führerhaus aufgestellten stehenden Heizröhrenkessel von etwa 34 m<sup>2</sup> Gesamtheizfläche erzeugt. Der Kessel besitzt alle gesetzlich vorgeschriebenen Ausrüstungen, d. h. einen Manometer, ein Sicherheitsventil und einen Wasserstand nebst 2 Proberhähnen. Als Speisevorrichtungen dienen 2 Injektoren mit den nötigen Speiseventilen. Jeder Injektor reicht für sich allein zur vollständigen Speisung des Kessels aus.

Der Kessel besitzt bei verhältnismäßig geringem Wasserinhalte eine große Verdampfungsoberfläche und großen Dampfraum. In die oben gelegene Rauchkammer ist der Ueberhitzer eingebaut. Der Deckel der Rauchkammer mit dem Schornstein und Funkenfänger ist aufklappbar angeordnet, um die Zugänglichkeit des Ueberhitzers und die Reinigung der Heizröhren zu erleichtern. Eine besondere Einrichtung zum Ausblasen dieser Heizröhren ist ebenfalls vorgesehen. Als Brennstoff wird vorteilhaft kleine Nußkohle verwendet.

Die Bauart der kräftigen Zwillingsdampfmaschine ist die bei gewöhnlichen Lokomotiven übliche. Alle zum Heißdampfbetrieb nötigen Einrichtungen sind vorhanden. Die Steuerung ist nach Heusinger von Waldegg ausgeführt, die Umsteuerung geschieht durch Handhebel. Eine vom Triebwerk aus angetriebene Schmierpresse ölt den Frischdampf für die Dampfzylinder.

Die größte Fahrgeschwindigkeit des Wagens beträgt 60 km/Std. beim Vorwärtsgang, 50 km/Std. beim Rückwärtsgang.

Der Dampfmaschinenwagen ist leistungsfähig genug, um einen bis zwei Anhängewagen bis zu 30 t Gesamtgewicht auf nicht zu großen Steigungen mitzuführen zu können. Die Anhängewagen können nach Belieben an dem einen oder an dem anderen Ende des Dampfmaschinenwagens angeschlossen werden.

Die Bedienung des Dampfwagens besteht aus einem Führer, welcher gleichzeitig auch die Dienste des Heizers versieht, und einem Schaffner. Letzterer hat seinen Stand auf der hinteren Plattform, wo er Bremse, Dampfpfeife und Läutewerk bei der Rückwärtsfahrt des Wagens betätigt. Die Bedienung des Kessels erfordert keine besondere Schulung, sondern kann jedem mit gewöhnlichen Lokomotivkesseln vertrauten Heizer übertragen werden. Auf dem Schirmdach befinden sich eine Dampfpfeife und ein Dampfplätewerk, mit welchen von beiden Plattformen aus Hörsignale gegeben werden können.

Die Heizung des Wagens geschieht während der Fahrt mit Auspuffdampf, beim Stillstand mit Frischdampf. Zur Beleuchtung der einzelnen Abteile und der Plattformen sind Lampen für Oelbrand eingebaut.

Die Württembergischen Staatsbahnen haben eine größere Anzahl dieser Wagen schon längere Zeit hindurch in dauerndem Betriebe und erzielen recht gute Resultate.

## N. Einschienenbahn (Schnellbahnsystem Scherl).

August Scherl hat in seiner technischen Versuchsabteilung einen Modellwagen für Einschienenbahnen entwerfen lassen. Dieser Versuchswagen gilt für Standbahnen, die durch gyrostatische Vorrichtungen derart stabilisiert werden, daß sie, trotzdem ihr Schwerpunkt hoch über der Schiene liegt, auf einer einzigen Schiene mit vollster Sicherheit stehen und laufen. Durch die gyrostatischen Apparate werden die Wagen stets so eingestellt, daß die Resultante sämtlicher auf den Wagen wirkenden Kräfte (Winddruck, hin- und hergehende Passagiere, ungleichmäßig hinaufgeworfenes Gepäck usw.) durch die Schiene geht, den Wagen also nicht umwerfen kann. Die Wagen fahren in beliebigen Kurven mit beliebigen Geschwindigkeiten, ohne die geringste Gefahr des Entgleisens, da die Kreisel das Fahrzeug stets in die Richtung der Resultierenden aus Zentrifugalkraft und Schwerkraft einstellen. Ebenso verhalten sich die Kreisel bei Lastverschiebungen innerhalb des Wagens. Bei einer exzentrischen Belastung, etwa bei Aufsetzen einer schweren Last auf die eine Seite, neigt sich der Wagen nicht, wie man erwarten würde, nach der belasteten Seite, sondern diese Seite hebt sich gerade unter Einwirkung der sofort in Tätigkeit tretenden gyrostatischen Kräfte der Kreisel, bis der neue Schwerpunkt wieder senkrecht über der Schiene liegt. Ueber den im Zoologischen Garten Berlins mit großem Erfolge vorgeführten Modellwagen ist zu sagen: der Wagen ist  $5\frac{1}{2}$  m lang, 1,20 m breit; er ist auf einspurigen Drehgestellen montiert; sein Gewicht beträgt 2500 kg; das Kreiselgewicht macht 6% des Wagengewichtes aus; der Kreisel macht 8000 Touren in der Minute; der Stromverbrauch beträgt zusammen 5 Amp. bei 110 Volt.

Es ist völlig ausgeschlossen, daß der gesamte Stabilisierapparat plötzlich versagen könnte und der Wagen sein Gleichgewicht verlöre. Bei Unterbrechungen der Stromzuführung zu den Kreiselmotoren, die doch unter Umständen vorkommen können, tritt ein Versagen des gyrostatischen Apparates nicht ein. Die Kreiselmassen haben, trotzdem zu ihrem Antrieb im Verhältnis zu den Fahrmotoren verschwindend kleine Kräfte gebraucht werden, außerordentlich hohe Tourenzahl (8000 Touren/Minute, wie schon gesagt). Es ist also eine solche Menge lebendiger Energie in ihnen aufgespeichert, daß sie auch nach Unterbrechung der Stromzuführung noch stundenlang rotieren und noch wenigstens eine halbe Stunde lang die Kraft besitzen, den Wagen völlig sicher zu stabilisieren. Einen plötzlichen Stillstand des Kreisels gibt es überhaupt nicht. Selbst der in schnellster Fahrt befindliche Zug kann bei einer plötzlichen Stromunterbrechung noch ruhig abgebremst und zum Stillstand gebracht werden, lange bevor noch der Wagen irgendwie in seinem sicheren Gleichgewicht gefährdet wäre. Die Stabilisierung ist also bis zu gewissem Grade unabhängig von der Stromzuführung.

Bei den für später gedachten Wagen wird außerdem der gesamte Stabilisierapparat seine selbständige Zentrale erhalten. Als ultima ratio endlich hat der Gyrowagen auch noch eine Sicherung, die ganz unabhängig vom Stabilisierapparat ist. Es können in ihm seitliche Stützen innerhalb eines Bruchteils einer Minute herabgelassen werden, entweder durch einen Hebelgriff des Fahrers, oder auch automatisch ausgelöst, sobald aus irgend einem Grunde die Tourenzahl der Kreisel unter eine gewisse Grenze sinken will. Diese Seitenstützen oder Kufen verwandeln dann sofort den Einschienenwagen in einen stabilen dreispurigen Wagen. Dieser Prozeß spielt sich, wie gesagt, innerhalb des Bruchteils einer Minute ab, noch lange bevor die gyrostatischen Kräfte erschöpft sind. Der einschienige, durch Gyrostaten stabilisierte Wagen erscheint also ebenso sicher und zuverlässig, wie jedes andere mehrspurige Fahrzeug.

Auf die Vorzüge, sowie auf einen Vergleich dieses eigenartigen Bahnsystems, das August Scherl zur technischen Grundlage seines neuen Schnellbahnsystems machen will, mit andern Bahnen will ich hier nicht näher eingehen; desgleichen nehme ich von Figuren Abstand, da sich die ganze Idee noch im Versuchsstadium befindet und praktische Erfolge noch nicht zu verzeichnen sind.

## O. Drahtseilbahnen und Hängebahnen der Firma J. Pohlig A.-G., Köln (Transport von Massengütern).

### I. Einleitung.

Als Beförderungsmittel für Massengüter haben sich die Schwebetransporte schon seit Jahrzehnten mit Recht ein weites Feld erobert, denn sie bieten

gegenüber den Bahnen zu ebener Erde eine Anzahl nicht zu unterschätzender prinzipieller Vorteile, d. h. Vorteile, die aus dem Prinzip ihrer Konstruktion erwachsen. Als Ausgangspunkt dafür ist vor allem der Umstand wichtig, daß sich bei den Schwebebahnen der Schwerpunkt des rollenden Materials unterhalb des Gleises und daher immer im stabilen Gleichgewicht befindet. Aus diesem Grunde gebraucht man zur Unterstützung und Führung der Wagen nur eine Schiene, woraus eine bedeutende Verminderung der Reibungswiderstände resultiert, die wiederum zur Folge hat, daß die notwendige Betriebskraft derartiger Bahnen sehr gering wird. (Vergleiche auch Abschnitt J.)

Bei den Drahtseilbahnen, d. h. den Schwebebahnen, bei welchen als Antriebsorgan ein endloses Drahtseil dient und auch gespannte Drahtseile als Gleis verwendet werden, kommt noch eine große Anzahl weiterer Vorteile hinzu. Die Drahtseilbahnen beanspruchen nämlich nur eine außerordentlich geringe Bodenfläche für die Stützenkonstruktionen der Fahrbahn und gestatten aus diesem Grunde, sowie durch ihre Fähigkeit, Steigungen von  $45^\circ$  mit Leichtigkeit zu überwinden, Bahnanlagen auch in stark gebirgigem Terrain ohne kostspielige Hilfsbauten, wie Brücken, Tunnels, Einschnitte usw.

Der Begründer des Seilbahnsystems der Firma Pohlig, der bekannte Ingenieur Otto, war einer der ersten, welche mit Energie und Erfolg daran gingen, alle Einzelheiten des Streckenbaues und des rollenden Materials gründlich auszugestalten, und es gelang ihm bereits Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts, die Drahtseilbahnen zu einem wirklich betriebssicheren Transportmittel zu erheben. Die Entwicklung des Systems hat dann in den mehr als 30 Jahren seines Bestehens mit den sich immer steigernden Anforderungen des Verkehrswesens Schritt gehalten, und es kann, wie die neuesten, nachstehend beschriebenen Anlagen der Firma beweisen, auf dem Gebiete des Gütertransports, soweit Massegüter in Betracht kommen, den Wettkampf mit dem heute so hoch entwickelten Eisenbahnbetrieb aufnehmen.

## II. Das Seilbahnsystem der Firma (einschl. Hängebahnen).

Die Konstruktionsteile, aus denen sich eine Drahtseilbahn zusammensetzt, kann man in zwei Hauptgruppen einteilen, nämlich in feststehende und bewegliche. Zu der ersten gehört die Gleisstrecke mit ihren Stützen, Spannvorrichtung und Stationen, zu der letzten gehören das Zugseil und die Wagen.

Die Gleisstrecke besteht aus zwei Drahtseilen, die bei normalen Terrainverhältnissen in Abständen von 40 bis 200 m von hölzernen oder eisernen Stützen getragen werden; bei Ueberschreitung breiter Flußtäler, oder wenn andere Umstände das Aufstellen von Seilunterstützungen in normaler Entfernung verhindern, kann man jedoch weit größere Stützenentfernungen zulassen. Die Firma hat schon Spannweiten bis zu 1150 m ausgeführt.

Die beiden als Gleis für die Hin- und Rückfahrt der Wagen dienenden Seile, Tragseile genannt, werden parallel zueinander in einer Entfernung von 1,5 bis 2,5 m verlegt und durch eine besondere, weiter unten beschriebene Einrichtung in gleichmäßig gespanntem Zustande erhalten. Der Durchmesser der

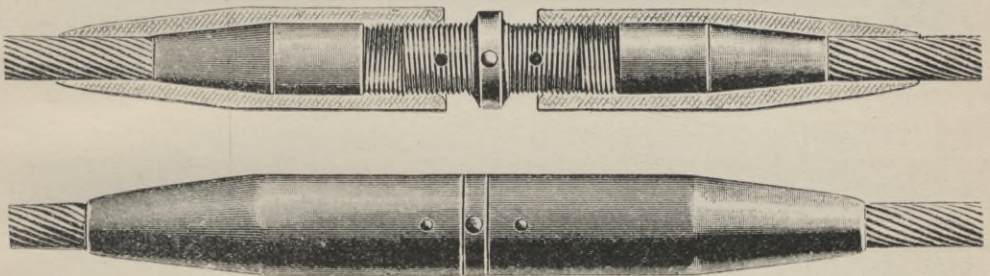
beiden Tragseile ist für gewöhnlich verschieden, da meistens nur in einer Richtung Material gefördert wird und daher das Tragseil, auf dem die leeren Wagen an ihren Ausgangspunkt zurückkehren, viel weniger beansprucht wird als der Laststrang.

Was die Konstruktion der Tragseile anbetrifft, so verwendete man früher ausschließlich und auch heute noch vielfach, besonders bei Bahnen von nicht großer Leistung, das bekannte Spiralseil; es besteht aus zwei oder mehreren Lagen von Runddrähten, die spiralförmig um einen einzelnen Draht, der die sogen. Seele bildet, geschlagen sind. Die Bruchfestigkeit der einzelnen Drähte schwankt je nach den Ansprüchen, die gestellt werden, zwischen 55 und 150 kg/mm<sup>2</sup> und dementsprechend auch die Bruchfestigkeit der Seile.

Bei Bahnen für größere Förderleistung verwendet man die neuere sogen. verschlossene Seilkonstruktion. Die äußeren Lagen dieser Seile werden aus Fassondrähten gebildet, welche sich in der äußersten Lage zum Teil überlappen. Dadurch erhält das ganze Seil eine vollkommen glatte zylindrische Oberfläche, und die Drähte hindern sich infolge der Ueberlappung gegenseitig am Auspringen, falls ein Draht brechen sollte. Die zylindrische Oberfläche des Seiles hat noch den besonderen Vorteil, daß die Laufwerke der Wagen das Seil nicht nur in einzelnen Punkten, sondern in einer größeren Fläche berühren, wodurch natürlich der Verschleiß vermindert wird. Die Spezialkonstruktion (der Firma) eines verschlossenen Seiles hat sich besonders gut bewährt; die Firma konstruiert auch sogen. halbverschlossene Seile.

Die Tragseile werden für gewöhnlich in Längen von 200 bis 400 m verwendet und miteinander durch Muffen verbunden, deren Konstruktion aus Fig. 261 vollkommen ersichtlich ist. Die Verbindung der einzelnen Seilstränge mittels dieser Muffen geschieht in der Weise, daß nach Aufschieben einer Muffenhälfte

Fig. 261.



am Seilende die Einzeldrähte zu einem Büschel, entsprechend der Form der Muffenhälften, aufgebogen werden. Darauf wird die Muffe mit Metall ausgegossen, so daß aus den Drähten und der Gußmasse ein einheitliches konisches Metallstück entsteht. Zahlreiche von der Firma vorgenommene Zerreißversuche haben ergeben, daß diese Verbindung stärker ist wie das Seil, da bei den Versuchen das Seil immer neben der Muffe im gesunden Querschnitt riß und nicht etwa die Seilenden aus der Muffe gezogen wurden.

Die Unterstützungen, auf denen die Tragseile gelagert werden, kon-

struiert man entweder aus Holz oder Eisen; für Holzstützen hat sich im Laufe der Zeit die in Fig. 262 dargestellte Form herausgebildet, während bei eisernen

Fig. 262.



Stützen sich als am zweckmäßigsten die Pyramidenform erwiesen hat, von der Fig. 263 ein Beispiel gibt.

Während also Unterschiede in der Konstruktion der Stützen kaum vorkommen, schwankt ihre Höhe außerordentlich; denn durch Wechsel in der Höhe der Unterstützungen hat man es in der Hand, Unebenheiten des Geländes in gewissen Grenzen auszugleichen. In welchem Maße von diesem Mittel Gebrauch gemacht wird, kann man daraus ersehen, daß die

Firma schon wiederholt Stützen von 40 und 45 m Höhe ausgeführt hat, während die normale Stützhöhe etwa 6 bis 10 m beträgt.

Auf den Stützen ruhen die Seile in sogen. Seilauflagerschuh, deren

Fig. 263.



richtige Ausbildung für die Lebensdauer der Tragseile von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Figur 264 gibt eine Darstellung eines drehbaren Auflagerschuhes.

Außer mit Seilauflagerschuh sind die Stützen auch noch mit zwei Zugseiltragrollen versehen, welche in der Regel unter den Tragseilen angebracht sind und dazu dienen, das

im allgemeinen von den Wagen getragene bewegliche Zugseil zeitweilig aufzunehmen.

Die auf den Stützen verlegten Tragseile sind teils infolge der Belastung während des Betriebes, sowie durch Temperaturdifferenzen, starken Längen-

änderungen ausgesetzt, außerdem ändert sich auch der Durchhang der Seile zwischen den Stützen infolge der wechselnden Belastung fortwährend. Es ist daher nicht angängig, beide Enden eines Tragseilstranges fest zu verankern, sondern man kann nur das eine Ende festlegen, während das andere über eine

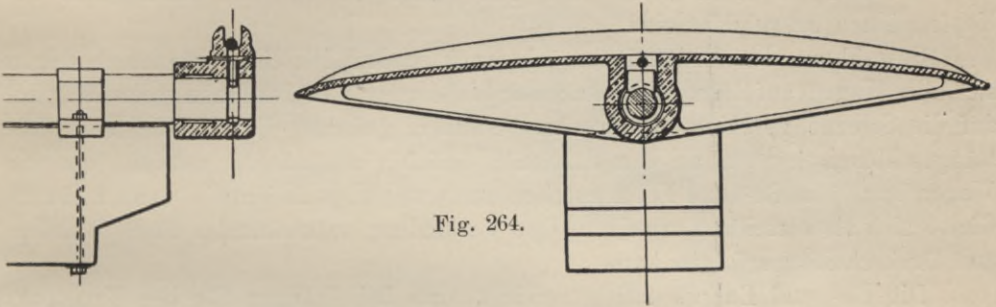
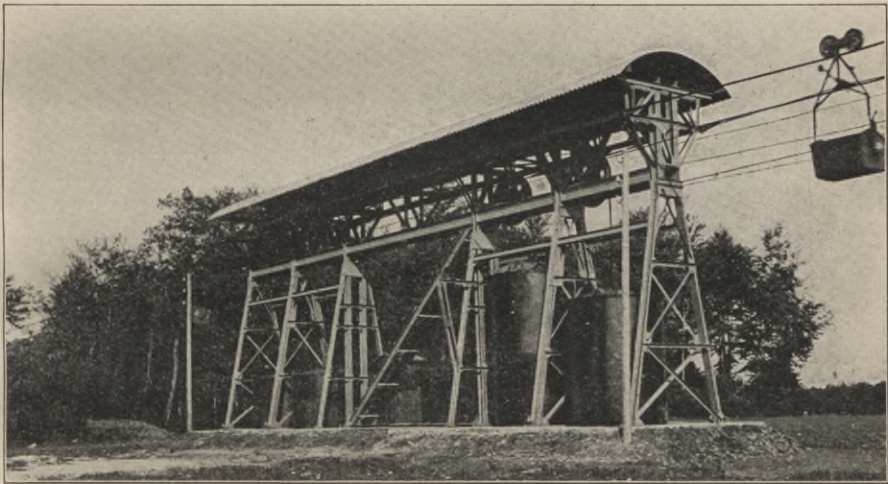


Fig. 264.

Rolle geführt und mit einem entsprechend der Bruchfestigkeit des Seiles gewählten Gewichte versehen wird, welches das Seil in konstanter gleichmäßiger Spannung hält. Solche Einrichtungen zum Spannen der Tragseile sind in Abständen von etwa 1500 bis 2000 m erforderlich, und zwar bringt man sie zum Teil in den Stationen unter, zum Teil werden sie auf der freien Strecke als sogen. Streckenspannvorrichtungen eingebaut. Letztere sind natürlich in der Weise ausgebildet, daß das Passieren der Wagen durchaus nicht beeinträchtigt und auch keine Bedienung der Anlage an diesen Stellen notwendig wird. Ebenso

Fig. 265.



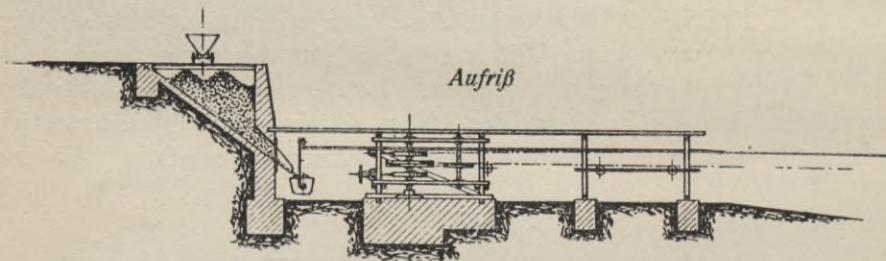
wie die Stützen führt man die Spannvorrichtungen entweder in Holz- oder Eisenkonstruktion aus. Fig. 265 zeigt eine solche doppelte Spannvorrichtung für die Tragseile.

Bei Drahtseilbahnen, deren Länge etwa 10 000 m nicht überschreitet, kommt man, wenn nicht besonders ungünstige Terrainverhältnisse vorliegen, mit je einer

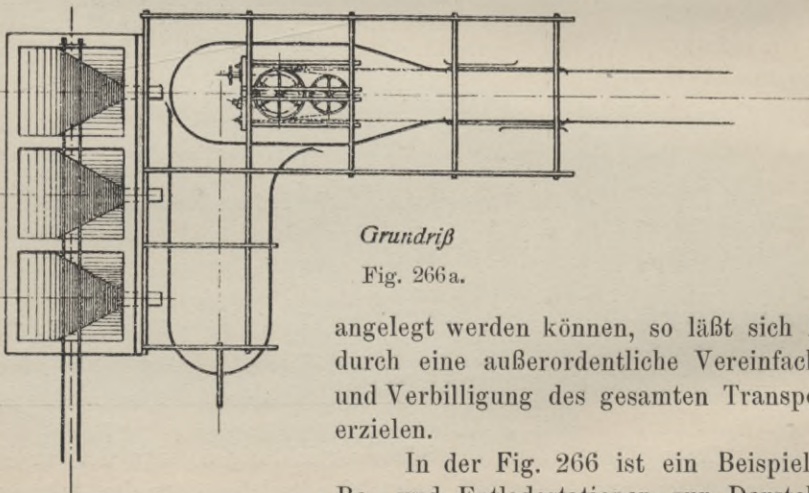
Station am Anfang und am Ende der Strecke aus. Bei längeren Bahnen muß man, um nicht infolge der wachsenden Beanspruchung zu starke Zugseile zu erhalten, Zwischenstationen einfügen, an denen das bewegliche Zugseil unterbrochen wird. Die Zwischenstationen sind als zweiseitig offene Hallen konstruiert, während die Stationen am Anfang und am Ende einer Seilbahnlinie naturgemäß als Kopfstationen ausgebildet sind.

Sowohl an den Endstationen, als auch in den Zwischenstationen bewegen sich die Wagen auf Hängeschienen; der Uebergang der Laufbahn vom Tragseil auf die Schiene geschieht durch eine besonders geformte Ueberlaufschiene. Die Hängeschienen können an den Stationen beliebig ausgedehnt werden, um die Wagen nach den Be- und Entladestellen zu bewegen, wobei auch, wenn mehrere Gleise sich als vorteilhaft erweisen, ihre Verbindung untereinander durch Weichen und Drehscheiben erfolgen kann.

Die Be- und Entladestation versieht man bei Anlagen für den Transport von Massengütern mit Füllrumpfen, aus denen die Seilbahnwagen mittels Schurren beladen werden, bzw. in welche das Fördergut gestürzt wird. Da diese Füllrumpfe direkt an den Erzeugungs- bzw. den Gebrauchsstellen des Fördergutes



*Beladestation*



*Grundriß*

Fig. 266a.

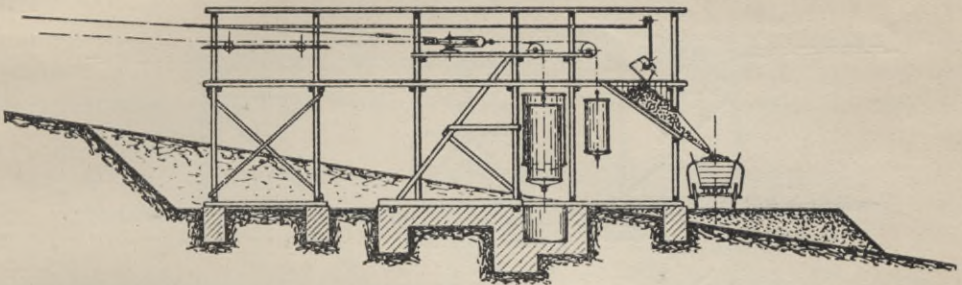
angelegt werden können, so läßt sich hierdurch eine außerordentliche Vereinfachung und Verbilligung des gesamten Transportes erzielen.

In der Fig. 266 ist ein Beispiel für Be- und Entladestationen zur Darstellung gebracht. Fig. 266a zeigt die Anordnung der Beladestation, Fig. 266b diejenige der Entladestation. Eine Erklärung der Figur nach dem bereits Mitgeteilten erübrigt sich.

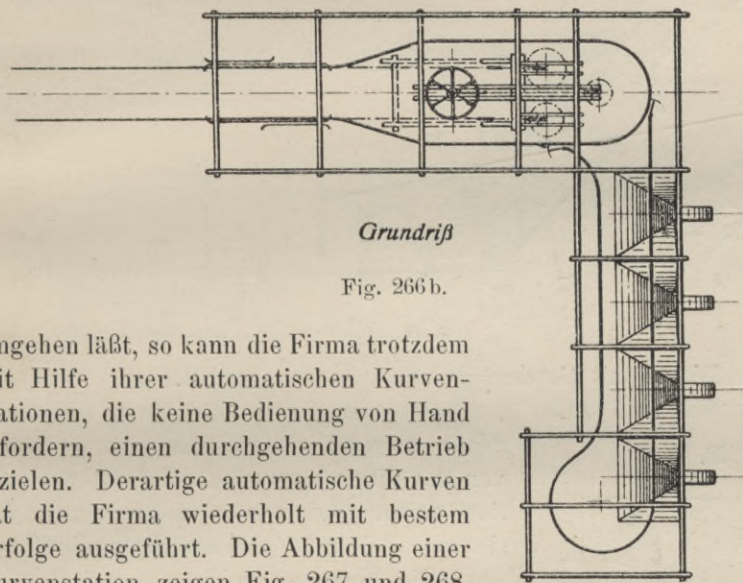


Es empfiehlt sich für die Führung einer Drahtseilbahn stets eine gerade Linie zu wählen; falls sich jedoch die Einschaltung von Winkelpunkten nicht

*Aufriß*



*Entladestation*



*Grundriß*

Fig. 266 b.

umgehen läßt, so kann die Firma trotzdem mit Hilfe ihrer automatischen Kurvenstationen, die keine Bedienung von Hand erfordern, einen durchgehenden Betrieb erzielen. Derartige automatische Kurven hat die Firma wiederholt mit bestem Erfolge ausgeführt. Die Abbildung einer Kurvenstation zeigen Fig. 267 und 268.

In Fig. 269 ist noch eine Winkelstation mit Antrieb dargestellt.

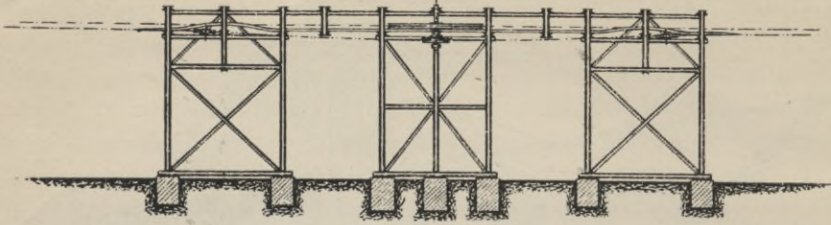
Als mittelbar zu einer Seilbahnstrecke gehörig müssen noch die Schutzbrücken und Schutznetze erwähnt werden, die als Schutzmittel gegen etwa herabfallendes Fördergut dort angebracht werden, wo die Seilbahnstrecke öffentliche Straßen und Eisenbahnlinsen kreuzt oder über menschliche Wohnungen hinweggeführt werden muß.

Zur Fortbewegung der Wagen auf der Laufbahn dient, wie bereits erwähnt, ein außerordentlich biegsames endloses Drahtseil, das während der ganzen Betriebsdauer in ständiger Bewegung begriffen ist. Das Zugseil läuft an den beiden Enden der Bahnstrecke über Seilscheiben, deren eine mit einem Antriebsvorgelege in Verbindung steht, dessen Bewegung durch eine besondere Betriebsmaschine oder von einer vorhandenen Kraftanlage aus durch Transmission erfolgt.

Auch das Zugseil muß natürlich mit einer Einrichtung versehen werden, die Längenänderungen kompensiert, und zwar benutzt die Firma zu diesem

Zwecke ebenfalls eine geeignete Gewichtsbelastung; die Anordnung wird in der Weise getroffen, daß eine Spansscheibe in einem Schlitten gelagert ist, an dem

*Aufriß*



*Automatische Kurvenstation*

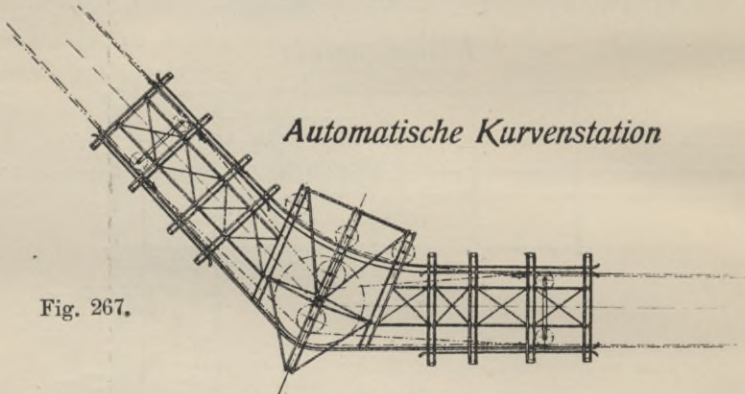


Fig. 267.

*Grundriß*

eine über Rollen geführte, mit Gewicht belastete Kette angreift.

Von dem Zugseil muß außer der notwendigen Bruchfestigkeit vor allem große Biegsamkeit gefordert werden. Die von der Firma verwendete Zugseilkonstruktion zeichnet sich noch dadurch aus, daß sich das Seil sehr gleichmäßig abnutzt.

Fig. 268.



Die Wagen, welche von dem Zugseil fortbewegt werden, bilden den wichtigsten und gleichzeitig denjenigen Teil der Anlage, in dem wir die größte Summe von konstruktiver Arbeit vereinigt finden.

Entsprechend ihrer Aufgabe, zur Fortbewegung auf dem Tragseil, sowie zur Aufnahme des Fördergutes zu dienen und außerdem die Verbindung mit dem Zugseil herzustellen, bestehen die Wagen aus vier Teilen: dem Laufwerk, dem Gehänge, dem Fördergefäß oder Wagenkasten und dem Kupplungsapparat. Das Laufwerk wird von zwei stählernen Seitenschildern (Erfindung der Firma) gebildet, die in der Mitte durch

ein gußeisernes Zwischenstück verbunden sind. In den Seitenschildern sind die zwei aus Stahl hergestellten Laufräder auf Hohlachsen gelagert, welche mit konsistentem Fett gefüllt werden, wodurch die Schmierung für längere Zeit vollkommen automatisch besorgt wird (ebenfalls Erfindung der Firma). Falls bei einer Drahtseilbahn besonderer Wert auf große Kraftersparnis gelegt wird, so versieht die Firma die Laufwerke mit Rollen bezw. Kugellagern, wodurch die Reibungswiderstände auf die Hälfte bezw. auf ein Drittel herabgemindert werden.

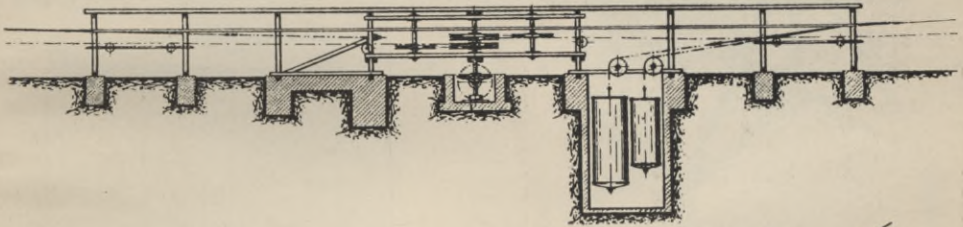
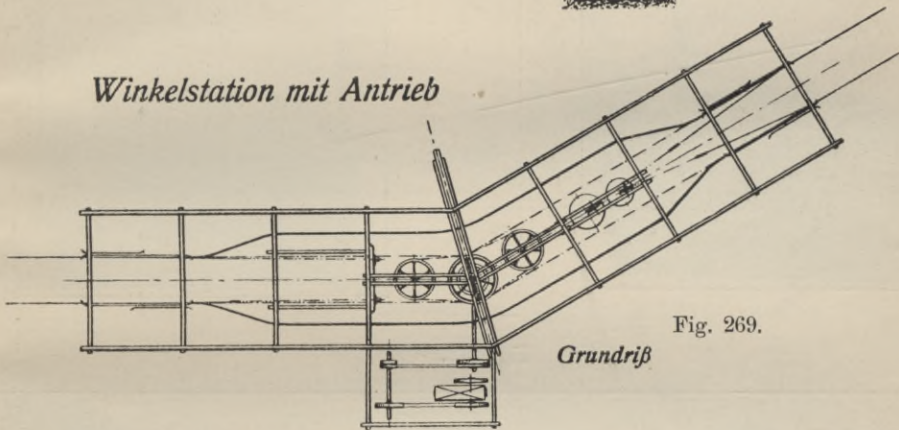
*Aufriß**Winkelstation mit Antrieb*

Fig. 269.

*Grundriß*

Fig. 270 zeigt einen Wagen für Unterseil, Fig. 271 einen solchen für Oberseil.

Das Gehänge wird aus Flacheisen hergestellt und trägt an seinem obersten Ende einen Bolzen, mit dem es im Laufwerk zwischen den beiden Laufrollen drehbar aufgehängt wird, während sein unterer Teil so ausgebildet ist, daß er das Fördergefäß, den Wagenkasten, aufnehmen kann. Letzterer wird aus Stahlblech hergestellt und mittels  $\square$ -Eisen versteift. Seine Form wechselt ebenso wie die des Gehänges, je nach den besonderen Anforderungen und nach der Art des Fördergutes. Bei großen Einzellasten, insbesondere zum direkten Transport von Grubenwagen, für Langholz und dergl. verwendet die Firma Doppellaufwerke, wie Fig. 272 zeigt.

Der Kupplungsapparat hat die Aufgabe, den Wagen so fest mit dem Zugseil zu verbinden, daß auch bei höchster Belastung und in den stärksten Steigungen das Fördergefäß sicher mitgenommen wird. Trotzdem soll sich die Kupplung dort, wo es der Betrieb erfordert, in einfachster und leichtester Weise lösen lassen. Damit sind aber die Anforderungen, die man an einen guten

Kupplungsapparat stellen muß, noch lange nicht erschöpft. Das Ein- und Auskuppeln soll nämlich im Interesse der Sicherheit des Betriebes möglichst voll-

Fig. 270.

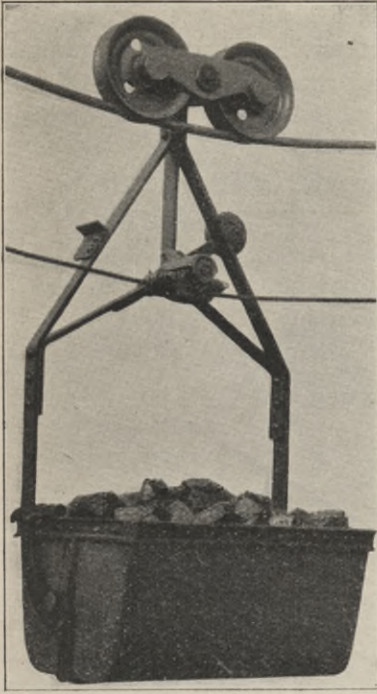


Fig. 271.

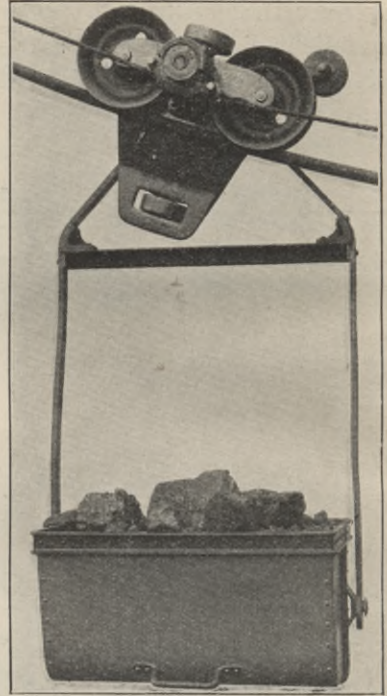
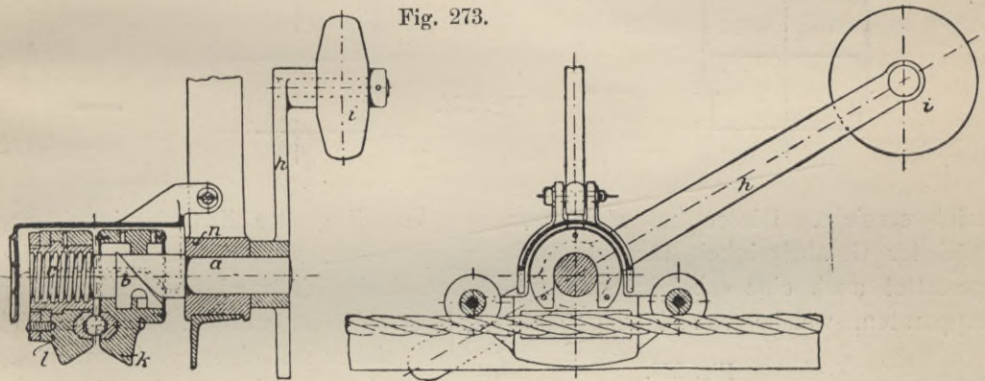


Fig. 272.



kommen automatisch erfolgen; ferner darf das zuverlässige Funktionieren durch klimatische Einflüsse, starke Feuchtigkeit bezw. Schlüpfrigkeit des Zugseiles, Eis- und Rauhreifbildung auf ihm in keiner Weise beeinträchtigt werden, und schließlich soll das Zugseil im Apparate möglichst wenig leiden. Der Universal-klemmapparat der Firma ist mit vorzüglichem Erfolge seit 18 Jahren bei Hunderten von Drahtseilbahnen, sowohl im höchsten Norden wie in der tropischen Zone beständig im Gebrauch und zwar bei Wagenlasten bis zu 2000 kg und bei Steigungen von 1:1. Fig. 273 zeigt den Apparat in der Vorderansicht und im Querschnitt. Er besteht aus einer Spindel *a*, die ein Rechtsgewinde *b* von hoher Steigung und daneben ein Linksgewinde *c* mit sehr feinem Gang trägt; auf jedem



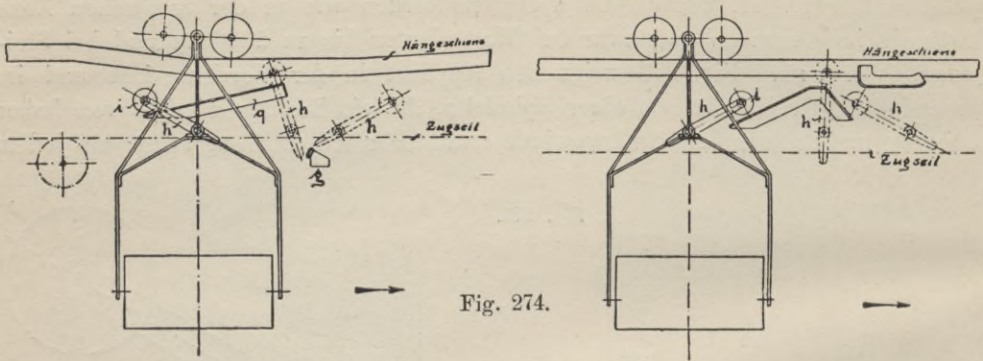
der beiden Gewindeteile sitzt eine Klemmbacke. Am anderen Ende der Spindel, die sich in einem einfachen Augenlager *n* des Gehänges drehen kann, ist ein Hebel *h* mit Gegengewicht *i* aufgekeilt. Durch Drehung dieses Hebels nach links entfernen sich die beiden Klemmbacken voneinander, während sie sich beim Drehen nach rechts zusammenschließen. Die verschiedene Ganghöhe und Länge der beiden Gewindeteile bewirken, daß beim Beginn der Drehung des Hebels die Backen sich schnell nähern; sowie sie jedoch das zwischen ihnen liegende Seil berühren, arbeitet nur noch das feine Gewinde, wodurch die Backe *l* langsam, aber dafür um so intensiver an das Zugseil gepreßt wird.

In Fig. 274 sehen wir den Vorgang beim Ein- und Auskuppeln schematisch dargestellt (links Ein-, rechts Auskuppelung). Das Einkuppeln geschieht in der Weise, daß der Arbeiter den Wagen in der Pfeilrichtung anschiebt. Die Hängeschiene ist im Gefälle verlegt, und während der Wagen infolgedessen automatisch herunterläuft, setzt sich der Kupplungsapparat mit seinen Rollen auf das Zugseil. Bei der weiteren Vorwärtsbewegung des Wagens läuft das Gegengewicht *i* auf dem schrägen Flacheisen *q* auf und hebt den Hebel in die senkrechte Stellung; darauf schlägt der untere Teil des Hebels *h* gegen den Stift *g*, wodurch der Hebel mit großer Gewalt nach vorn gezwungen wird und die Backen aufs äußerste zusammengepreßt werden. Der Vorgang beim Auskuppeln ist aus der Fig. 274 ebenfalls ohne weiteres verständlich.

Wenn der Wagen, vom Zugseil gezogen, an der Station ankommt, wird der  
Strohmeyer, Der Eisenbahnbau IV. 13

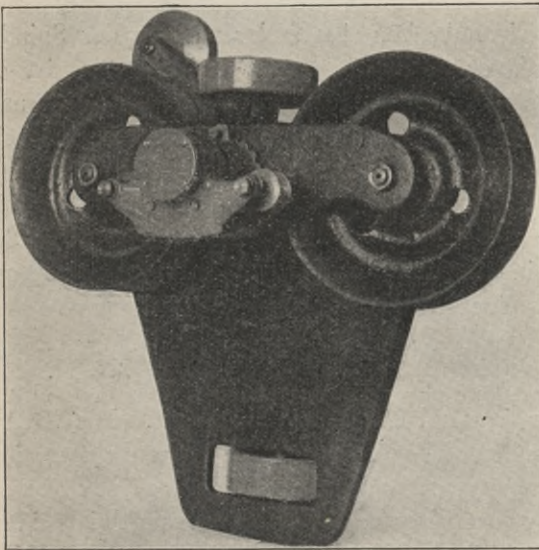
Hebel  $h$  dadurch, daß das Gegengewicht wieder auf einer geeigneten Schräge aufläuft, in die senkrechte Stellung und dann in die Linkslage gedreht.

Durch den Universalklemmapparat hat die Firma, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, bei ihren Drahtseilbahnen einen vollkommen automatischen Be-



trieb erreicht. Dieser hat nicht nur den Vorteil großer Zuverlässigkeit und höchster Gefahrlosigkeit für das Bedienungspersonal, sondern die Konstruktion gestattet auch eine erheblich größere Fahrgeschwindigkeit wie bei Bahnen mit Apparaten, welche von Hand geöffnet und geschlossen werden. Es läßt sich

Fig. 275.



daher mit einem verhältnismäßig kleinen Wagenpark eine sehr hohe Leistungsfähigkeit der Bahn erzielen.

Fig. 275 zeigt eine kleine Abänderung des Apparates; sie wird bei Bahnen angewendet, bei denen das Zugseil nicht wie gewöhnlich unter, sondern neben oder über dem Tragseil geführt ist, eine Anordnung, welche bei scharfen Uebergängen im Streckenprofil gewisse Vorteile bietet. Die Spindel des Apparates ist in diesem Falle in dem hohlen Gehängebolzen gelagert. Auch das Laufwerk in Fig. 275 zeigt Abweichungen von dem gewöhnlichen; es ist eine Spezialkon-

struktion für Bahnen, die automatisch Kurven durchfahren sollen. Zu dem Zwecke trägt der Apparat eine horizontale Führungsrolle, eine zweite derartige Rolle sehen wir unten in dem verlängerten Seitenschild; diese beiden Rollen haben den Zweck, das Laufwerk in den Bahnkrümmungen zwischen Leitschienen zu führen.

Die Drahtseilbahnen der Firma durchlaufen auf diese Weise Kurven sowohl mit Unter- wie mit Oberseil vollkommen automatisch (Fig. 270 und 271) und ohne Lösung der Wagen vom Zugseil. Ebenso können auch die Endstationen derart eingerichtet werden, daß die Wagen die Umführungsscheiben umfahren, während sie am Zugseil befestigt bleiben. Die selbsttätige Rückkehr zur Beladestation in Verbindung mit der Einrichtung (der Firma) zum selbsttätigen Kippen der Fördergefäße auf einem beliebigen Punkt der Strecke gewährleistet bei einer derartigen Anordnung einen ganz automatischen, kontinuierlichen Betrieb.

Es wurde bereits erwähnt, daß auf den Stationen die Wagen zum Zwecke des Be- und Entladens auf Ausweichgleise übergeführt werden, und in vielen Fällen, z. B. im Tagebau, wo das Beladen der Seilbahnwagen an zahlreichen Punkten der Grube vorgenommen werden soll, bilden diese Gleise eine umfangreiche Anlage für sich, die man als **Hängebahn** bezeichnet. Fig. 276.

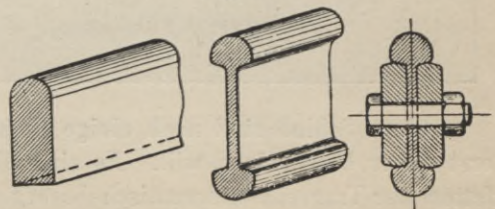
Fig. 276.



Das Kennzeichen der Hängebahn gegenüber der Drahtseilbahn ist also die aus starren Schienen bestehende Gleisanlage. Die Bewegung der Bahn kann ebenso wie bei der Drahtseilbahn durch ein Zugseil erfolgen, bei kurzen Strecken begnügt man sich meist mit Handbetrieb, während bei größeren Einzellasten und in geeigneten Fällen auch der elektrische Einzelantrieb der Hängebahnwagen mit Vorteil angewendet werden kann.

Als Hängebahnschiene verwendet die Firma das in der Mitte der Fig. 277 dargestellte Profil in verschiedenen Größen; gegenüber dem alten Schienenprofil Fig. 277 links zeichnet es sich durch einen sehr günstigen Querschnitt und ein

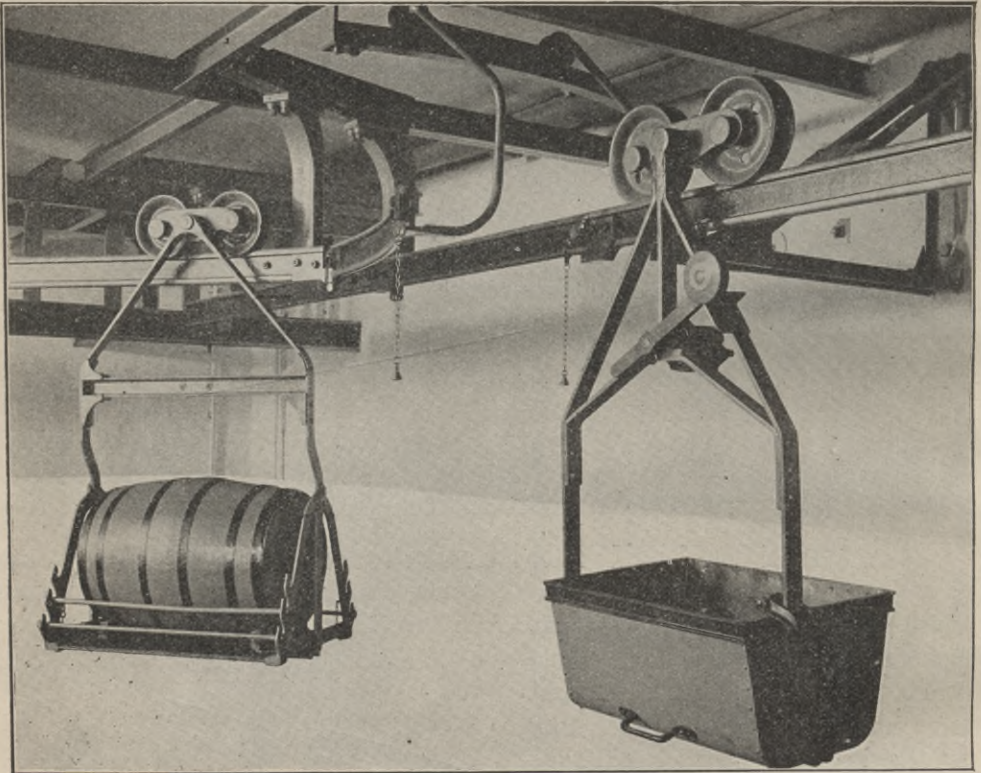
Fig. 277.



dadurch bedingtes hohes Widerstandsmoment aus. Bei Verwendung dieses Profils braucht man daher ohne Erhöhung des Schienengewichts nur halb so viele Unterstützungspunkte. Großen Wert legt die Firma auf eine sorgfältige Schienenstoßverbindung; wie der ebenfalls in Fig. 277 rechts gezeichnete Querschnitt der Stoßstelle zeigt, benutzt die Firma Laschen von sehr reichlichem Querschnitt, und zwar werden sie in der Weise eingefügt, daß die Schienenköpfe jede eintretende Beanspruchung aufnehmen, während die Stege entlastet werden. Die Schienen werden gewöhnlich an gußeisernen Hängelagern aufgehängt; man kann sie aber auch auf Eisen- oder Holzkonstruktion montieren, wobei die Firma gußeiserne Auflager verwendet.

Die Verbindung der einzelnen Schienenstränge untereinander erfolgt durch Spezialweichen (Fig. 278) oder durch Drehscheiben. Falls sich in einem Gebäude in mehreren Etagen Gleisstränge befinden, wird der Uebergang der Wagen von einer Etage zur anderen durch Aufzüge vermittelt.

Fig. 278.



Zum Schluß sind noch einige Hilfsapparate zu erwähnen, die ich aber nicht erst näher beschreiben will. Es sind dies die Schmierapparate, welche das Einfetten der Tragseile automatisch besorgen, und ein Zählapparat bei einer Hängebahn, der die Anzahl der geförderten Wagen automatisch registriert.





Fig. 279.



Fig. 280.



Fig. 281.

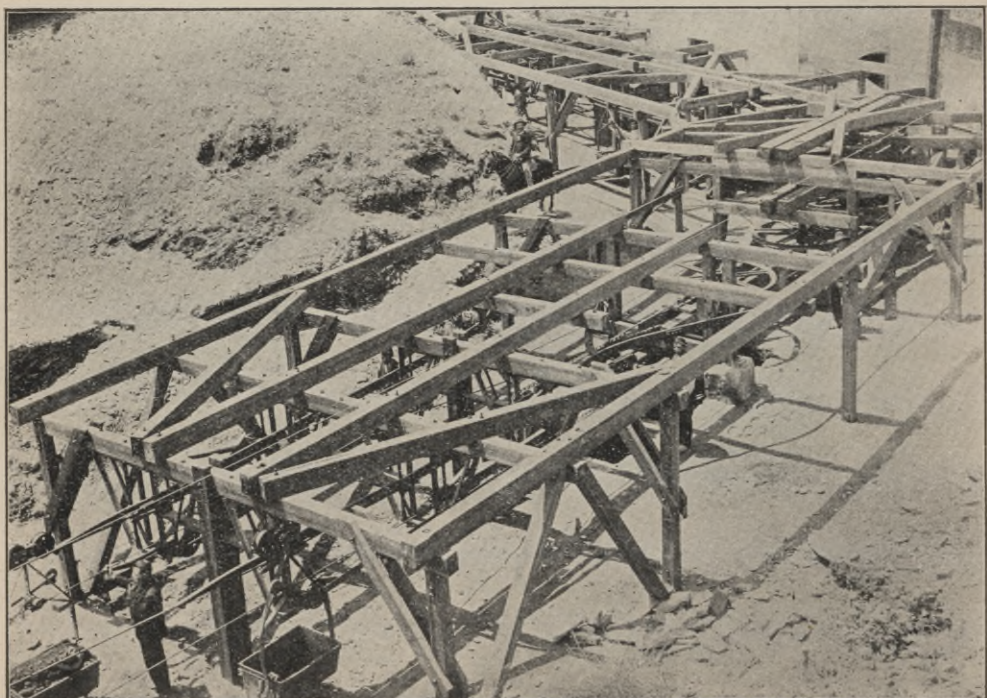
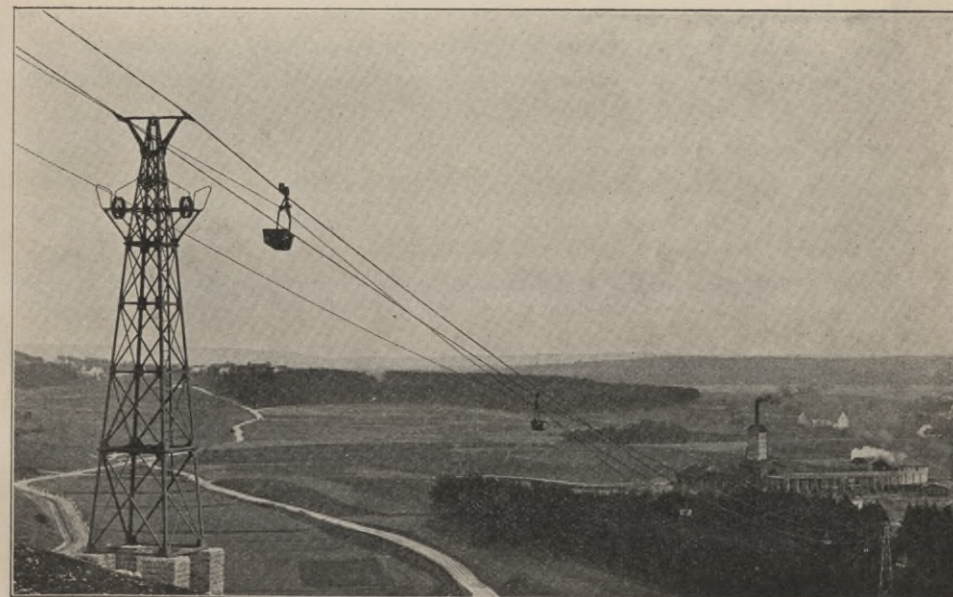


Fig. 282.





### III. Einige ausgeführte Beispiele.

Ich will dieselben nur kurz erwähnen, da sich eine ausführlichere Erklärung nach dem bereits Gesagten erübrigt, die Figuren also ohne weiteres verständlich sind.

Fig. 272 (siehe früher) = Drahtseilbahn in Csimpa, Siebenbürgen. Doppelgehänge zum Transport von Holzstämmen.

Fig. 279, Taf. XVII = Drahtseilbahn zum Kohlentransport. Kurvenumfahrung.

Fig. 280, Taf. XVII = Seilförderung von Grubenwagen.

Fig. 281, Taf. XVII = Drahtseilbahn zum Transport von Eisenerz. Winkelstation.

Fig. 282, Taf. XVII = Transport von Eisenerz.

## P. Feld-, Forst-, Industrie- usw. Bahnen.

### I. Einleitung.

Auf eine Erklärung des Wesens dieser Bahnen kann ich an dieser Stelle nicht eingehen, um im Rahmen meines Buches zu bleiben. Der Name an und für sich sagt ja schon zur Genüge, was unter der einen oder anderen Bezeichnung zu verstehen ist. Auch auf eine Besprechung der zweckmäßigsten Wahl einer derartigen Bahnanlage vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aus muß ich aus oben angeführtem Grunde verzichten. Da aber diese Bahnen für unsere Industrie usw. technisch von ganz hervorragender Bedeutung sind, so will ich im folgenden die Einzelheiten derselben an der Hand der Ausführungen dreier Firmen, welche wohl als besonders leistungsfähig auf diesem Gebiete zu betrachten sind, eingehender besprechen. Es sind dies die drei Firmen: Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum i. Westf., Friedrich Krupp, Essen-Ruhr, und Orenstein & Koppel — Arthur Koppel, Berlin.

### II. Die Feld-, Forst- und Industriebahnen, sowie die Fuhrwerksgleise des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation.

**a) Allgemeines:** Bei Anlage einer derartigen Bahn, welche in der Hauptsache aus leichten Stahlschienen, unterstützt von Stahl- oder Holzschwellen, besteht, ist in Betracht zu ziehen: das Quantum der in bestimmter Zeit zu befördernden Massen, ob sie in großen Stücken ungeteilt zu bewegen sind, oder ob sie sich in kleine Ladungen teilen lassen, und endlich ganz besonders die Zeitdauer, während welcher man auf die Benutzung der Anlage rechnen kann. Haben die Massen Jahr aus, Jahr ein denselben Weg zurückzulegen, so lohnt es

sich, für die bleibende Anlage auf festem Unterbau ein Gleis sorgfältig unter voller Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit zu verlegen. Man baut das feste Gleis. Handelt es sich darum, während einer kürzeren Arbeitszeit, z. B. in den Sommermonaten, Materialien in kleinere Ladungen teilbar von Ort zu Ort zu bringen, und bleibt das Gleis nach Schluß der Arbeitszeit bis zu deren Wiederbeginn unbenutzt liegen, oder findet es an anderer Stelle für kürzere Zeit Verwendung, so wird sich ein mit geringen Unkosten zu verlegendes Gleis, das halbbewegliche Gleis, empfehlen.

Ist es Aufgabe, Gegenstände, welche an verschiedenen benachbarten Orten zerstreut lagern, zusammenzuschleppen und fortzuschaffen, so geschieht dieses mittels Gleisen, die mit geringstem Zeit- und Arbeitsaufwand nach den verschiedenen Lagerstellen sich abzweigen lassen, und es erfüllt diesen Zweck in hohem Grade das leichtbewegliche Gleis.

1. Die festen Gleise. Die Anlage derselben erfordert eine sorgfältige Herstellung des Unterbaues unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit des zu verwendenden Materials. Besonders ist danach zu streben, Unebenheiten des Bodens günstig zu verteilen und womöglich auszugleichen, weil auf wagerechter Bahn die Zugkraft am besten ausgenutzt wird. Kurven mit kleinem Radius, welche Reibungen in den Rädern, verbunden mit Kraftverlusten und größerem Materialverschleiß hervorrufen, sind möglichst zu vermeiden. Läßt es sich einrichten, daß der Transport der beladenen Wagen auf geneigtem Gleise nach dem Bestimmungsort abwärts stattfindet und die Fahrzeuge ansteigend nach dem Ausgangspunkt leer zurückgehen, so ist dies natürlich am zweckmäßigsten und billigsten. Bei festen Gleisen auf solid ausgeführter Bettung lassen sich leichtere Schienen verhältnismäßig stärker belasten, als bei unregelmäßiger mangelhafter Unterstützung; jedoch wird man mit Rücksicht auf die lange Zeitdauer, für welche die Gleise zu dienen haben, und auf die Abnutzung der Schienen zweckmäßig nicht an die unterste Grenze des Zulässigen gehen. Es empfiehlt sich, zu derartigen festen Gleisen dauerhaftestes Material zu verwenden, und hierfür ist das Beste gewalzter Stahl. In holzreichen Gegenden werden die Anlagekosten bei Benutzung von Holzschwellen vielleicht etwas geringer, als bei Verwendung von Stahlschwellen; jedoch leidet hierbei die Solidität der Anlage, weil die Nägel zum Befestigen der Schienen sich mit der Zeit lockern und die Gleise dadurch die richtige Spurweite verlieren. Folgen davon sind häufige, zeitraubende Entgleisungen der Wagen und dadurch herbeigeführte Beschädigung der Fahrmittel. Diesem Uebelstande ist nur durch kostspielige Unterhaltung der Gleise und öftere Erneuerung der Holzschwellen zu begegnen.

2. Die halbbeweglichen Gleise. Sie finden besonders Anwendung bei bedeutenden Erdbewegungen zur Anschüttung von Dämmen, bei Ausbeutung von Ton- und Sandgruben, Steinbrüchen; sie dienen zur Verbindung der Mittelpunkte großer Holzschläge mit den Verladestellen an Eisenbahnen und Kanälen usw. Alle oben angeführten Arbeiten erfordern nur einen kürzeren Zeitraum, und wird nach deren Beendigung das entbehrlich gewordene Gleis entfernt. Es lohnen sich deshalb keine kostspieligen Erdarbeiten bei der Verlegung, man zieht es vor, stärkere Schienen als bei dem früher besprochenen Gleise, auf

breiten Stahlschwellen zu verwenden, welche der Belastung, selbst bei mangelhafter Unterstopfung, genügenden Widerstand leisten. Die Gleise werden sowohl für gerade Strecken, als auch für Kurven in festen Rahmen, also mit angeschraubten Schwellen, angeliefert, welche von jedem Arbeiter ohne Schwierigkeit verlegt werden können.

3. Die leichtbeweglichen Gleise. Dieselben sind, vermöge ihrer allgemeinen Verwendbarkeit, ihres Anschmiegens an die Unebenheiten des Bodens, bei der Möglichkeit, selbst mit geraden Gleisstücken alle erforderlichen Kurven zu bilden, eine Kombination, welche dem Landwirt bei Bergung der Ernte von Acker und Wiese, und bei Melioration des Bodens, der Moor- und Forstwirtschaft, dem Ziegelfabrikanten bei Gewinnung des Tons, und endlich vielen anderen Betriebszweigen einen ungemein raschen und billigen Transport großer Massen ohne wesentliche Erdarbeiten gestattet. Es ist daher auch die schwierigste und nach der glücklichen Lösung lohnendste Aufgabe gewesen, die hierzu bestimmten Teile derart zu konstruieren, daß sie den weitgehendsten Ansprüchen genügen. Die Natur der verschiedenen Betriebe bringt es mit sich, daß auf einem und demselben Betriebsfelde festliegende, halb- und leichtbewegliche Systeme erforderlich sind, von welchen eines dem anderen auf zweckmäßige Weise die zu fördernden Massen zubringt.

**b) Das liegende Material:** 1. Die Schienen: Für schmalspurige Gleise verwendet die Firma ausschließlich symmetrische Vignolschienen aus bestem harten und dabei sehr zähem Bessemerstahl in 10 Profilen. Fig. 283, Taf. XVIII, zeigt ein Beispiel eines solchen Profiles. Die Schiene ist 66 mm hoch und hat ein Gewicht von 8 kg/m. Für die 10 Profile sind die neuesten reichen Erfahrungen auf dem Gebiete der Schienenkonstruktion benutzt worden; das Material ist demnach in den Profilen so zweckentsprechend verteilt, daß die beste Ausnutzung desselben in bezug auf Tragfähigkeit, Fuß- und Kopfform erreicht worden ist. Ganz besonders ist auch die Form der Laschenanlage der Schiene in Berücksichtigung gezogen, da von der zweckentsprechenden Konstruktion derselben die Möglichkeit einer sicheren Verbindung der Schienen untereinander abhängt. Bei dem relativ geringsten Gewichte besitzen die Profile die größte Tragfähigkeit. Die Wahl des Profiles ist für jeden einzelnen Fall nach dem Zwecke und dem Grade der Beanspruchung zu treffen.

2. Die Schwellen: Stahlschwellen für normale und Schmalspurgleise wurden vom Bochumer Verein im Jahre 1878 erfunden; vorher wurden weder von inländischen noch von ausländischen Werken Stahlschwellen gefertigt. Stahlschwellen verdienen vor allen anderen den Vorzug. Für schmalspurige Bahnen verwendet die Firma 6 verschiedene Profile, welche sich in ihrer Breite und Stärke unterscheiden. In Fig. 284, Taf. XVIII, ist ein Beispiel gezeichnet; die Schwelle ist 85 cm breit und wiegt 2,63 kg/m. Die Schwellen sind aus bestem Flußstahl gefertigt. Die Formen derselben sind nach sorgfältiger Erwägung als die für den vorliegenden Zweck geeignetsten angenommen. Die gewählten Formen gestatten das Umkappen der Schwellenenden zur Herstellung einer vollständigen Mulde, wodurch nicht nur die Seitenflügel der Schwelle gegen das seitliche Ausbiegen geschützt werden, sondern auch die Schwelle das seit-

liche Rutschen der Gleise auf geneigtem Erdboden vollständig verhindert. Am Schienensitz sind sie so aufgepreßt, daß eine Veränderung der Spurweite verhütet wird. Die Aufpressung hat auf je einer Seite der Schwelle die Form eines Löffels und einer pyramidenartigen Erhöhung. Fig. 285, Taf. XVIII. Auch das Umkappen der Schwellenenden und die Aufpressung der Schwellen sind vom Bochumer Verein erfunden. Die Schiene wird so gegen den Löffel geschoben, daß sie nach dem Ende der Schwelle zu nicht ausweichen kann, und in dieser Lage durch eine Hakenschraube festgehalten, welche von oben durch die länglichen Löcher der Pyramide gesteckt wird. Diese Art der Befestigung ist allen anderen zweifellos vorzuziehen, weil bei den meisten anderen Systemen die Schraube von unten durch die Schwelle gesteckt und beim Auswechseln das Gleis erst gehoben werden muß. Durch die pyramidenartige Aufpressung erhält die Schiene nicht nur einen festen Sitz, sondern es wird auch die bei anderen Systemen erforderliche angenietete oder lose Klemmplatte überflüssig. Ein weiterer großer Vorzug der umgekappten Enden dieser Schwellen besteht darin, daß die Schwellen eine größere Tragfähigkeit erhalten und dem Stopfmaterial einen besseren Halt gewähren. Außerdem besteht keine Gefahr, daß die Hufe der Zugtiere durch die scharfen Ecken der gerillten Schwelle verletzt werden.

3. Das Kleineisenzeug:  $\alpha$ ) Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Bei Stahlschwellen geschieht dieselbe, wie oben bereits bemerkt, durch die löffelartige Aufpressung auf der Außenseite und eine Hakenschraube auf der Innenseite der Schiene. Fig. 286, Taf. XVIII. (Stoßverbindung mit Schuhwinkellaschen; siehe auch Fig. 291 und 292).

Die Hakenschraube (Fig. 287, Taf. XVIII) wird durch das in die Schwelle gestanzte Loch gesteckt und dann um  $90^\circ$  ( $\frac{1}{4}$  Wendung) gedreht, so daß der Haken unter die Deckplatte der Schwelle greift und zwar an der Stelle, wo die Deckplatte horizontal ist, also der Schienenfuß aufliegt, und somit eine genügende Auflagefläche bietet. Die Hakenschraube ist oberhalb des Kopfendes mit einem Vierkant versehen, welcher ein Drehen des Bolzens beim Anziehen vermittelt der Mutter ausschließt und somit die dauernde Lage des hakenförmigen Kopfes unter der Querschnittsdeckplatte sichert. Die Schraubenmutter drückt mittelst einer Unterlagscheibe, Fig. 288, Taf. XVIII, auf den Schienenfuß und auf die oberste Kante der Pyramide; beim scharfen Anziehen der Mutter drückt sich die Unterlagscheibe aus zähem Schmiedeeisen zwischen ihren beiden Auflagern durch; hierdurch wird das Aufliegen der Scheibe auf den abgeschrägten Flächen des Schienenfußes und der Pyramide erreicht.

Auf Holzschwellen (die Firma rät von ihrer Verwendung ab wegen Fäulnis usw.) werden, wenn sie zu festen Gleisen dienen sollen, die Schienen mit Nägeln befestigt, Fig. 289, Taf. XVIII.

Für halb- und leichtbewegliche Gleise ist diese Befestigungsart unbrauchbar; die Firma verwendet hier Schraubenbolzen mit Klemmplatten und zwar einerseits, um schwache und leichte Holzschwellen benutzen zu können und andererseits eine solide Verbindung zwischen Schienen und Schwellen herzustellen. Bei den schwachen Schwellen würden die Nägel und Trefonds nicht haften und außerdem das Holz aufspalten können.





Fig. 283.

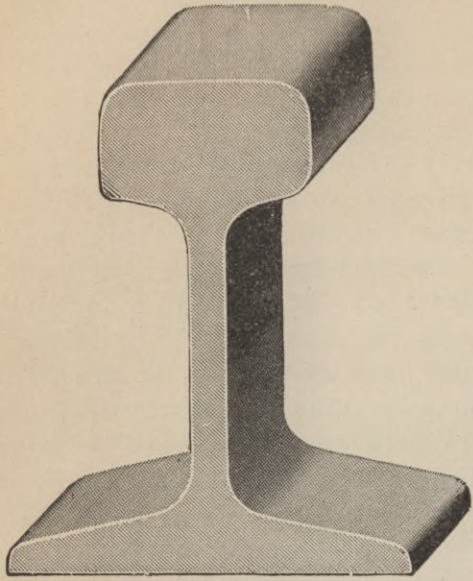


Fig. 284.

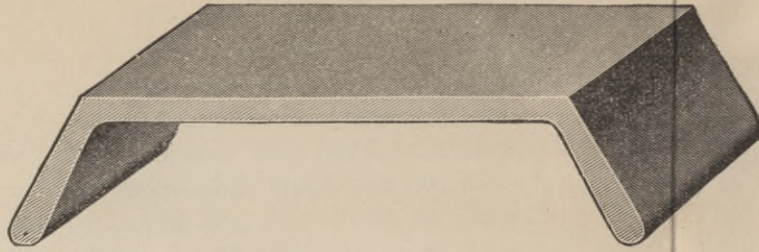


Fig. 290.

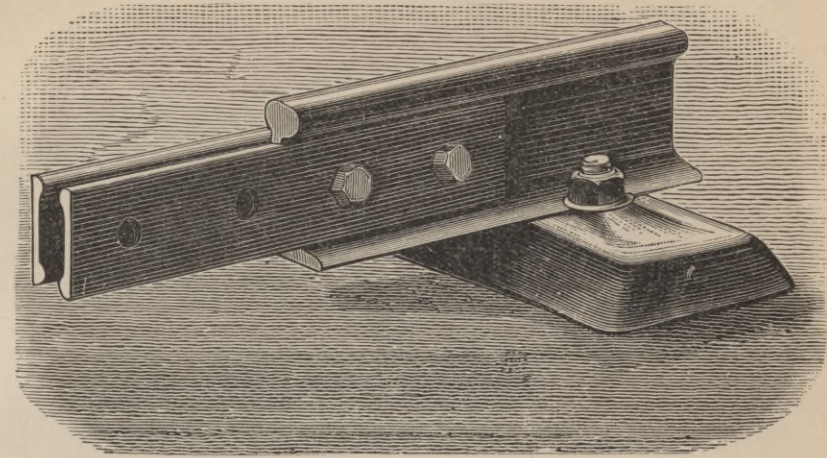


Fig. 289.

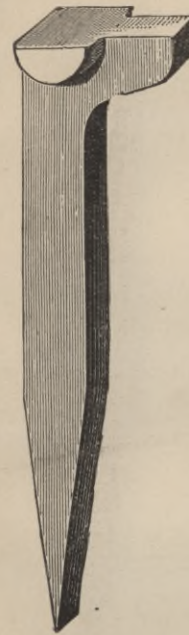


Fig. 285.

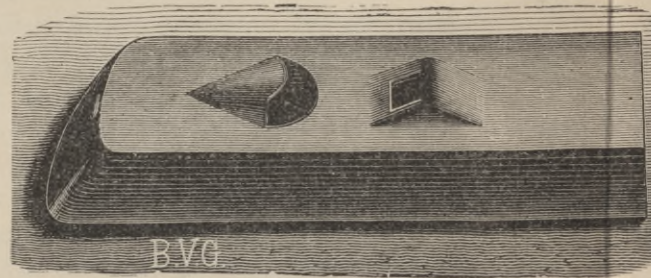


Fig. 288.



Fig. 291.

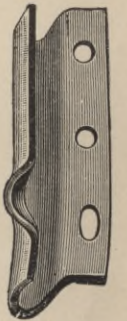


Fig. 287.

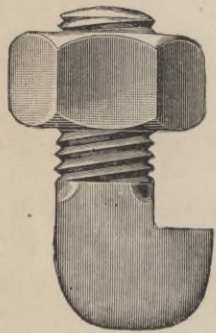


Fig. 286.

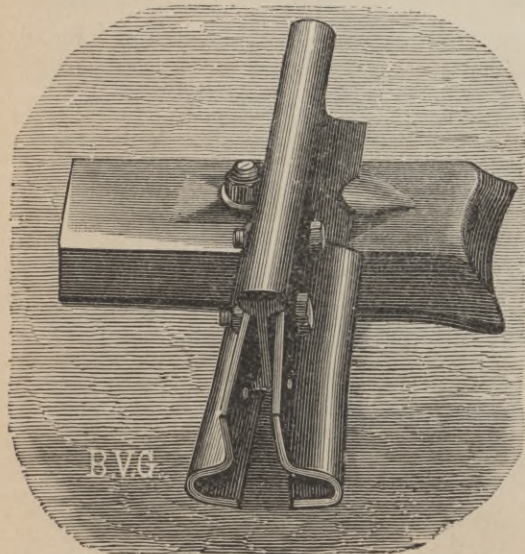


Fig. 292.

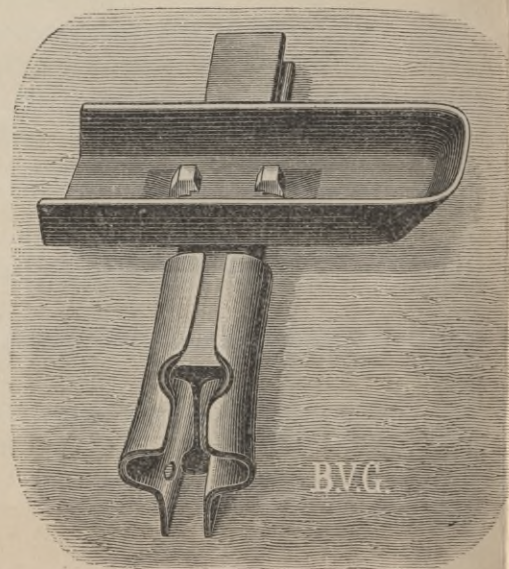


Fig. 293.

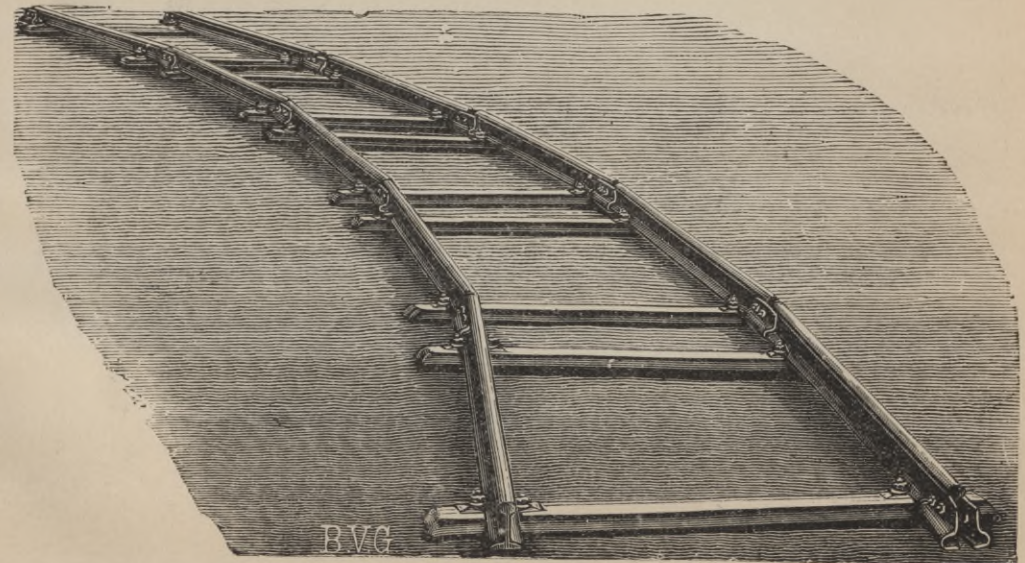






Fig. 295.

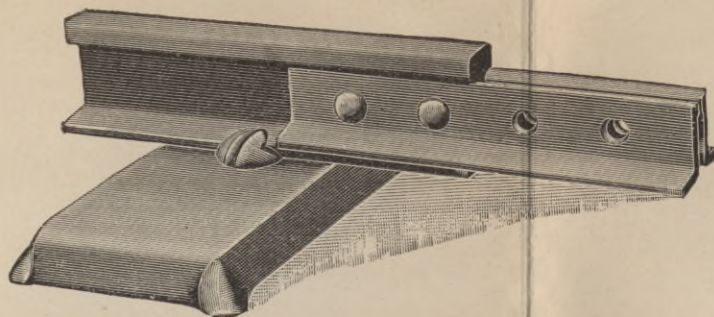


Fig. 297.

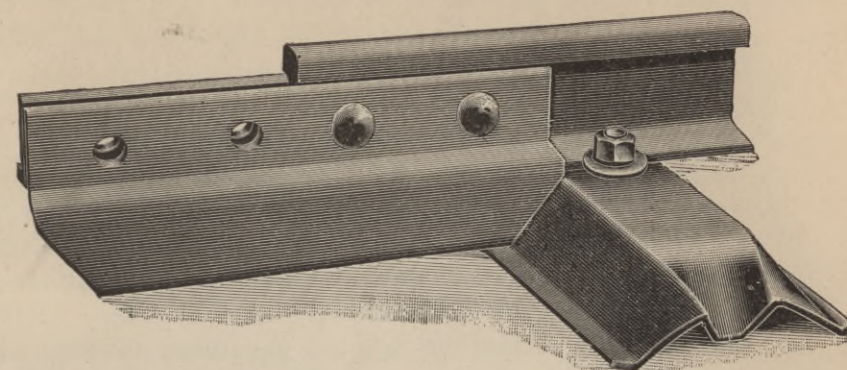


Fig. 294.

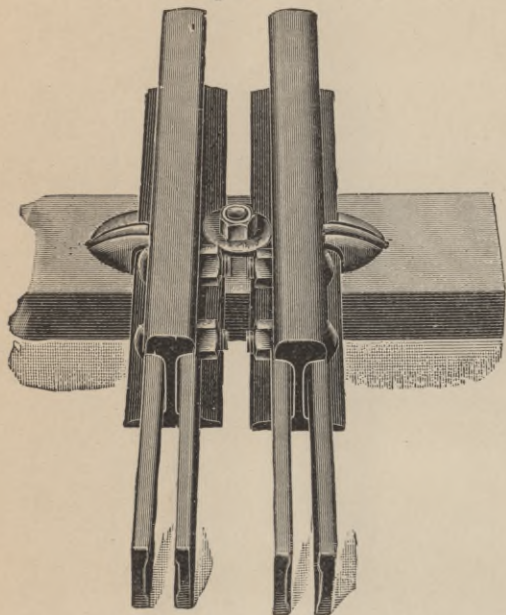


Fig. 296.

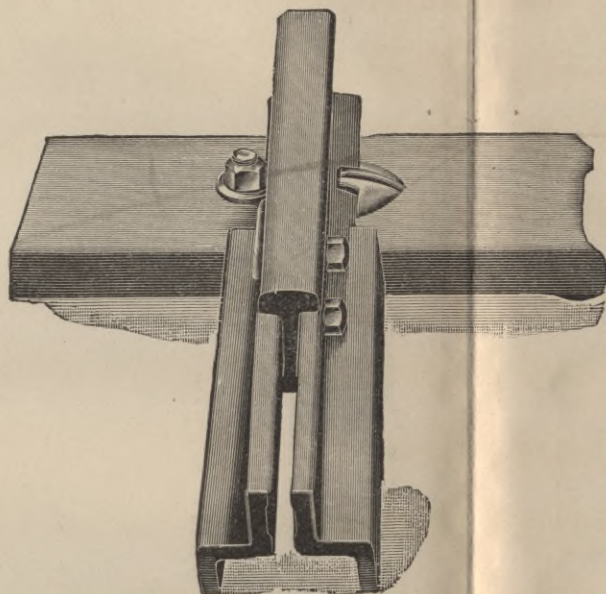


Fig. 298.

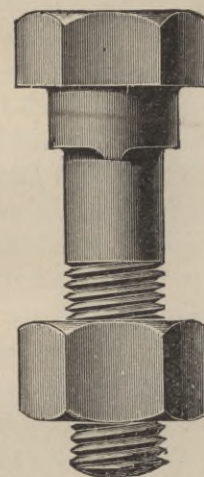


Fig. 299.

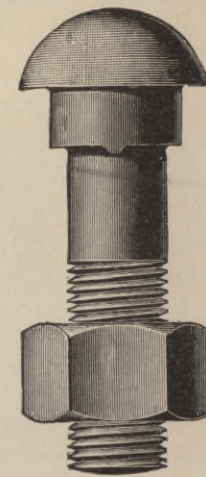


Fig. 300.

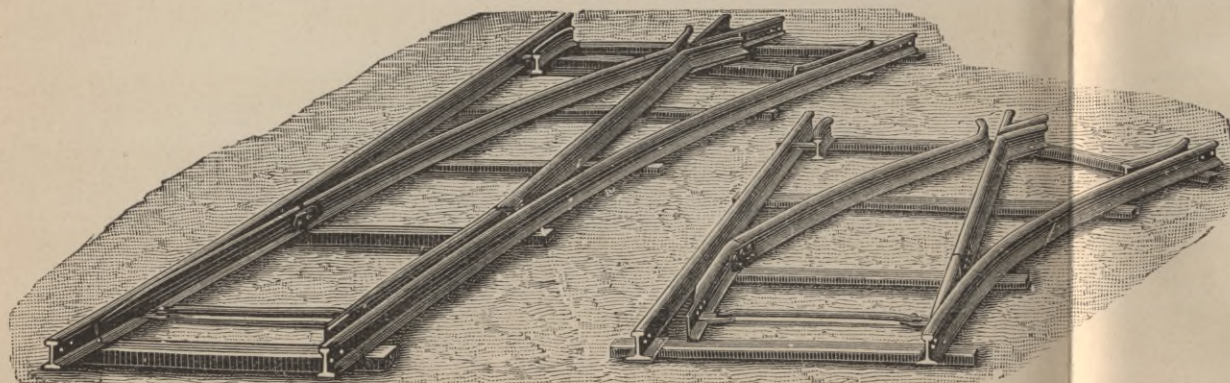
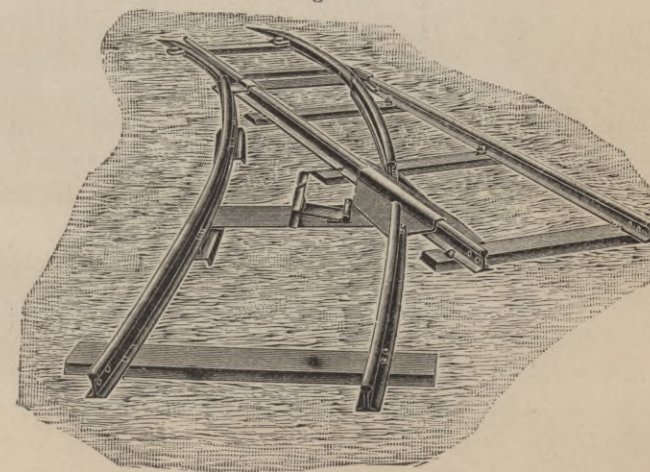


Fig. 301.





β) Die Stoßverbindungen: Für die Befestigung der Schienen untereinander hat die Firma bei sämtlichen Gleisen den schwebenden Stoß gewählt, da sich derselbe, wie bei den Vollbahnen, am besten bewährt hat. Die Form der Stoßverbindung richtet sich nach der Art des Gleises.

Für feste und halbbewegliche Gleise dient eine Stoßverbindung, Fig. 290, Taf. XVIII, welche aus zwei glatten Laschen aus bestem Stahl, ähnlich den bei der Normalspurbahn verwendeten, besteht, die durch vier Laschenbolzen aus bestem, sehnigen Eisen in ihrer Lage festgehalten werden.

Leichtbewegliche Gleise erhalten die vom Bochumer Verein erfundenen Schuhwinkellaschen [Fig. 286, 291 (Schuhwinkellasche) und 292, Taf. XVIII (Stoßverbindung von unten gesehen)], welche aus mittelhartem, aber sehr zähem Stahl gewalzt und gepreßt werden. Dieselben passen zur Hälfte genau in die Laschenlage der Schiene, umfassen gleichzeitig den Fuß und stützen den Kopf, wodurch die eingeschobene Schiene verhindert wird, bei Aufnahme der Last nach unten oder seitwärts auszuweichen. Sie werden wie die Flachlaschen an die Schienen angeschraubt. Die vorstehenden Enden der Schuhwinkellaschen dienen zur Aufnahme der Schiene, mit welcher die Verbindung hergestellt werden soll. Um der einzuschiebenden Schiene die erwähnte Beweglichkeit nach allen Richtungen zu gestatten, ist das Profil der Schuhwinkellasche im Verhältnis der Entfernung vom Stoße der Schiene, allmählich auslaufend, also trichterförmig erweitert, so daß die Schiene nur an ihrem Ende von allen Seiten von den Schuhwinkellaschen gehalten wird. Dabei ruht nicht allein der Kopf der Schiene auf den oberen Rändern der Laschen, sondern auch ihr Fuß findet einen Stützpunkt auf den umgebogenen starken Flügeln derselben. Es kann sogar die eingeschobene Schiene in etwa 50 mm vom Stoß der Verbindung herausgezogen werden, ohne den sicheren Stützpunkt zu verlieren.

Um die Unreinigkeiten mit Leichtigkeit zu beseitigen, die sich in dem an den vorstehenden Enden verschraubter Schuhwinkellaschen gebildeten Hohlräume ansammeln und das Einschieben der anzuschließenden Schiene erschweren könnten, sind an den die untere Fläche des Schienenfußes umfassenden Stellen dieser Laschen Einkerbungen angebracht, welche in der Längsrichtung des Gleises bis an den fest mit der ersten Schiene verschraubten Teil dieser Laschen heranreichen und seitlich zusammen die volle Breite des Schienenfußes haben, so daß dadurch eine Oeffnung gebildet wird, durch welche Unreinigkeiten, wie Lehm, Erde, kleine Steine, Schnee usw. beim Einschieben des folgenden Schienenendes leicht herausfallen können. Die Abmessungen der Lasche sind so kräftig, daß trotz der angebrachten Ausschnitte die Tragfähigkeit der Laschen die erforderliche bleibt.

Obwohl das bloße Einschieben der Schiene in die Schuhwinkellaschen vollständig genügt, um eine genügend sichere Verbindung zu erzielen, wie die Erfahrung gelehrt hat, so sind doch die vorstehenden Enden der Schuhwinkellaschen mit Löchern versehen, um bei eventueller Verwendung für halbbewegliche Gleise die Verbindung mit Hilfe eines Laschenbolzens dauernd herstellen zu können.

Beide Laschenverbindungen werden überkreuz angebracht, d. h. in jedem fertigen Rahmen trägt die rechte Schiene das Laschenpaar am vorderen Ende, die linke Schiene am hinteren Ende. Die Winkellaschen geben der Schiene so viel Spielraum, daß Kurven, deren Radius größer als 15 m ist, ohne Anwendung gebogener Schienen, also mit geraden Rahmen und Winkellaschen hergestellt werden können.

Fig. 293, Taf. XVIII. In Kurven verlegte 2 m lange Gleisrahmen mit Stahlschwellen und Schuhwinkellaschen.

Es gibt schwerlich eine Stoßverbindung, welche eine derartige Beweglichkeit nach wagerechter und senkrechter Richtung besitzt, wie die Schuhwinkel-lasche des Bochumer Vereins, und keine andere Stoßverbindung gestattet eine starrere Befestigung mittelst des einfach in das dritte Laschenloch einzuführenden Laschenbolzens.

In Fig. 294, Taf. XIX, ist noch eine Stoßverbindung von Doppelschienen mit Flachlaschen (vergl. auch Fig. 290, Taf. XVIII), in Fig. 295, Taf. XIX, eine Stoßverbindung mit Winkellaschen, in den Fig. 296 und 297, Taf. XIX, eine Stoßverbindung mit Doppelwinkellaschen, in Fig. 298, Taf. XIX, ein Laschenbolzen mit sechseckigem Kopf und ovalem Ansatz und in Fig. 299, Taf. XIX, endlich ein Laschenbolzen mit halbrundem Kopf und ovalem Ansatz dargestellt.

4. Die Gleisrahmen: Bei keinem Gleissystem ist die Montage der oben beschriebenen Teile so einfach und leicht, wie bei demjenigen des Bochumer Vereins, da nur 2 Schrauben nötig sind, um die Schiene mit der Schwelle zu verbinden, so daß für einen Gleisrahmen von 5 m Länge nur 10 Schrauben erforderlich sind, welche mit kleinen Unterlagsscheiben versehen sind. Bei allen anderen Gleisarten müssen entweder die Schienen auf den Schwellen verbolzt werden, oder es sind 4 Schrauben pro Schwelle nötig, so daß 20 Schrauben für einen 5 m langen Gleisrahmen erforderlich sind, wozu 20 Klemmplatten gehören.

Die Rahmen der Firma können von jedem gewöhnlichen Arbeiter verlegt werden. Natürlich kann die Firma die Rahmen, wenn die Fracht und der Schiffsraum es gestatten, auch fertig montiert liefern. Die Gleisrahmen werden in folgenden Formen hergestellt:

a. Gerade Rahmen aus den erwähnten 10 Schienensorten, in Verbindung mit einer der 6 Schwellenarten. Für feste Gleise finden Schienen in Längen von 7, 6 und 5 m Verwendung. Für halbbewegliche Gleise, d. h. solche, welche längere Zeit liegen bleiben und dann wieder aufgenommen werden, werden in der Regel 5 m lange Joche verwendet. Leichtbewegliche Gleise, welche häufig umgelegt werden müssen, werden in Rahmen von 5, 3, 2 und  $1\frac{1}{2}$  m Länge geliefert. Die 5 m Rahmen sind hauptsächlich aus folgenden Gründen zu empfehlen:

- a) Ein Rahmen von 5 m Länge kann von 2 Mann verlegt werden, während für Rahmen von  $1\frac{1}{2}$  und 2 m Länge je 1 Mann nötig ist, so daß bei den 5 m Rahmen wenigstens  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  menschlicher Arbeit gespart wird.
- β) Die Tragkraft der 5 m Rahmen ist weit größer als die kürzerer Stücke.
- γ) Je länger der Rahmen, desto widerstandsfähiger das Gleis.

δ) Auf einer Gleisstrecke von 100 m Länge, die aus 5 m langen Rahmen besteht, sind nur 20 Stoßverbindungen zu überwinden, während bei der Verwendung von  $1\frac{1}{2}$  m langen Rahmen 66 Stöße, d. h. dreimal soviel, sich entgegenstellen. Selbst wenn die kürzeren Rahmen auf das sorgfältigste verlegt werden, wird sicherlich stets ein Stoß an den Schienenenden stattfinden, welcher allmählich die Wagen beschädigt und natürlich auch den ruhigen Gang derselben hindert.

b. Kurvenrahmen oder deren Teile werden in jedem Radius und jeder Länge angefertigt.

Die Spurweite richtet sich nach dem Zwecke der Bahn, auch nach der Art und Größe der Belastung; am gebräuchlichsten ist die Spurweite von 600 mm, da das liegende und rollende Material hierfür stets sofort geliefert werden kann. Die Firma führt aber auch Anlagen für jede andere Spurweite aus, z. B. 500, 630, 700, 1000 mm usw.

5. Das Verlegen der Gleisrahmen: Das Verlegen der Gleisrahmen gehört nicht in den Rahmen dieses Buches; ich verweise Interessenten auf die diesbezüglichen Angaben, die die Firma hierüber in ihrem Kataloge gemacht hat.

6. Verbindung der Gleise untereinander usw.: α) Die Weichen: Sowohl für feste, als halb- und leichtbewegliche Gleise werden drei verschiedene Weichenkonstruktionen verwendet: einseitige (Rechts- oder Linksweiche), symmetrische und dreiteilige Weichen. Für vollständige Ausweichungen sind sowohl zwei Weichen als auch ein Zwischengleis erforderlich; die Länge des letzteren hängt von der Länge der passierenden Züge ab.

Alle drei Weichenarten sind Zungenweichen und werden durch Umlegen des beweglichen Zungenpaares gestellt; die beiden Zungenschienen sind vermittelt einer Zugstange miteinander verbunden. Die mit dem Fuß stellbaren Weichen sind die einfachsten, für schweren Verkehr und festes Gleis ist die Verwendung eines Umstellbockes empfehlenswert. Die erwähnten drei Weichenarten können nur mit einflanshigen Rädern befahren werden.

Sämtliche Weichen werden auf Stahlschwellen fertig montiert geliefert.

Allgemeine Erklärungen über den Begriff der Weichenarten kann ich mir ersparen, indem ich auf den ersten Band meines Werkes verweise.

Ein Beispiel von einseitigen Zungenweichen (Rechtsweichen) ist in Fig. 300, Taf. XIX, dargestellt, links eine 5 m, rechts eine  $2\frac{1}{2}$  m lange Weiche. Von Figuren für symmetrische und dreiteilige Weichen ist Abstand genommen worden.

Fig. 301, Taf. XIX, zeigt noch eine Kletterweiche, welche an jeder beliebigen geraden Stelle des Gleises aufgelegt werden kann, um den Anschluß eines leichtbeweglichen Gleises an ein festes oder halbbewegliches Gleis zu bewirken.

β) Die Gleiskreuzungen: Gleiskreuzungen werden bei allen drei Arten von Gleisen da eingelegt, wo zwei Gleise sich kreuzen. Sie bestehen aus einer schmiedeeisernen Platte, auf welche die erforderlichen Schienenstücke genietet sind. Die Kreuzung kann unter einem rechten, oder auch unter einem anderen Winkel geschehen und wird für ein- und zweiflanshige Räder verschieden konstruiert.

Für leichtbewegliche Gleise, welche über andere Gleise irgend einer Spurweite hinweggeführt werden sollen, wird eine andere Konstruktion, die sog.



Kletterkreuzung, Fig. 302, gewählt. Dieselbe besteht aus einem Gleisrahmen, welcher an beiden Enden Auflaufungen (genau wie bei der Kletterweiche) besitzt.

γ) Das Universal-Paßstück: Wird eine Gleisstrecke von zwei Seiten gegeneinander verlegt, so wird in der Regel eine Lücke übrig bleiben, in welche die vorhandenen Gleisrahmen nicht passen. Zum Ueberbrücken dieser Lücke wird das Universal-Paßstück benutzt, dessen Konstruktion aus der Fig. 303 zu ersehen ist.

Fig. 302.

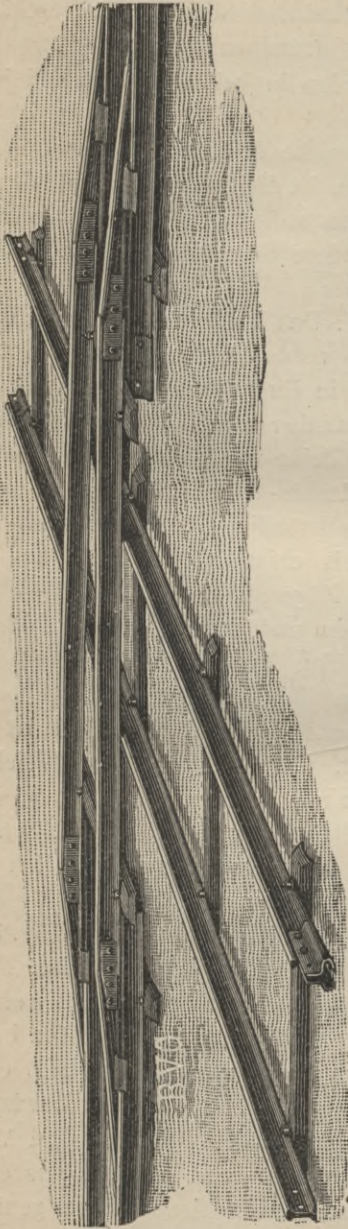
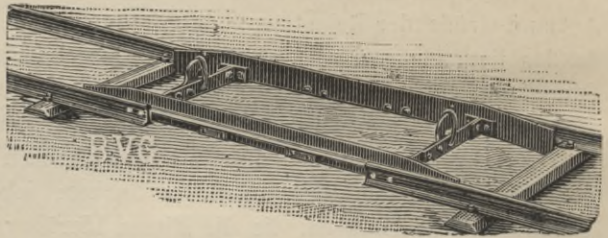


Fig. 303.



δ) Wegübergänge: Hiervon Abstand genommen.

ε) Drehscheiben: Es gibt verschiedene Arten von Drehscheiben, nämlich gewöhnliche und Kletterdrehscheiben. Da ich mehrere Drehscheiben der beiden anderen Firmen beschreibe, so sei hier nur die Figur einer transportablen Drehscheibe mit 4 Paar Kletterzungen gebracht. Siehe Fig. 304.

Anstelle von Drehscheiben finden auch häufig Wendepplatten Verwendung.

### c) Das rollende Material:

1. Räder, Achsen, Radsätze: Für Räder ist das geeignetste Material der Tiegelstahl, weil sich mit demselben bei geringstem Materialaufwand die größte Haltbarkeit erzielen läßt. Stahlräder sind bei größerer Widerstandsfähigkeit wesentlich leichter als Räder aus Hart- und Grauguß. Hartgußräder bewähren sich, abgesehen von dem größeren Gewicht, eine Zeitlang ganz gut; sobald aber die äußere harte Schale durchgefahen ist, setzen sie einer raschen weiteren Abnutzung keinen besonderen Widerstand mehr entgegen. Die Räder werden gemäß den Bedingungen angefertigt, welche von der Staatsbahnverwaltung für Räder vorgeschrieben sind. Die Achsen werden aus bestem Gußstahl erzeugt und haben entweder runden oder quadratischen Querschnitt.

Fig. 304.

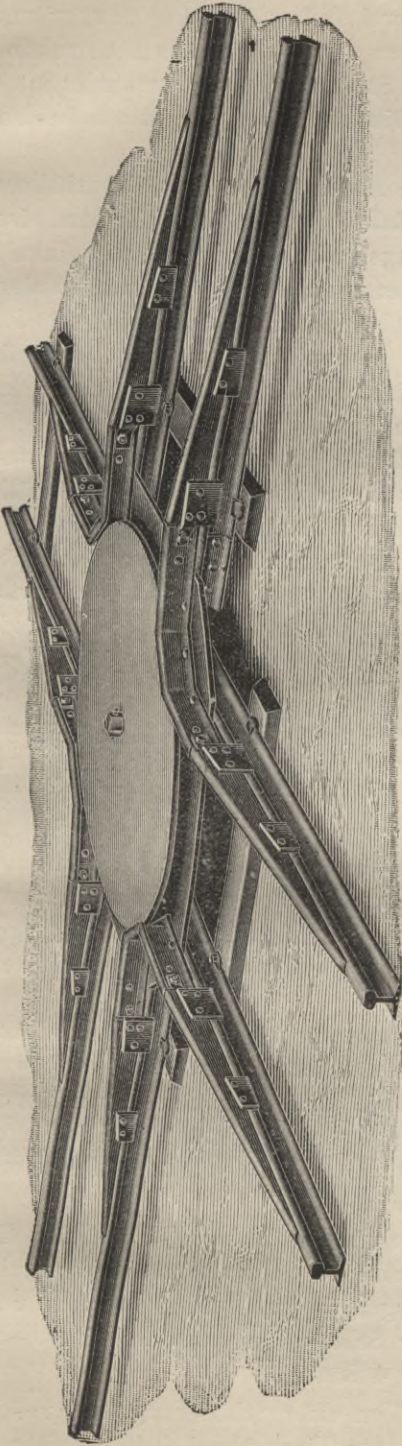
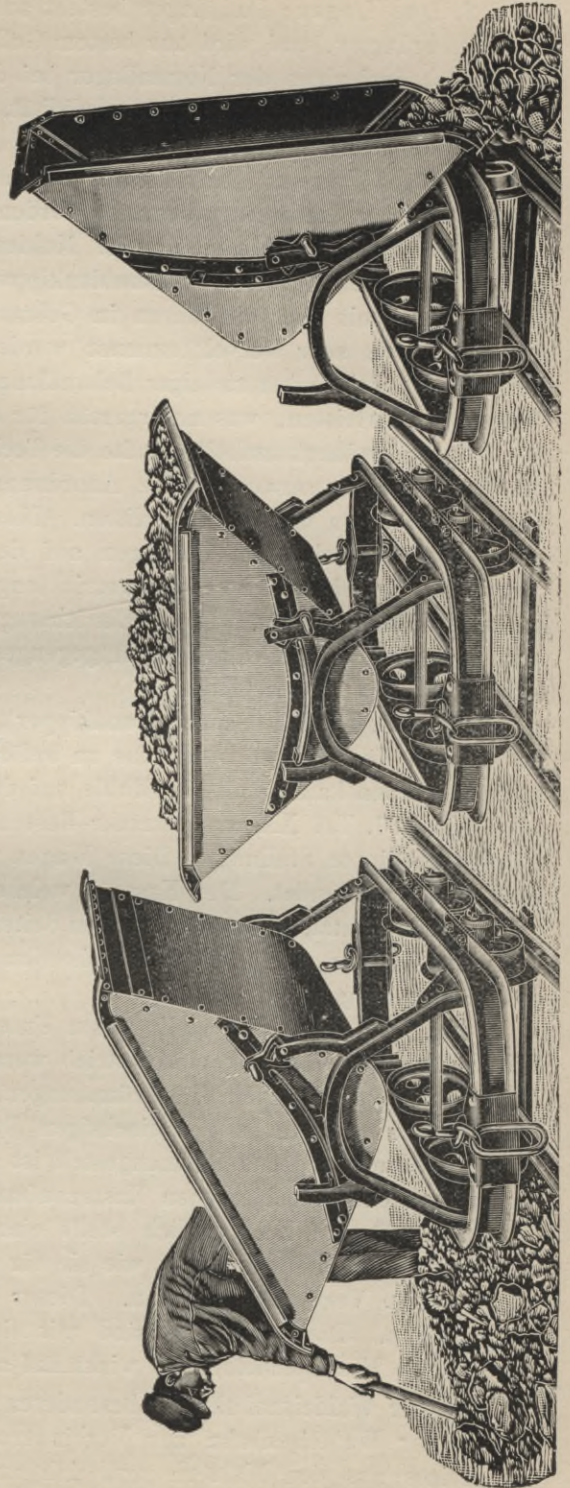


Fig. 305.



2. Das Lager: Das Lager besteht aus zwei Teilen, dem Oberlager und dem Unterlager, und wird aus bestem Gußeisen angefertigt. Die Konstruktion ist ähnlich derjenigen der Normallager bei den Staatsbahnen und verbindet möglichst geringes Gewicht mit großer Solidität. Die Lagerschale ist aus bestem Antifrikationsmetall gegossen.

3. Die Wagen: Betreffs des rollenden Materials für Schmalspurbahnen kann an dieser Stelle kurz bemerkt werden, daß in erster Linie für landwirtschaftliche und gewerbliche Zwecke Muldenwagen von  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  cbm Inhalt, entsprechend der Fig. 305 (Stahlmuldenkippwagen, Seitenkipper), benutzt werden. Diese schon seit über 30 Jahren in Gebrauch befindlichen Wagen sind in den letzten Jahren sehr vervollkommen worden. Besonders vorteilhaft sind die Rollenlager, welche bei richtiger Behandlung einen guten und leichten Gang der Wagen gewährleisten, was naturgemäß für den Betrieb von großem Vorteil ist.

Große Aufmerksamkeit wandte die Technik der Muldenfeststellung zu, weil oft durch deren unzuweckmäßige Anordnung die bedienenden Arbeiter Unfälle durch Umschlagen der Mulden erlitten. Diese Feststellvorrichtungen werden neuerdings in vielen Ausführungen auf den Markt gebracht. Dem Bochumer Verein ist eine derartige Feststellvorrichtung, welche vorzüglich selbsttätig wirkt, patentamtlich geschützt. Diese Einrichtung gestattet dem Arbeiter, die Mulde nur nach der seinem Standort entgegengesetzten Seite zu kippen. Eine Verletzung ist also ausgeschlossen.

Fig. 306, Taf. XX (Schnabelrundkipper), stellt eine Wagengattung dar, welche den großen Vorteil bietet, daß das zu befördernde Material an jeder Stelle ausgekippt werden kann, weil die Mulde auf dem Unterwagen um  $360^\circ$  drehbar ist.

Fig. 307, Taf. XX = hölzerner Kastenkippwagen mit abklappbaren Seitenwänden (gekippte Stellung). Diese Wagen werden hauptsächlich für Stein- und Kalkbrüche verwendet. Der Kasten, welcher aufklappbare und herausnehmbare Seitenwände besitzt, kippt nach beiden Seiten aus; infolge der eigenartigen Lagerung des Kastens auf zwei durchgehenden Kippwellen wird das Material weit vom Gleise ausgekippt.

Fig. 308, Taf. XX, stellt einen Unterwagen für offene Güterwagen dar. Die Güterwagen für Lokomotivbetrieb werden nämlich häufig, zum leichteren Durchfahren von scharfen Gleiskrümmungen, sowie um einen möglichst geringen Raddruck zu erzielen, mit zweiachsigen Drehgestellen ausgerüstet. Die Lager wirken federnd, und das Rahmengestell ist mit einem Mittelstück zur Aufnahme des offenen oder geschlossenen Kastenaufsatzes versehen.

Fig. 309, Taf. XX, endlich stellt einen einfachen kleinen Wagen für die Beförderung von Personen dar, wie sie für einfachere Schmalspurbahnen zweckmäßigerweise Verwendung finden. Dieser Wagen besitzt federnde Lager und Kuppelungen. Die Längssitze sind mit einer Schutzdecke versehen (6 Passagiere). Die Handspindelbremse wirkt auf alle 4 Räder.

**d) Die Waldeisenbahn im besonderen:** Von einer Schilderung des großen Wertes der Waldeisenbahn zur Verhinderung der Tierquälerei beim Abfahren des Holzes aus den Wäldern muß ich aus den schon mehrfach angegebenen Gründen Abstand nehmen. Alles Wissenswerte über den Oberbau usw. dieser

Bahn ist bereits in a—c erschöpfend besprochen worden. Ich will im folgenden nur noch einiges über das Verladen der Hölzer und die Fuhrwerksbahn mitteilen.

Leichtere Stämme rollt man über angelegte Streben mit der Hand oder mit Hilfe untergesetzter Knüppelhebel auf die Wagen. Für die Verladung schwererer Stämme muß eine Ladevorrichtung benutzt werden. In der Regel wird ein Waldbahn-Kran von 2000 kg Tragfähigkeit gewählt. Wenn der Stamm nun nicht mehr wiegt, so empfiehlt es sich natürlich, denselben in seinem Schwerpunkt zu packen und mit einem Male schwebend zu heben, um die Wagen an jedem Kopf gleichzeitig unterzuschieben. Schwerere Stämme sind zunächst an dem einen Kopfende zu heben und auf den untergeschobenen Wagen zu legen, um daraufhin dieselbe Handhabung an dem anderen Kopfende vorzunehmen. Das auf den Waldbahnwagen verladene Holz wird nunmehr mittels der leichtbeweglichen Gleise von allen Seiten her auf das halbbewegliche zusammengefahren und hier zu kürzeren oder längeren Zügen verkuppelt.

Das Holz kann an seiner Ladestelle im Walde anstatt auf Waldbahnwagen der Bahnanlage auch sofort auf ein gewöhnliches Fuhrwerk geladen und mittels einer sogen. Fuhrwerksbahn bis an einen gut fahrbaren Weg gebracht werden (ohne Umladung der Fuhrwerke), wo alsdann der beladene Wagen von den Schienen abgehoben wird und seines Weges ohne Aufenthalt weiterfährt. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Fuhrwerksbahn große Dienste leistet, wenn sich z. B. zwischen einem Gute und der Chaussee, oder, wie hier, zwischen dem Walde und einem Kommunikationswege eine Wegstrecke befindet, die für gewöhnliche Fuhrwerke des schlechten Bodens halber nur sehr schlecht passierbar ist. Der Wichtigkeit dieses Transportmittels entsprechend, erscheint es mir daher nötig, hier eine kurze Beschreibung desselben folgen zu lassen. Die beiden Figuren 310 und 311, Taf. XX, mögen dem Verständnis dienen, wobei zu bemerken ist, daß anstelle des hier aufgeführten Wagens jeder andere vierräderige, welcher Größe und Art er auch sei, treten kann. Zwei Konstruktionsteile sind von wesentlicher Bedeutung, damit ein möglichst rascher und anstandsloser Betrieb erfolgen kann: 1. die Verladevorrichtung, um die Fuhrwerke auf, bezw. von den Gleiswagen zu bringen; 2. die Konstruktion der Gleiswagen, auf welchen die Fuhrwerke befördert werden. Soll das Be- und Entladen immer an derselben Stelle stattfinden, dann werden feste Verladegruben eingerichtet und zwar je eine für das Be- und eine für das Entladen. Soll das Verladen aber an beliebiger, häufig wechselnder Stelle geschehen können, dann kommen transportable, ganz aus Eisen konstruierte Rampen zur Verwendung. Natürlich können dieselben auch mit ersteren zusammen verwendet werden, so daß an einer Stelle feste, an der anderen transportable Verladevorrichtungen aufgestellt werden, letztere zu beliebiger Verlegung.

Die festen Verladegruben sind mit Holz ausgezimmert und geben in der Längsrichtung zu beiden Seiten die Laufbahn für die Räder der Fuhrwerke, welche übrigens, um ein Ueberfahren der Kante durch dieselben zu verhindern, mit Winkeleisen beschlagen ist. Nach der einen Seite hin senkt sich die Fahr-

bahn der Fuhrwerksräder unter 1 : 10 gegen die Grubensohle (keine Figur). Auf der Grubensohle ist das schmalspurige Gleis verlegt.

Die transportablen Verladevorrichtungen bestehen aus einer einfachen leichten Eisenkonstruktion, welche sich über den Schienen erhebt. Zu beiden Seiten der letzteren liegt die Fahrbahn für die Räder der Fuhrwerke und ist dieselbe im mittleren Teile horizontal, an den beiden Enden über den Auf-  
laufstücken unter 1 : 10 geneigt (Fig. 310 und 311, Taf. XX).

Die Gleiswagen sind normale Schmalspurwagen (Untergestelle), nur wird zu vorliegendem Zwecke statt des Drehschemels ein sogen. Gabelaufsatz drehbar aufgesetzt, an dessen Enden gabelförmige Holzfutter angebracht sind, zur Aufnahme der Radnaben. Zu beiden Seiten der Holzfutter sind aufklappbare eiserne Rungen. Jede der beiden Achsen des Fuhrwerkes wird also auf einen besonderen Unterwagen geladen und zwar werden die Radnaben auf die Holzfutter der drehbar auf den Unterwagen befestigten Gabelaufsätze gesetzt. Die seitlichen Rungen an den letzteren werden hochgeklappt und verhüten das Abrollen der Naben (Fig. 310 und 311, Taf. XX).

Um die Fuhrwerke auf Gleiswagen zu bringen, werden dieselben auf eine solche Verladegrube bzw. Verladerampe aufgeschoben. Zwischen den beiden Rampenteilen, auf welchen die Räder des Fuhrwerkes stehen, befindet sich entsprechend tiefer liegend das schmalspurige Gleis. Es wird nun unter jeder Achse des Fuhrwerkes ein Truck geschoben, auf welchem ein Gabelaufsatz um einen Stahlzapfen drehbar befestigt ist. Nachdem nun unter jede Wagenachse ein Truck gestellt ist, werden die seitlich an den Gabelaufsätzen befindlichen Rungen hochgeklappt. Nun wird das Fuhrwerk auf der Rampe weitergeschoben bis über die am Ende derselben in einer Steigung von etwa 1 : 10 abfallenden Ablaufstücke. Auf diesen senken sich die Fuhrwerksachsen nach abwärts, so daß die Radnaben, welche mittels der hochgeklappten Rungen den zugehörigen Unterwagen mitgenommen haben, auf die hölzernen Futter der Gabelaufsätze zu ruhen kommen.

Das Entladen der Gleiswagen geschieht in ähnlicher Weise und fordert ebenfalls nur einen geringen Zeitaufwand.

**e) Die Fuhrwerksgleise** (Baurat Tschow): Wenn dieselben auch anscheinend nicht hierher gehören, so möchte ich doch auf ihre Beschreibung auf keinen Fall verzichten, da sie unbedingt mit den in diesem Abschnitte behandelten Bahnanlagen in einem gewissen Zusammenhange stehen.

Die Fuhrwerksgleise mit Führungsleisten, eingeführt zuerst durch den Bochumer Verein 1895, welche auf Straßen und Chausseen zur Anwendung kommen, haben von Jahr zu Jahr an Umfang und Bedeutung zugenommen. Sie dienen in erster Linie dazu, den Wagen durch die verminderte Reibung das Fahren auf den Straßen zu erleichtern und die Fortschaffung größerer Lasten zu ermöglichen, dann aber auch zur Verminderung der Unterhaltungskosten solcher Straßen, indem durch ihre Anlage die Straßendecke sehr geschont wird. Auf die geschichtliche Entwicklung dieser Fuhrwerksgleise, auf die verschiedenartigen Versuchsstadien, die sie haben durchmachen müssen, will ich nicht näher eingehen. Nach dem augenblicklichen Stand der Technik sind wohl die Fuhrwerksgleise des Bochumer Vereins als die leistungsfähigsten und verbreitetsten



Fig. 306.

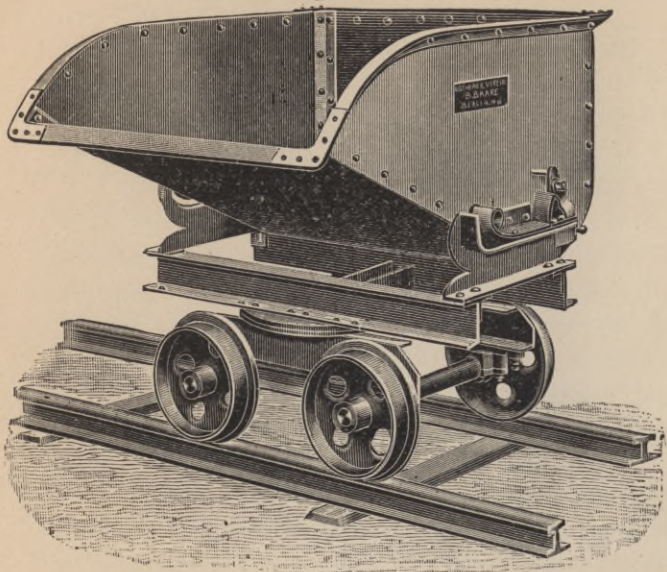


Fig. 307.

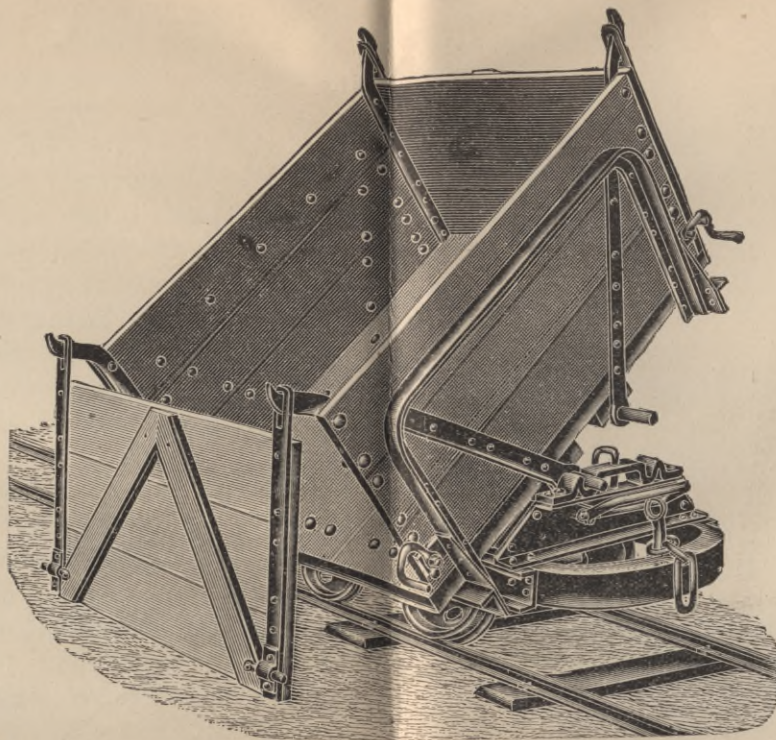


Fig. 308.

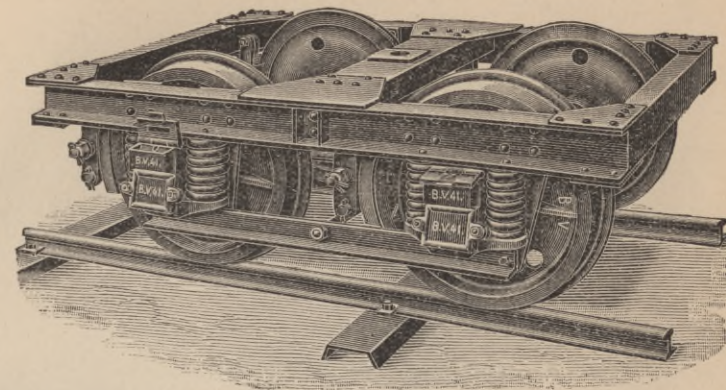


Fig. 309.

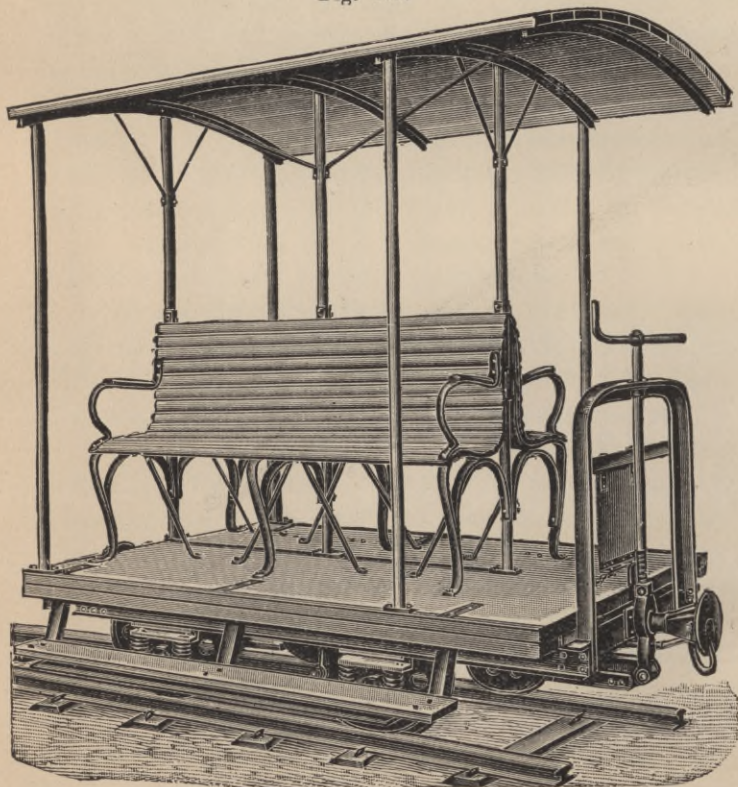


Fig. 311.

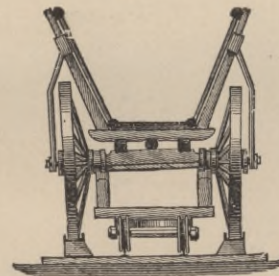


Fig. 312.

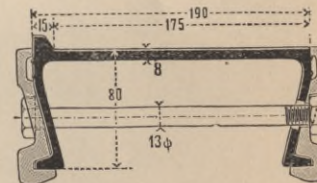


Fig. 310.

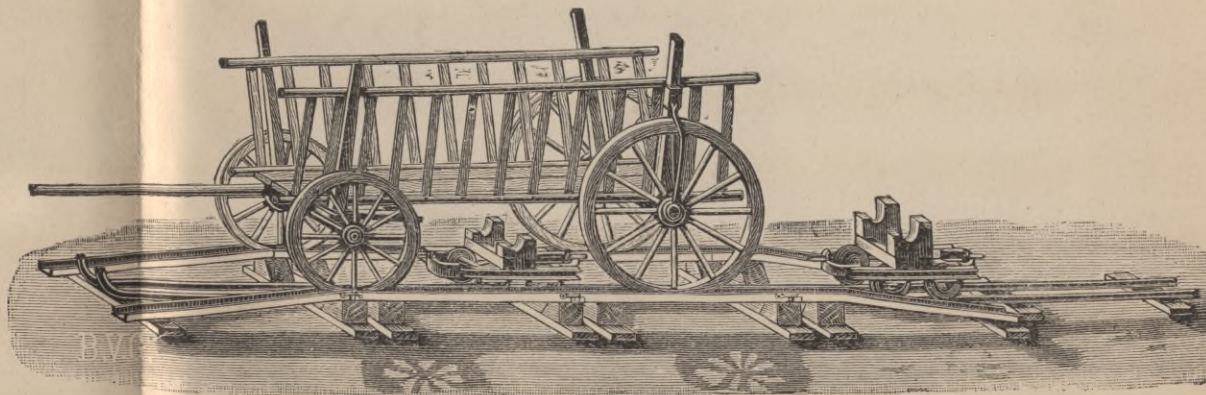








Fig. 313.

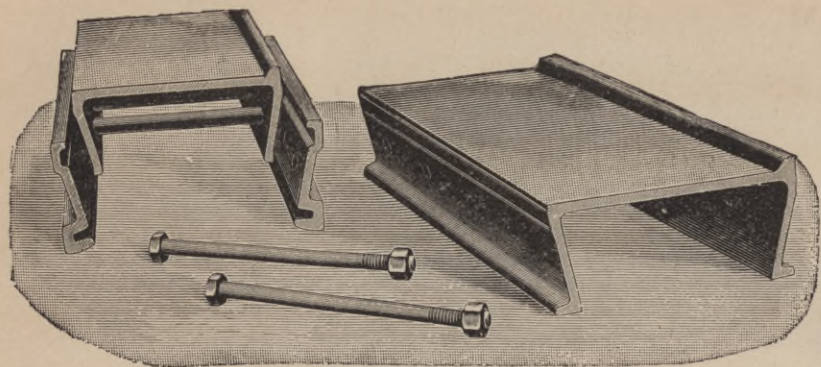


Fig. 314.

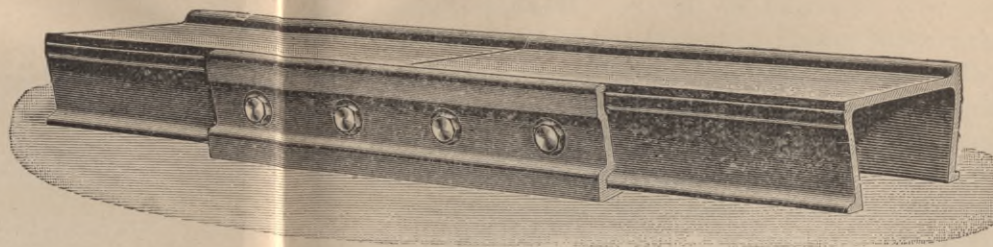


Fig. 318.

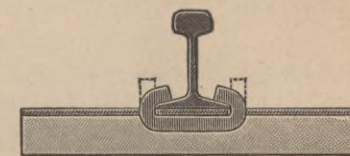


Fig. 316.

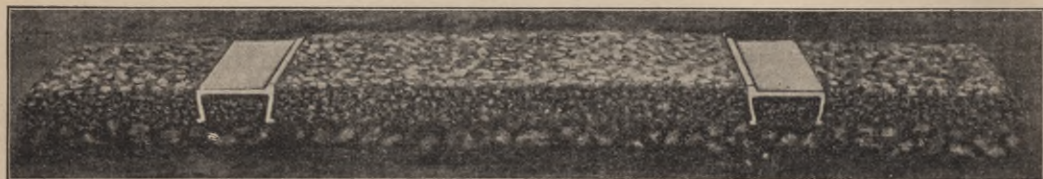


Fig. 315.



448

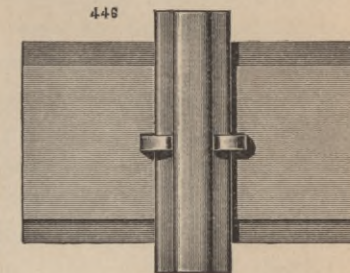


Fig. 320.

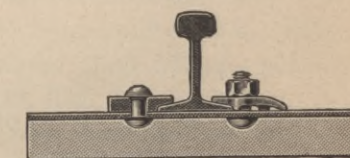


Fig. 317.

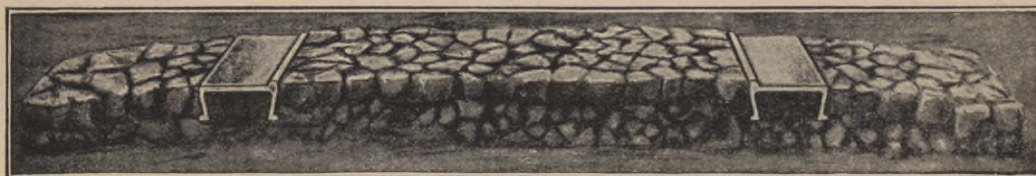
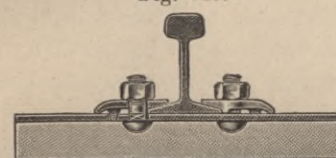
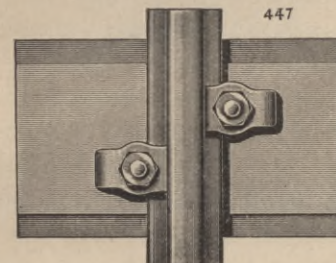


Fig. 319.



447



448

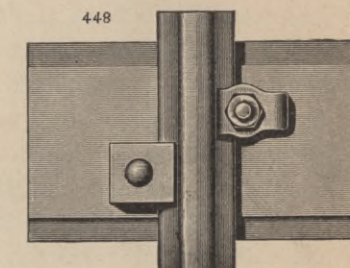
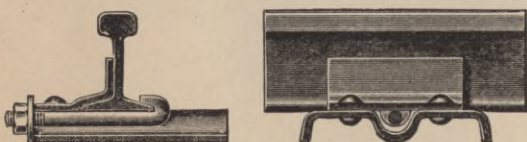


Fig. 321.



449

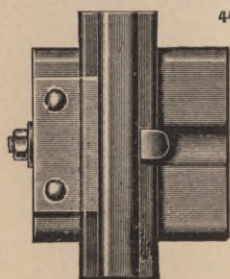
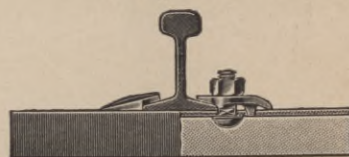


Fig. 322.



450

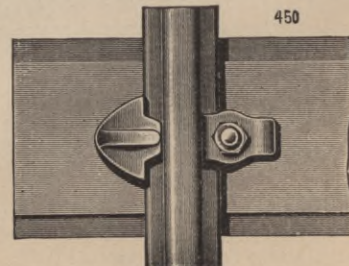
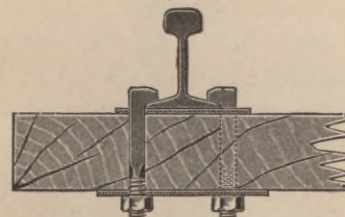


Fig. 323.



451

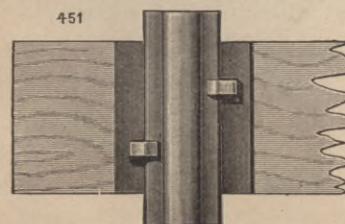
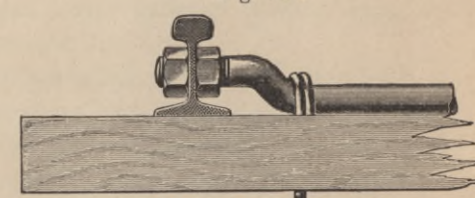
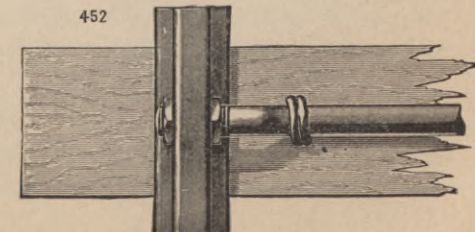


Fig. 324.



452





zu bezeichnen. Auch diese Firma hat vielfache Versuche mit verschiedenartigen Profilen gemacht; ich will im folgenden aber nur ihr neuestes Profil, das sich vorzüglich bewährt, mit seinem Einbau näher beschreiben.

Dieses neue Profil, Fig. 312, Taf. XX, sollte mit einem möglichst geringen Gewicht genügende Fahrbreite und möglichst große Tragfähigkeit verbinden und dabei so ausgestattet werden, daß die Seitenflanken durch ihre Stellung einen dauerhaften Pflasteranschluß ermöglichen und daß die Form des Hohlraumes die Betonfüllung dauernd festhält. Dabei wurde ferner eine so widerstandsfähige Stoßverbindung verlangt, daß auch bei zufälligem Hohlliegen der Stöße keine Veränderungen in der Lage eintreten können. Diesen Forderungen entspricht die von der Firma neu gebildete Fuhrwerksschiene, wie die Fig. 313 und 314, Taf. XXI, erkennen lassen, werden. Bei einer Gesamtbreite von 190 mm und einer nutzbaren Fahrbreite von 175 mm beträgt das Gewicht nur  $21\frac{1}{2}$  kg/m.

Bei der Formbildung des Profils erhielten in erster Linie die Seitenflanken eine Stellung, die sich vorzüglich einpflastern läßt; zur Erhöhung der Steifigkeit wurden Füße angebracht, die über die senkrechte Begrenzungslinie der Seitenflanken nicht hinausragen. Da sich das Profil nicht ohne weiteres nach Fig. 312 walzen läßt, so muß es zunächst in etwas anderer Form hergestellt werden. Dies Profil (nicht gezeichnet) läuft dann noch durch 2 einfache glatte Rillen, welche die Mitte gerade drücken und das Profil nach Fig. 312, Taf. XX, herstellen.

Bei der Ausbildung der Schiene war noch die Frage des Einbetonierens in Betracht zu ziehen. Um dem kastenartigen Profile eine größere Auflagefläche zu geben, wird der innere Hohlraum, wie schon erwähnt, mit Zementbeton oder Mauerwerk ausgefüllt. Es geschieht dies in der Weise, daß die Schienen umgekehrt auf die Erde gelegt werden, worauf der noch oben offene Hohlraum mit Beton ausgefüllt wird. Die Masse erstarrt nach kurzer Zeit, sodaß die Schienen umgewendet und in ihr eigentliches Bett gebracht werden können. Dabei soll das Ausbetonieren nicht nur eine größere Auflagerfläche schaffen, sondern es soll auch die Steifigkeit durch die Betonfüllung vermehrt werden. Eine Verbindung des Zementes mit dem elastischen Eisen mag immerhin für einige Jahre möglich sein, aber für die Dauer ist sie nicht erreichbar. Die Füße des Profiles sind kräftig eingezogen und verengen dadurch den Hohlraum nach unten so wesentlich, daß selbst eine minder feste Masse sicher dauernd in ihrer Lage erhalten wird, ohne daß etwas nach unten herausfällt.

An die geneigt stehenden Seitenflanken schließen sich die Pflastersteine so dicht an, daß an der oberen Straßenfläche kaum eine Fuge bemerkbar werden wird. Ueberdies sind an der Außenseite noch kleine Rippen angewalzt, die ein seitliches Verschieben der roh bearbeiteten Anschlußsteine gegen die Fahrschiene zu verhindern imstande sind; denn die Rippen vermehren die Reibung, so daß eine seitliche Verschiebung weniger leicht eintreten kann, als wenn die Schienen an ihren von den Steinen berührten Außenseiten vollständig glatte Flächen darbieten würden.

Die Auflagefläche des Profiles ist eine so große, daß die Schienen selbst ohne alle Bettung direkt auf den gewachsenen Boden gelegt werden können.

Die Stoßverbindung, Fig. 314, Taf. XXI, erfolgt ähnlich wie bei den Voll-

bahnschienen, mit durchgekröpften Winkellaschen, die durch Schraubenbolzen mit den Schienen fest verbunden werden.

Bevor die Schienen mit Beton ausgegossen werden (nicht einmal unerlässlich notwendig), werden durch die Bohrlöcher etwas stärkere Rundeisen gesteckt, die mit einem schmierig-fettigen Ueberzug versehen sind, damit der Beton nicht an ihnen haftet. Diese Rundeisen werden mit einbetoniert; sie sind nach Erstarrung der Masse leicht herauszuschlagen, und es findet alsdann die eigentliche, von einer Seitenflanke zur anderen durchgehende Laschenschraube, Fig. 313, Taf. XXI, reichlich Raum. Diese Verlaschung ist eine vortreffliche, durchaus sichere, wie eingehende Versuche dargetan haben.

Für die Dauer und die volle Nutzbarmachung der Fuhrwerksgleise nach der wirtschaftlichen Seite ist der Einbau der Gleise in die Straße von besonderer Wichtigkeit. Es mag daher darauf hingewiesen sein, daß Fuhrwerksgleise sich in jede Art Straßenbefestigung einlegen lassen, sowohl in gewöhnliches Pflaster als auch in Steinschlagbahn und in Kleinpflaster. Am besten für stärkeren Verkehr ist allerdings die Ausführung in Kleinpflaster.

Beim Straßenneubau wird bei einer Einbettung in gewöhnliches Pflaster der Pflasterkoffer in üblicher Weise hergestellt; in diesen wird der Pflastersand hineingebracht und gestampft oder besser noch mit der leichten Walze übergewalzt, wie das auch beim Pflastern geschehen sollte. Nachdem die Schienen verlegt und verschraubt sind, wird das Pflaster zwischen den Schienen angesetzt, alsdann der Sand mit flachen stumpfen Hölzern unter die Schienen von beiden Seiten des Gleises untergestopft und schließlich das Pflaster außerhalb der Schienen gesetzt und nunmehr gleichmäßig das ganze Pflaster tüchtig abgerammt. Fig. 315, Taf. XXI, stellt ein Gleis bei gewöhnlichem Pflaster dar.

Bei Steinschlagbahn wird der Grobschlag oder die Packlage, ganz wie sonst üblich, eingebracht und befestigt; die Schienen werden auf den Grobschlag verlegt, und nun wird der Feinschlag eingebracht und festgewalzt, ohne daß dabei auf die Schienen irgendwelche Rücksicht zu nehmen wäre. Es ist nur darauf zu achten, daß die Schüttung in solcher Stärke eingebracht wird, daß sie in vollständig zusammengepreßtem Zustande sich in Höhe des Schienenkopfes an diesen richtig anschließt. Die Steinbahndecke wird dann ebenso fest wie eine nach der gebräuchlichen Bauweise ausgeführte Schüttung; aber bei der Unterhaltung stellt sich der Uebelstand ein, daß das Festfahren durch die Wagenräder fortfällt, so daß jeder von einem Pferdehufe gelöste Stein aus der Steinbahn entfernt werden muß, und sonach an den Laufstellen der Pferde sich leicht kleine Vertiefungen bilden, die zwar nicht so bedenklich sind, wie bei schienenloser Straßenfläche, aber doch den Anfang zur Zerstörung der Straße bilden. Fig. 316, Taf. XXI, zeigt eine derartige Verlegung in ungepflasterter Chaussee.

Soll Kleinpflaster ausgeführt werden, so müssen die Steinschläger aus den wie gewöhnlich gelieferten Steinen beim Steinschlagen die zu Kleinpflaster besonders geeigneten Steine aussuchen, was mit nur sehr geringen Kosten verknüpft ist, weil die Kleinpflastersteine nur noch die Bestimmung haben, den Zugtieren eine feste Auftrittsfläche zu geben und sonach eine rauhe Oberfläche des Weges nicht nur nicht unzutraglich, sondern sogar wünschenswert ist, sodaß

Fig. 325.

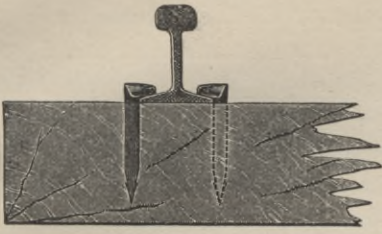
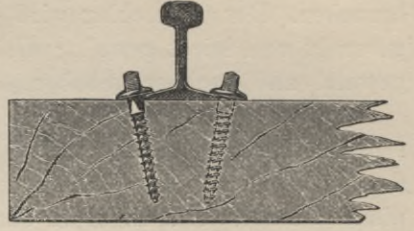
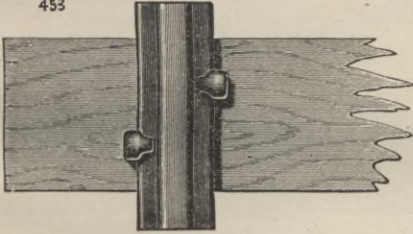


Fig. 326.



453



454

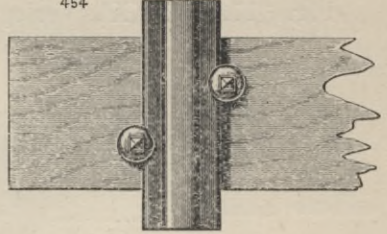
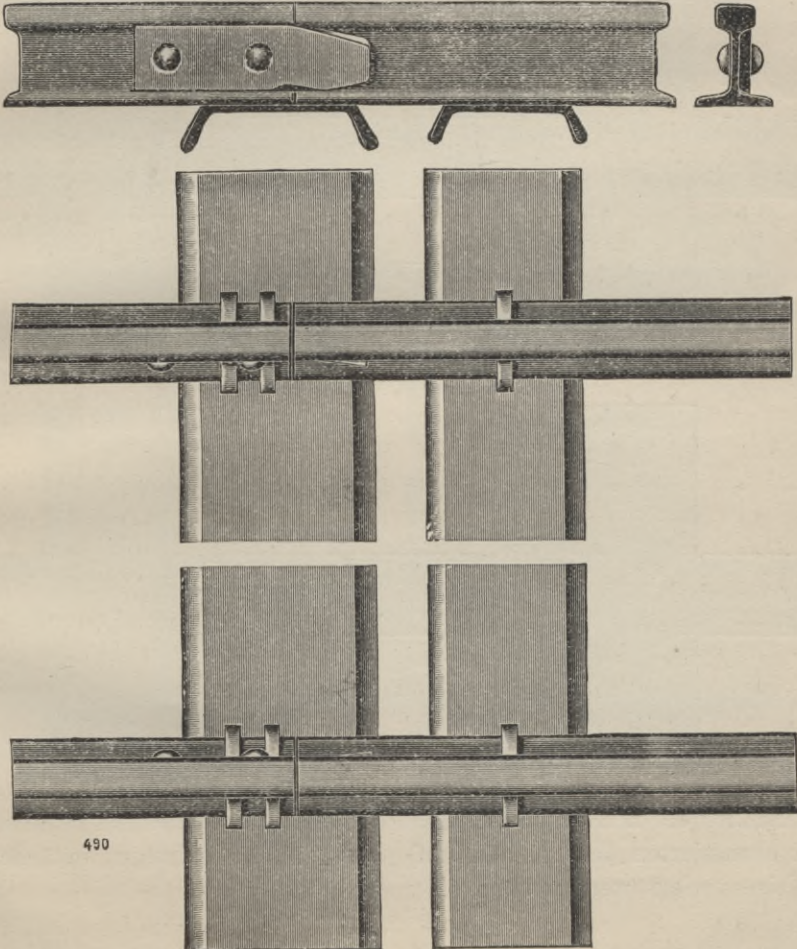


Fig. 327.

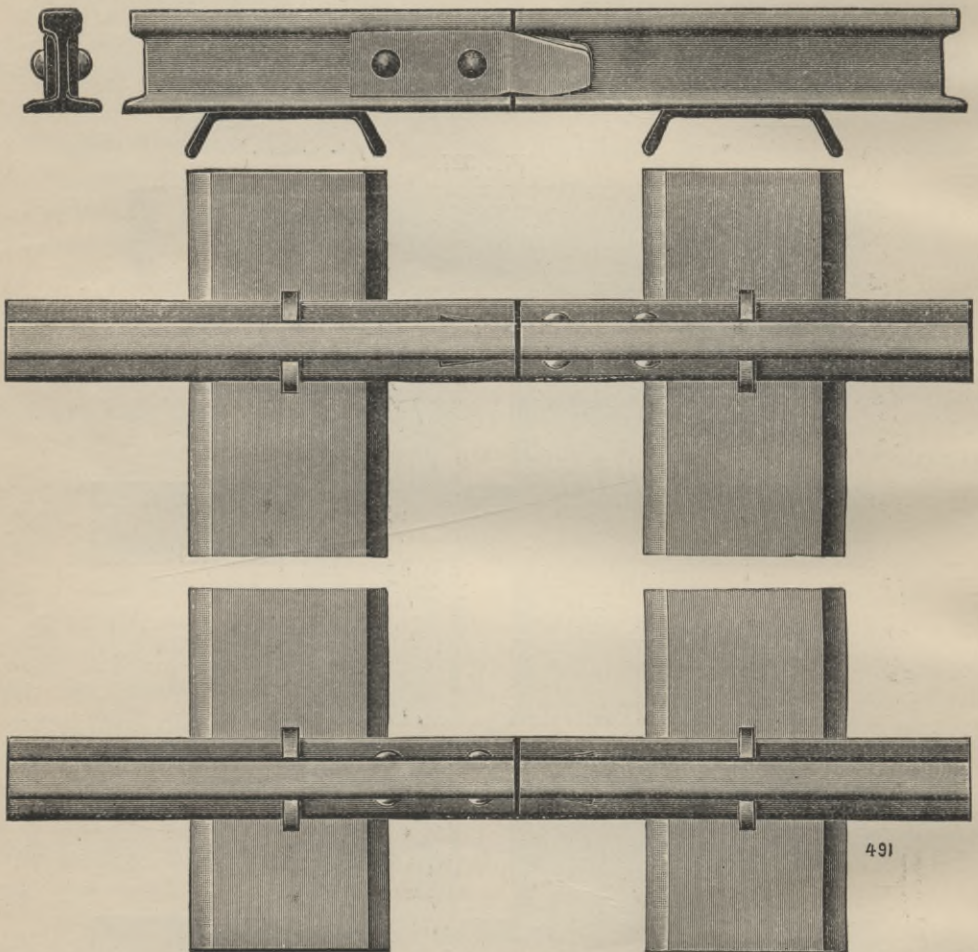


490

an die Bearbeitung der Kleinsteine nur geringe Anforderungen gestellt zu werden brauchen. Der Grobschlag wird gleichmäßig auf den profilmäßig geebneten Weg gebracht und leicht gewalzt; die Bordsteine werden entweder zunächst mit übergewalzt und nachher gehoben, oder es werden kleine Zwickel, die sich beim Walzen zwischen den erhöhten Bordsteinen nicht mit hinunterdrücken lassen, mit der Ramme befestigt. Nun werden die Schienen verlegt und verschraubt, der Kies je nach der Höhe der Kleinpflastersteine aufgebracht und das Kleinpflaster hergestellt; dabei ist darauf zu achten, daß der unmittelbar neben der Schiene stehende Kleinstein der Schienenhöhe möglichst entspricht.

Fig. 317, Taf. XXI, Verlegen in Kleinpflaster.

Fig. 328.



Schließlich sei noch erwähnt, daß Fuhrwerksgleise auch mit bestem Erfolge auf nicht chaussierten Wegen, also auf gewöhnlichen Feldwegen in äußerst einfacher Weise verlegt werden können.

### III. Die Feld- und Industriebahnen der Firma Fried. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr.

Die Firma unterscheidet ebenso, wie der Bochumer Verein, drei Gleisarten: Das sogen. leichtbewegliche Gleis, welches da angewendet wird, wo ein häufiges und schnelles Verlegen verlangt wird; das halbbewegliche Gleis, welches nur hin und wieder verlegt wird; das feste Gleis, welches dauernd oder doch längere Zeit liegen bleibt. Es wird daher auf das Verlegen des letzteren Gleises größere Sorgfalt verwendet, als bei den beiden anderen Gleisarten.

#### a) Befestigung der Schienen auf Stahlschwellen:

Fig. 318, Taf. XXI, Schwellenbefestigung I, mit Klammern aus Vierkanteisen.

Fig. 319, Taf. XXI, Schwellenbefestigung II, mit Klemmplatten und Schrauben, für alle Schienen.

Fig. 329.

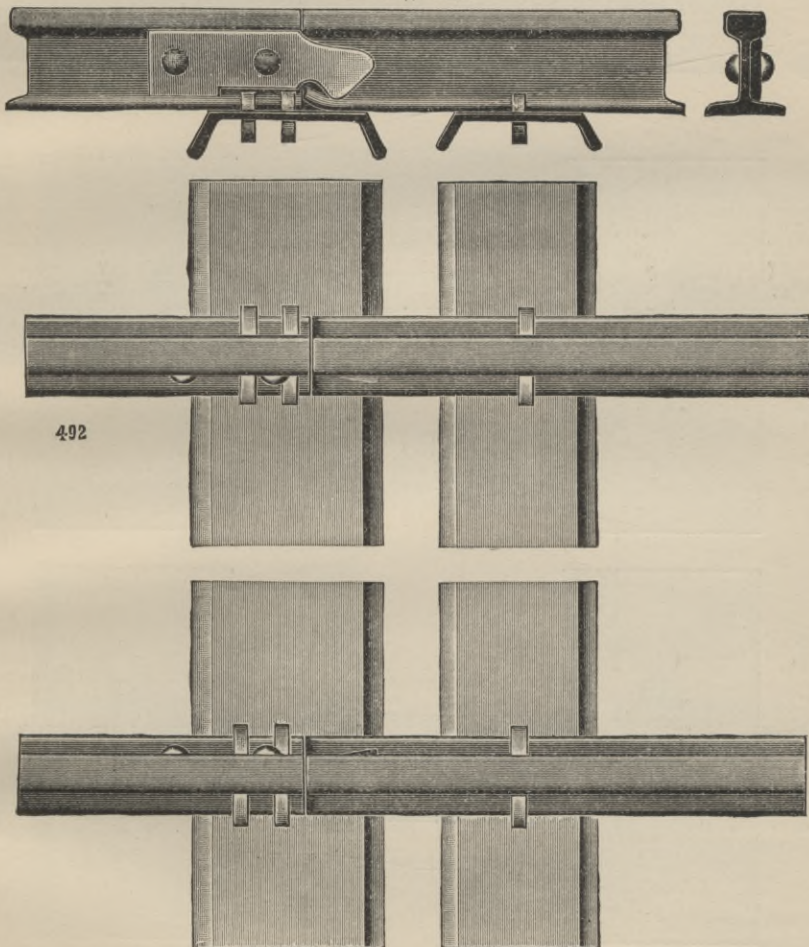


Fig. 320, Taf. XXI, Schwellenbefestigung III, mit einer genieteteten und einer geschraubten Klemmplatte.



Fig. 321, Taf. XXI, Schwellenbefestigung IV, mit aufgenietetem gepreßten Winkel und Hakenschraube. Es sei auf die Schwellenform der Figur hingewiesen.

Fig. 322, Taf. XXI, Schwellenbefestigung V, mit einer klemmplattenähnlichen Aufpressung und einer Klemmplatte.

**b) Befestigung der Schienen auf Holzschwellen:**

Fig. 323, Taf. XXI, Schwellenbefestigung VI, mit Hakenschrauben und Unterlagsplatten.

Fig. 324, Taf. XXI, Schwellenbefestigung VII, mit Spurstangen; sie wird besonders in der Landwirtschaft angewendet und zwar in 2 m langen Gleisrahmen auf zwei Schwellen mit Stoßverbindung II (siehe später). Sie ist nicht anwendbar bei aufliegendem Stoß.

Fig. 330.

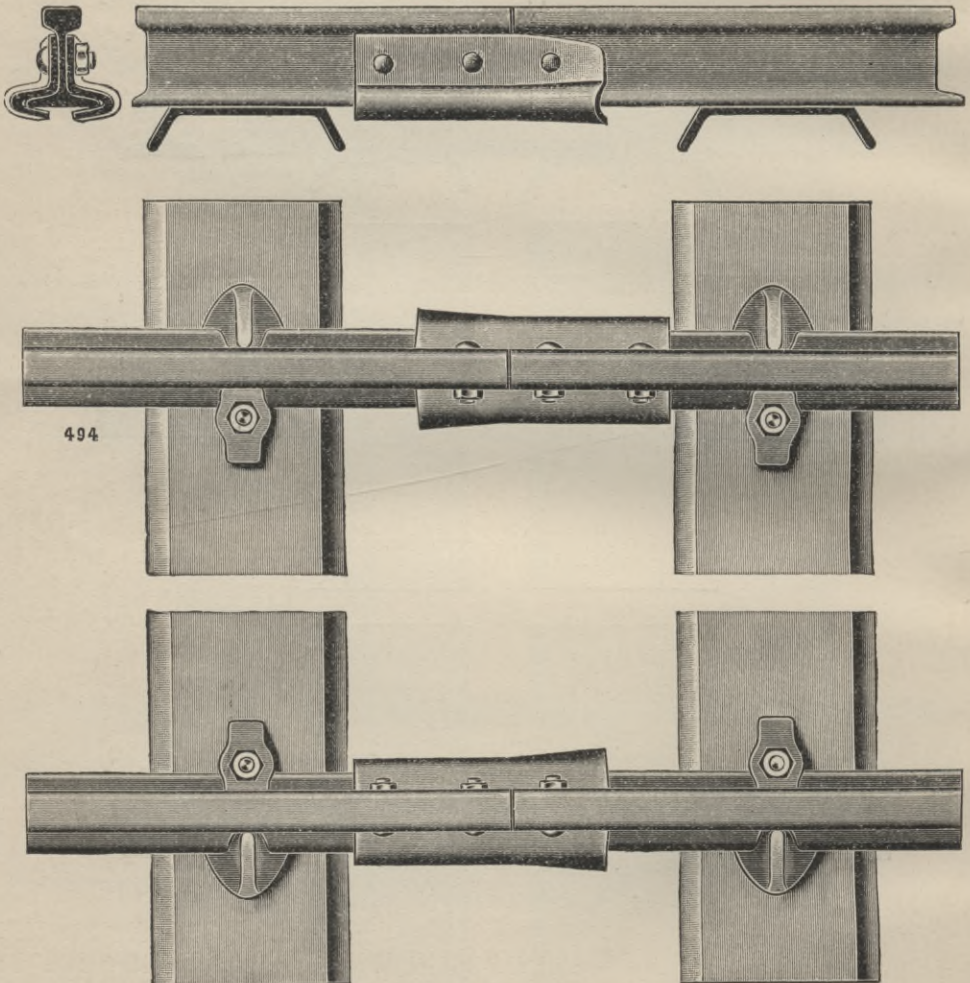


Fig. 325 Schwellenbefestigung VIII, mit Schienennägeln, für alle Schienen.

Fig. 326 Schwellenbefestigung IX, mit Schienenschrauben (Tirefonds), für alle Schienen.

**c) Verbindungen der Gleisrahmen (Stoßverbindungen):**

Fig. 327 Stoßverbindung I. Aufliegender Stoß mit einfachen, innen angeieteten Stechlaschen, für leichtbewegliches Gleis. Die Stoßverbindung I wird geliefert für Schwellenbefestigungen I, II, III und VI. Die Kurvenrahmen müssen entweder als Rechts- oder Linkskurven ausgeführt werden.

Fig. 331.

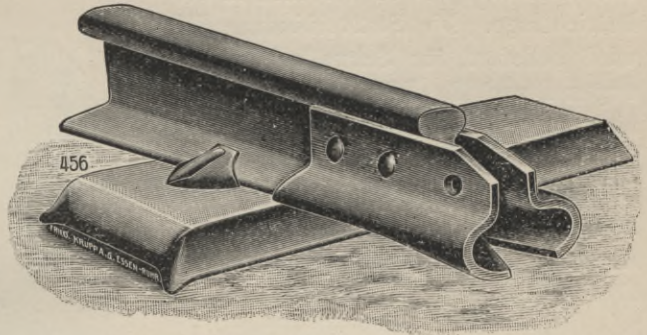


Fig. 328 Stoßverbindung II. Schwebender Stoß, mit doppelten, diagonal angeieteten Stechlaschen, für leichtbewegliches Gleis. Die Stoßverbindung II wird ge-

liefert für Schwellenbefestigungen I bis VII. Die Kurvenrahmen können sowohl als Rechts- wie auch als Linkskurven verlegt werden.

Fig. 332.

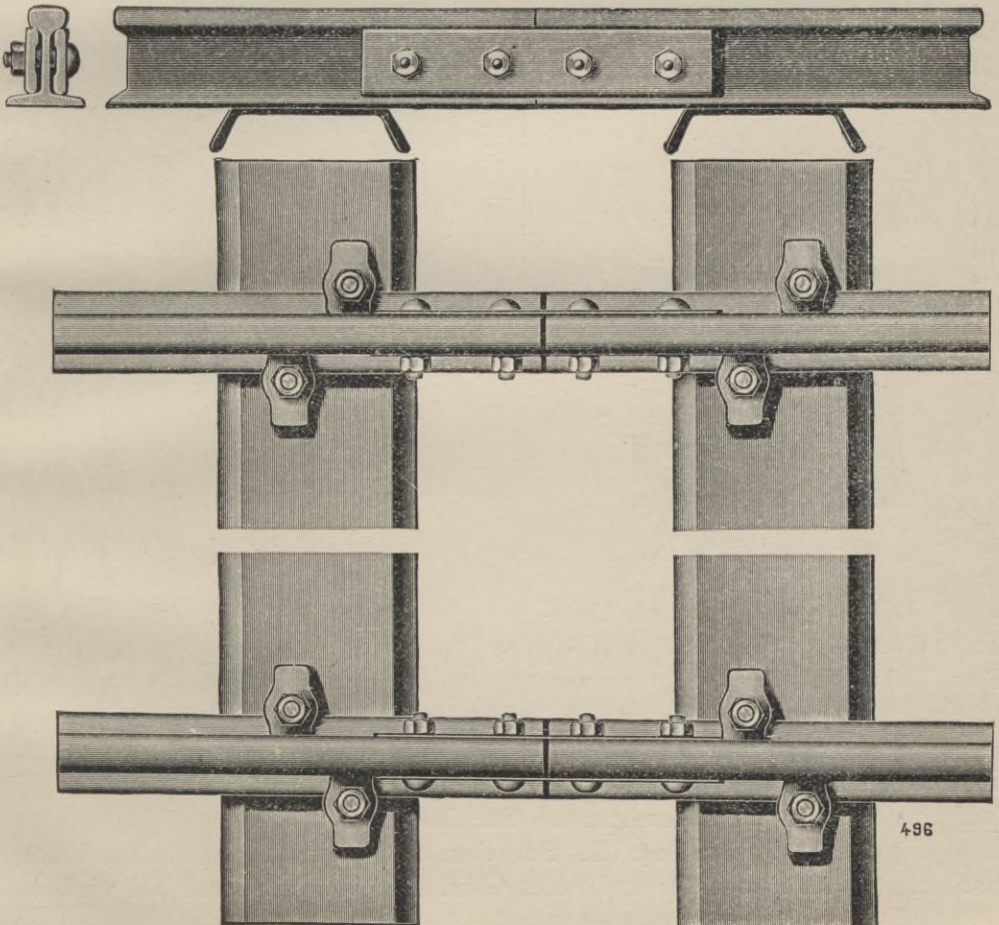
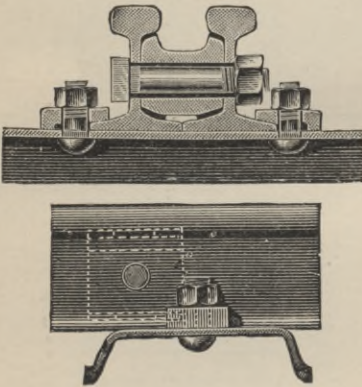


Fig. 329 Stoßverbindung III. Aufliegender Stoß mit einfachen, innen angenieteten Hakenlaschen, für leichtbewegliches Gleis in hügeligem Gelände oder auf weichem Boden. Die Hakenlasche verhindert, in Verbindung mit dem aufgebogenen Schienenfuß des anschließenden Gleisrahmens, selbsttätig ein Auseinanderziehen der Gleisrahmen in der Betriebslage. Die Stoßverbindung III wird geliefert für Schwellenbefestigungen I und II. Rillenschwellen sind nicht anwendbar. Die Kurvenrahmen müssen entweder als Rechts- oder Linkskurven ausgeführt werden. Die Länge der Gleisrahmen mit Stoßverbindung III beträgt zweckmäßig nicht über  $2\frac{1}{2}$  m.

Fig. 330 Stoßverbindung V. Schwebender Stoß mit gepreßten, diagonal angeschraubten Schuhwinkel-laschen, für halbbewegliches Gleis in hügeligem Gelände oder auf weichem Boden. Die Stoßverbindung V wird geliefert für Schwellenbefestigungen I bis VI. Die Kurvenrahmen sind so-

Fig. 333.



wohl als Rechts- wie auch als Linkskurvenverlegbar. Fig. 331 zeigt ein Paar Schuhwinkellaschen von vorn gesehen.

Bem.: Auf Stoßverbindung IV (aufliegender Stoß mit doppelten, diagonal angenieteten Hakenlaschen) ist verzichtet worden; desgl. auf Stoßverbindung VI (aufliegender Stoß mit angeschraubten Flachlaschen).

Fig. 332 Stoßverbindung VII. Schwebender Stoß mit angeschraubten Flach-laschen, für halbbewegliches und festes Gleis. Die Stoßverbindung VII wird ge-

Fig. 334.

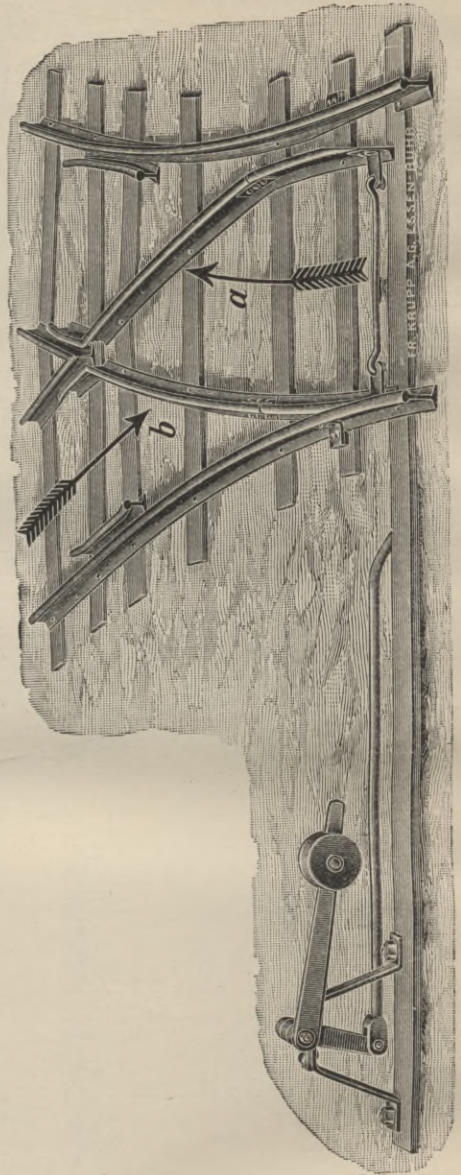




Fig. 339.

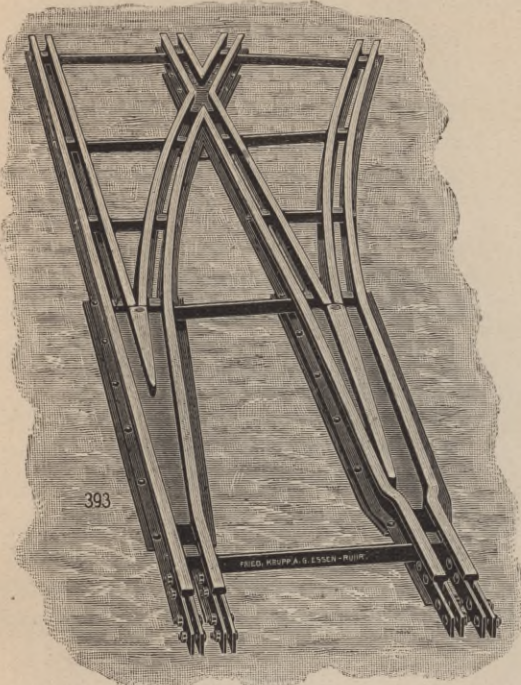


Fig. 340.

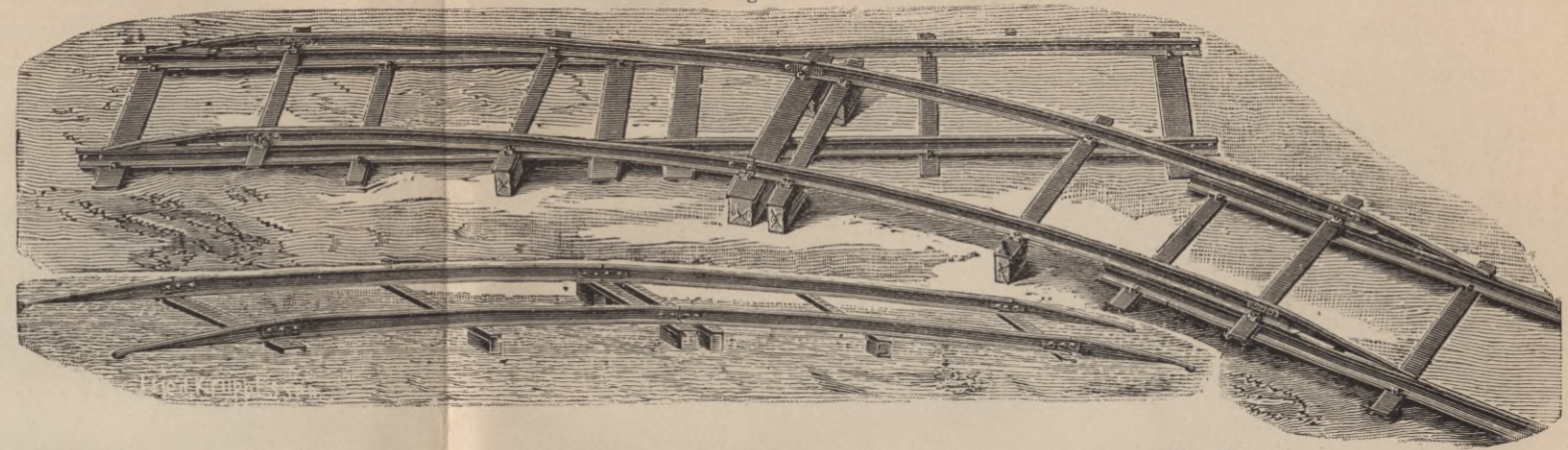


Fig. 344.

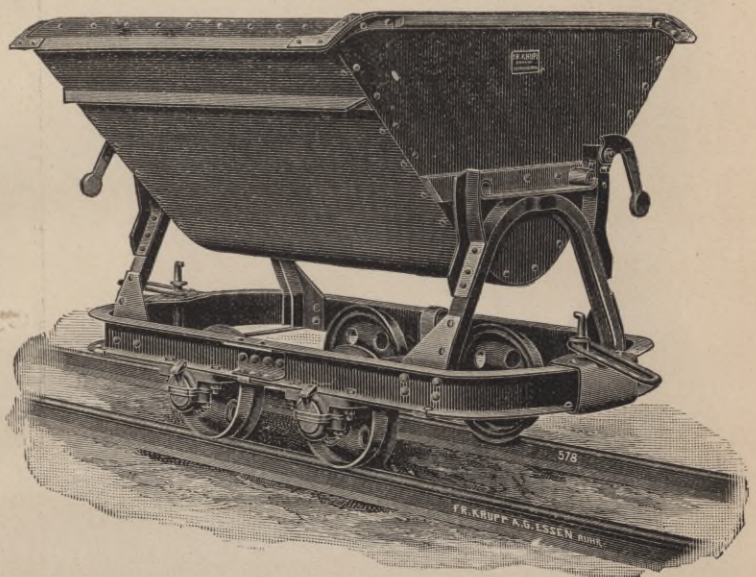


Fig. 343.

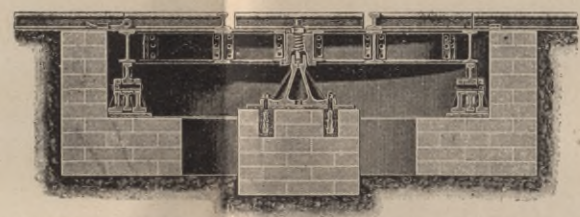


Fig. 342.

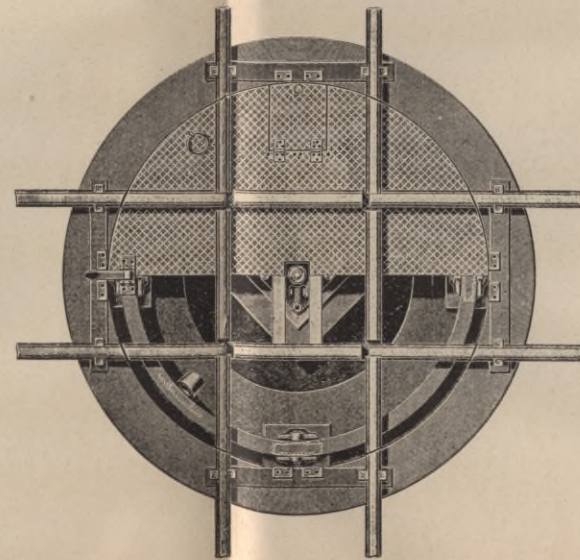
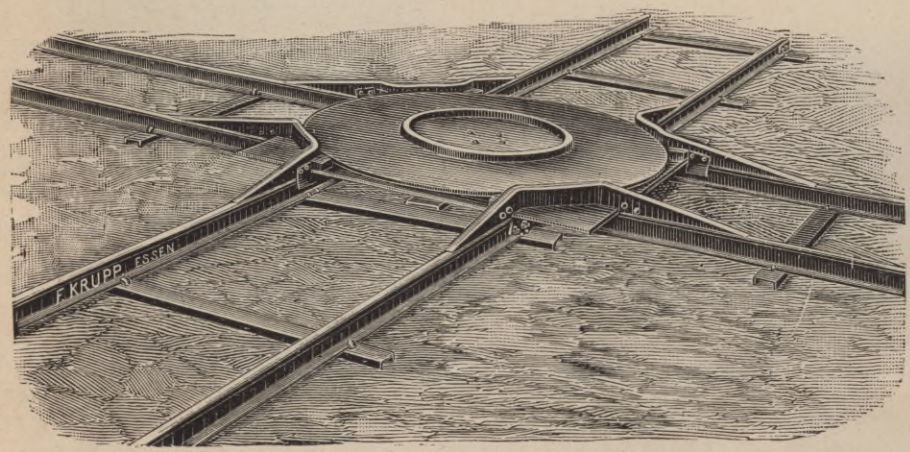


Fig. 341.

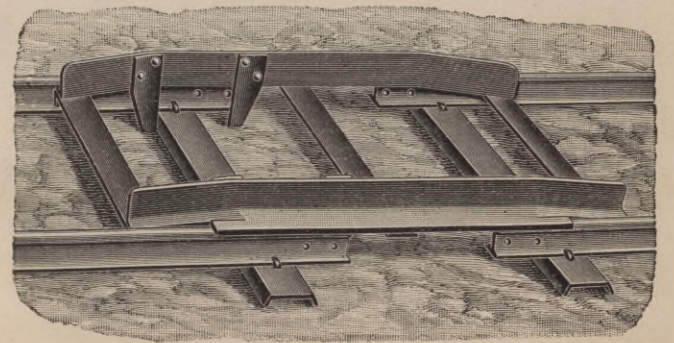






Fig. 346.

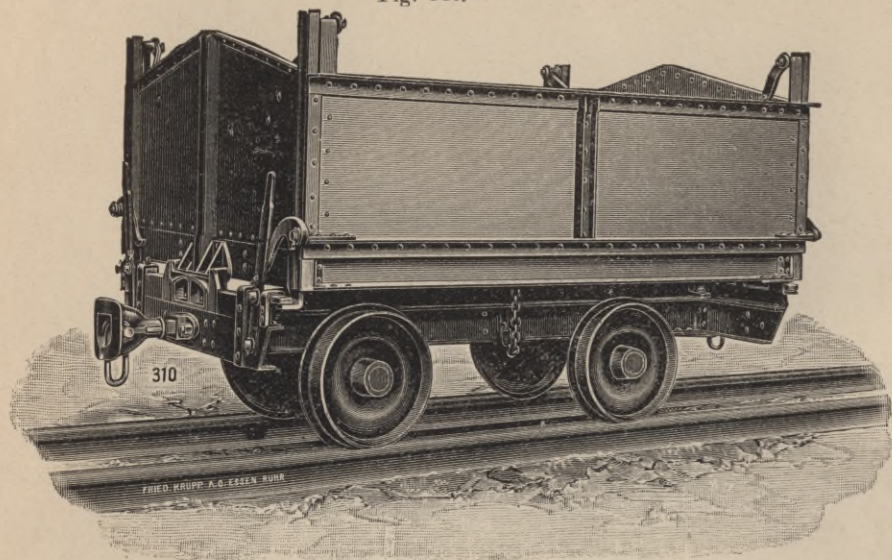


Fig. 347.

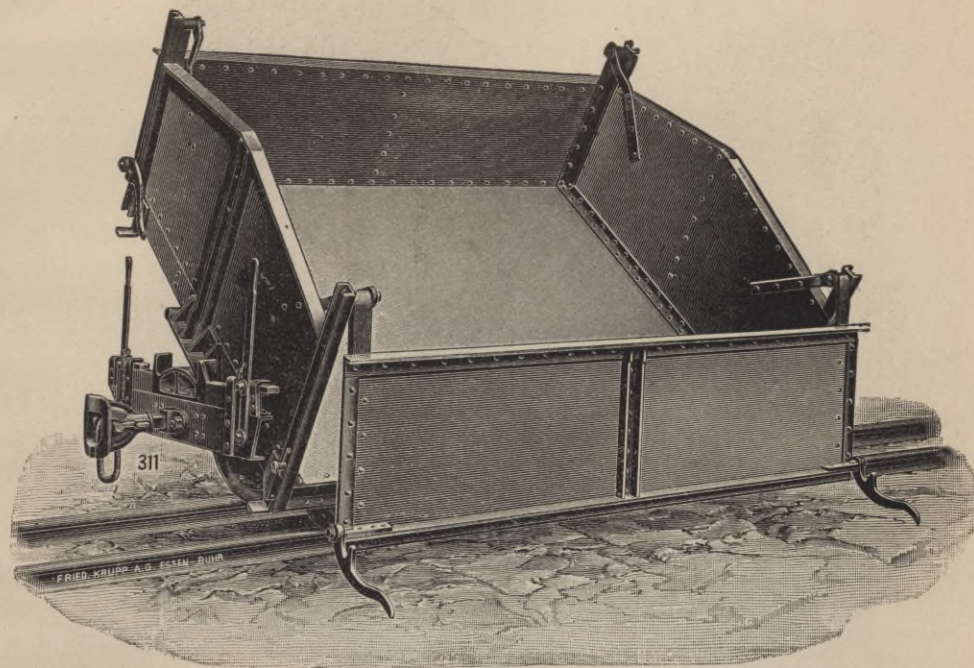


Fig. 348.

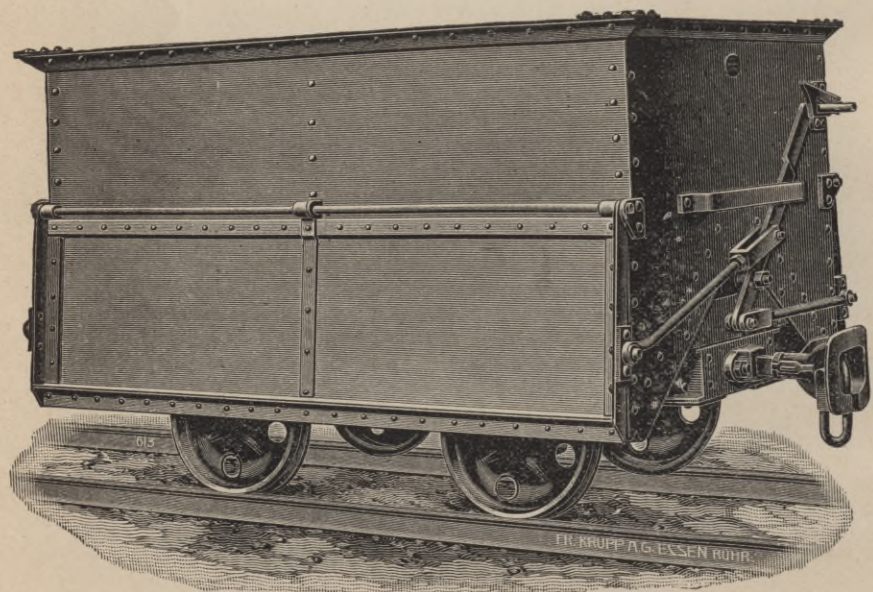
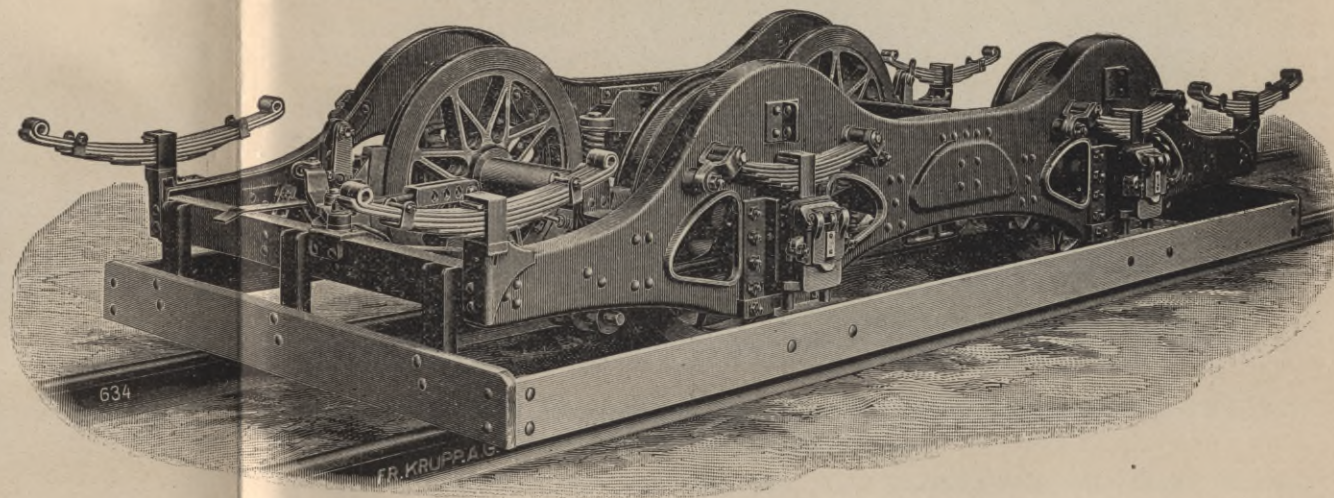


Fig. 349.







liefert für Schwellenbefestigungen I bis VI, bezw. II, VIII und IX, je nach der Beschaffenheit der Schiene. Die Kurvenrahmen sind sowohl als Rechts- wie auch als Linkskurven verlegbar.

**d) Gleis aus Doppelschienen:** Fig. 333 Doppelschienengleis auf Stahlschwellen, für chaussierte und betonierte Straßen, Fabrikräume usw.

**e) Zungenweichen für einflanschige Räder:** Fig. 334 selbsttätige Stellvorrichtung für eine Fahrriichtung.

**f) Zungenweichen für zweiflanschige Räder:** Fig. 335 Zungenweiche (Rechtsweiche) für zweiflanschige Räder mit selbsttätiger Einstellung der Zunge bei der Ausfahrt.

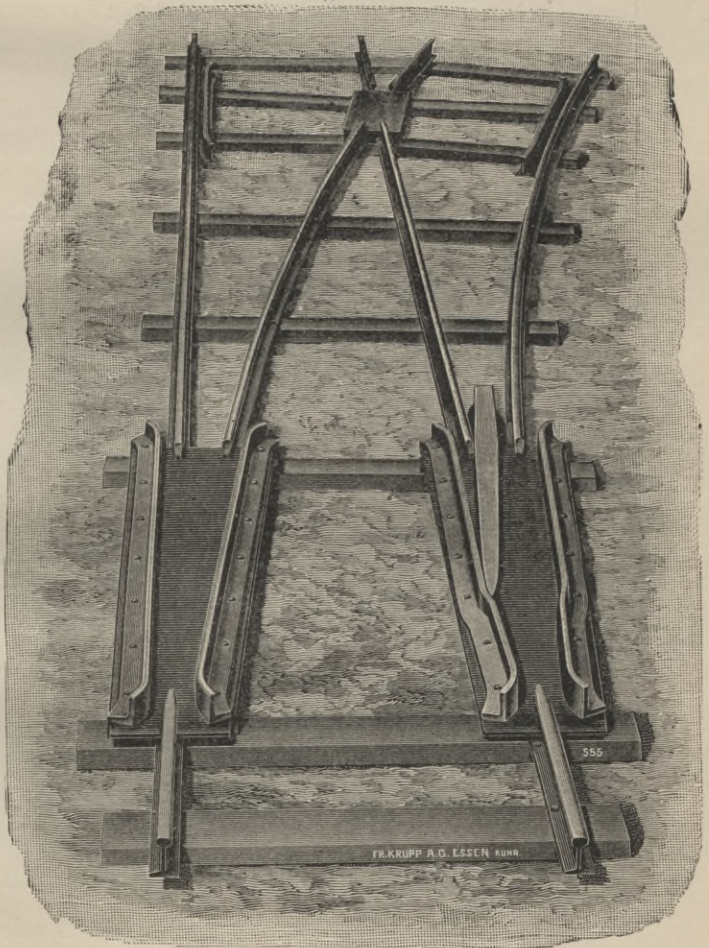
**g) Schleppweichen:** Dieselben finden hauptsächlich für zweiflanschige Räder Verwendung. Fig. 336 zeigt eine normale Schleppweiche (Rechtsweiche) mit 10m Bogenhalbmesser, für 500 und 600 mm Spurweite und 5 m Baulänge.

Fig. 337 Schleppweiche mit Radlenkschuhen am Schlepprahmen (Linksweiche).

**h) Feste Weichen:** Dieselben finden für einflanschige Räder Verwendung; sie sind ohne Zungen oder sonstige bewegliche Teile; sie werden angewendet für Wagen mit Handbetrieb, bis etwa 1000 kg Tragfähigkeit.

Fig. 338 zeigt eine solche feste Rechtsweiche.

Fig. 335.



**i) Weichen für versenktes Zwei- und Dreischienengleis:** Fig. 339, Taf. XXII, Zungenweiche (Rechtsweiche) aus Doppelschienen.

**k) Kletterweichen:** Fig. 340, Taf. XXII, Kletterweiche oder Kletterrahmen, für ein- und zweiflanschige Räder, sowohl als Rechts-, wie als Linksweiche verwendbar. Beim Befahren des Hauptgleises ist diese Weiche abzunehmen.

**l) Gleisbrücken:** Fig. 341, Taf. XXII, Gleisbrücke von 1 m Länge für ein- und zweiflanschige Räder.

**m) Schmiedeeiserne Drehscheiben:** Fig. 342, Taf. XXII, schmiedeeiserne Kletterdrehscheibe. Die gangbarsten Größen haben 1000 und 1100 mm Durchmesser für 500 bzw. 600 mm Spurweite.

Fig. 343, Taf. XXII, schmiedeeiserne Drehscheibe mit Riffelblechabdeckung und Drehbaumhülse, für Wagen und Lokomotiven.

**n) Rollendes Material:** 1. Selbsttätige Muldenfeststellung (D. R.-P.): Fig. 344, Taf. XXII, Muldenkipper mit selbsttätiger Feststellung. Die Vorzüge der selbsttätigen Feststellung sind kurz folgende: Beim Kippen der Mulde ist nur ein Hebel umzulegen; der Arbeiter hat sofort beide Hände frei zum Kippen der Mulde; die Mulde stellt sich beim Zurückkippen selbst-

Fig. 336.

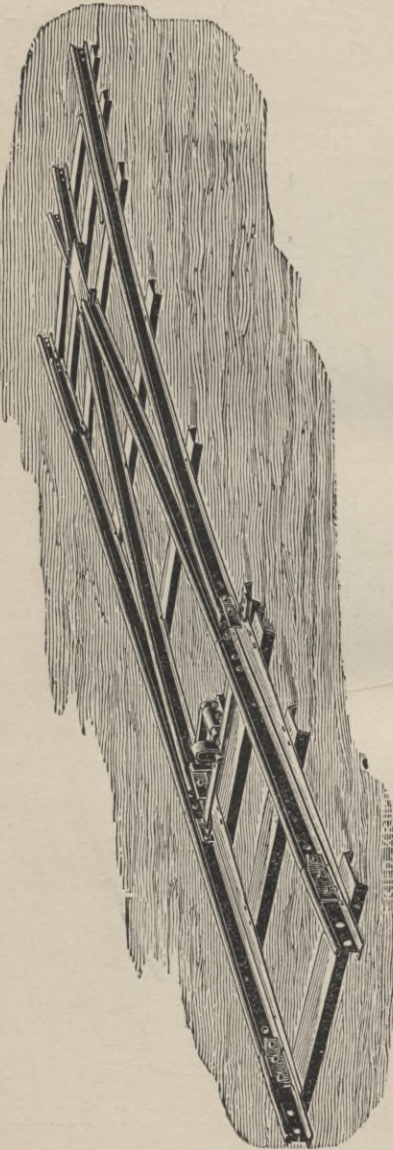
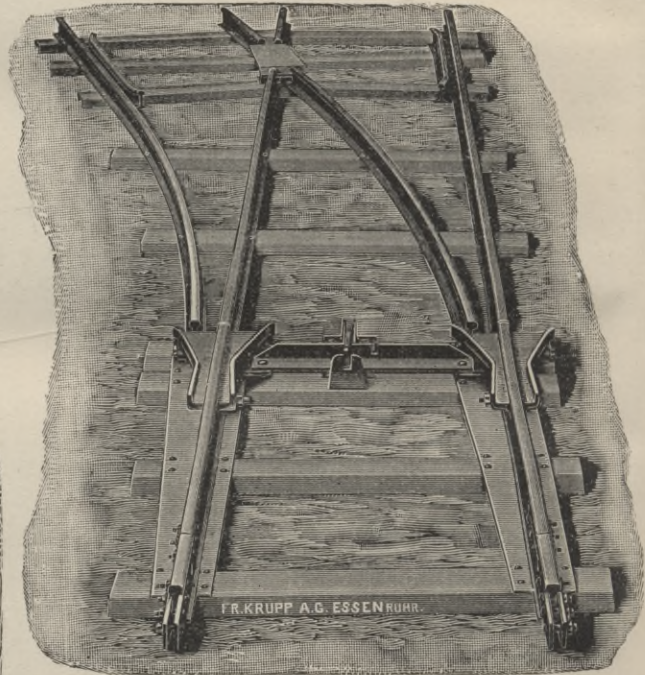


Fig. 337.



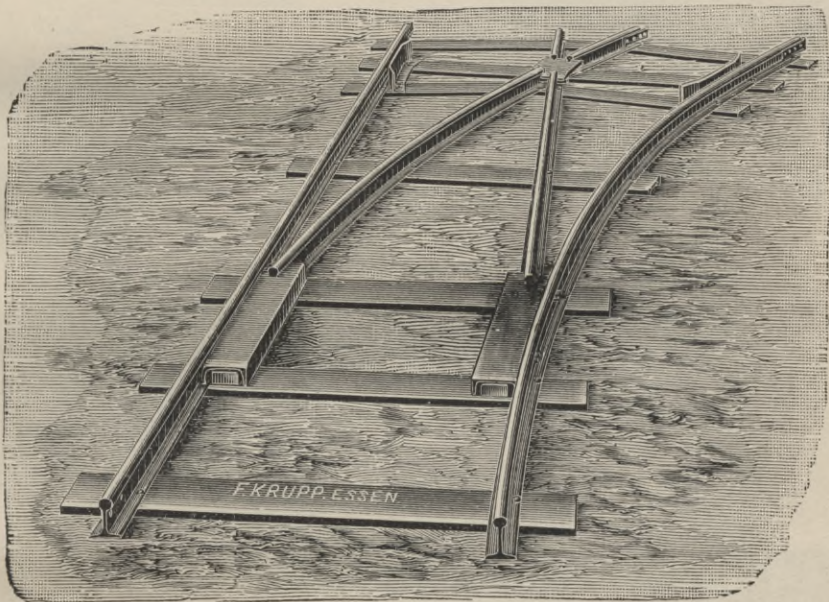
durch untere Schrägfläche des Verschlussriegels, daher kein Schwanken der Mulde im fahrenden Zuge; Vorstecker oder sonstige leicht verlierbare Teile sind nicht vorhanden.

tätig fest; die Mulde kann nicht nach der Seite kippen, auf welcher der Arbeiter beim Kippen steht; die Mulde wird in Lade-  
stellung festgehalten; sichere Wirkungsweise

2. Vorderkipper: Fig. 345 Kasten-Vorderkipper (Wiegenkipper), 1,5 cbm Inhalt, mit vierklotziger Handhebelbremse; für 750 bis 1000 mm Spurweite. Die Tragfähigkeit beträgt 4000 kg.

3. Zweiseitige Kastenkipper: Fig. 346 und 347, Taf. XXIII, zweiseitiger Kastenkipper mit Kippwiegen; 2 bis 3 cbm Inhalt. Der Kasten ist aus Stahlblechen hergestellt; er hat eine selbsttätige Klappenöffnung, feste Lager und federnde Zug- und Stoßvorrichtung. Er findet Anwendung für 750 bis 900 mm Spurweite und hat eine Tragfähigkeit von 3000 bis 5000 kg.

Fig. 338.



4. Selbstentlader (Boden- und Seitenentleerer): Von einer Figur für einen Bodenentleerer habe ich Abstand genommen.

Fig. 348, Taf. XXIII, zweiseitiger Seitenentleerer mit Sattelboden, 2 cbm Inhalt. Der Wagen ist mit festem Lager und federnder Zug- und Stoßvorrichtung ausgerüstet. Er dient für 762 mm Spurweite und hat eine Tragfähigkeit von 3500 kg.

5. Drehgestelle (Trucks): Fig. 349, Taf. XXIII, zeigt ein Straßenbahn-Untergestell für Motorwagen für 1000 mm Spurweite. Die Figur gehört zwar eigentlich nicht an diese Stelle, mag aber des allgemeinen Interesses halber trotzdem gebracht werden. (Vergl. auch elektrische Bahnen).

6. Drehgestelle mit Drehschemeln für Einschienenbahnen: Fig. 350, Drehgestell mit Drehschemel zur Langholzbeförderung auf Einschienenbahnen. Die Tragfähigkeit reicht bis zu 1000 kg.

Fig. 345.

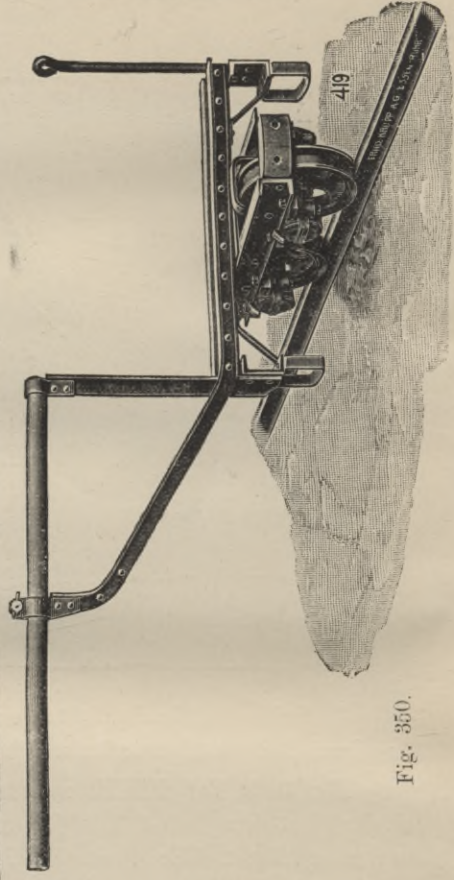
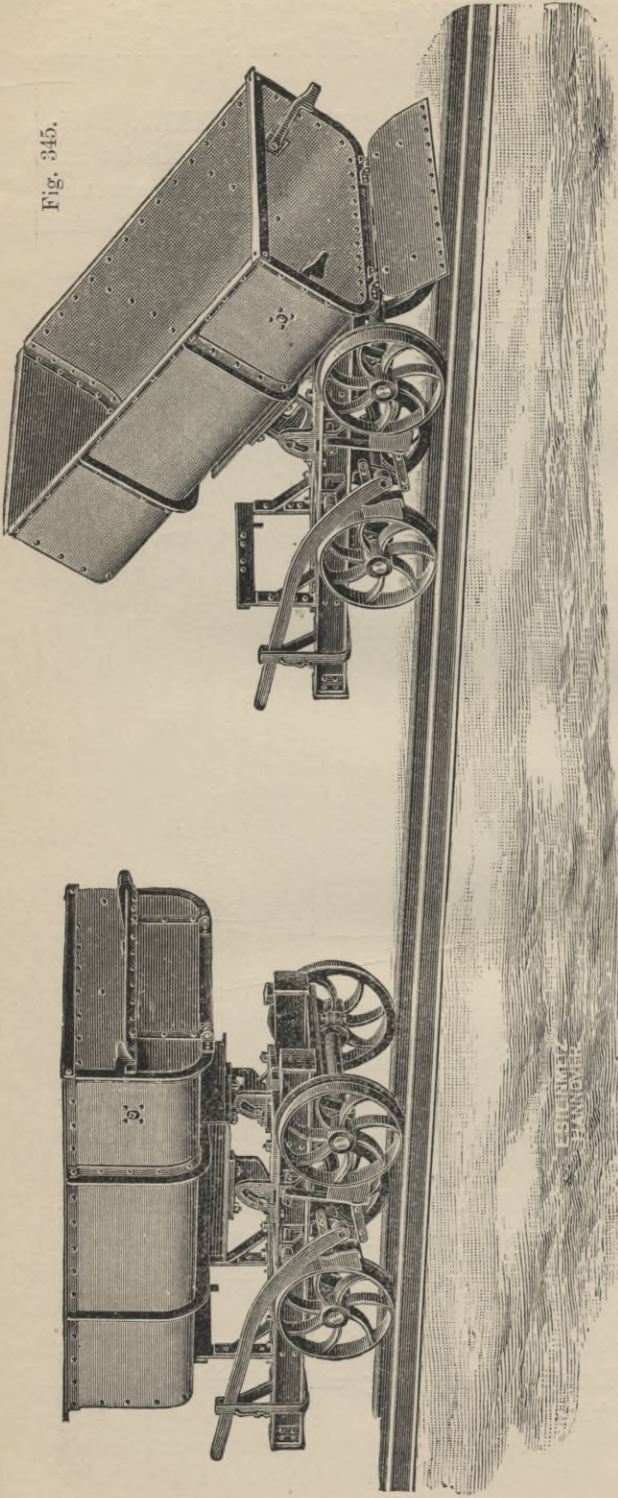


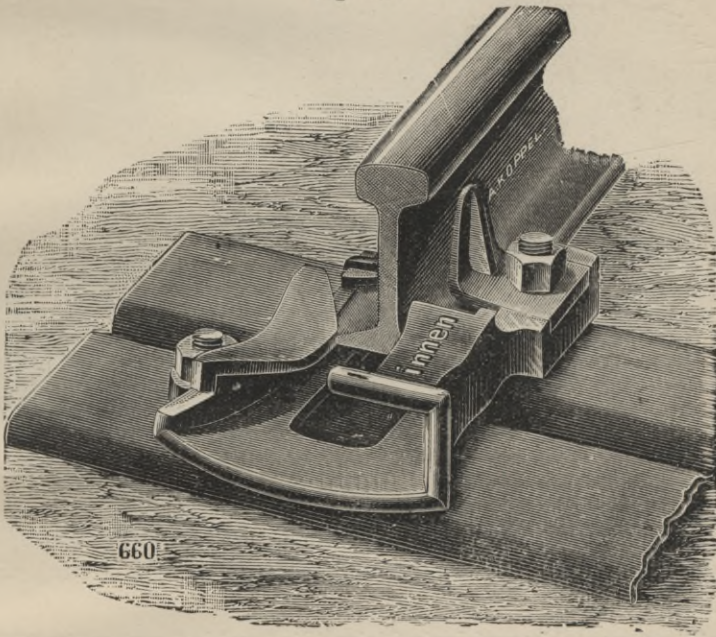
Fig. 350.

#### IV. Transportable und feste Gleis-Anlagen für Landwirtschafts-, Industrie- und Bauzwecke.

(Konstruktionen der Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — A.-G. Berlin.)

**a) Transportable Gleise mit Schuhen (Stoßverbindung):** Fig. 351 = Schiene mit Schuh auf Stahlschwelle montiert, Fig. 352 = Schiene mit Schuh auf Holzschwelle montiert. Die Verbindung der Gleisrahmen mit Schuhen wird durch einfaches Hineinschieben der vorspringenden Schienenenden des einen Rahmens in die Schuhe des anderen Rahmens gebildet und ebenso leicht durch Herausziehen wieder gelöst. Sie kann auch mit einfacher Sicherungs-Einrichtung gegen

Fig. 351.



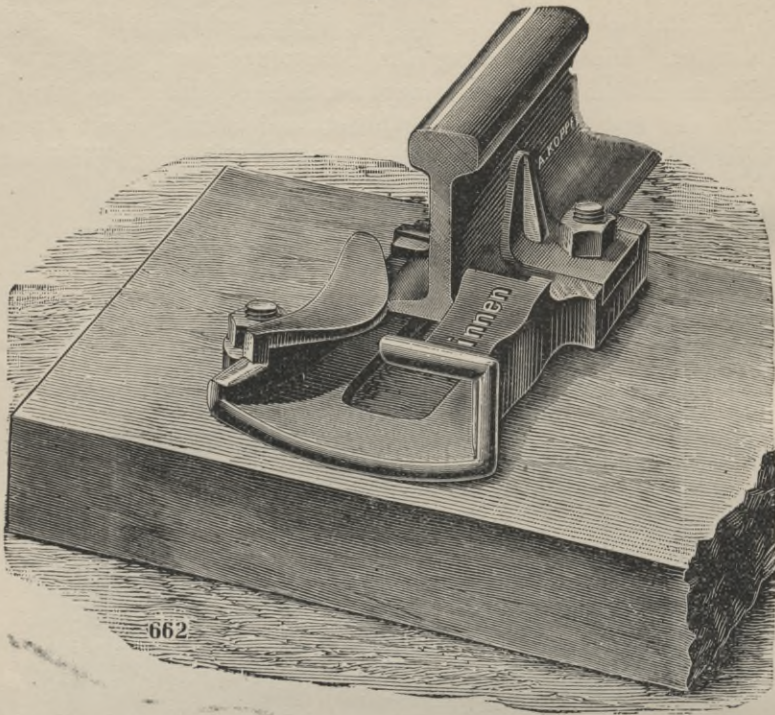
das Auseinanderziehen geliefert werden. Diese ist hauptsächlich dann empfehlenswert, wenn die Gleise auf sehr weichem Boden (Moorboden und dergl.) oder in starken Gefällen liegen. Die Schuhverbindung ist die beste Stoßverbindung für sehr häufig umzuliegende und für sogenannte fliegende Gleise.

**b) Transportable Gleise mit Winkelaschen (Stoßverbindung):** Fig. 353, Taf. XXIV = Schiene mit Winkelaschen auf Stahlschwelle montiert, Fig. 354, Taf. XXIV = Schiene mit Winkelaschen auf Holzschwelle montiert. Es besteht diese Verbindung aus zwei kräftigen winkelförmigen Laschen aus Stahl, welche — vermittelt zweier starker Schrauben angezogen — sich sowohl gegen die Schiene, als auch gegen die Schwelle fest anlegen und außerdem mit der Schwelle verschraubt sind, wodurch eine sehr solide Befestigung erzielt wird. Falls ein mit dieser Stoßverbindung versehener Gleisstrang längere Zeit auf ein und derselben Strecke im Betriebe bleiben soll, so zieht man einen dritten

Laschenbolzen, welcher mitgeliefert wird, durch das in den Winkelaschen und in der Schiene des eingeschobenen Gleisrahmens befindliche Bolzenloch.

c) **Befestigung der Schienen auf den Mittelschwellen:** Fig. 355, Taf. XXIV = Befestigung der Schiene auf Stahlschwellen durch Klemmplatten und Schwellen-

Fig. 352.



schrauben, Fig. 356, Taf. XXIV = Befestigung der Schienen auf Holzschwellen durch Klemmplatten und Bügelschrauben. Eine nähere Erklärung dieser beiden Figuren erübrigt sich.

d) **Halbtransportable und feste Gleise (Stoßverbindung):** Fig. 357, Taf. XXIV = Stoßverbindung für transportable und feste Gleise durch gewalzte Langlaschen, Befestigung auf Stahlschwellen, Fig. 358, Taf. XXIV = die entsprechende Anordnung auf Holzschwellen. Die Verbindung wird bewerkstelligt durch zwei lange, kräftige, stählerne Laschen und vier starke Laschenbolzen ganz in derselben Weise, wie bei normalspurigen Bahnen gebräuchlich. Der Schienenstoß selbst ist nicht unterstützt, sondern schwebend (zwischen zwei Schwellen). Die Vorteile dieses schwebenden Stoßes dem festen Stoße gegenüber sind ja bekannt (siehe ersten Band).

Fig. 359, Taf. XXIV, zeigt eine einfache Art der Befestigung der Schienen auf den Schwellen. An beiden Enden der Stahlschwellen sind kräftige Krampen aus dem Material der Schwelle (lappenartige Aufpressungen) nach oben herausgestanzt, welche die äußeren Schienenfüße nach Art der Klemmplatten halten. Die inneren Kanten der Schienenfüße werden gewöhnlich mit Klemmplatten und





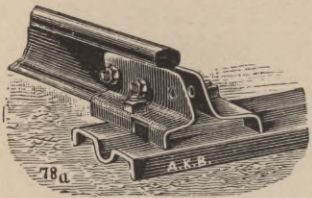


Fig. 353.

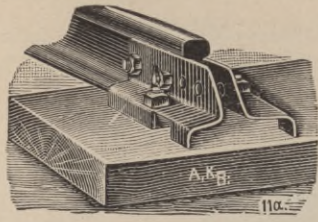


Fig. 354.



Fig. 355.

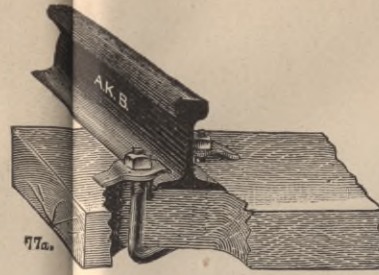


Fig. 356.

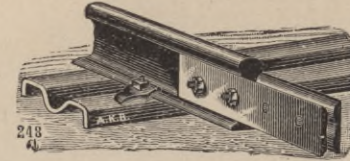


Fig. 357.

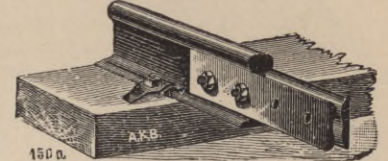


Fig. 358.

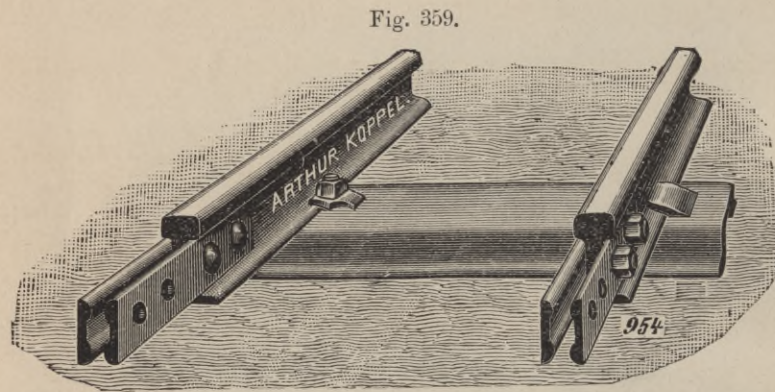


Fig. 359.

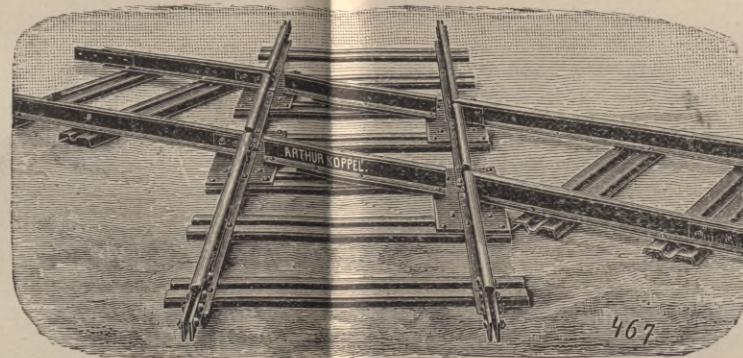


Fig. 360.

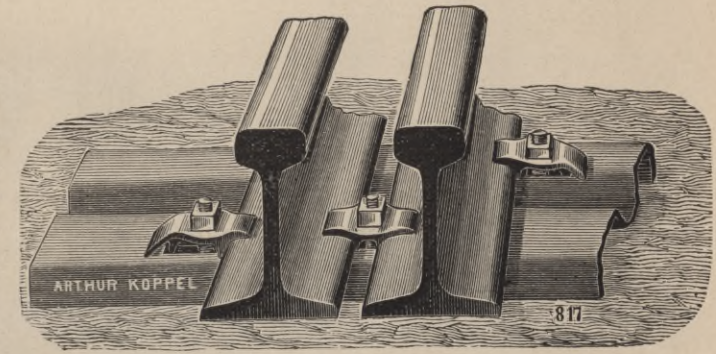


Fig. 362.

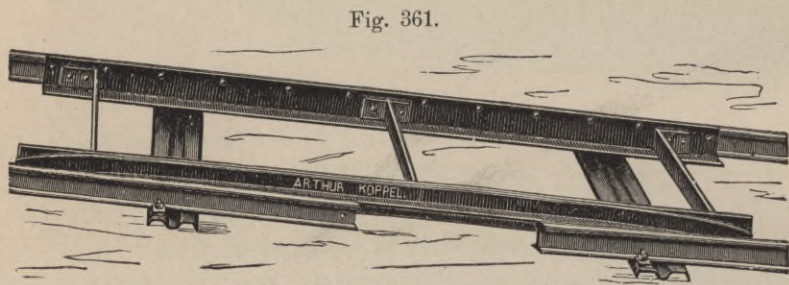


Fig. 361.

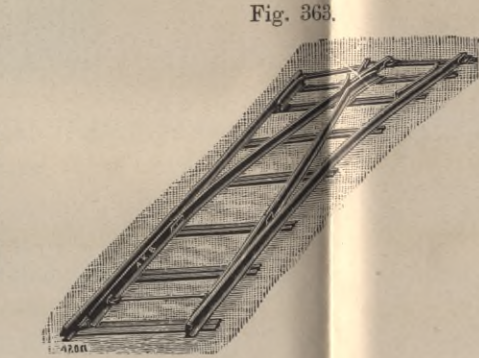


Fig. 363.

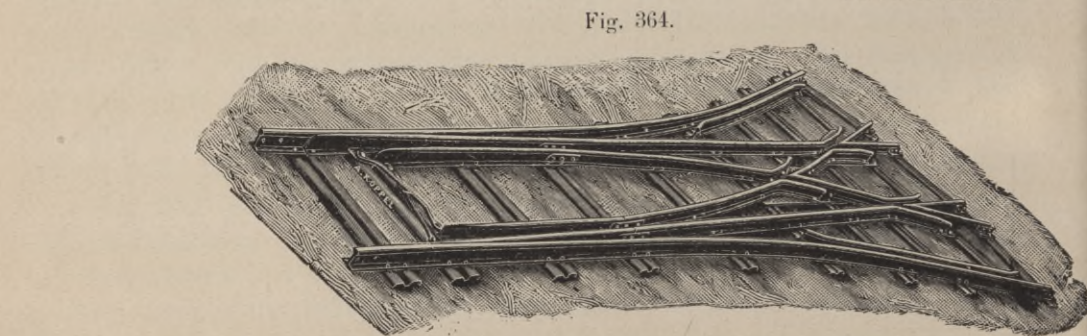


Fig. 364.

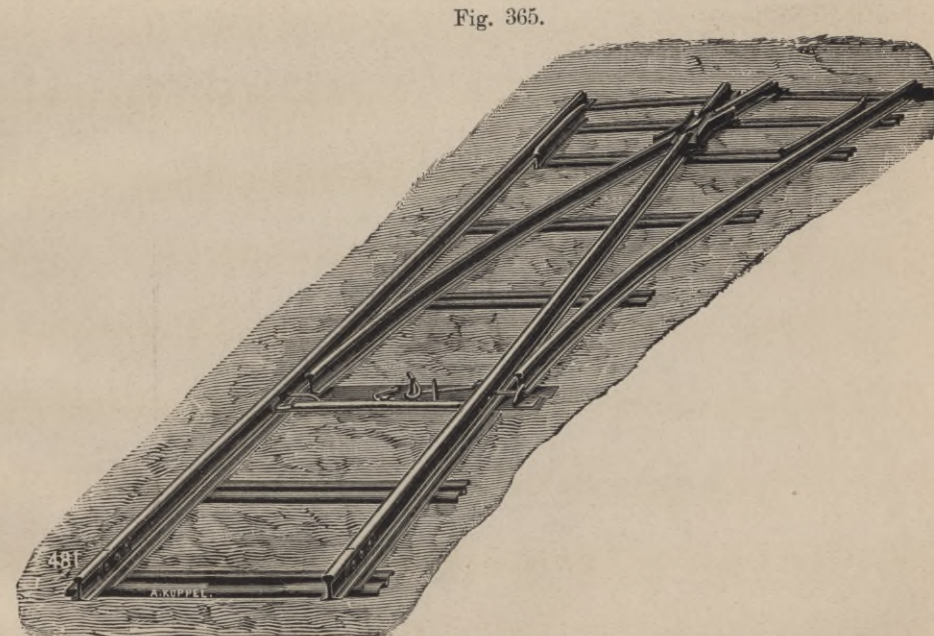


Fig. 365.





Fig. 367.

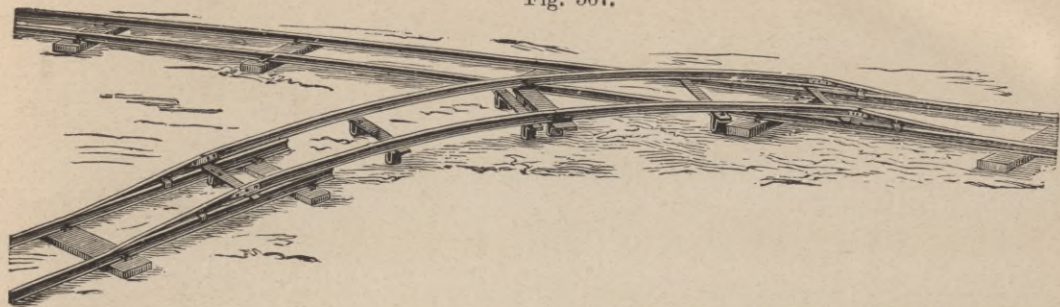


Fig. 369.

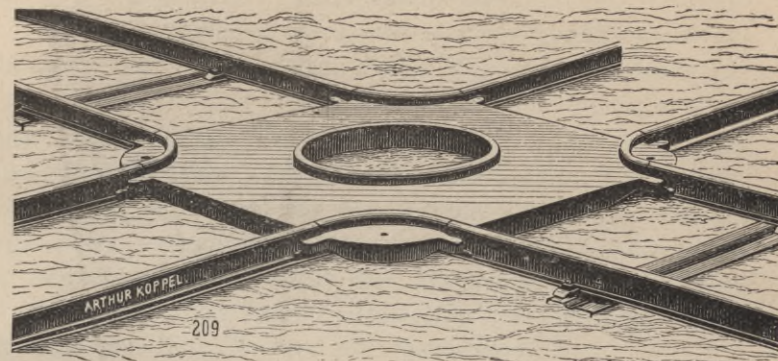


Fig. 366.

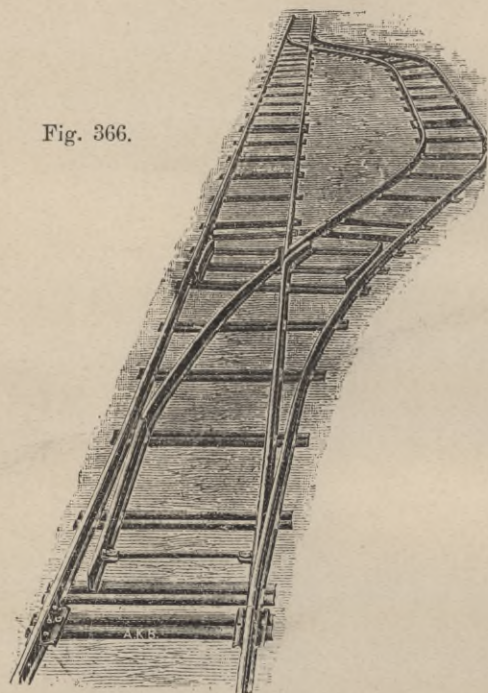


Fig. 368.

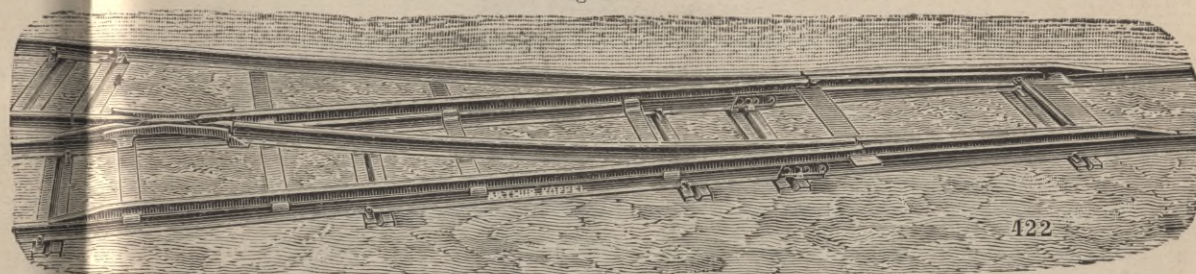


Fig. 373.

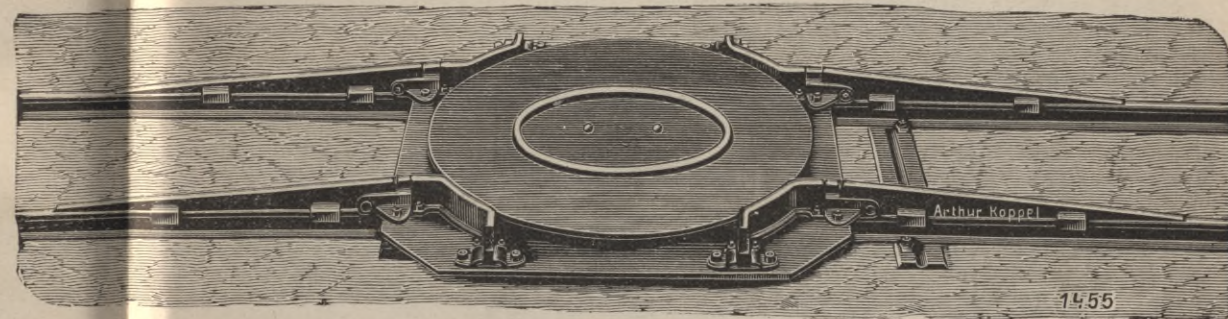


Fig. 372.

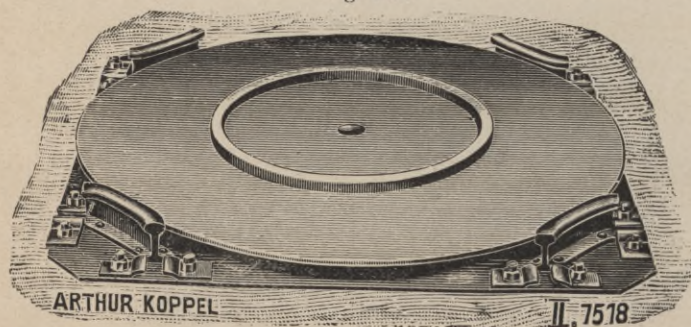
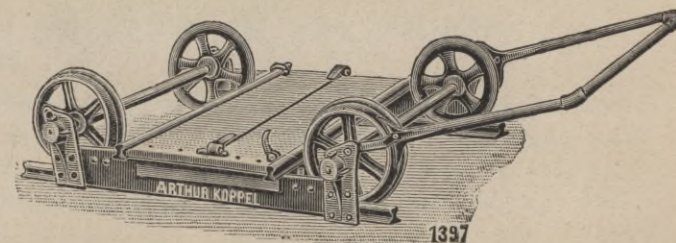


Fig. 374.



Fig. 376.





Schrauben befestigt. Diese Befestigung zeichnet sich durch ihre Einfachheit aus und ist für leichten Betrieb vollkommen genügend.

Feste Gleise, d. h. festliegende, unterscheiden sich von den transportablen nur dadurch, daß die Schwellen größere Abmessungen gestatten und erhalten, und die Befestigung auf Holzschwellen durch Nägel oder Tirefonds geschieht.

e) **Transportable Gleiskreuzung:** Fig. 360, Taf. XXIV, zeigt eine transportable Gleiskreuzung; dieselbe findet jedoch verhältnismäßig selten Anwendung. In den meisten Fällen genügt es, zumal bei transportablen Gleisen, wenn die Kreuzung nur ungefähr dem verlangten Neigungswinkel entspricht, da durch einfache Einschaltung von Bogenstücken leicht eine Aenderung in der Richtung des Gleises erzielt werden kann. Aus diesem Grunde sind als Normaltypen nur Kreuzungen mit Neigungen von  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  und  $90^\circ$  anzunehmen.

f) **Gleisbrücke:** Fig. 361, Taf. XXIV = transportable Gleisbrücke; sie dient dazu, Lücken im Gleise auszufüllen.

g) **Doppelgleise mit Langlaschen-Verbindung auf Stahlschwellen:** Dieselben sind besonders für Fabrik-Innenräume zu empfehlen. Fig. 362, Taf. XXIV. Wenn eine Einpflasterung des Gleises erforderlich ist, wie z. B. auf Höfen, in Lagerhäusern, in Ställen, überhaupt da, wo der allgemeine Verkehr durch die Gleise nicht behindert werden soll, so wendet man zuweilen Doppelgleise an, d. h. ein Gleis, bei welchem statt zweimal einer Schiene deren zwei zweimal nebeneinander angeordnet sind. Die Befestigung der Doppelschienen auf den Schwellen erfolgt wie bei den einfachen Gleisen, durch Klemmplatten und Bolzen. Die Stoßverbindung wird durch Langlaschen bewirkt, jedoch werden nur die äußeren Schienen (Fahrschienen) verlascht, während die inneren meistens keine Stoßverbindung erhalten. Nachdem dies Doppelgleis eine kurze Zeit gelegen hat und die Befestigungsteile nochmals nachgezogen sind, wird die Rille zum Teil mit Zementmörtel ausgegossen, so daß nur der nötige Raum für die Spurkränze frei bleibt.

h) **Transportable Weichen:** Fig. 363, Taf. XXIV, stellt eine transportable Zungenweiche dar, und zwar ist in dieser Figur eine Rechtsweiche vorgeführt. Die Zungenweichen werden ausgeführt als Rechtsweichen, als Linksweichen und als symmetrische Weichen. Fig. 364, Taf. XXIV, ist eine transportable Dreiwegeweiche. Sie wird überall dort angewendet, wo von einer Stelle des geraden durchgehenden Gleises nach beiden Seiten gleichzeitig abgezweigt werden muß. Fig. 365, Taf. XXIV, eine Schleppweiche (Rechtsweiche). Fig. 366, Taf. XXV, stellt die vollständige Ausweichung für transportable und halbtransportable Gleise dar. Sie besteht aus einer Rechtsweiche, einer Linksweiche und den erforderlichen Zwischengleisen.

i) **Transportable Kletterweichen:** Durch einfaches Auflegen der transportablen Kletterweiche wird eine Bahnstrecke an beliebiger Stelle mit einem zeitweise nötigen Abzweiggleis auf schnelle und bequeme Weise verbunden. Fig. 367, Taf. XXV, zeigt die einfache, unverstellbare, transportable Kletterweiche. Dieselbe besteht aus zwei Auflaufzungenrahmen nebst mittlerem Gleisrahmen; beim

Befahren des Hauptgleises muß sie, soweit sie auf letzterem liegt, abgenommen werden, hat dagegen den Vorzug der Einfachheit und Leichtigkeit und kann ohne weiteres sowohl als Rechts-, wie auch als Linksweiche benutzt werden. Die in Fig. 368, Taf. XXV, dargestellte transportable Kletterweiche in Zungenweichen-Konstruktion gestattet das Weiterbefahren des Hauptgleises, ohne abgenommen zu werden, ist jedoch teurer und wird nur entweder als Rechtsweiche oder als Linksweiche geliefert.

Fig. 370.

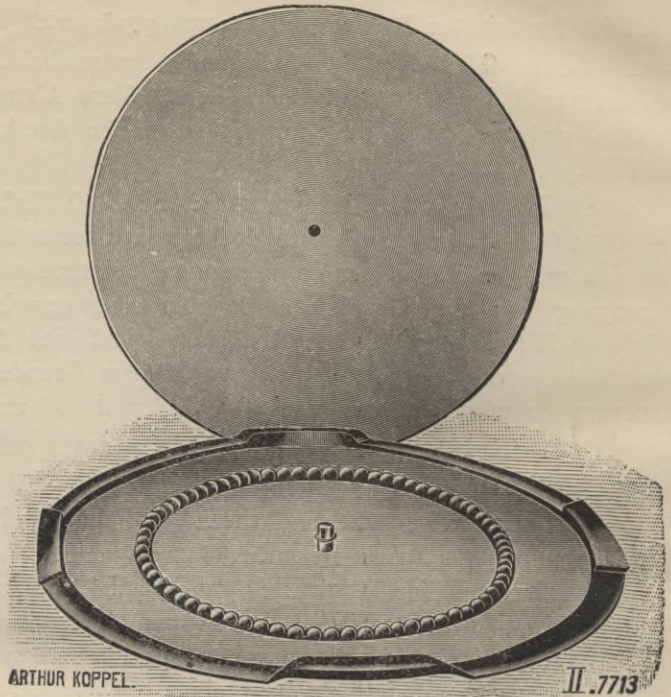
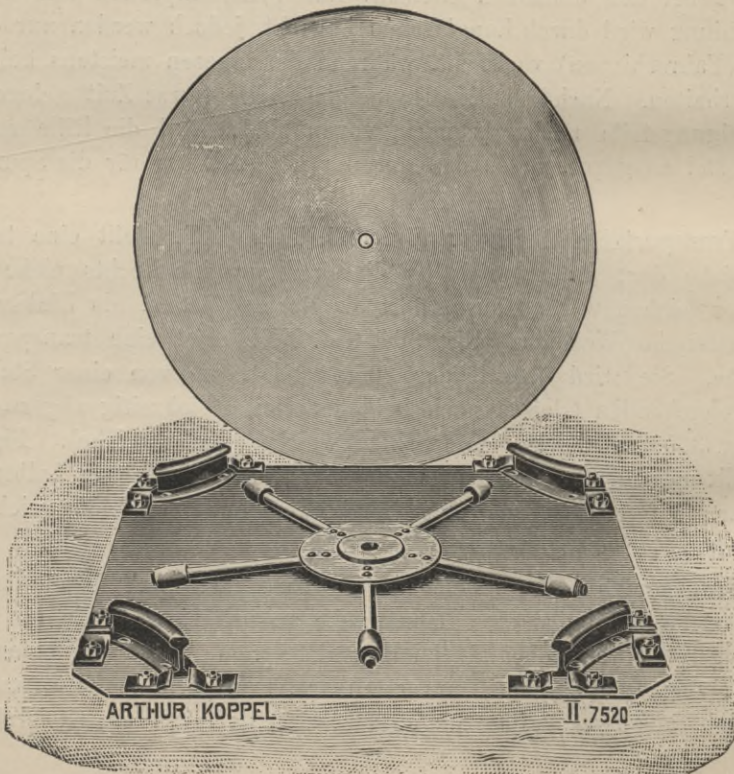


Fig. 371.



k) **Gußeiserne Wendeplatte:** Die in Fig. 369, Taf. XXV, dargestellte Wendeplatte wird vielfach und in den verschiedensten Betrieben angewendet, z. B. in Ziegeleien, Bergwerken, Steinbrüchen, Zuckerfabriken usw., hauptsächlich dort, wo die einzelne Wagenlast nicht zu bedeutend ist. Die Schienen der anschließenden Gleise werden einfach in die entsprechenden Ausschnitte der Wendeplatte eingeschoben. Die 4 Hornschienen an den Ecken, welche eine Führung für die Räder bilden, sind angegossen. Die Wendeplatte wird fast nur für 500 mm Spurweite benutzt, für 600 mm Spurweite meist nur dann, wenn nicht die hinüberpassierenden beladenen Wagen, sondern die zurückkommenden leeren Wagen auf der Wendeplatte gedreht werden sollen. Diese Wendeplatte wird auch häufig als Gleiskreuzung verwendet.

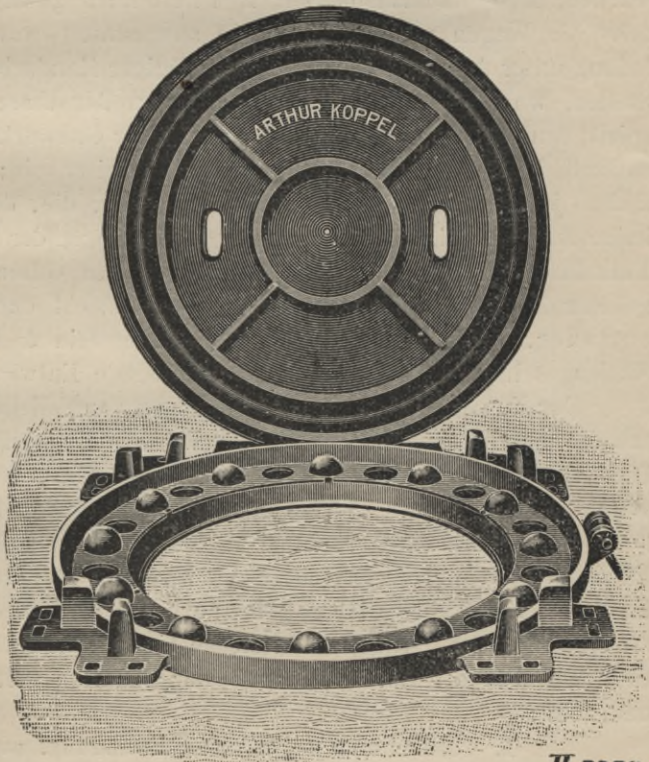
l) **Schmiedeeiserne Drehscheiben:** Fig. 370 = schmiedeeiserne Kugeldrehscheibe. Die Kugeln lagern in einer in die Unterplatte eingepreßten Rille. Sie ist für leichten Betrieb bestimmt. Die schmiedeeiserne Drehscheibe, Fig. 371 und 372, Taf. XXV, läuft auf einem fünfarmigen Rollenstern mit 5 ovalen Rollen. Der Zapfen an der Oberplatte dreht sich in einem mit der Unterplatte vernieteten Graugußlager. Die Tragfähigkeit beträgt je nach der Stärke der Platten 1200 bis 1800 kg. Fig. 373,

Taf. XXV, stellt eine schmiedeeiserne Kletterdrehscheibe dar. Dieselbe dient dazu, um aus einem Gleis, welches nicht unterbrochen werden darf, in ein zweites und drittes Gleis abzuzweigen. Die Anwendbarkeit dieser Drehscheiben ist eine sehr vielseitige, und zwar überall da, wo vorübergehend einheitliches Abzweigen erwünscht ist. Die Drehplatte stützt sich in der Mitte auf einen soliden Zapfen und am Umfange auf einen Rollenkranz.

m) **Gußeiserne Drehscheiben:** Die Fig. 374, Taf. XXV, und 375 stellen eine gußeiserne Kugeldrehscheibe dar. Diese Drehscheiben werden in verschiedenen Größen angefertigt

und tragen Lasten bis zu 5000 kg. Die Drehplatte läuft auf einer Anzahl rollender Kugeln und ist daher äußerst leicht drehbar. Jegliche Schmierung, welche bei den meisten anderen Konstruktionen nötig ist, fällt hier fort.

Fig. 375.



II.7684.



n) **Schiebebühnen**: Fig. 376, Taf. XXV, stellt eine eingleisige Schiebebühne dar, wie sie für transportable Bahnen am zweckmäßigsten ist. Die Schiebebühnen haben gewöhnlich eine Spurweite von 1000 mm, während die Gleise auf dem Plateau eine dem Parallelgleise entsprechende Spurweite erhalten. Das Plateau ist 1350 mm lang. Die Maximalbelastung dieser Schiebebühnen beträgt 2500 kg. Dreiachsige können sie bis zu 5000 kg belastet werden.

## V. Eisenbahn-Selbstentlader.

(Konstruktionen der Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — A.-G. in Berlin.)

a) **Einleitung**: Der rastlos fortschreitenden wirtschaftlichen Entwicklung ist bis vor kurzem die Entwicklung der Eisenbahnbetriebsmittel nicht gefolgt. Die verhältnismäßig geringe Tragkraft der meisten Wagen und die zeitraubende von Hand zu bewirkende Entladung bewirkten, daß sich regelmäßig zu den Zeiten des gesteigerten Güterverkehrs ein empfindlicher Wagenmangel einstellte, der insbesondere der Industrie mit ihren gewaltigen Mengen an Massengütern wie Kohle, Erzen, Koks erheblichen Schaden zufügte. Dem Uebel konnte nur in der Weise gesteuert werden, daß einerseits Wagen großer Tragfähigkeit geschaffen wurden, deren Raumausnutzung sich wesentlich günstiger gestaltet, und andererseits die Wagen mit Einrichtungen ausgestattet wurden, die die schnelle Entladung unter Aufwand von nur geringfügiger Handarbeit gestatten. An einzelnen Stellen, wo sich dauernd ein besonders großer Umschlag von Massengütern abspielt, kann die Einrichtung so kostspieliger Bauwerke, wie sie die Wagenkipper darstellen, von wirtschaftlichem Erfolge begleitet sein; allgemeine Verwendbarkeit finden jedoch nur diejenigen Einrichtungen, die, den Wagen selbst angehörig, keine oder verhältnismäßig geringe Veränderung der Entladestelle gegenüber der Entladung durch Handbetrieb erfordern. Die Güterwagen, die den vorstehend gekennzeichneten Bedingungen in jeder Hinsicht entsprechen, sind die Selbstentlader, die insbesondere durch die Orenstein & Koppel — Arthur Koppel — Aktiengesellschaft in Berlin eine weitgehende Entwicklung erfahren haben.

Der Nutzen, der aus der Verwendung von Selbstentladern entspringt, kommt sowohl der Bahnverwaltung, wie auch den Empfängern gleichermaßen zugute. Die Bahnverwaltung sieht infolge der fast momentanen Entleerung ihre Fahrzeuge sofort in den Umlauf zurückkehren, während der Empfänger infolge der fast kostenlosen Entladung erheblich an Löhnen spart und außerdem das Ladegut in kürzester Zeit der angestrebten Verwendung zuführen kann. Die vorgenannte Firma baut sowohl Seitenentleerer, wie auch Bodenentleerer, von denen die ersteren über seitliche Schüttbleche hinweg, die letzteren zwischen die Schienen entladen. Für die Entwicklung beider Bauarten gelten die gleichen Grundsätze und zwar:

1. Vollkommen selbsttätige Entladung, ausschließlich unter Wirkung der Schwerkraft, also ohne Kippen, seitlich Verschiebung oder Hebung des Wagenkastens,
2. Möglichste Anpassung an die Bauart der preußischen Staatsbahnen bzw. der bestellenden fremden Verwaltung unter Berücksichtigung

der Vorschriften des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, womit die Möglichkeit der Einstellung der Wagen in die Güterzüge gegeben ist.

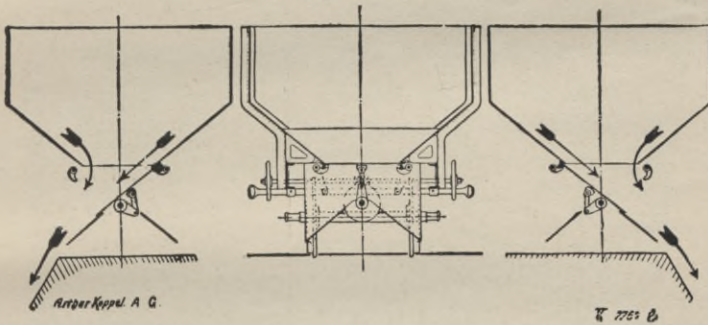
3. Vermeidung von Stößen bei der Entladung, geringer Verschleiß der Mechanismen, einfache und leichte Bedienung.

Im nachstehenden sollen die beiden hauptsächlichen Bauarten der Selbstentlader der genannten Gesellschaft näher gekennzeichnet werden.

**b) Seitenentleerer:** Das Untergestell dieser Wagen entspricht in allen Hauptteilen demjenigen der normalen Güterwagen von gleichem Ladegewicht. Das Laufzeug ist vollkommen normal, Kopfschwellen und Langträger befinden sich in normaler Höhe.

Der mit dem Untergestell starr verbundene Kastenaufsatz ist in seinem unteren Teile trichterförmig eingezogen, die rechteckige Bodenöffnung ist durch eine horizontale Klappe verschlossen. Diese in der Höhe der Langträger befindliche Klappe wird an beiden Längskanten (s. Fig. 377) durch Daumen, die auf je einer Welle befestigt sind, verriegelt. Bei Lösung der Verriegelung an einer Kante dienen die Daumen der gegenüberliegenden Reihe als Scharniere, um

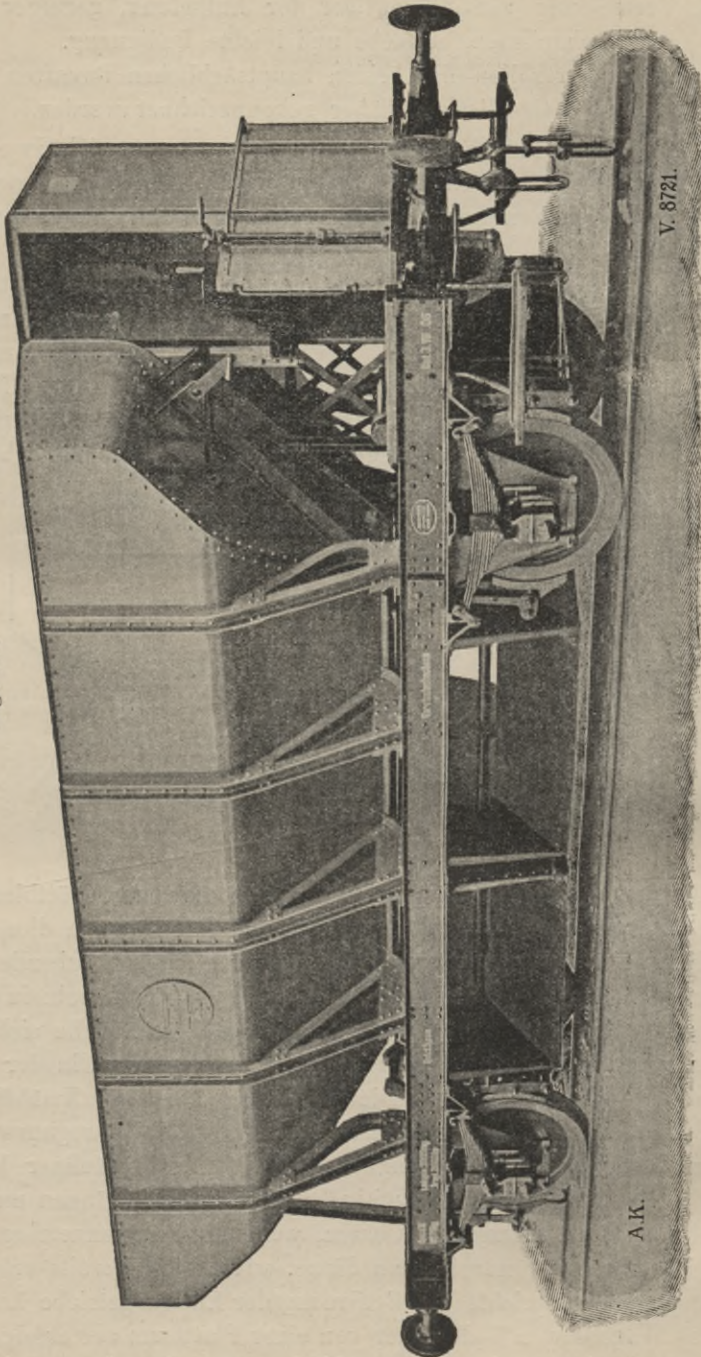
Fig. 377.



die sich die Klappe drehen läßt, bis die freie Kante auf dem Schüttbleche aufliegt und so das Ausstürzen des Kasteninhaltes gestattet. Die Daumen dienen lediglich als Verriegelung bzw. als Scharnier. Die auf der Klappe ruhende Last wird sicher von entsprechend stark bemessenen gelenkigen Stützhebeln in der Längsmittle getragen, die ihrerseits gegen eine drehbar gelagerte Welle sich abstützen. Mit Hilfe eines Schneckenvorleges kann die Welle von Hand in der einen oder anderen Richtung gedreht werden. Die Stützhebel knicken allmählich ein und senken die Bodenklappe in dem gewünschten Sinne. Die Bewegungsvorrichtung steht mit der Verriegelungsvorrichtung in derartiger zwangläufiger Verbindung, daß nicht beide Daumenreihen gleichzeitig betätigt werden können und fernerhin die Stützhebel nur dann einknicken können, wenn die Daumenverriegelung einer Seite gelöst ist, und zwar nur in dem Sinne, wie es der bereits erfolgten Entriegelung sinngemäß entspricht. Die Bedienung der Entladegetriebe kann je nach der Bauart des Wagens vom Boden oder von einer Plattform aus erfolgen, letztere Anordnung ist besonders in den Fällen üblich, wo die Plattform gleichzeitig für die Bedienung der Bremse bestimmt ist. Die gebräuchlichste Ausführungsform

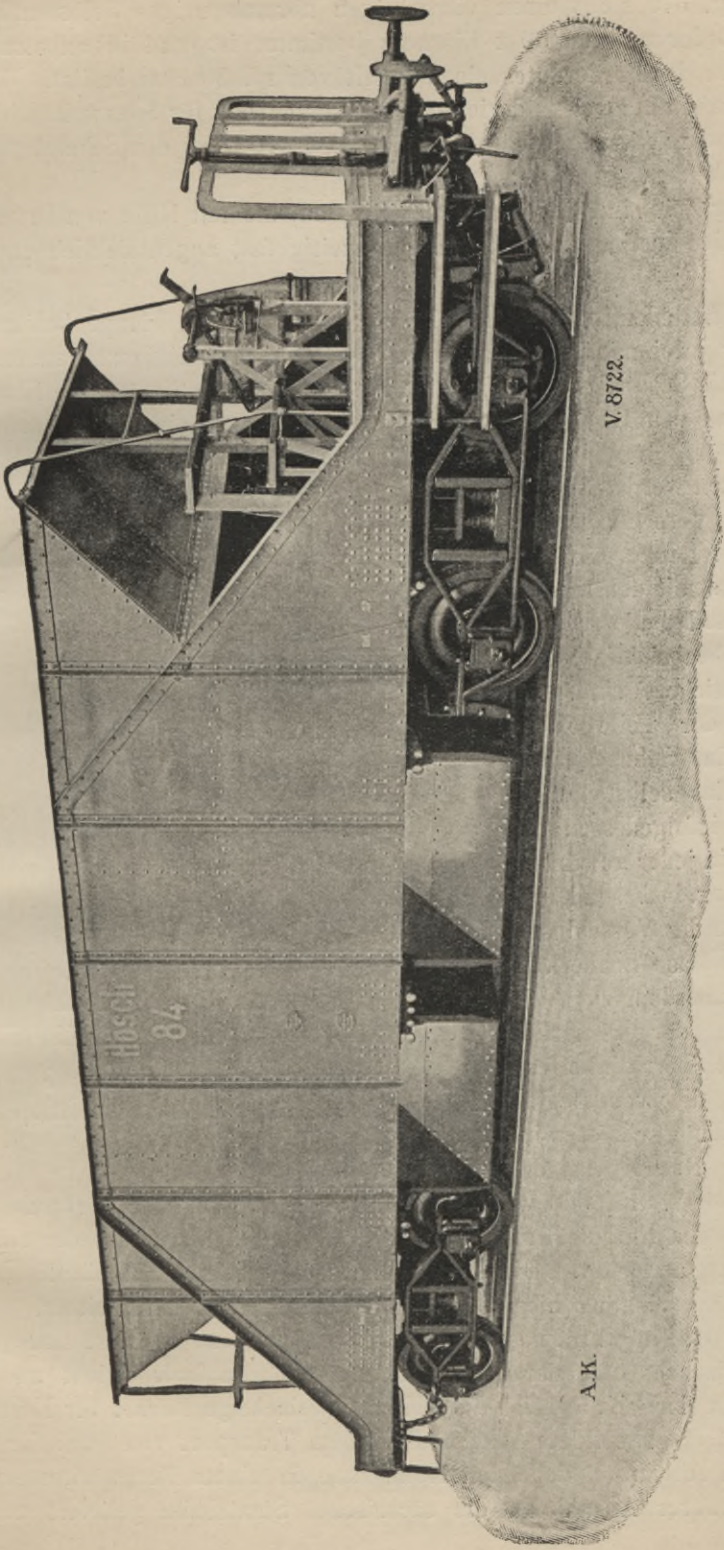
für normalspurige Bahnen ist der zweiachsige Seitenentleerer für 20 t bis 25 t bei 30 cbm Inhalt und entspricht der Fig. 378, die einen Selbstentlader für Kohle darstellt, aus welcher sowohl eine Welle der Verriegelung nebst Kurbel inner-

Fig. 378.



halb der Bremserhütte, wie auch der Kettenantrieb nach der tiefliegenden Schnecke deutlich ersichtlich ist.

Fig. 379.



V. 8722.

A.K.

Fig. 379 stellt einen vierachsigen normalspurigen Selbstentlader dar, der zur Beförderung von 50 t Eisenerz bestimmt ist und in anbetracht des spez. Gewichtes des Fördergutes einen Inhalt von rd. 30 cbm besitzt. Wagen gleicher Bauart haben in zwei- und vierachsiger Ausführung für Spurweiten bis zu 600 mm herab und mit Ladegewichten von meistens 10 t bei den Schmalspurbahnen Eingang gefunden.

Zur Zeit sind Seitenentleerer im Bau, die mit Hilfe von Druckluft von der Lokomotive aus in ganzen Zügen gleichzeitig fast augenblicklich entladen werden können.

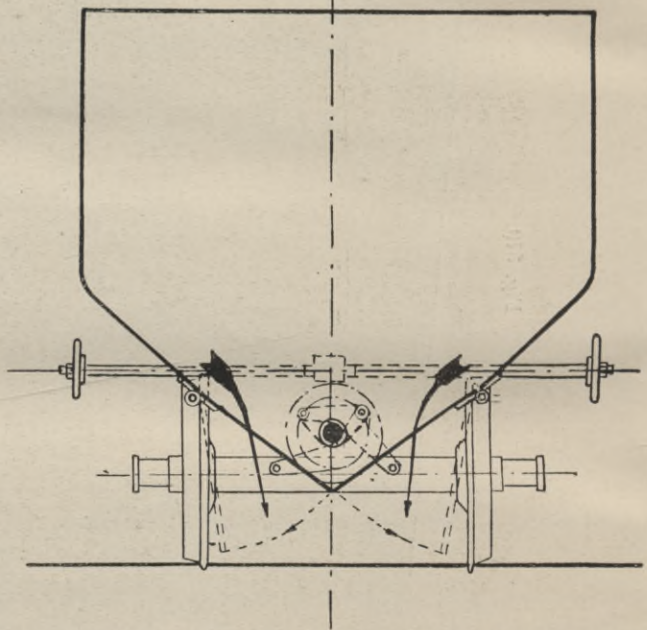
**c) Bodenentleerer:** An Stelle einer horizontalen Klappe besitzen die Bodenentleerer zwei mit ihren Kanten in der Längsmittellinie zusammenstoßende, um horizontale Scharniere schwingende Klappen (s. Fig. 380). Jede Klappe ist durch Lenker an den Enden derart mit Kurbeln, die auf einer Mittelwelle sitzen, verbunden, daß durch eine halbe Umdrehung der Welle die Klappen geöffnet oder geschlossen werden können.

In der Verschlussstellung gehen die Lenker über die Strecklage mit den Kurbeln hinweg, sodaß die Klappen gegen unbeabsichtigte Öffnung gesichert sind. Die Drehung der Welle erfolgt durch ein Schneckenvorlege, das selbstsperrend ist und infolgedessen die Klappen in jeder gewünschten Stellung, insbesondere in derjenigen des Verschlusses erhält. Das Schneckenrad ist außerdem zur Vergrößerung der Sicherheit durch eine Sperrklinke festgehalten, die vor Beginn der Entladung gelöst wird und nach Beendigung des

Verschlusses von selbst wieder einfällt. Die Neigung der Abrutschflächen, sowie die Größe der Entladeöffnungen ist den Entladeeigenschaften der zu entladenden Schüttgüter angepaßt. Die Bedienung erfolgt mittels Handrades zumeist vom Boden aus, es genügt hierzu die Kraft eines einzelnen Arbeiters.

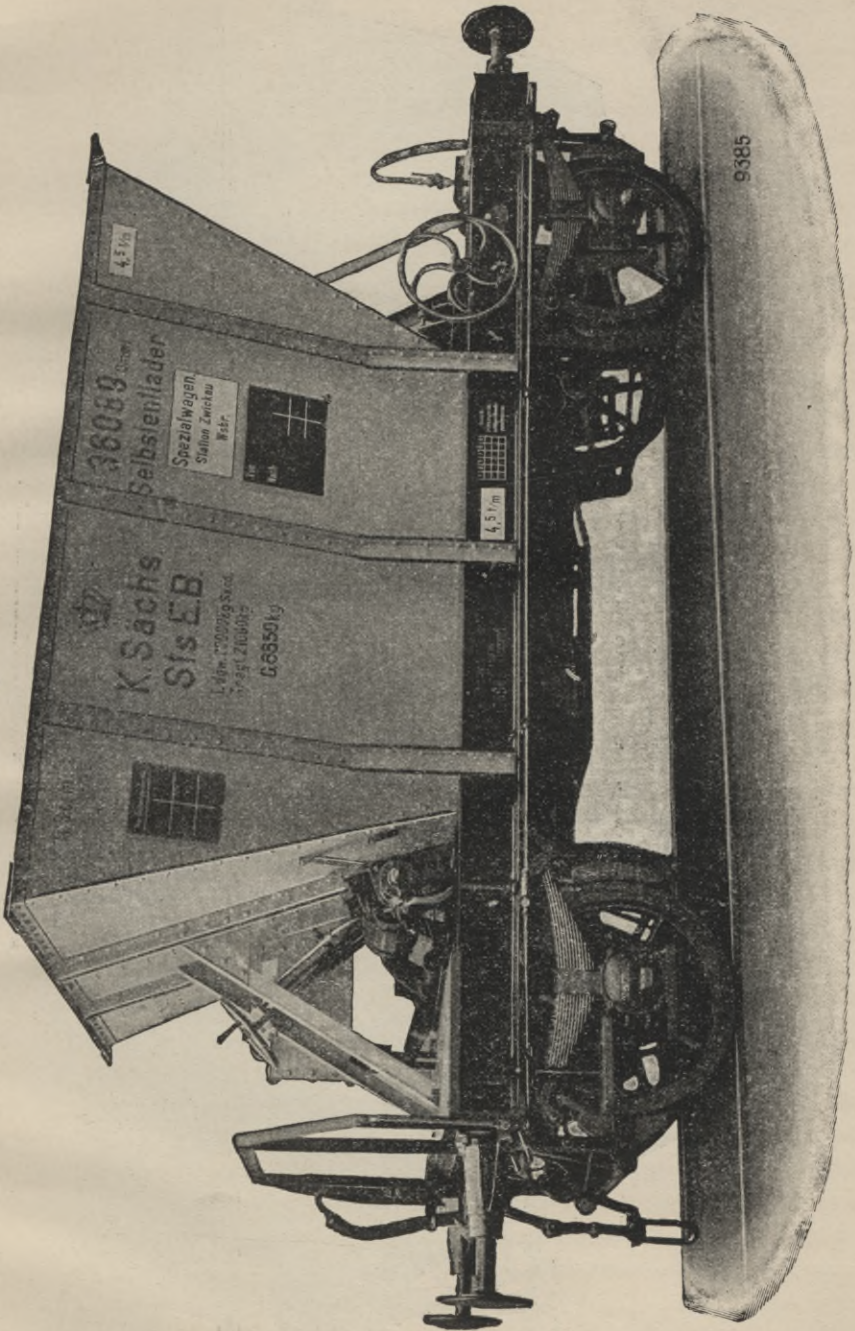
Die Wagen werden sowohl für Schmalspur und kleinere Ladegewichte, wie auch zweiachsiger und vierachsiger bis zum größten Ladegewicht und Rauminhalt gebaut. In der Fig. 381 ist die übliche zweiachsiger Bauart für Normalspur dargestellt. Der abgebildete Wagen dient dem Transport von Sand für den Versatz der durch Abbau entstehenden Hohlräume in einem Bergwerkunternehmen und ist in größerer Anzahl an die sächsische Staatsbahn geliefert und nach den

Fig. 380.



Normalien dieser Verwaltung gebaut. Er besitzt Luftdruckbremse. Das Ladegewicht beträgt 20 t bei einem Inhalte von rd. 14 cbm. Fig. 382 zeigt einen

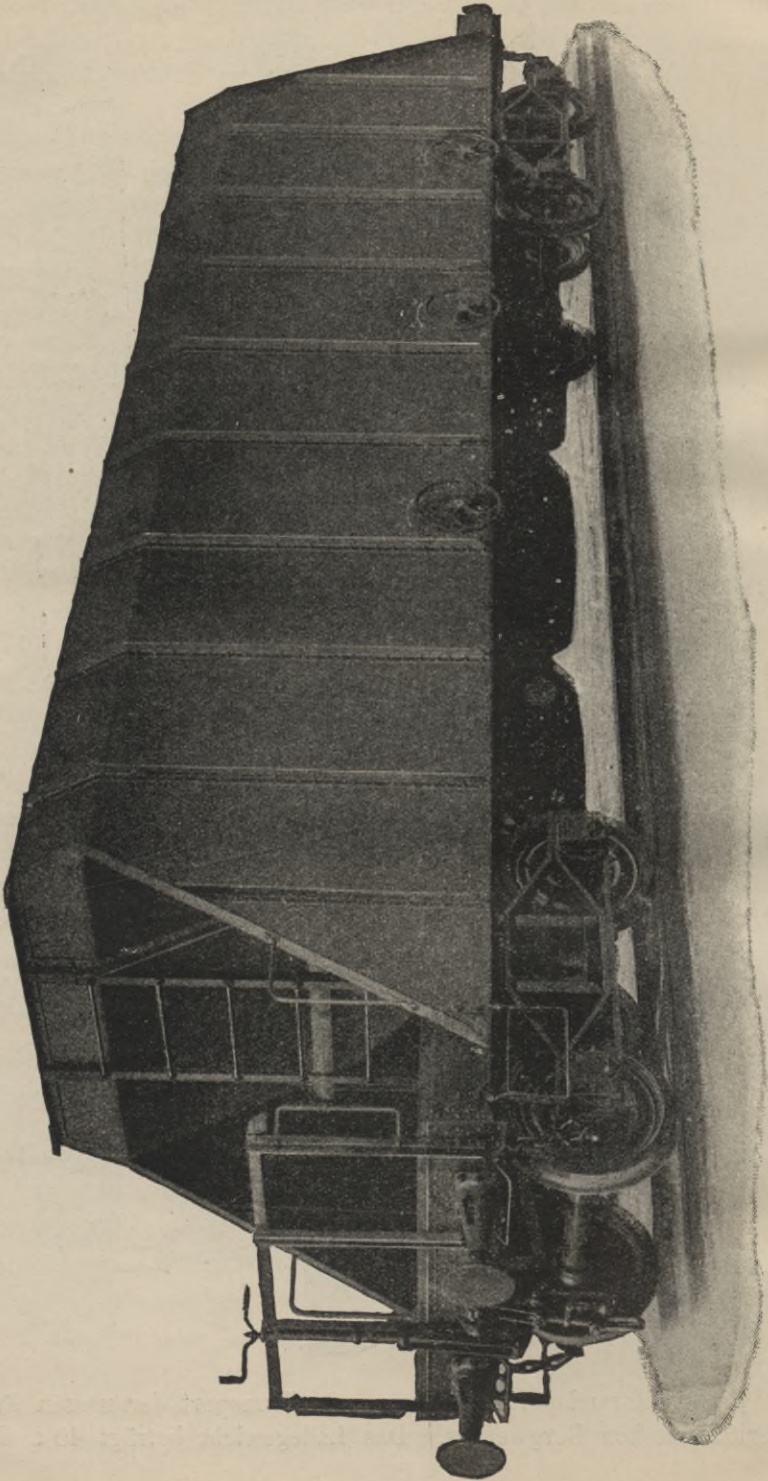
Fig. 381.



besonders großen normalspurigen Wagen zum Transport der nassen Braunkohle eines oberitalienischen Bergwerkes. Das Ladegewicht beträgt 40 t, der Inhalt

dagegen ist wegen des geringen Gewichtes des Fördergutes beträchtlich und zwar 60 cbm. Bei Wagen derartiger Größe sind die Seitenwände als Blechträger aus-

Fig. 382.



gebildet und machen daher einen besonderen Tragrahmen aus Formeisen entbehrlich.

Die Drehgestelle sind amerikanischer Bauart, mit je acht Evolut-Tragfedern. Die Abstützung des Kastens auf die Drehgestelle erfolgt außer durch einen Drehstuhl auch durch seitliche federnde Gleitstühle, die verhindern, daß bei schlecht verlegtem Gleis und bei Einfahrt in die Ueberhöhung der Kurven der lange Wagenkasten auf den Drehgestellen eckt.

## VI. Elektrische Lokomotiven der vorgenannten Firma.

Dieselben kommen auf Feldbahnen, Grubenbahnen, Fabriksbahnen und Anschlußbahnen zur Anwendung. Von einer Beschreibung der Erzeugung des elektrischen Stromes, der Hochleitung usw. (vergleiche auch elektrische Bahnen) nehme ich Abstand. Die Firma baut Lokomotiven mit offenem Führerstand, mit Führersitz und mit geschlossenem Führerstand; diese drei Arten haben sich als Normaltypen für Schmalspurlokomotiven herausgebildet. Die Lokomotive mit Führersitz (Fig. 383, Taf. XXVI) zeigt in der Abbildung einen Verschlag für den Aufenthalt des Führers, welcher jedoch nur auf Wunsch mitgeliefert wird und im allgemeinen fortfällt. Eine derartige Lokomotive besitzt je nach ihrer Leistung ein oder zwei Elektromotoren, welche unmittelbar auf den Achsen gelagert und am Untergestell federnd aufgehängt sind. Hierdurch ist die Kraftübertragung vom Motor auf die zugehörige Triebachse mittels einfachen Zahnradvorgeleges ermöglicht. Der Antrieb der Triebachse erfolgt daher denkbar ökonomisch, und durch die federnde Aufhängung des Motors am Untergestell ist ein stoßfreies Anfahren, sowie die größte Schonung des Motors gewährleistet. Das Zahnradvorgelege besteht aus zwei gefrästen Stahlrädern. Motor und Vorgelege sind dicht gekapselt. Die Uebertragung von der einen Triebachse auf die zweite bei Einmotorlokomotiven erfolgt durch Pleuelstangen.

Jede andere Konstruktion der Lokomotive, wie sie durch die Verwendung stationärer, auf dem federnden Untergestell stehend angeordneter Elektromotoren bedingt wird, ist bei weitem weniger ökonomisch, da hierbei ein doppeltes Zahnradvorgelege oder an Stelle des zweiten ein Kettenvorgelege erforderlich wird. Zu einer derartigen Konstruktion darf nur ausnahmsweise dann übergegangen werden, wenn die schmale Spurweite den Einbau des für die betreffende Leistung notwendigen Motors zwischen den Rädern der Triebachsen nicht mehr gestattet. Die von der Firma verwendeten Motoren lassen sich in Spurweiten von 460 bis 600 mm bei einer Leistung von 4 bis 12 PS einbauen. Das Untergestell der Lokomotiven besteht aus starkem Profileisen und besitzt federnde Lagerung, sowie federnde Zug- und Puffervorrichtung. Die Räder laufen in Lagern mit mehrfacher Schmierung, wodurch ein leichter und sicherer Gang der Lokomotiven bedingt wird. Die Radachsen sind aus Bessemerstahl, die Räder aus Siemens-Martin-Stahlguß. Jede Lokomotive besitzt eine auf alle vier Räder wirkende kräftige Handbremse, einen Kontroller zur Geschwindigkeitsregulierung für Vor- und Rückwärtsfahren, eine Warnglocke, elektrische Lampen, Anlaßwiderstand und Bleisicherungen.



Wenn große Lasten auf starken Gefällen zu transportieren sind, so werden die Lokomotiven mit elektrischer Kurzschlußbremse ausgerüstet, welche das sofortige Halten des Zuges durch Umsetzung der lebendigen Kraft in elektrische Energie gestattet.

Der Stromabnehmer, den die Firma ausführt, besteht aus einem Rohrsystem, in welchem eine lange Kupferrolle drehbar gelagert ist. Infolge der rollenden Reibung ist die Abnutzung des Stromabnehmers selbst, wie die des Fahrdrahtes auf das geringste Maß beschränkt. Infolge der Breite des Bügels wird die Zahl der Kurvenaufhängepunkte möglichst reduziert und die Anordnung komplizierter Luftweichen vollständig vermieden, so daß ein Entgleisen des Stromabnehmers vollständig ausgeschlossen ist. Die Umkehr des Stromabnehmers beim Wechsel der Fahrtrichtung erfolgt selbsttätig, so daß das Umstellen durch eine Schnur oder dergleichen fortfällt.

In den Fig. 384 bis 387, Taf. XXVI, sind noch einige Lokomotivtypen der Firma zur Darstellung gebracht, wie sie für Hochleitung auf Feldbahnen, Grubenbahnen, als Verschublokomotiven usw. zur Anwendung kommen.

Für den Betrieb mittels Akkumulatoren an Stelle der Hochleitung hat sich unter anderen die Lokomotive der Fig. 388, Taf. XXVI (normalspurige Akkumulatoren-Verschublokomotive) als Normaltype herausgebildet. Die Vorzüge des Akkumulatoren-Systems gegenüber der Hochleitung bestehen in der größeren Selbständigkeit des Mechanismus infolge des Fortfalles der Leitungen und in der hierdurch hervorgerufenen größeren Beweglichkeit in Abzweigungen und transportablen Strecken. Die Nachteile dagegen sind in dem verhältnismäßig großen Gewicht der Akkumulatoren-Batterien und in ihrer kürzeren Lebensdauer zu suchen. Der erstere Uebelstand bedingt bei Lokomotiven, welche einen längeren Fahrdienst ausüben sollen, die Verwendung schwererer Gleise. Durch diese Mehrausgabe, sowie durch den Preis der Akkumulatoren an und für sich werden im allgemeinen Kosten verursacht, welche dem Preise des Hochleitungssystems gleichkommen. Aus diesem Grunde ist das Hochleitungssystem dem Akkumulatorenbetriebe stets dann vorzuziehen, wenn nicht etwa die Anordnung von Fahrdrähten über Wegen, Wegübergängen, Bahnübergängen usw. auf Schwierigkeiten stößt oder, wie in manchen Grubenbetrieben, infolge der vereinzelt Funkenbildung zwischen Stromabnehmer und Fahrdraht verboten ist.





Fig. 383.

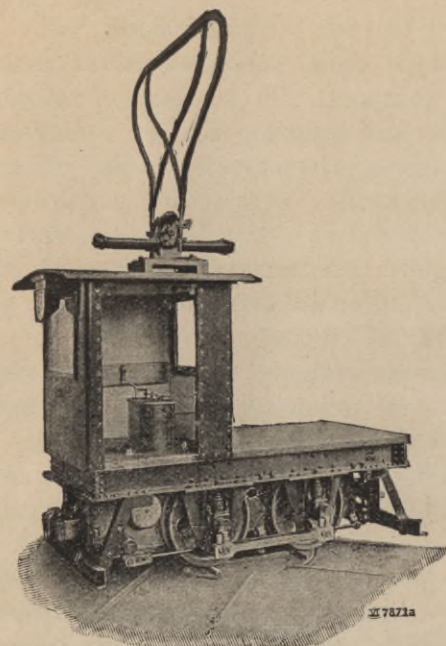


Fig. 384.

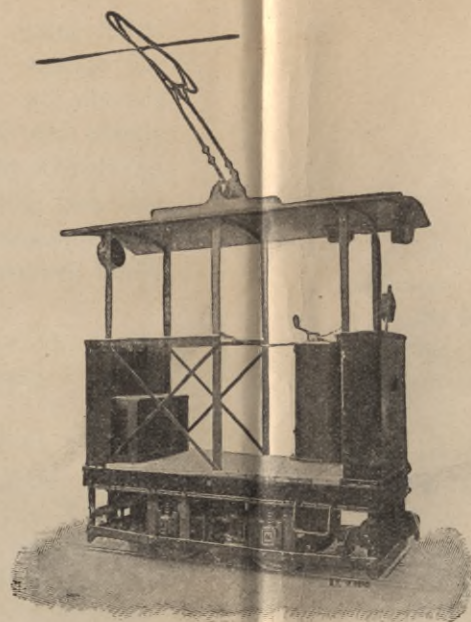


Fig. 385.

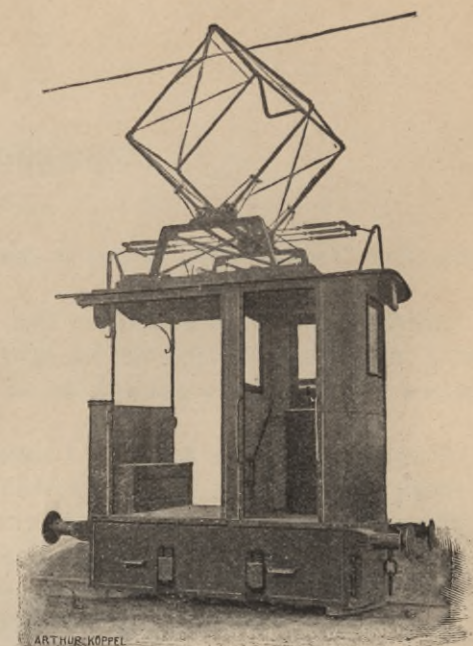


Fig. 386.

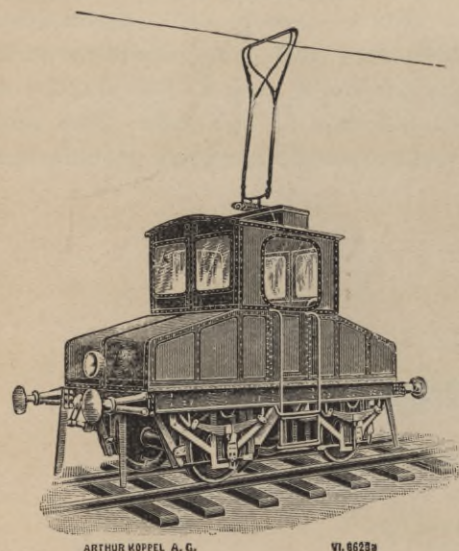


Fig. 387.

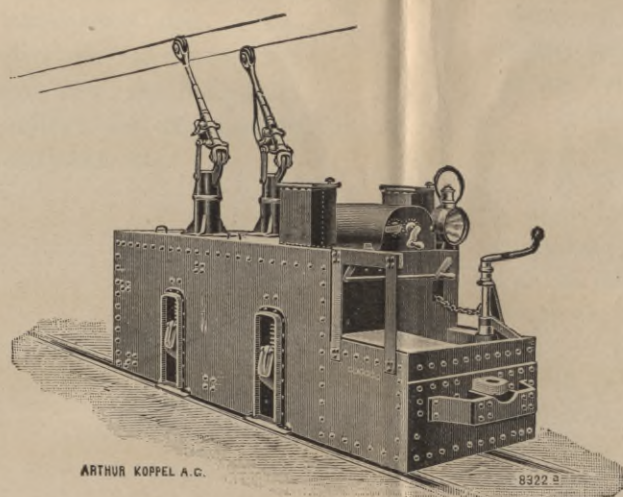
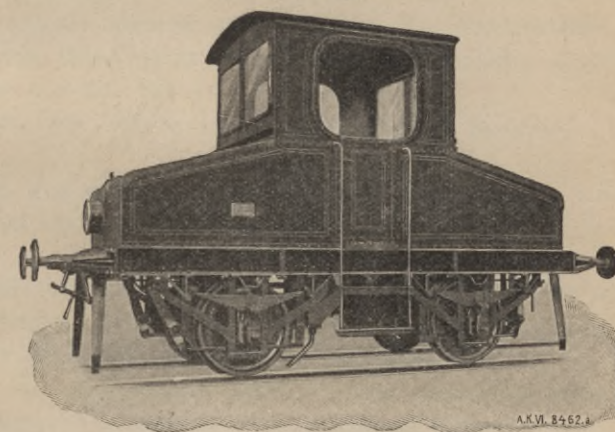


Fig. 388.





## Berichtigungen.

**S. 33.** Vierzehnte Zeile von oben muß es heißen: „Rillenschienen“ statt „Rinnenschienen“.

**S. 41.** Hinter dem Satz: „Es sei noch erwähnt, daß . . . beabsichtigt.“ muß es heißen: „Die Aufstellung der neuen Profile als Normalprofile des Vereins deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen ist laut Beschluß der XII. Generalversammlung des Vereins im September 1909 erfolgt.“

**S. 64—65.** Die zu den Normalprofilen 1, 2, 3 und 4 gehörigen Profile 1 a, 2 a, 3 a und 4 a mit breiterem Kopf sind zu Kurven bestimmt, bei denen der starke Verschleiß der Zwangsschienen eine Verstärkung derselben gegen die des Normalprofils notwendig macht, um die Lebensdauer der Kurvenschienen zu erhöhen.

**S. 78.** Sechzehnte Zeile von unten muß es heißen: „Straßenbahningenieur vorliegenden Verhältnisse“ statt „Straßenbahningenieur nur vorliegenden Verhältnisse.“

**S. 83.** Statt des zweiten Absatzes: „Für die in . . . ausgeführt.“ muß es heißen: „Bei der zum Abbruch gelangten alten Gitterbrücke über den Rhein war die in Fig. 173 dargestellte Unterbettung und Befestigung zur Ausführung gelangt, während bei dem Neubau der jetzigen Dombücke die Schienen auf australischem Hartholz von verschiedener Stärke gelagert wurden und mit diesem auf jedem dritten Belageisen durch Bolzen und Klemmplatten befestigt sind. Der Zwischenraum in den Belageisen wurde alsdann mit Beton ausgefüllt, und die Schienen wurden zwischen den Auflageklötzen mit Asphalt untergossen. Auf dem Beton wurde dann eine Holzpflasterdecke ausgeführt und die Fuge zwischen Schiene und Holz mit Asphalt ausgegossen.“

**S. 127.** Erste Zeile von oben muß es heißen: „IV. Weitere Beispiele . . .“ statt „I. Weitere Beispiele . . .“

**S. 172.** Erste Zeile von oben muß es heißen: „Die Anwendung von . . . nichts zu sagen“ statt „Die Anwendung von . . . nichts zu sagen, und kann man . . . heruntergehen“.

**S. 173.** Fünfzehnte Zeile von unten muß es heißen: „werden schon seit vielen Jahren von der . . . (Württemberg) ausgeführt.“ statt „werden schon seit Jahren von der . . . (Württemberg) oder durch deren Vermittelung ausgeführt.“

**S. 174.** Siebente Zeile von oben muß es heißen: „Zum Antrieb der Seilbahnen wurde früher meistens die Schwerkraft benutzt; bei dieser Anordnung befindet sich . . .“ statt „Zum Antrieb der Seilbahnen wird in den meisten Fällen nur die Schwerkraft benutzt, und zwar befindet sich . . .“

**S. 175.** Statt des zweiten Absatzes: „Anstatt des Antriebes . . . angetrieben wird.“ muß es heißen: „In neuerer Zeit erfolgt der Antrieb von Seilbahnen in der Regel elektrisch in der Weise, daß eine an der oberen Station angebrachte Seilrolle, um welche

das Drahtseil geschwungen ist, an dem die beiden Wagen hängen, durch einen Elektromotor angetrieben wird. Durch Aufstellung von einer Akkumulatorenbatterie ist man in der Lage, den elektrischen Strom zu regulieren und solchen bei der Talfahrt zum Teile wieder zurückzugewinnen.

Bei diesen Bahnen fällt die Zahnstange fort und besteht die Sicherheit darin, daß kräftige Zangenbremsen die entsprechend geformten Köpfe der Schienen umfassen.“

**S. 175.** Zehnte Zeile usw. von oben muß es heißen: „Bei allen diesen . . . . Sicherheit Hand- und automatische Bremsen angebracht. Die Gleise für . . . . getrennt, oder sie sind . . . .“ statt „Bei allen diesen . . . . Sicherheit Zahnstangen und die erwähnten Hand- und . . . . angebracht. Die Gleise für . . . . getrennt und hat jedes derselben seine besondere Zahnstange, oder sie sind . . . .“

**S. 178.** Bemerkung zu Abschnitt L: Die Kabelbahnen werden heute kaum noch ausgeführt, haben also nur historisches Interesse.

**S. 182.** Bemerkung zu Abschnitt N: 1. Meine Beschreibung des Funktionierens der Seitenstützen kann leicht den Anschein erwecken, als ob Scherl beabsichtigen würde, diese Seitenstützen beim Versagen der Kreisel eventuell auch während der Fahrt herabzulassen. Das ist natürlich keineswegs der Fall. Es muß vielmehr stets erst der Zug abgebremst werden, was auch bei den größten Geschwindigkeiten bequem innerhalb einer Minute geschehen kann; hiernach erst sollen die Seitenstützen herabgelassen werden. Es ist also keineswegs nötig, daß sich dieser Prozeß der Seitenstützenbetätigung innerhalb des Bruchteiles einer Minute abspielen soll.

2. Zu meiner Bemerkung, daß sich die ganze Idee noch im Versuchsstadium befindet und praktische Erfolge noch nicht zu verzeichnen seien, will ich hinzufügen, daß auf der britisch-japanischen Ausstellung in London schon seit Wochen eine etwa 40 Personen fassende Kreiselbahn des Ingenieurs Brennan (System Scherl) im Betriebe ist und ohne Störung funktioniert.

**Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig**

---

Handbuch des Bauingenieurs Band IV:

Der

# Eisenbahnbau

I. Teil

umfassend:

die Geschichte der Eisenbahnen; die amtlichen Vorschriften; das Aufsuchen einer Eisenbahnlinie; die Vorarbeiten; den Unterbau; den Schutz der Eisenbahnen gegen Wasser, Frost, Feuer und Schnee; die Wegübergänge in Schienenhöhe; den Oberbau, insbesondere der preuß. Staatsbahn; die Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen; die Betriebsmittel; die Signalordnung; den Eisenbahnbetrieb; die Unterhaltung des Oberbaues

Für die Schule und den praktischen Gebrauch

bearbeitet

von

**K. Strohmeier**

Ingenieur und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Kattowitz (O.-S.)

Mit 312 Textabbildungen und 8 Tafeln

Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

---

Handbuch des Bauingenieurs Band V:

Der

# Eisenbahnbau

II. Teil

umfassend:

die Bahnhofsanlagen; die Bahnhofshochbauten; Einrichtungen, welche sonst noch für Bahnhöfe in Betracht kommen; Auszüge aus den amtlichen Vorschriften über Bahnhofsanlagen und Bahnhofshochbauten; Beleuchtung der Bahnhöfe, Züge und Strecken; das Wichtigste aus dem Magnetismus; Grundzüge der Elektrizitätslehre; die elektrischen Läutewerke; die Bahntelegraphie

Für die Schule und den praktischen Gebrauch

bearbeitet

von

**K. Strohmeier**

Ingenieur und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Buxtehude

Mit 380 Textabbildungen und 2 Tafeln

Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

# Eisenbahnbau

## III. Teil

umfassend:

das gesamte Sicherungswesen, bestehend aus: den mechanischen Stellwerken mit dem Kurbel- oder Hebelwerk, den Leitungen und den an den Signalen und Weichen befindlichen örtlichen Einrichtungen, den elektrischen Kraftstellwerken, den Druckluftstellwerken, den Stellwerksentwürfen, dem Blockwesen, sowie den amtlichen Vorschriften für die einzelnen Gebiete

Für die Schule und den praktischen Gebrauch

bearbeitet

von

**K. Strohmeyer**

Ingenieur und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule zu Buxtehude

Mit 261 Textabbildungen und 37 Tafeln

Lex.-8. Geh. 6 Mark. Geb. 7 Mark 50 Pfg.

---

**Haberstroh, H., Der Eisenbeton im Hochbau,** umfassend die für den Eisenbeton verwendeten Baustoffe, die Eiseneinlagen im Eisenbeton, die Zurichtung der Eiseneinlagen, die Grundformen für die Anordnung der Eiseneinlagen und die Schalungen usw. Mit 400 Textabbildungen und 12 Tafeln. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

**Hintz, L., Die Baustatik.** Ein elementarer Leitfaden zum Selbstunterricht und praktischen Gebrauch für Architekten, Baugewerksmeister und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Vierte vollständig neubearbeitete Auflage. Mit 354 Textabbildungen und einer Tafel. Lex.-8. Geh. 7 Mark 50 Pfg. Geb. 9 Mark.

**Johnen, Dr. P. J., Elemente der Festigkeitslehre** in elementarer Darstellung mit zahlreichen, teilweise vollständig gelösten Uebungsbeispielen, sowie vielen praktisch bewährten Konstruktionsregeln. Mit 176 in den Text gedruckten Abbildungen und mehreren Profiltabellen. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

**Schöler, R., Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues,** umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stöße der Walzeisen usw. Dritte verbesserte Auflage. Mit 871 Textabbildungen, darunter 9 Tafeln und 19 Tabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

**Schöler, R., Die Statik und Festigkeitslehre des Hochbaues** einschließlich der Theorie der Beton- und Betoneisenkonstruktionen. Zweite verbesserte Auflage. Mit 612 Textabbildungen und 13 zum Teil farbigen Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

**Schunke, A., Die Maschinenelemente.** Ein Leitfaden für den Unterricht an Maschinenbauschulen und Hilfsbuch für den Techniker in der Praxis. Mit 116 Textabbildungen. 8. Geh. 1 Mark 50 Pfg. Geb. 2 Mark 25 Pfg.







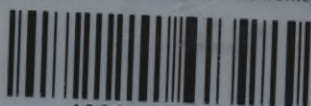


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351729

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299261

