





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305493

Dubl

W. 7/6

Die
Eisenbahntechnik der Gegenwart.

Unter Mitwirkung hervorragender Eisenbahn-Techniker

Blum,
Geheimer Baurath in Berlin.

herausgegeben von

von Borries,
Regierungs- und Baurath in Hannover.

Barkhausen,
Professor an der Techn. Hochschule in Hannover.

Erster Band:
Eisenbahnmaschinenwesen.

Zweiter Band:
Eisenbahnbau.

Dritter Band:
Eisenbahn-Betrieb u. Unterhaltung.

Zweiter Band.

Eisenbahnbau.

Vor kurzem erschienen:

Erster Abschnitt: Linienführung und Bahngestaltung.

Mit 82 Abbildungen und 4 lithographischen Tafeln. — Preis 4 Mk.



I. Einleitung. Paul.

Eintheilung der Eisenbahnen. Gesetzliche u. s. w. Vorschriften für die verschiedenen Bahnklassen, Grundsätze für deren Wahl.

II. Aufsuchen und Entwerfen einer Bahnlinie. Paul.

- a) Allgemeine und ausführliche Vorarbeiten.
- b) Vorbedingungen für die Ausführung der Vorarbeiten.
- c) Ausführung der Vorarbeiten. Grenzen der in Betracht kommenden Steigungen und Krümmungen mit Rücksicht auf Gelände und Verkehr. Beziehungen zwischen Bau- und Betriebskosten. Vorführung von Beispielen.
 1. im Flachlande,
 2. im Hügel- und Gebirgslande,
 3. Vorschriften über die Darstellung der Vorarbeiten.

III. Anforderungen des Betriebes an die Ausstattung und Eintheilung der Bahn. Gleiszahl, Stationsabstand, Länge und Ausstattung der Bahnhöfe, Größe und Abstände der Lokomotiv- und Wasserstationen, deren Leistungsfähigkeit. Paul.

IV. Schutzmassregeln gegen Hochwasser, Rutschungen, Felsstürze, Schneeeverwehungen u. s. w. Schubert.

V. Lage im Verhältnisse zu kreuzenden Verkehrswegen, Gestaltung und Ausrüstung des Bahnkörpers. Blum.

VI. Linienführung elektrischer Eisenbahnen. Zehme.

— Die Abnahme dieses Theils verpflichtet nicht zum Bezuge des ganzen Werkes „Die Eisenbahntechnik der Gegenwart“ und ist somit Jedem Gelegenheit geboten, event. sich nur den „Eisenbahnbau“ zu einem mässigen Preis anzuschaffen. —

Die folgenden Theile: **Bahnhofsanlagen — Signale und Sicherungsanlagen** — werden in kurzen Zwischenräumen erscheinen.

Dritter Abschnitt: Bahnhofsanlagen.

I. Gleisverbindungen:

- a) Weichen und Kreuzungen. Einfache und Doppelweichen. Kreuzungsweichen. Himbeck.
- b) Drehscheiben für Lokomotiven und Wagen. } Fränkel.
- c) Schiebebühnen für Lokomotiven und Wagen. }

II. Bahnhöfe:

- a) Einleitung. Eintheilung der Stationen nach Zweck und äußerer Gestalt. Lage, Länge, Neigungs- und Richtungsverhältnisse der Stationen. Laistner.
- b) Anordnung der Stationen im Allgemeinen. Laistner.
- c) Haltepunkte und Haltestellen. Laistner.
- d) Kleinere und mittlere Zwischenbahnhöfe mit vereinigttem Personen-, Güter- und Verschiebedienste. Laistner.
- e) Größere Bahnhofsanlagen. } Laistner.
 - 1. Personenbahnhöfe,
 - 2. Güterbahnhöfe,
 - 3. Verschiebebahnhöfe. Jaeger.

III. Bahnhofshochbauten:

- a) für Personenverkehr, Empfangsgebäude, Bahnhofshallen, Zollgebäude, Abortsanlagen u. s. w. } Groeschel
- b) für Güterverkehr, Güterschuppen, Umladehallen, Lagerhäuser. } u. Ebert.
- c) für Betriebszwecke:
 - 1. Lokomotivschuppen. Groeschel, Ebert und Fränkel.
 - 2. Wagenschuppen. Groeschel und Ebert.
 - 3. Wasserstationen und Krähne, Reinigung des Speisewassers. Lehnerns, Wehrenfennig.
 - 4. Materiallagerhäuser.
 - 5. Aufenthalts- und Uebernachtsräume. } Groeschel.

IV. Sonstige Bahnhofseinrichtungen:

- a) Bahnsteige, Bahnsteigtunnel und Brücken, Bahnsteigabspernung. v. Beyer.
- b) Rampen. v. Beyer.
- c) Kohlenverladevorrichtungen.
- d) Krähne. } Berndt.
- e) Brückenwagen.
- f) Beleuchtungsanlagen. Sommerguth.
- g) Desinfektionsanstalten. Leissner.

V. Bahnhofsanlagen elektrischer Bahnen. Zehme.

Vierter Abschnitt: Signale und Sicherungsanlagen. Scholkmann.

I. Einleitung. Allgemeine Einrichtung der Eisenbahnsignale.

II. Die Stellwerke und ihre Zubehörtheile in ihrer allgemeinen Einrichtung.

- a) Einfache Signalwerke.
- b) Bahnhofssicherung durch Signalstellwerke, Abhängigkeit dieser unter einander und von den Fahrstraßen.
- c) Weichensicherung.
- d) Streckensicherung durch elektrische Blockirung der Strecken und Bahnhofs-signale.

III. Einzelheiten der Stellwerke.

- a) Weichenbedienung.
- b) Signale und deren Stellvorrichtungen.
- c) Mechanische Blockeinrichtungen.
- d) Elektrische Blockeinrichtungen.
- e) Abgrenzung der Fahrstraßen, Entgleisungs- und Ablenkungsweichen u. s. w. Sicherung von fern bedienter Weichen.

IV. Stellwerke mit Luft- und Wasserdruck, bezw. elektrischer Uebertragung.

DER
EISENBAHN-BAU
DER GEGENWART.

HERAUSGEGEBEN VON

BLUM
GEHEIMER BAURATH,
BERLIN.

VON **BORRIES**
REGIERUNGS- UND BAURATH,
HANNOVER.

BARKHAUSEN
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE HANNOVER.

II. Heft

ZWEITER ABSCHNITT
OBERBAU.

BEARBEITET VON

BLUM, BERLIN; SCHUBERT, SORAU; ZEHME, NÜRNBERG.

MIT 292 ABBILDUNGEN IM TEXTE.



WIESBADEN

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1897.

DER
EISENBAHN-BAU
VON GEORGE WATTS



III - 306523

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

III ~~177~~ 87

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

B711-4 377/2017

Akc. Nr.

~~451~~ 51

Inhaltsverzeichnis*).

	Seite
B. Oberbau.	
I. Allgemeine Grundlagen für die Anordnung des Oberbaues und den Bau des Gleises. Blum	114
a) Einleitung	114
b) Gesetzliche und unter den Eisenbahnen vereinbarte Grundlagen	115
1. Raddruck	115
2. Spurweite	116
3. Spurerweiterung	116
4. Spurrinne	118
5. Schienenüberhöhung	118
c) Berücksichtigung der technischen Grundlagen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei den verschiedenen Oberbauten	121
II. Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen über Berechnung des Oberbaues. Blum.	124
a) Einleitung	124
b) Langschwellenoberbau	126
c) Querschwellenoberbau	129
d) Schienenlaschen	133
e) Einfluß der bewegten Last	135
f) Zahlenbeispiele	136
1. Langschwellen-Oberbau	136
2. Querschwellen-Oberbau	138
α) Berechnung der Schiene	138
β) Berechnung von Querschwellen	138
γ) Berechnung einer Laschenverbindung	140
III. Herstellung und Entwässerung des Planums, der Bettung und der Bahnkronen auf der freien Strecke und auf den Bahnhöfen. Schubert.	141
III a) Erklärung	141
b) Gestaltung und Abmessungen des Planums und der Bettung	141
c) Die Veränderungen der Oberfläche des Erdkörpers bei ungenügender Höhe der Bettung	145
d) Beschaffenheit der Bettung	149
e) Entwässerung der Bahnhöfe	151
IV. Der Bau des Gleises. Blum.	154
a) Die Schiene	154
1. Einleitung	154
2. Stoff; allgemeine Mittheilungen über Herstellung, Zurichtung und Abnahme der Schienen	155

*) Ein buchstäblich geordnetes Inhaltsverzeichnis wird mit jedem vollen Bande ausgegeben.

	Seite
3. Querschnittsform der Schiene	159
α) Der Schienenkopf	159
β) Breitfußsschienen für Quer- und Langschwellerbau	161
γ) Stuhlschienen	167
δ) Schwellenschienen, Straßenbahnschienen	168
4. Gewicht, Trägheits- und Widerstands-Moment	171
5. Länge und Lochung der Schienen	173
b) Querswellen-Oberbau	176
1. Einleitung	176
2. Holzquerswellen	177
α) Abmessungen und Gestalt der Schwellen. Herstellung und Zubereitung	177
β) Holzarten	179
γ) Tränken der Schwellen	182
δ) Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen bei Breitfußsschienen	186
ε *) Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen bei Stuhlschienen	194
3. Eiserne Querswellen	197
α) Die Schwellenform	197
Querschnitt der Eisenschwellen	197
Länge und Längenform der Eisenschwellen	201
β) Befestigung der Schienen auf eisernen Schwellen	204
Befestigung der Breitfußsschienen auf Eisenschwellen	204
Befestigung der Stuhlschienen auf Eisenschwellen	212
4. Lage und Abstand der Schwellen; Anordnung des Schienen- stofs	213
5. Das Wandern der Schienen und des Gleises und die Mittel zu dessen Verhütung	217
6. Stofsausrüstung	219
α) Einleitung	219
β) Der gewöhnliche Laschenstofs	220
γ) Unzulänglichkeit des gewöhnlichen Laschenstofs	227
δ) Stofsausrüstungen besonderer Art	228
Laschenstofs mit Keilantrieb und mit Arbeitsleisten	228
Laschenstofs mit Ueberblattung der Schienenenden (Blatt- stofs)	229
Stofsfanglaschen, Stofsfangschienen	231
Stofsbrücken	233
7. Schutzschienen	235
8. Vergleich verschiedener Oberbauten bezüglich der Massen- vertheilung, der Kosten und der Widerstandskraft	236
c) Langschwellerbau	247
1. Einleitung	247

*) Im Texte steht hier irrtümlich γ .

	Seite
2. Der Langschwellenoberbau von Hilf	248
3. Der Langschwellenoberbau von Menne und Hohenegger	252
4. Der Langschwellenoberbau von Haarmann	254
5. Gewichte und Mafsenvertheilung des Langschwellen-Oberbaues; Gleiskostenvergleich mit Querschwellengleisen	256
d) Schwellenschienen-Oberbau	259
e) Oberbau mit Einzelstützen	264
f) Oberbau für Strafsen-, Kabel-, Zahnstangen- und Seilbahnen, sowie für Hochbahnen besonderer Art	268
1. Strafsenbahnen im Allgemeinen	268
2. Strafsenkabelbahnen	272
3. Zahnstangenbahnen	274
α) Die Leiterstange	275
β) Die Abt'sche Plattenstange	277
4. Seilbahnen	279
5. Hochbahnen besonderer Art	282
V. Besondere Gestaltung des Oberbaues für elektrische Bahnen. Zehme	284
a) Das Gleis	284
b) Gleisabweichungen	290
c) Die Stromzuführungsleitungen	291
1. Oberirdische Stromzuführung	291
2. Unterirdische Stromzuführung	302

Abschnitt B. Oberbau.

B. I. Allgemeine Grundlagen für die Anordnung des Oberbaues und den Bau des Gleises.

Bearbeitet von Blum.

I. a) Einleitung.

Der Oberbau besteht aus dem Gleise und der Bettung; ersteres dient den Betriebsmitteln als Fahrbahn, letztere soll den von diesen ausgehenden Druck auf eine möglichst große Fläche des Unterbaues übertragen. Damit dies unabhängig von den Witterungsverhältnissen in möglichst gleichmäßiger Weise geschieht und das Gleis fest und trocken in der Bettung liegt, soll diese aus durchlässigem Kiese oder Steingeschläge (Kleinschläge) bestehen.

Das Gleis besteht in der Regel aus den Schienen, auf welchen die Räder der Betriebsmittel laufen und welche diesen auch als seitliche Führung dienen, und den Schienenunterlagen, — den Schwellen, der Unterschwellung —, welche die Schienen unterstützen und die Druckübertragung auf die Bettung vermitteln. Zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen und zur Verbindung der Schienenenden sind als dritter Haupttheil besondere Befestigungsmittel nöthig. Die seitliche Führung der Räder auf den Schienen erfolgt durch innenliegende Spurräder an den Rädern, während bei älteren Anordnungen glatte Räder durch Leisten der Schienen geführt wurden.

Die Gleisgestaltung zeigt im Uebrigen verschiedene zum Theil in dem Zwecke der Bahn begründete Unterschiede. Zunächst ist die in Aussicht genommene Betriebsweise und der erwartete Verkehrsumfang von Einfluß. Je stärker die Verkehrsbelastung ist, um so fester muß das Gleis gebaut werden, man unterscheidet daher Gleise für Haupt-, Neben- und Kleinbahnen. Gleise auf selbständigem Bahnkörper sind nach anderen Grundsätzen gestaltet, als Gleise, die in Straßen liegen, denn bei diesen muß sowohl auf die möglichst ungestörte Befestigung der Straßensfahrbahn, wie auf die ungehinderte Benutzung der Gleise durch das

Strafsenfuhrwerk Rücksicht genommen werden. Von weiterm Einflusse ist die für den Betrieb gewählte bewegende Kraft — Dampf, elektrische Uebertragung, thierische Kraft u. s. w. — und die Art der Kraftausnutzung — Reibungsbahnen mit glatter Bahn, Zahnstangenbahnen, Seilbahnen u. s. w. — sowie die Lage der Fahrzeuge zum Gleise.

Die nachfolgenden Erörterungen über den Oberbau beziehen sich, soweit eine andere Bahngattung nicht ausdrücklich genannt ist, vorzugsweise auf Eisenbahnen mit selbständigem Bahnkörper, bei welchen die mit Dampfkraft bewegten Betriebsmittel auf den Schienen stehen. Für Haupt- und Nebenbahnen kommen fast allein solche Bahnen in Frage und sie machen auch einen nicht unbedeutlichen Theil der Kleinbahnen aus.

I. b) Gesetzliche und unter den Eisenbahnen vereinbarte Grundlagen.

Um den Uebergang der Fahrzeuge zwischen den verschiedenen Eisenbahnen zu sichern, hat sich bald die Nothwendigkeit ergeben, über die Entfernung der Räder und Schienen, den Raddruck u. s. w. einheitliche Bestimmungen zu treffen, welche zunächst als Vereinbarungen zwischen benachbarten Bahnen auftraten und dann im V. d. E. V. zur Festsetzung der T. V. für Haupt- und Nebenbahnen und der Grz. f. L. führten. Demnächst erhielten die wesentlichsten dieser Vereinbarungen für Deutschland in den Nrm. Gesetzeskraft und endlich erfolgte zwischen dem Deutschen Reiche, Oesterreich-Ungarn, Frankreich, Italien und der Schweiz über verschiedene hierher gehörige Punkte die Vereinbarung einer „technischen Einheit im Eisenbahnwesen“ (T. E.).

b) 1. Raddruck.

Ueber den größten zulässigen Raddruck, der für die Sicherheit eines Gleises von maßgebendem Einflusse ist, ist in der T. E. nichts festgesetzt. Da im Allgemeinen die Lokomotivräder einen höhern Raddruck ausüben, als die Wagenräder, ein Uebergang der Lokomotiven von einem Lande in das andere aber nur ausnahmsweise vorkommt, so hat sich diese Lücke bisher noch nicht störend bemerkbar gemacht und den Wagenübergang nicht gehemmt. Für das Gebiet des V. d. E. V. ist für Hauptbahnen und Nebenbahnen, deren Betriebsmittel auf Hauptbahnen übergehen in den T. V. 66 der Druck eines Rades auf die Schiene bei voller Ausnutzung der festgesetzten Tragfähigkeit im Stillstande der Fahrzeuge auf höchstens 7 t festgesetzt und die Nrm. 29 enthalten dieselbe Bestimmung. Demgemäß ist auch in den Nrm. 11 und den T. V. 6 für den Oberbau eine solche Tragfähigkeit verlangt, daß jede Stelle der Schiene 7 t rollende Last mit Sicherheit tragen kann, während die Grz. f. L. diese Last auf 4,3 t, wo thunlich 5 t beschränken, falls die Wagen von Hauptbahnen auf sie übergehen und bei nicht vorkommendem Wagenübergange einfach eine dem größten vorkommenden Raddrucke entsprechende Tragfähigkeit des Oberbaues fordern.

Ein Raddruck von 7 t wird vielfach für Schnellzugstrecken für ungenügend erachtet, er ist für solche Strecken der preussischen Staatsbahnen thatsächlich auch auf 7,6 t erhöht worden und auf englischen, nordamerikanischen und anderen Bahnen sind Lokomotiven mit noch höherm Raddrucke üblich⁶²⁾.

Für Kleinbahnen empfiehlt es sich dagegen, den Raddruck nicht zu hoch zu wählen, um nicht genöthigt zu sein, ein übermäfsig schweres Gleis anzulegen. Haarmann⁶³⁾ empfiehlt als Grenzwerte für 1000, 750 und 600 mm Spur 3,5; 3 und 2,5 t.

b) 2. Spurweite.

Unter Spurweite versteht man den lichten Abstand zwischen den Schienenköpfen; sie ist in den T. V. 2, den Nrm. 5 und der Bhn. O. 1 für gerade Gleise zu 1435 mm festgesetzt. Man nennt diese Spurweite Vollspur und bezeichnet eine gröfsere oder geringere Schienenentfernung mit Breitspur oder Schmalspur. Die Vollspur herrscht in Europa und Nordamerika — den wichtigsten Eisenbahngebieten — vor und verdrängt nach und nach auch die auf einzelnen Bahnen noch vorhandene Breitspur. In Irland, Rufslund und Spanien ist allerdings die Breitspur von 1600 mm, 1524 mm und von 1676 mm fast allein herrschend. Die letztere Spurweite ist auch auf den ostindischen Bahnen weit verbreitet. Schmalspurbahnen haben sich mit der fortschreitenden Aufschliessung von Gebirgsländern und dünn bevölkerten Landstrichen in allen Erdtheilen mehr und mehr verbreitet und nehmen neuerdings besonders im Kleinbahnwesen rasch an Ausdehnung zu. Es kommen hauptsächlich Spurweiten von 1000, 750 und 600 mm in Frage, es finden sich aber auch eine grofse Zahl anderer Mafse⁶⁴⁾.

Bei allen Spurweiten müssen geringe Abweichungen gestattet sein, weil selbst bei sorgfältigster Verlegung und Unterhaltung eines Gleises eine vollkommen genaue Einhaltung der Spurweite im Betriebe nicht möglich ist. Die T. V. 2 lassen für die Vollspur eine solche von -3 mm und $+10$ mm für gerade Strecken zu.

b) 3. Spurerweiterung.

In gekrümmten Gleisen mit kleineren Halbmessern ist eine Spurerweiterung nöthig, damit die Spurkränze der Fahrzeuge mit zwei und mehr gleichlaufenden Achsen den nöthigen Spielraum finden (siehe Band I S. 71).

Darüber, bis zu welchem Krümmungshalbmesser noch eine Spurerweiterung nöthig ist, gehen die Ansichten auseinander. Man glaubte früher bei Vollspurbahnen bis zu Bögen mit 1000 m Halbmesser gehen zu müssen und manche Bahnen halten noch an dieser Grenze fest. Andererseits wird in Uebereinstimmung mit den Nrm. 5 und den T. V. 2 eine Spurerweiterung nur in Krümmungen mit Halbmessern unter 500 m für nöthig gehalten.

62) Es ist beabsichtigt, den zulässigen Raddruck für die Haupteisenbahnen Deutschlands auf 8 t zu erhöhen.

63) Haarmann, Die Kleinbahnen, Berlin 1896, S. 149.

64) Beirut-Damaskus 1050 mm, Bosnische Bahnen 760 mm, Bröhlthalbahn 785 mm, Schwedische und Norwegische Bahnen 891 mm und 1067 mm u. s. w.

Auch über das Maß der Spurerweiterung sind die Ansichten getheilt. Als größter Grenzwert ist allerdings in den Nrm. und den T. V. 30 mm und in der Bhn. O. für Nebenbahnen 35 mm festgesetzt, auch ist in der T. E. die Spurweite auf mindestens 1435 und höchstens 1465 mm bemessen, aber die Zwischenabstufung erfolgt nach sehr verschiedenen Grundsätzen. Auf rechnerischem Wege kann die Frage nicht gelöst werden, weil die Spurerweiterung vorzugsweise von dem Achsstande der Fahrzeuge abhängt und dieser ein in sehr weiten Grenzen wechselnder ist. Andere Gesichtspunkte, als die Neigung der Kegelflächen der Radreifen u. s. w. treten gegenüber dem Achsstande zurück, daher sind Formeln, die etwa nur jenen Umständen Rechnung tragen, nicht brauchbar.

Die meisten Verwaltungen verwenden daher einfache aus der Erfahrung abgeleitete Gebrauchsformeln unter Einhaltung der oben genannten Höchstwerthe Solche Formeln sind:

$$\text{Gl. 30) . . . } e^m = \frac{6}{R^m} - 0,012 \text{ bei den preussischen Staatsbahnen,}$$

$$\text{Gl. 31 a) u. b) } e^{mm} = (0,02 \text{ bis } 0,03) (1000 - R^m) \text{ bei einigen deutschen Bahnen,}$$

$$\text{Gl. 32 a) u. b) } e^{mm} = \frac{11339}{R^m} \text{ oder } \frac{13302}{R^m} - 10 \text{ bei österreichisch-ungarischen Bahnen}$$

u. s. w. Dabei kommen jedoch, besonders bei den Gl. 32 a und 32 b z. Th. willkürliche Abweichungen von den Rechnungsergebnissen vor. Nach theoretischen Erwägungen sollte eine Formel gewählt werden, in welcher R in einem geometrischen Verhältnisse zu e steht. Als solchen Ausdruck hat ein Unterausschuß des Technischen Ausschusses des V. d. E. V. die Formel

$$\text{Gl. 33) } e^{mm} = \frac{(1000 - R^m)^2}{27000}$$

vorgeschlagen. Wie aus nächstehender Zusammenstellung VII zu ersehen ist, giebt sie bis zu Bögen von 1000 m Halbmesser Werthe, die zwischen denjenigen der anderen mitgetheilten Formeln liegen. Bei Aufstellung einer Formel für die Spurerweiterung sollte auch darauf gesehen werden, daß sie für die kleinsten Krümmungshalbmesser noch nicht die äußerst zulässige Spurerweiterung ergiebt, damit die im Betriebe vorkommenden, unvermeidlichen Abweichungen noch möglich sind.

Je mehr bei langen Wagen Lenkachsen und Drehgestelle zur allgemeinen Anwendung kommen, um so weniger ist die Anordnung einer großen Spurerweiterung nothwendig. Wenn manche, z. B. französische Bahnen von der Herstellung einer Spurerweiterung in Krümmungen ganz absehen, so hat das zum Theil auch darin seinen Grund, daß dort vielfach schon in den Geraden eine bis zu 10 mm erweiterte Spur üblich ist.

Die Spurerweiterung wird allgemein durch ein Verschieben der Innenschiene hergestellt, damit in der Stetigkeit der den vordern Aufsensrädern als Leitkante dienenden Aufsenschiene keine Störung eintritt.

Wo Uebergangsbögen vorhanden sind (siehe Band II, A. S. 20), pflegt man die Spurerweiterung in diesen allmähig auf ihr volles Maß anwachsen zu lassen. Beim

unmittelbaren Uebergänge aus der Geraden in den Kreisbogen kann man je nach den Umständen die Zunahme der Spur ganz in die Gerade legen, oder auf Gerade und Kreisbogen vertheilen.

Zusammenstellung VII.

Die Spurerweiterung beträgt nach Gl. 30 bis 33 in mm.

R ^m .	30	31b	32a	32b	33
100	48	27	113,4	123	30
150	28	25,5	75,6	78,7	26,7
200	18	24	56,7	56,5	23,7
300	8	21	37,8	34,3	18,1
400	3	18	28,3	23,3	13,3
500	0	15	22,7	16,6	9,3
600	—	12	18,9	12,2	5,9
700	—	9	16,2	9,0	3,3
800	—	6	14,2	6,6	1,5
900	—	3	12,6	4,8	0,4
1000	—	0	11,3	3,3	0

b) 4. Spurrinne.

Mit Rücksicht auf die Breite und Höhe der Spurkränze und ihren Spielraum gegen die Schienen muß immer neben der Schiene eine Spurrinne frei bleiben, welche bei Vollspurbahnen nach den T. V., den Grz., den Nrm., der Bt. O. und der Bhn. O., auch bei größter Abnutzung der Schienen, 67 mm breit und 38 mm tief sein muß. Hierauf ist besonders bei Anordnung der Befestigungsmittel zu achten.

b) 5. Schienenüberhöhung.

Um der Fliehkraft der Fahrzeuge bei der Fahrt durch Krümmungen entgegenzuwirken und der Gefahr der Entgleisung, sowie zu starker Abnutzung der Aufschiene vorzubeugen, wird der äußere gegen den innern Schienenstrang in schärferen Krümmungen überhöht. Die Nrm. 6 verlangen eine solche Ueberhöhung, „dafs bei der größten für die betreffende Strecke zugelassenen Geschwindigkeit die Krümmungen mit Sicherheit durchfahren werden können“, während die T. V. 7 die Forderung stellen: „dafs mit Berücksichtigung der auf der betreffenden Strecke vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten — — von den Spurkränzen der Räder ein thunlichst geringer Angriff auf die inneren Schienenkanten (also beider Stränge) ausgeübt wird“. Für Lokal- und Kleinbahnen gestatten die Grz. f. L. behufs Verminderung der Ueberhöhung bei Anwendung von Radlenkern an der Innenschiene das Auflaufen der Spurkränze auf den Aufsenschienen.

Die unter einander abweichenden Forderungen der Nrm. und der T. V. bringen die verschiedenen Anschauungen über die Nothwendigkeit und die Gründe der Ueberhöhung zum Ausdrucke. Während man sie ursprünglich vorzugsweise zur Wahrung der Betriebssicherheit für nothwendig hielt, hat die Erfahrung immer deutlicher gelehrt, daß die Betriebssicherheit bei einer ausreichend breiten Schienenauflagerung schon durch diese Breite gewahrt wird. Da aber die Abnutzung der Schienen beider Stränge wesentlich von dem Mafse der Ueberhöhung abhängt und die wirthschaftliche Ausnutzung des Gleises eine möglichst gleichmäßige Abnutzung beider Schienen verlangt, so ist die Frage der Schienenüberhöhung nach neueren Anschauungen weniger nach Gesichtspunkten der Betriebssicherheit, als nach solchen der Wirthschaftlichkeit zu beurtheilen.

Für eine einzelne Achse, die mit einer Geschwindigkeit von V km/St durch einen Bogen vom Halbmesser R und dem Schienenabstande s frei läuft, wird der Seitenangriff der Fliehkraft auf die Aufsenschiene aufgehoben bei einer Ueberhöhung:

$$h^{mm} = \frac{s^{mm} (V \text{ km/St})^2}{3,6^2 \cdot 9,81 R^m} = \frac{s^{mm} (V \text{ km/St})^2}{127 \cdot R^m}$$

Für Vollspur wird also:

$$\text{Gl. 34) } \dots \dots h^{mm} = 11,8 \frac{(V \text{ km/St})^2}{R^m} \text{ oder } 11,28 \frac{(V \text{ km/St})^2}{R^m}$$

je nachdem man $s = 1500$ mm oder 1435 mm setzt.

Führt man für V einen Festwerth ein, so erhält die Formel die Gestalt:

$$\text{Gl. 35) } \dots \dots \dots h^{mm} = \frac{K}{R^m}$$

wie sie häufig verwendet wird. Für K nimmt man bei Hauptbahnen Werthe von 30 bis 75 und bei Nebenbahnen von 10 bis 30.

Die Gl. 34 ist aber um deswillen theoretisch nicht richtig, weil freilaufende Achsen im Eisenbahnbetriebe nicht vorkommen, sie giebt daher bei großen Krümmungshalbmessern und hohen Geschwindigkeiten nach praktischen Gesichtspunkten zu große, bei kleinen Geschwindigkeiten zu geringe Ueberhöhungen. Ihre Ergebnisse werden daher von den Verwaltungen, welche ihr folgen, nach Bedarf abgeändert, besonders pflegt fast allgemein ein Höchstmaß für die Ueberhöhung festgesetzt zu werden. Noch willkürlichere Abweichungen sind bei Anwendung der Gl. 35 nöthig, weil bei dieser auch die Geschwindigkeit, welche ja nach den Krümmungen verschieden bemessen werden sollte, willkürlich festgesetzt ist.

Behufs Aufstellung einer Gebrauchsformel für die Ueberhöhung h muß man sich daher über ihren nicht zu überschreitenden Höchstwerth und über die Abhängigkeit, in der die in der betreffenden Krümmung zugelassene größte Geschwindigkeit vom Krümmungshalbmesser stehen soll, schlüssig machen. Denn nur wenn diese mit den Krümmungen wechselnde Geschwindigkeit in der Formel berücksichtigt wird, erhält sie einen einfachen Gebrauchswerth.

Nach der deutschen Bt. O. darf die Geschwindigkeit in Krümmungen von 180, 200 und 250 m Halbmesser 40, 45 und 50 km/St nicht überschreiten, sie

steigt dann von 300 bis 1000 m Halbmesser nach einer Geraden von 55 bis 90 km/St, ein höheres Mafß darf überhaupt nicht erreicht werden. Das entspricht, abgesehen von der Begrenzung auf 90 km/St annähernd, einem in Belgien üblichen Ausdrucke:

Gl. 36) $V_{\text{km/St}} = 3 \sqrt{R^m}$

In Oesterreich-Ungarn ist die zulässige Geschwindigkeit bei mittleren Krümmungen etwas gröfser und folgt etwa einem Ausdrucke von der Form:

Gl. 37) $V_{\text{km/St}} = 4 \sqrt{R^m - 50}$.

Bei Bemessung des Höchstwerthes für h ist zu berücksichtigen, daß es nicht erwünscht ist, die Ueberhöhung so weit zu treiben, daß die Innenschiene eine zu starke Neigung nach Aufsen erhält. Da die Schienen behufs Erhöhung des Widerstandes gegen die nach aufsen wirkenden Seitenkräfte und wegen der Kegelform der Radreifen eine Innenneigung von 1:20 erhalten sollen (T.V. 7), so steht die Innenschiene bei h = 75 mm schon lothrecht. Mit der Ueberhöhung weiter als bis 100 oder 125 mm zu gehen, empfiehlt sich daher nicht. Die bei den Bahnverwaltungen d. V. d. E. V. thatsächlich gebräuchlichen Ueberhöhungen überschreiten diese Mafse allerdings z. Th. erheblich und steigen bis zu 250 mm, auch bei französischen Bahnen kommen Ueberhöhungen bis zu 200 mm vor, und als besonders auffallend muß es bezeichnet werden, daß in einzelnen Fällen dieselbe Verwaltung bei Krümmungshalbmessern von 180 m, die auf deutschen Haupt- und Nebenbahnen gleichmäfsig mit höchstens 40 km/St. Geschwindigkeit durchfahren werden dürfen, bei Hauptbahnen eine fast doppelt so starke Ueberhöhung anwendet, als bei Nebenbahnen.

Derselbe Unterausschufs, der eine neue Formel für die Spurerweiterung empfohlen hat, hat zur Beseitigung solcher Willkürlichkeiten auch für die Schienenüberhöhung eine Formel aufgestellt, die sich schon auf den linksrheinischen und hannöverschen Strecken der preussischen Staatsbahnen bewährt hat. Sie lautet:

Gl. 38) $h^{\text{mm}} = m \frac{V_{\text{km/St}}}{R^m}$,

wobei für V zweckmäfsig der Werth aus Gl. 37 und m gleich 500 bis 700 zu setzen ist, je nach der Gestaltung der Bahn. Die Formel giebt für mittlere Geschwindigkeiten von 50 bis 60 km/St annähernd dieselben Werthe, wie Gl. 34, trägt auch der neuerdings immer allgemeiner werdenden Ansicht Rechnung, daß eine zu kleine Ueberhöhung einer zu grofsen vorzuziehen ist⁶⁵⁾.

Die Ausführung der Ueberhöhung wird meistens durch Hebung der Aufsenschiene bewirkt. Ein gleichzeitiges Senken der Innenschiene vermindert in der Regel zum Schaden der festen Gleislage die Bettungshöhe unter der einen Gleishälfte und ist meistens nur bei eingleisigen Bahnen mit sehr scharfen Krümmungen, besonders bei scharfen Gegenkrümmungen mit kurzen Zwischengeraden üblich, wobei man, um gleiche Bettungshöhe zu erhalten, die Oberfläche des Erdkörpers mit der entsprechenden Querneigung versieht.

65) Röll, Encycl. 1894, S. 2888.

In der Geraden müssen die winkelrecht einander gegenüberliegenden Punkte der Oberkanten der beiden Schienen in gleicher Höhe liegen (Nrm. 6, T. V. 7). Der Uebergang aus dieser Lage in die Ueberhöhung in der Krümmung ist durch eine Ueberhöhungsrampe zu bewirken, deren kleinste Neigung in den Nrm. und T. V. zu 1:200 bestimmt ist. Es ist aber erwünscht, die Neigung flacher zu nehmen, um Entgleisungen entlasteter Räder mit Sicherheit zu verhüten. Einzelne österreichische und französische Bahnen gehen bis zu 1:500, ja selbst bis 1:1000. Wenn zwischen der Geraden und Krümmung Uebergangsbögen vorhanden sind, so legt man die Ueberhöhungsrampe in diese Bögen, andernfalls soll sie in die Gerade geschoben werden.

Wenn sich Bögen entgegengesetzten Sinnes folgen, so soll die Zwischengerade lang genug für die Anlage beider Ueberhöhungsrampen sein, fehlt diese Länge, so müssen die Ueberhöhungsrampen in die Bögen hineinreichen. Die Stetigkeit eines solchen Ueberganges wird am besten gewahrt, wenn die Ueberhöhung durch Hebung der Aufsen- und Senkung der Innenschiene gebildet wird. Bei zwei sich folgenden, gleichgerichteten Bögen mit kurzen Zwischengeraden läßt man je nach Umständen die Ueberhöhung ganz oder etwas verkleinert durchgehen.

Bei Gleisen vor Bahnhöfen ist eine Ermäßigung der Ueberhöhung auf die Hälfte bis vier Fünftel besonders dann üblich, wenn alle Züge auf dem Bahnhofe anhalten. In diesem Falle pflegt man auch in den Bahnhofshauptgleisen selbst meistens von der Ueberhöhung abzusehen, oder sie bis auf die Hälfte herabzumindern, während die Hauptgleise in Stationen, die besonders von schnellfahrenden Zügen ohne anzuhalten durchfahren werden, vielfach mit voller Schienenüberhöhung ausgestattet werden. Bei Bahnhofsneben Gleisen ist eine Schienenüberhöhung in der Regel nicht üblich.

I. c) Berücksichtigung der technischen Grundlagen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei den verschiedenen Oberbauten.

Die unter I b behandelten technischen Grundlagen sollen zwar in erster Linie den Uebergang der Betriebsmittel ermöglichen und die Betriebssicherheit wahren, sie kommen aber neben weiteren noch zu erwähnenden Gesichtspunkten auch in wirtschaftlicher Hinsicht wesentlich in Betracht. Im Allgemeinen decken sich die Forderungen der Betriebssicherheit und der Wirtschaftlichkeit, ja letztere verlangt oft ein noch höheres Maß von Widerstandskraft des Gleises als erstere. Denn während die Betriebssicherheit gewahrt ist, wenn ein Gleis in neuem Zustande und bei unausgesetzter sorgfältigster Unterhaltung den Betriebsangriffen widersteht, muß von dem Gleise aus wirtschaftlichen Gründen bei geringst möglichem Aufwande an Unterhaltungskosten eine möglichst lange Dauerleistung gefordert werden. Je größer die Streckenbelastung ist, um so schwieriger und kostspieliger wird die Gleis-Unterhaltung und Erneuerung; die Kosten steigern sich noch dadurch, daß auf stark befahrenen Strecken meistens höhere Arbeitslöhne zu zahlen sind, als auf schwächer befahrenen. Ein Gleis, das der Betriebssicherheit noch voll Genüge leistet, kann daher aus wirtschaftlichen Gründen ungenügend sein. Andererseits

kann auch bei Bahnen mit geringem Verkehre, bei welchen eine regelmäßige Bewachung nicht nothwendig ist und auch ständige Arbeiter zur Bahnerhaltung in der für Oberbauarbeiten nöthigen Zahl aus sonstigen Gründen nicht regelmäßig beschäftigt werden müssen, also z. B. bei Kleinbahnen, die Wahl eines unverhältnismäßig kräftigen Oberbaues wirtschaftlich gerechtfertigt sein, um auch ohne stetige sorgfältigste Unterhaltung eine Gewähr für sichern und ungestörten Betrieb zu haben.

Weiter ist es erwünscht, daß die Haupttheile des Gleises auf der freien Strecke von möglichst gleicher Dauer sind, damit sie nicht zu wiederholten größeren Einzelauswechselungen Anlaß geben, sondern jeweilig zusammenhängende Erneuerungen des ganzen Gleises erfordern. Denn solche machen weniger Arbeit, als mehrere wiederholte Einzelerneuerungen und ergeben auch ein Gleis von einheitlicherer und darum größerer Widerstandskraft. Dabei müssen sich aber auch Einzelauswechselungen, die nie ganz zu vermeiden sind, in möglichst einfacher Weise bewirken lassen. Wie wichtig die Berücksichtigung dieser wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Entscheidung über zweckmäßigste Gleisgestaltung ist, ergiebt sich aus der Thatsache, daß die Anlagekosten für den Oberbau die erste Stelle unter allen anderen Bauausgaben einnehmen. Sie betragen 1893/94 auf den Haupt- und Nebenbahnen Deutschlands 22,4% der Gesamtanlagekosten, steigen aber bei einfachen Nebenbahnen bis zu 50% und können besonders bei Kleinbahnen einen noch höhern Antheil ausmachen. Ebenso beliefen sich die Kosten für Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues im genannten Jahre mit annähernd 90 Millionen Mark auf 56,6% der Gesamtausgaben für Bahnunterhaltung und auf 19,5% der gesammten sächlichen Betriebsausgaben.

Man theilt die Gleise je nach der Lage der Schwellen quer oder gleichlaufend zur Gleisachse ein in Querschwellen- und Langschwellengleise. Bei beiden Formen sind Schienen und Schwellen getrennt. Bei einer dritten Gestaltung ist die Schiene mit der unterstützenden Langschwelle zu einer Schwellenschiene vereinigt und endlich kommen noch Gleise vor, bei welchen jeder Schienenstrang auf Einzelstützen ruht.

Vom theoretischen Gesichtspunkte aus sind Langschwellen- und Schwellenschienengleise wegen der fortlaufenden Unterstützung der Schiene die vollkommensten. Wenn trotzdem die Querschwellengleise weitaus überwiegen, so ist das vorzugsweise darin begründet, daß sich bei ihnen die vorerörterten technischen und wirtschaftlichen Grundlagen für den Gleisbau leichter, einfacher und wirksamer durchführen lassen, als bei Gleisen jener Art.

Bei Querschwellengleisen wird sowohl die Spurweite, wie die Regelung der Spurerweiterung in einfachster Weise unmittelbar durch die Befestigung der Schienen auf den Schwellen gesichert, während bei Langschwellen-, Schwellenschienen- und Einzelstützgleisen hierzu besondere Zwischenglieder nöthig sind. Ebenso dienen die Querschwellen in wirksamer Weise dazu, die Schienenneigung, und im Vereine mit der Bettung die gleiche Schienenkopfhöhe in der Geraden, sowie die gewünschte Schienenüberhöhung in den Krümmungen sicherzustellen, während bei den anderen Gleisformen hierfür im Wesentlichen nur die Bettung zu Gebote steht. Dabei

ist noch zu berücksichtigen, daß die genaue Höhenlage der Schienen bei der gleichzeitigen Unterstützung beider Schienenstränge durch dieselben Querswellen nicht in solchem Maße von der Güte der Bettung und der Geschicklichkeit der Arbeiter abhängt, wie bei den anderen Gleisarten. Ferner sind Einzelauswechselungen der Schwellen bei Querswellengleisen leichter zu bewirken, als bei Langschwelligleisen.

Alle diese Thatsachen, zu welchen noch weitere, später zu erörternde hinzutreten, erschweren die gute Erhaltung der Langschwellen- u. s. w. Gleise und beeinträchtigen ihre Widerstandskraft und Dauerwirkung. Die zu Gunsten der Querswellengleise sprechenden Gesichtspunkte treten allerdings um so mehr zurück, je geringer die Betriebsbeanspruchung der Strecke ist, besonders aber bei Bahnen die in Strafsen liegen. Hier können Langschwellenanordnungen und Schwellenschienen besonders um deswillen von Vortheil sein, weil Querswellen zu störend in die Befestigung der Strafsenfahrbahn eingreifen und die Unterhaltungsarbeiten an beiden Verkehrswegen sich bei ihrer Verwendung gegenseitig in hohem Maße behindern.

Außer den genannten Gleisformen sind diese auch nach der Gestalt der Schiene in Breitfuß- und Stuhlschienengleise zu unterscheiden, je nachdem, ob die Schiene einen breiten und flachen Fuß besitzt, der unmittelbar auf der Schwelle befestigt werden kann, oder einen dem Fahrkopfe ähnlichen Unterkopf hat, sodafs sie zur Auflagerung auf der Schwelle eines Stuhles bedarf. Beide Schienenformen kommen aber nur bei Querswellen- und Einzelstütsgleisen vor, während bei Langschwelligleisen nur Breitfußschienen zur Verwendung gelangen. Die Sicherung der Richtung und Höhenlage der Schienen weicht bei den genannten beiden Schienenformen nicht grundsätzlich von einander ab.

B. II. Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen über Berechnung des Oberbaues.

Bearbeitet von Blum.

II. a) Einleitung.

Die Spannungen, welche in Schiene und Langschwelle in Folge der Nachgiebigkeit der Bettung beim Befahren eintreten, sind zuerst von Winkler⁶⁶⁾ berechnet worden. Er nahm an, daß die Eindrückung der Schwellen in die Bettung y in geradem Verhältnisse zu dem an der betreffenden Stelle herrschenden Drucke auf die Flächeneinheit, dem Bettungsdrucke p , stehe und setzte diesen:

$$\text{Gl. 39) } \dots \dots \dots p^{\text{kg/qcm}} = C \cdot y^{\text{cm}};$$

y ist also zugleich die Abweichung der elastischen Linie von der ursprünglichen Geraden und C ein von der Beschaffenheit der Bettung abhängiger Festwerth, die Bettungsziffer. Für $y = 1$ cm wird $C = p$, die Bettungsziffer ist also der Druck auf 1 qcm, der eine Senkung von 1 cm hervorbringt.

Ob und in welchen Grenzen dieses Gesetz zwischen Bettungsdruck und Einsenkungstiefe streng zutrifft, ist noch nicht ermittelt, für kleine Formänderungen und solange einer stetigen Senkungsänderung eine ebensolche Aenderung des Druckes entspricht, Annahmen, die beim Oberbau gemacht werden dürfen, ist es jedenfalls anwendbar, und daher bis jetzt beibehalten worden.

Die Grenzen der Belastung der Bettung können nur durch Versuche bestimmt werden und sind noch nicht sicher ermittelt. Engesser⁶⁷⁾ setzt in der Annahme, daß weder der Bettungsdruck, noch die Schwellensenkung ein gewisses Maß überschreiten dürfen, bei

- gewöhnlicher Bettung $p = 1,5$ kg , $y = 0,5$ cm, also $C = 3$,
- für beste Bettung $p = 3,0$ kg , $y = 0,1$ cm, also $C = 30$,
- und im Mittel . . $p = 2,0$ kg , $y = 0,3$ cm, also $C = 6^{2/3}$.

⁶⁶⁾ Winkler, Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, S. 182, Prag 1867; Derselbe: der Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage, Prag 1875.

⁶⁷⁾ Organ 1888, S. 99, 147 und 184.

Aus umfangreichen Versuchen der Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen hat Häntschel⁶⁸⁾ die Bettungsziffer für Kies im Durchschnitte zu $C = 3$ und für Kies auf Packlage oder auf Felsboden zu $C = 8$ ermittelt und ihren größten Werth für Kleinschlag auf Packlage zu 15,4 festgestellt, also nur halb so hoch, wie Engesser's Annahme; die Werthe $C = 3$ und $C = 8$ werden meistens den Berechnungen zu Grunde gelegt.

Abweichend von diesen Annahmen will Schröter⁶⁹⁾ den Bettungsdruck $p = \sqrt{C}$ setzen, gestützt auf Vergleiche, die er aus der Erfahrung und theoretischen Erwägungen zieht.

Winkler hat für die Berechnung des Langschwellenoberbaues die erleichternde Annahme gemacht, dafs ein unendlich langer Träger von lauter gleichen Lasten in gleichen Abständen besetzt sei, und Hoffmann⁷⁰⁾, Lehwald und Riese⁷¹⁾, Schwartzkopf⁷²⁾ haben diese Voraussetzung beibehalten, z. Th. unter Einführung noch weiterer erleichternder Annahmen behufs Gewinnung einfacherer Formeln. Diese Annahme trifft aber für die Belastung durch die an der Spitze des Zuges stehende Lokomotive auch nicht annähernd zu.

Auch das Verhalten der Schiene im Querschwellenoberbau hat zuerst Winkler auf Grund der Theorie des durchgehenden Trägers wissenschaftlich untersucht, dabei aber die unrichtige Annahme gleich hoher Stützenlage⁷³⁾ gemacht. Für das größte Biegemoment hat er den Werth

$$M = 0,1888 Ga$$

ermittelt, wenn a der Stützenabstand und G die Radlast ist.

Gleichzeitigen Arbeiten von Schwedler⁷⁴⁾ und Zimmermann, von denen aber nur die erstere alsbald veröffentlicht wurde, ist es gelungen, beim Langschwellenoberbau den Einfluss verschiedener, in beliebigen Abständen vertheilter Lasten zu berücksichtigen, und letzterer hat dann in seinem unten genannten Werke⁷⁵⁾, welches den weiteren Darlegungen als Grundlage dienen soll, die bisherigen Ergebnisse zusammengefasst und auch auf den Querschwellen-Oberbau unter der Annahme nachgiebiger Stützen und auf die Laschenverbindungen ausgedehnt. Schliesslich ist noch auf die Francke'schen⁷⁶⁾ Untersuchungen der bei Oberbauten vorkommenden Lastzustände hinzuweisen.

Für den Widerstand eines Gleises kommt dessen Tragfähigkeit und Steifigkeit in Betracht. Erstere findet Ausdruck in den Spannungen, welche unter Einwirkung der äufseren Kräfte in den einzelnen Gleistheilen hervorgerufen

68) Organ 1889, S. 141, siehe auch Zimmermann, Organ 1888, S. 184.

69) Organ 1894, Erg.-Heft S. 271.

70) Der Langschwellen-Oberbau der Rheinischen Bahn, Berlin 1880.

71) Der eiserne Oberbau, Berlin 1881.

72) Der eiserne Oberbau, Berlin 1882.

73) Winkler, Der Eisenbahn-Oberbau, 3. Auflage, 17. Kapitel.

74) Wood, On iron permanent way, London 1882, Veröffentlichung der Institution of civil engineers; siehe auch Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 90.

75) Zimmermann, Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888.

76) A. Francke, Träger mit elastischer Unterlage, Zeitschrift des Arch. u. Ing.-Vereines zu Hannover 1896, S. 287.

werden, letztere dagegen in den Einsenkungen und Verdrückungen, welchen das Gleis und seine Theile unterworfen sind. Als Maß der Tragfähigkeit dient das Widerstandsmoment der Träger, als das der Steifigkeit das Trägheitsmoment.

II. b) Langschwellenoberbau.

Die Gleichung der elastischen Linie eines Stabes von der Breite b , einem Trägheitsmomente J und dem Elasticitätsmaße E ist bei einem Bettungsdrucke p :

Gl. 40) $E J \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = - bp.$

Dabei rechnet die Senkung nach unten und der Bettungsdruck nach oben positiv; in demselben Sinne, wie der Bettungsdruck, soll auch die Summe der Aufsenkräfte, — die Querkraft Q — an dem Trägerstücke links vom untersuchten Querschnitte positiv zählen; die der Wirkung einer positiven Querkraft entsprechende Drehrichtung eines Momentes äußerer Kräfte links vom untersuchten Querschnitte soll positiv gelten.

Aus Gl. 39) und 40) wird:

Gl. 41) $\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = - 4 y \frac{Cb}{4EJ} = - 4 y \alpha^4 = - \frac{4 y}{L^4},$ wenn

$$\sqrt[4]{\frac{Cb}{4EJ}} = \alpha = \frac{1}{L} \text{ gesetzt wird.}$$

Aus Gl. 41 lassen sich für einen endlosen, eine Einzellast P tragenden Stab für das Biegemoment M , die Senkung y und den Bettungsdruck p an beliebiger Stelle die Formeln entwickeln:

Gl. 42) $M = \frac{P}{4\alpha} \mu; y = \frac{\alpha P}{2Cb} \eta; p = \frac{\alpha P}{2b} \eta.$

Hierin bedeuten μ und η Hilfsgrößen, die von $\xi = \alpha \cdot x$, also von der Stabform und der Querschnittslage abhängig sind und für den Lastangriffspunkt den Werth 1 annehmen. Moment M , Senkung y und Bettungsdruck p erreichen dadurch ihre Höchstwerthe M_0 , y_0 und p_0 , und man kann schreiben:

Gl. 43) $M = M_0 \mu; y = y_0 \eta; p = p_0 \eta.$

Für einen in seiner Mitte eine Einzellast P tragenden endlichen Stab von der Länge $2 l$ werden die Hilfswerthe μ und η allgemein durch die Bezeichnungen (μ) und (η) ersetzt, diese gehen aber für den Lastangriffspunkt nicht in den Werth 1, sondern in die Größen (μ_0) und (η_0) über. Wie die Hilfswerthe μ und $\eta < 1$ sind, so sind auch die Größen (μ) und $(\eta) < (\mu_0)$ und (η_0) , so daß auch die den letzteren entsprechenden Momente u. s. w. die überhaupt vorkommenden Höchstwerthe darstellen. Die Hilfsgrößen (μ) , (η) , (μ_0) , (η_0) sind außer von ξ auch von der Stablänge abhängig, welche nach der Gleichung:

Gl. 44) $\lambda = \pi \cdot l$

eingeführt wird.

Ruhen auf dem endlosen Stabe beliebig viele Lasten $P_1, P_2, P_3 \dots$ in Abständen $x_1, x_2, x_3 \dots$ von einem Punkte A, so ergeben sich für jede Last Hilfsgrößen $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$ und es wird für den Punkt A:

Gl. 45) $M = \frac{1}{4 \pi} \sum P \mu; y = \frac{\pi}{2 Cb} \sum P \eta.$

Sind alle Lasten gleich P und ist deren Abstand gleichmäÙig = 2 l so ist:

Gl. 46)
$$\left. \begin{array}{l} \text{an beliebiger Stelle:} \\ M = \frac{P}{4 \pi} \{ \mu \}; y = \frac{\pi P}{2 Cb} \{ \eta \}; \\ \text{in jedem Lastpunkte:} \\ M_0 = \frac{P}{4 \pi} \{ \mu_0 \}; y_0 = \frac{\pi P}{2 Cb} \{ \eta_0 \}; \\ \text{in der Mitte des Lastenzuges:} \\ M_1 = \frac{P}{4 \pi} \{ \mu_\lambda \}; y_1 = \frac{\pi P}{2 Cb} \{ \eta_\lambda \}. \end{array} \right\}$$

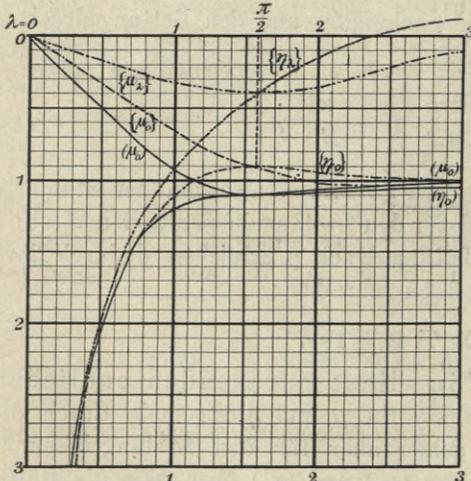
Auch hier sind die Werthe M_0 und y_0 die größten, die überhaupt vorkommen können.

Der Werth $\{ \eta_\lambda \}$ wird für $\lambda = \frac{3}{4} \pi$ annähernd Null und für gröÙere Werthe von λ negativ, es hebt sich die Schwelle in diesem Falle also von der Bettung ab.

Für den Neigungswinkel ν der elastischen Linie und die Querkraft hat Zimmermann die Ausdrücke entwickelt:

Gl. 47) $\text{tang } \nu = \frac{\pi^2 P}{Cb} \eta^1 \text{ und } Q = \frac{P}{2} \mu^1$

Fig. 83.



Darstellung der Hilfsgrößen für die Berechnung von Langschwellen-Oberbau.

woselbst η^1 und μ^1 den Hilfsgrößen η und μ verwandte Werthe sind.

Zur Erleichterung der Rechnung hat Zimmermann die Werthe in Tabellen zusammengestellt, z. Th. auch zur zeichnerischen Darstellung gebracht. Nach der Quelle sind in Textabb. 83 die Werthe von $(\mu) \{ \mu_0 \} \{ \mu_\lambda \}$, sowie der zugehörigen (η_0) u. s. w. in ihrer Abhängigkeit von λ dargestellt.

Die Darstellung dieser Hilfswerthe zeigt, daß der Beiwerth der Momentengleichung nur um ein geringes über 1 steigt, der größte Werth ergibt sich

für (μ_0) bei $\lambda = \frac{\pi}{2}$ gleich 1,0903 und

„ $\{ \mu_0 \}$ „ $\lambda = \frac{3}{4} \pi$ „ 1,0178.

Der Beiwerth für die Senkung wird dagegen für $\lambda = 0$ unendlich groß, fällt aber mit zunehmendem λ sehr rasch.

Die Schnittpunkte der elastischen Linie mit der Achse der x, in welchen also weder eine Hebung noch eine Senkung stattfindet, liegen da, wo $\xi = \frac{3}{4}\pi, \frac{7}{4}\pi, \frac{11}{4}\pi$ u. s. w. wird, also in gleichen Abständen π ; in denselben Abständen liegen die größten Hebungen und Senkungen und die Wendepunkte der elastischen Linie ($M = 0$), sowie die Höchstwerthe der Momente ($Q = 0$). Die vier Funktionen $\eta, \eta^1; \mu$ und μ^1 unterliegen also demselben Bildungsgesetze, die vier Linien, welche diese Funktionen darstellen, sind nicht der Art nach verschieden, sondern nur hinsichtlich des Maßstabes der Höhen und des Punktes, von dem aus die unabhängige Veränderliche gemessen wird.

Ein vollkommen unbiegsamer, gerader Stab von der Länge $2L$ und der Breite b , der auf einer unnachgiebigen Unterlage ruht und in seiner Mitte die Last 1 trägt übt einen Flächendruck auf die Einheit aus, von:

Gl. 48) $q = \frac{1}{2bL} = \frac{\alpha}{2b}$

und erleidet im Lastpunkte ein Biegemoment von

Gl. 49) $N = qb \frac{L^2}{2} = \frac{L}{4} = \frac{1}{4\alpha}$

Ersetzt man die Last 1 durch P so gehen die Ausdrücke für q und N über in $\frac{\alpha P}{2b}$ und $\frac{P}{4\alpha}$, d. h. sie nehmen die Werthe der Gl. 42 an, wenn dort μ und η gleich 1 sind (Lastpunkt). Die Wirkungen einer Einzellast P in ihrem Angriffspunkte auf einen endlosen biegsamen Stab sind also gleich denen, welche sie auf einen unbiegsamen Stab gleicher Breite von der Länge $2L$ hervorbringt. Dieser Bedeutung von L entsprechend hat Schröter für L und $2L$ die Bezeichnungen Grundmaß des Langschwellenoberbaues und wirksame Stützlänge eingeführt⁷⁷⁾ und die Größe $2Lb$ wirksame Stützfläche genannt. Nimmt man ferner eine Einzellast an, die eine Einsenkung von 1 cm hervorbringt und bezeichnet diese als Gleissenkungsdruck, so wird dieser nach Gl. 42)

Gl. 50) $D_1 = 2L C b$.

Für die Schwelle kommt außer der Spannung im Querschnitte auch noch eine solche in dem durch den Schienenfuß gelegten Längenschnitte in Betracht, und ferner die hierdurch hervorgerufene Querbiegung. Bei einer Schienenfußbreite b_1 wird das Biegemoment im Längenschnitte:

Gl. 51) $M_s = \frac{1}{8} p_0 (b - b_1)^2,$

welcher Werth mit C zunimmt, während das Biegemoment im Querschnitte mit wachsendem C abnimmt.

Die Berücksichtigung der Querbiegung geschieht am einfachsten dadurch, daß in die Gleichungen für M, y und p an Stelle der wirklichen Schwellenbreite b die Breite b_0 eines unbiegsamen Stabes eingesetzt wird, der bei gleicher Be-

77) Organ 1894, Erg.-Heft S. 271.

astung dieselbe Senkung erleidet wie der biegsame Stab von der Breite b . Es ist also zu setzen:

Gl. 52) $\frac{b}{b_0} = \frac{1}{2} \alpha_0 b (\eta_0) = \beta (\eta_0)$ und $b_0 = \frac{b}{\beta (\eta_0)}$,

wobei $\beta = \frac{1}{2} \alpha_0 b$ bezüglich der Breite eine ähnliche Bedeutung hat, wie λ bezüglich der Länge und α_0 bei einer Schwellenstärke d

Gl. 53) $\alpha_0 = \sqrt[4]{\frac{3 C}{E d^3}}$ wird.

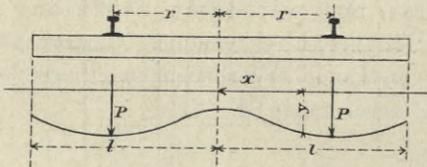
Am stärksten nimmt in Folge der Querbiegung der Bettungsdruck zu, bei Hilf'schen Schwellen etwa um 7% und 18 % für $C = 3$ und 8. Die Spannungszunahme der Schienen und Schwellen ist dagegen weniger bedeutend.

II. c) Querschwellen oberbau.

Die Berechnung der Querschwelle kann annähernd nach den für die Langschwelle gültigen Formeln ausgeführt werden; sie ist ein endlicher Stab mit zwei in festem Abstände und symmetrisch zur Mitte stehenden gleichen Lasten (Textabb. 84).

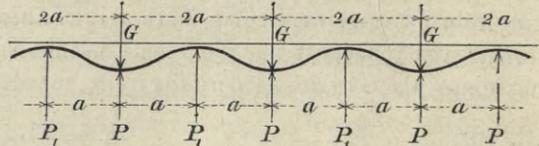
Der Werth $\xi = \alpha x$ wird daher für die Schwellenmitte = 0, für den Lastpunkt $\varrho = \alpha r$ und für das Schwellenende $\lambda = \alpha l$. Für die ungünstigste Belastung

Fig. 84.



Lastzustand der Querschwelle.

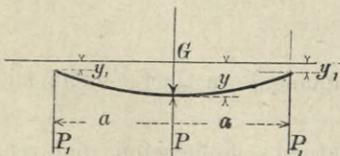
Fig. 85.



Belastungsfall a der Querschwelle.

der Schwelle kommt die in den Textabb. 85 und 86 dargestellte Lastanordnung in Betracht.

Fig. 86.



Belastungsfall b der Querschwelle.

Der Schienendruck auf die Schwelle ist von der Steifigkeit der Schiene und der Schwelle abhängig.

Die Steifigkeit der Schiene findet Ausdruck durch den Schienensenkungsdruck:

Gl. 54) $B = \frac{6 E J}{a^3}$

d. i. die Kraft, welche sie bei einem Schwellenabstände a um 1 cm zu biegen vermag. Ebenso wird die Steifigkeit der Schwelle durch den Schwellensenkungsdruck, d. i. die Kraft, welche sie in ihrem An-

griffspunkte um 1 cm in die Bettung eindrückt, gemessen und durch Ableitung aus Gl 45) zu:

Gl.) 55 $D = \frac{C b l}{\alpha [\eta_\rho]}$ bestimmt.

In Gl. 55 haben die Größen C, b und α unter Bezugnahme auf die Querschwellen dieselbe Bedeutung wie in Gl. 41 und der Hilfswerth $[\eta_\rho]$ entspricht der Hilfsgröße (η).

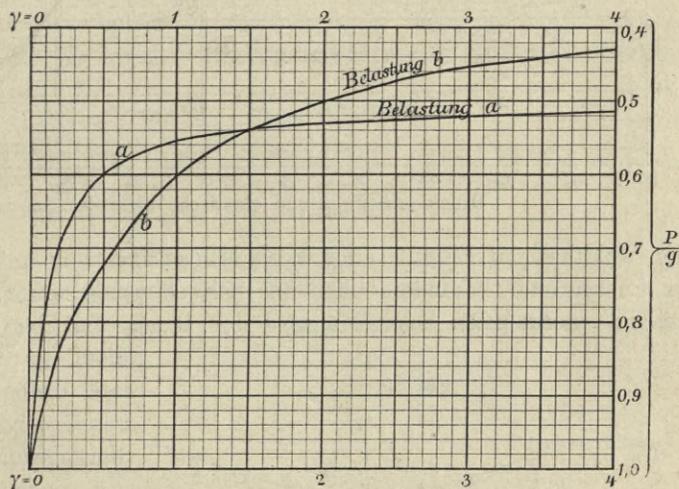
Der durch den Raddruck G hervorgerufene Schienenendruck P ist von dem Verhältnisse: $\gamma = \frac{B}{D}$ abhängig, dessen Werth bei den gebräuchlichen Oberbauanordnungen zwischen 0,5 und 4 schwankt. Der Schienenendruck wird:

für den Belastungsfall a (Textabb. 85) für den Belastungsfall b (Textabb. 86)

Gl. 56) . . . $P_a = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} G$ $P_b = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G.$

Aus Textabb. 87 ist die Abhängigkeit des Verhältnisses P/G von dem Werthe γ zu ersehen; für $\gamma < 1,5$ er giebt Belastung b (Textabb. 86), für $\gamma > 1,5$ Belastung a (Textabb. 85) größere Schienen drücke.

Fig. 87.



Abhängigkeit des Schienendruckes von der Last.

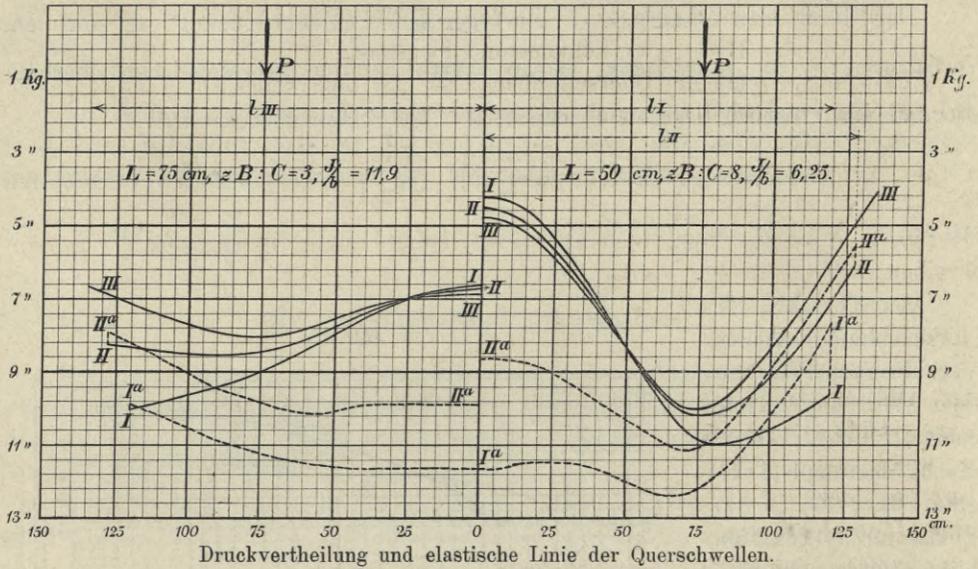
Aus Gl. 45 lassen sich unter Einsetzung des jeweiligen Höchstwerthes für P aus Gl. 56, für die Senkung, den Bettungsdruck und das Biegemoment der Schwelle, die folgenden Gleichungen ableiten.

Es wird:

	in der Mitte	im Lastpunkte	am Ende der Schwelle	
	d. h. für $\xi = \alpha x = 0$	$q = \alpha r$	$\lambda = l \alpha$	
Gl. 57)	{	die Senkung: $y_0 = \frac{\alpha P}{C b} [\eta_0];$	$y_r = \frac{\alpha P}{C b} [\eta_r]$	$y_l = \frac{\alpha P}{C b} [\eta_l]$
		der Druck: $p_0 = \frac{\alpha P}{b} [\eta_0];$	$p_r = \frac{\alpha P}{b} [\eta_r]$	$p_l = \frac{\alpha P}{b} [\eta_l]$
		das Moment: $M_0 = \frac{P}{2 \alpha} [\mu_0];$	$M_r = \frac{P}{2 \alpha} [\mu_r]$	$M_l = 0$

In Textabb. 88 ist die nach den Gl. 57 ermittelte Druckvertheilung, bezw. elastische Linie für Schwellen von 2,40 m, 2,55 m und 2,70 m Länge dargestellt und zwar links für $L = 75$, also für nachgiebige Bettung und steife Schwellen, rechts für feste Bettung und biegsame Schwellen ($L = 50$). Die ausgezogenen Linien stellen die Biegungsverhältnisse der gleichmäßig unterstopften, die gestrichelten die der in der Mitte hohl liegenden kürzeren Schwellen dar und lassen

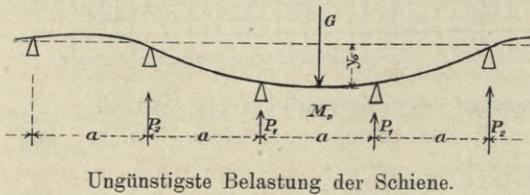
Fig. 88.



den wohlthätigen Einfluss einer Schwellenverlängerung auf die Druckverminderung im Lastpunkte, besonders aber am Schwellenende erkennen. Bei kurzen gleichmäßig unterstopften Schwellen wird der Druck am Schwellenende gegenüber der

Mitte so bedeutend, dass daselbst bald bleibende Verdrückungen eintreten werden, welche eine unruhige Gleislage und Spurerweiterungen nach sich ziehen. Diesem Ueberwiegen des Druckes am Schwellenende kann zwar durch das Nichtunterstopfen der Schwellenmitte abgeholfen werden, es geschieht dies aber unter Steigerung

Fig. 89.



ung des Druckes auf vorher weniger belasteten Theilen und unter erheblicher Vermehrung des Höchstdruckes, sodass die Sachlage dadurch um so weniger gebessert wird, als die Bettung nach der nicht gestopften Mitte ausweichen kann. Das sicherste Mittel zu einer ruhigen Schwellenlage ist somit die Wahl einer auskömmlichen Schwellenlänge.

Die Beanspruchung der Schiene wird bei der in Textabb. 89 dargestellten Belastung am größten. Biegemoment und Durchbiegung im Lastpunkte werden:

$$\text{Gl. 58) } \left\{ \begin{aligned} M_0 &= \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot G \frac{a}{4} = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \mathfrak{M}_0 \\ y_0 &= \frac{16\gamma^2 + 112\gamma + 11}{32\gamma(2\gamma + 5)} \cdot \frac{G}{D}, \end{aligned} \right.$$

wobei \mathfrak{M}_0 das Moment eines nur in zwei Punkten gestützten in der Mitte mit G belasteten Trägers ist. Das Verhältnis $\frac{M_0}{\mathfrak{M}_0}$ nimmt, wie Textabb. 90 erkennen läßt, mit γ zu, also mit steifer Schiene und biegsamer Schwelle.

Führt man auch beim Querschwellengleise den Begriff des Gleissenkungsdruckes ein, so wird dieser nach Schröter⁷⁸⁾:

$$\text{Gl. 59) } \dots \dots \dots D_q = \frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} \cdot \frac{Cb}{\alpha[\eta_\rho]}$$

Diesen Ausdruck kann man auch, wie beim Langschwelenoberbau $2 L_q C b$ schreiben, wenn man den Werth

$$\frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} \cdot \frac{1}{2\alpha[\eta_\rho]} = L_q$$

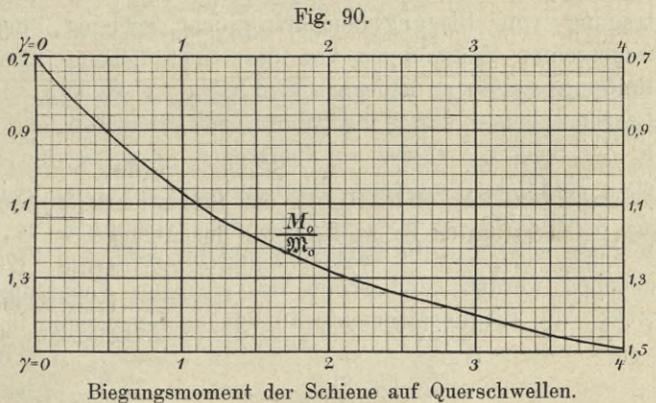
setzt. Die Größen L_q , $2 L_q$ und $2 L_q b$ sind dann das Grundmaß, die wirksame Stützlänge und die wirksame Stützfläche des Querschwellenoberbaues.

Schröter hat auch theoretische Untersuchungen darüber angestellt, unter welchen Voraussetzungen in Hinsicht auf die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Gleises eine Gleisverstärkung durch Verstärkung der Schiene, oder der Unterschwellung

zweckmäßiger erscheint. Wenn T und t das schienenmetrische Gewicht einer starken und einer schwachen Unterschwellung ist, welche eine schwache bzw. starke Schiene mit einem metrischen Gewichte r und R unterstützen, so ergibt sich bei ähnlichen Schienen und gleichen Schienen- und Schwellengewichtspreisen für gleiche Tragfähigkeit die Bedingung:

$$\text{Gl. 60) } \dots \dots \left(\frac{T}{t} - 1 \right) 100 > \left(\frac{R}{r} - 1 \right) 100 \text{ und für gleiche Steifigkeit:}$$

$$\left(\frac{T}{t} - 1 \right) 100 < \left(\frac{R}{r} - 1 \right) 100.$$



78) Organ 1894, Erg.-Heft S. 271.

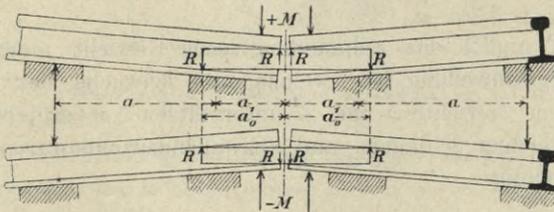
Für die Erhöhung der Tragfähigkeit eines Gleises ist also eine Schienenverstärkung, zur Erhöhung der Steifigkeit eine Schwellenverstärkung (Vermehrung) zweckmäßiger. Da, soweit die Gestaltung des Gleises in Betracht kommt, die aus der Bewegung der Betriebslasten hervorgehenden zusätzlichen Belastungen vorzugsweise durch ungenügende Steifigkeit verschuldet werden, demnächst aber auch die von der Tragfähigkeit der Schienen abhängigen Spannungen erhöhen, so ist eine Verstärkung der Unterschwellung im Allgemeinen einer Schienenverstärkung vorzuziehen.

II. d) Schienenlaschen.

Die Laschen sollen die Verschiebung und Verdrehung der Schienenenden gegen einander verhüten, damit auch am Stofse eine stetige Bahn erhalten bleibt. Vollkommen läßt sich dieses Ziel aber nur bei fester Verbindung der Laschen mit den Schienen erreichen, was mit Rücksicht auf die unter dem Einflusse der Wärme stattfindenden Längenänderungen der Schienen nicht zulässig ist. Die Flächen, in denen die Kräfte von dem einen auf das andere Schienenende übertragen werden, müssen daher der Schienenachse gleichlaufend und die fraglichen Kräfte rechtwinkelig zur Stabachse gerichtet sein. Die Laschen sind somit zur Uebertragung von Biegemomenten nicht geeignet, denn zur Uebertragung von wagerechten Spannungen von der einen Schiene auf die andere steht nur die Reibung zwischen Schiene und Lasche zu Gebote, die selbst bei ganz dichtem Laschenschlusse dieser Aufgabe nicht gewachsen ist. Die wagerechte Spannung in der Schiene, welche zu übertragen wäre, beträgt bei mäßiger Beanspruchung etwa 15000 kg, während der Reibungswiderstand zwischen Schiene und Laschen im günstigsten Falle zu 3200 kg anzunehmen ist⁷⁹⁾. Selbst bei festem Laschenschlusse wird also die Stetigkeitsunterbrechung am Stofse nur gemildert, nicht aufgehoben werden, und schon bei geringer Abnutzung der Laschenanlegeflächen sinken die Biegemomente an den Schienenenden bis zu Null herab.

Eine genaue Berechnung der Laschen ist bisher noch nicht gelungen, weil das Gesetz der Druckvertheilung über die Anlageflächen noch nicht erforscht ist. Jedenfalls greifen aber die zu übertragenden Kräfte selbst bei dichtem Laschenschlusse vorzugsweise an den Enden der Schienen und der Laschen an und bei vorhandenen Spielräumen zwischen den

Fig. 91.



Beanspruchung der Schienenlaschen.

Anlageflächen ist das in verstärktem Mafse der Fall. Hierauf gründet Zimmermann sein Verfahren zur Berechnung der Laschen, bei welchem der Einfluß der Spiel-

⁷⁹⁾ Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1892, S. 56.

räume berücksichtigt und angenommen wird, die Laschendrücke wirkten als Einzelkräfte nahe bei den Enden der Schienen und Laschen (Textabb. 91). Die ungünstigste Beanspruchung der Laschen tritt ein, wenn eine Einzellast unmittelbar am Stofse wirkt.

Wenn die Werthe b, C, L, J, P und E ihre in den Gl. 39 bis 42 erscheinende Bedeutung behalten und an Stelle der Hilfswerthe μ und μ^1 aus den Gl. 42 und 47 für die Laschenverbindung die Hilfsgrößen μ_α und μ_α^1 gesetzt worden, welche in derselben Weise von einem Werthe $\alpha = \frac{a_0}{L}$ abhängig sind, wie jene Größen von ξ abhängig waren, so wird bei ungünstigster Belastung der Laschendruck an den Enden und in der Mitte der Laschen beim Langschwellerbau:

$$\text{Gl. 61) } \dots \dots R = \frac{\frac{1 + \mu_\alpha^1}{4 \alpha^2} P - \frac{1}{\alpha^2} \frac{E J}{L^3} \varepsilon}{\frac{5 + 8 \mu_\alpha^1 + 2 \mu_\alpha^{1^2} + \mu_\alpha^2}{8 \alpha^2} + \frac{\alpha J}{3 i}}$$

und das Biegemoment in der Laschenmitte:

$$\text{Gl. 62) } \dots \dots M_I = R a_0 = \frac{\frac{1 + \mu_\alpha^1}{\alpha} \cdot \frac{P L}{4} - \frac{1}{\alpha} \frac{E J}{L^2} \varepsilon}{\frac{5 + 8 \mu_\alpha^1 + 2 \mu_\alpha^{1^2} + \mu_\alpha^2}{8 \alpha^2} + \frac{\alpha J}{3 i}}$$

Dabei ist i das Trägheitsmoment der Laschen und ε der mittlere Gesamtspielraum zwischen Laschen und Schienen. In Gl. 62) ist der Ausdruck $PL : 4$ gleich dem Biegemomente M_0 aus Gl. 43).

Für Querschwellenoberbau werden die Größtwerthe von Laschendruck und Biegemoment, wenn $\gamma = \frac{B}{D}$ und G die für Gl. 56) und ε und i die bei Gl. 61) und 62) gegebene Bedeutung behalten:

$$\text{Gl. 63) } \dots \dots R = \frac{\frac{(1 + 2 \alpha_1) \gamma + (2 + 3 \alpha_1) \alpha_1 - \alpha_0^2}{4 \alpha_0} G - \frac{\varepsilon}{2 \alpha_0^2} B}{1 + \gamma + 3 \alpha_1 - \alpha_0 \left(2 - \frac{J}{i}\right)}$$

$$\text{Gl. 64) } \dots \dots M_I = R \cdot a_0 = \frac{[(1 + 2 \alpha_1) \gamma + (2 + 3 \alpha_1) \alpha_1 - \alpha_0^2] G \frac{a}{4} - \frac{\varepsilon}{2 \alpha_0} B \cdot a}{1 + \gamma + 3 \alpha_1 - \alpha_0 \left(2 - \frac{J}{i}\right)}$$

wobei $\alpha_0 = \frac{a_0}{a}$ und $\alpha_1 = \frac{a_1}{a}$ das Verhältniß der halben Laschenlänge, bezw. des halben Abstandes der Stofschweller zum Abstände der benachbarten Schwellen darstellt (Textabb. 91).

Für die Berechnung neuer Laschen sind die Spielräume gleich Null zu setzen, sodafs die Ausdrücke mit ε ausfallen und die Werthe R und M_I ihre Höchstgrenze erreichen. Mit zunehmendem ε wird aber die Wirksamkeit der Laschen

beeinträchtigt und schliesslich von einem Grenzwerte ε_0 ab ganz aufgehoben, Zwischen $\varepsilon = 0$ und $\varepsilon = \varepsilon_0$ giebt es eine Grenze des unschädlichen Spielraumes ε_g , bei welcher sich das Ende der Anlaufschiene unmittelbar vor dem Uebertritte des Rades noch fest gegen die obere Laschenfläche legt, sodafs ein Niederhämmern des vorstehenden Schienenkopfes auf die Lasche noch eben vermieden wird. Zimmermann berechnet den Werth ε_g unter verschiedenen Annahmen und zeigt, dafs er mit der Last P abnimmt. Die Grenze des unschädlichen Spielraumes ist also z. B. bei Wagenachsen kleiner als bei Lokomotivachsen und sinkt bis auf 0,03 mm herab. Der thatsächlich bemerkbare unverhältnismässig schädliche Einfluss der Wagenachsen auf die Haltbarkeit der Stofsverbindungen, ist also auch wissenschaftlich zu erklären.

Bei langen Laschen ist zwar das Biegemoment gröfser, als bei kurzen, aber der Laschendruck nimmt beträchtlich ab, lange Laschen werden auch von den schädlichen Einwirkungen der Spielräume weniger betroffen, als kurze.

Aus dem Ausdrucke, den Zimmermann für den Neigungswinkel der Schienenenden entwickelt, geht hervor, dafs die Laschen eine weit über das gewöhnliche Mafs hinausgehende Stärke besitzen müfsten, wenn der Winkel beim Uebergange eines Rades Null, d. h. die Stetigkeit der Bahn gewahrt sein sollte. Für Langschwellige wird nämlich für den Werth $\alpha = 0$ bis 0,5 das Verhältnis $\frac{J}{I} = 0,5$ bis 0,16 und für Querschwellenoberbau sinkt es sogar noch weiter herab.

Für Querschwellenoberbau wird der Neigungswinkel (schädliche Winkel):

$$\text{Gl. 65)} \quad \nu_1 = -\frac{\frac{1}{2} G}{B a} \left\{ (1 + 2 \alpha_1) \gamma + (2 + 3 \alpha_1) \alpha_1 \right\} \\ + \frac{2 R a_0}{B \cdot a} \left\{ 1 + \gamma + 3 \alpha_1 - \frac{3}{2} \alpha_0 \right\}$$

Das erste Glied dieser Gleichung stellt die Neigung der unverlaschten, am Stofse mit G belasteten Schiene dar, während das zweite Glied den die Unstetigkeit vermindern den Einfluss der Laschen ausdrückt. Setzt man für das erste Glied ν_1 , und für das zweite $\Delta \nu_1$, so kann Gl. 65) geschrieben werden:

$$\text{Gl. 66)} \quad \nu_1 = \nu_1 + \Delta \nu_1 = \nu_1 (1-w) \text{ wenn } \frac{\Delta \nu_1}{-\nu_1} = w$$

gesetzt wird. Der Werth w ist bei den üblichen Laschenanordnungen kleiner, als 1, erreicht er diesen Werth, so wird ν_1 Null, d. h. es herrscht volle Stetigkeit. Man kann die Gröfse w daher den Wirkungsgrad der Laschen nennen.

II. e) Einfluss der bewegten Last.

Die Wirkungen der ruhenden Last, welche den Oberbauberechnungen zu Grunde gelegt zu werden pflegt, werden durch die lothrechten Kräfte, welche durch die Lastbewegung hervorgebracht werden, mannigfach verändert. Die Bewegungswirkungen äufsern sich nach drei Richtungen:

1. Verstärkte Schwankungen der Tragfedern. Diese treten in Folge der störenden Bewegungen der Lokomotiven, der ungleichen Senkung der beiden Schienenstränge, sowie mangelhafter Gleislage oder Fahrzeugbeschaffenheit ein, und äußern sich nach Versuchen von Michel und Brière⁸⁰⁾ in Schwankungen der Achsbelastung bis zur Größe von $\pm 0,63$ des Raddruckes.

2. Die lothrechten Schwingungen des biegsamen Gleises bringen ebensolche Schwingungen der Räder hervor; ihr Einfluss ist theoretisch von Phillips, Winkler und Löwe⁸⁰⁾ mit zunehmender Geschwindigkeit anwachsend bis zu 22% des Raddruckes ermittelt worden.

3. Die Druckveränderungen der Lokomotivräder in Folge Einwirkung der Fliehkräfte der Gegengewichte⁸¹⁾ erreichen ein Maß von $\pm 0,50$ des Raddruckes⁸⁰⁾.

Unter Einrechnung der Ruhelast kann also ein bewegtes Rad eine lothrechte Gesamtbelastung von 2,35 der Ruhelast ausüben.

Da diese Einwirkungen zum nicht geringen Theile von der Nachgiebigkeit des Gleises und der Bettung abhängen, so werden sie durch ein steifes Gleis wesentlich vermindert.

Die Bewegung der Last äußert sich außerdem noch durch Seitenkräfte auf das Gleis. Diese rechnerisch oder durch Versuche zuverlässig festzustellen, ist bisher noch nicht gelungen, sie hängen sowohl von der Bauart der Lokomotiven, wie von der Seitensteifigkeit des Gleises ab und werden endlich auch durch den Lauf der Fahrzeuge durch Gleisbögen hervorgebracht. Selbst wenn man mit Fuchs⁸²⁾ und Wöhler⁸³⁾ eine Seitenkraft von 0,52 und 0,67 der Achsbelastung annehmen will, eine Annahme die vielfach als zu hoch angesehen wird⁸⁴⁾, so ist doch zu beachten, daß solche hohen Seitenkräfte durch entlastete Achsen hervorgebracht, die stärksten lothrechten Drucke aber durch überlastete Achsen erzeugt werden. Die Schiene hat daher den beiden Beanspruchungen niemals gleichzeitig zu widerstehen. Die Befestigungsmittel der Schienen auf den Schwellen müssen diesen Seitenkräften, die am Schienenkopfe auf Kanten um den Schienenfuß wirken, zu widerstehen vermögen. Die Berechnung des erforderlichen Widerstandes erfolgt in bekannter Weise nach dem Hebelgesetze.

II. f) Zahlen-Beispiele.

f) 1. Langschwellen-Oberbau.

Bei dem Hilf'schen und Hohenegger'schen Langschwellen-Oberbau mit 118 mm und 125 mm hoher Schiene ist die Schwellenbreite $b = 300$ mm

⁸⁰⁾ Ast, Die Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1893, S. 6 u. ff.

⁸¹⁾ Band I, S. 233.

⁸²⁾ Organ 1886, S. 10, 87 u. 120.

⁸³⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1858, Versuche zum Messen der Biegung und Verdrehung der Eisenbahnwagenachsen.

⁸⁴⁾ Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, S. 12, 13.

und die Schwellendicke $d = 8$ und 9 mm; die Trägheits- und Widerstandsmomente sind:

für die	Hilf	Hohenegger
Schiene	$J_{si} = 633,7 \text{ cm}^4$; $W_{si} = 98,0 \text{ cm}^3$	$J_{si} = 775 \text{ cm}^4$; $W_{si} = 120,1 \text{ cm}^3$
Schwelle	$J_{sw} = 102,2 \text{ cm}^4$; $W_{sw} = 25,8 \text{ cm}^3$	$J_{sw} = 154 \text{ cm}^4$; $W_{sw} = 79,6 \text{ cm}^3$
Zusammen	$J = 735,9 \text{ cm}^4$	$J = 929 \text{ cm}^4$

Setzt man $E = 2000000 \text{ kg/qcm}$, so wird die wegen der Querbiegung einzusetzende verminderte Schwellenbreite b_0 (Gl. 52), wenn man die Werthe für (η_0) aus den Zimmermann'schen Tabellen entnimmt

bei $C = \dots$	Hilf		Hohenegger	
	3.	8.	3.	8.
$b_0 = \frac{b}{\beta(\eta_0)} = \frac{2}{\sqrt[4]{\frac{3C}{Ed^3}(\eta_0)}} =$	276,0	247,1	280,4	259,5 mm

Diese Werthe von b_0 sind nun in die Gl. 41), 42) einzusetzen, um Moment, Eindruckung und Bettungsdruck zu erhalten. Für eine Einzellast auf endlosem Stabe werden diese Werthe im Lastpunkte am größten, d. h. für $\mu = \eta = 1$, und zwar wird aus

$$L = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{Cb_0}} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 91,92 & 73,95 & 97,40 & 79,06 \text{ cm} \\ \hline \end{array}$$

für einen Raddruck $P = 7000 \text{ kg}$

$$\begin{array}{l} M_0 = \frac{PL}{4} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 160\ 860 & 129\ 430 & 170\ 450 & 138\ 390 \text{ cmkg} \\ \hline \end{array} \\ y_0 = \frac{P}{2LCb_0} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0,460 & 0,239 & 0,399 & 0,213 \text{ cm} \\ \hline \end{array} \\ p_0 = Cy_0 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1,380 & 1,912 & 1,197 & 1,704 \text{ kg} \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Aus dem Momente ergibt sich die Spannung der äußersten Faser der Schiene (σ_{si}) und der Schwelle (σ_{sw}) zu

$$\begin{array}{l} \sigma_{si} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{si}}{W_{si}} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1408 & 1132 & 1083 & 879 \text{ kg qcm} \\ \hline \end{array} \\ \sigma_{sw} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{sw}}{W_{sw}} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1047 & 842 & 941 & 764 \text{ ,,} \\ \hline \end{array} \end{array}$$

f) 2. Querschwellen-Oberbau.

2. α) Berechnung der Schiene.

Der Berechnung soll der preufsische Staatsbahn-Oberbau Nr. 8^a (Textabb. 126 S. 162) und der Belgische Staatsbahn-Oberbau (Textabb. 132 S. 163) zu Grunde gelegt werden. Ersterer hat eine Schiene von 41 kg/m Gewicht mit einem Trägheitsmomente von $J = 1352 \text{ cm}^4$, die auf 2,70 m langen rechteckigen Schwellen von 26 zu 16 cm Stärke ruht. Der Schwellenmittenabstand beträgt je nach der Streckenbelastung und dem Untergrunde 850 mm, oder 785 mm. Die Schiene der belgischen Staatsbahn ist 52 kg/m schwer (Goliathschiene), hat ein Trägheitsmoment von 1707 cm^4 und liegt auf halbkreisförmigen 2,60 m langen Schwellen von 28 cm Breite und 800 mm Mittenabstand.

Es ist also in	Preußen				Belgien	
Der Schwellenbestand a =	85,0		78,5		80,0 ^{cm}	
und es wird $B = \frac{6 EJ}{a^3} =$	26419		33539		40 007 ^{kg}	
für die Bettungsziffer C =	3	8	3	8	3	8
wird D (aus den Zimmermann'schen Tafeln)						
$\frac{C b l}{\alpha [\eta_\rho]} =$	10000	25000	10000	25000	9710	22800 ^{kg}
und $\gamma = \frac{B}{D} =$	2,64	1,06	3,35	1,34	4,12	1,76

Unter Einsetzung dieser Werthe für γ in die Gl. 58) erhält man für das größte Biegemoment, die größte Faserspannung und die größte Durchbiegung der Schiene die Werthe:

$M_o =$	203493	161842	198372	158256	207760	173600 ^{cmkr}
$\sigma =$	1054	838	1027	820	896	748 ^{kg/qcm}
$y_o =$	3,36	1,71	3,14	1,60	3,10	1,67 ^{mm}

woraus zu ersehen ist, dafs der Einfluss der Bettung um so kleiner wird, je kräftiger die Schiene ist.

2. β) Berechnung von Querschwellen.

Es sollen eiserne Querschwellen der preufsischen und badischen Staatsbahnen in Vergleich gestellt werden, erstere vom Oberbau 8^a (Textabb. 126 S. 162) 2,70 m lang, 58,3 kg schwer, mit einem Trägheitsmomente $J_{sw} = 147,9 \text{ cm}^4$ und einer untern Breite $b = 232 \text{ mm}$, letztere vom Oberbau von 1893, 2,40 m lang, 70 kg schwer mit einer untern Breite $b = 230 \text{ mm}$ und

einem Trägheitsmomente $J_{sw} = 302 \text{ cm}^4$. Die zugehörige Schiene hat ein Gewicht von 44 kg/m, ein Trägheitsmoment $J_{si} = 1485 \text{ cm}^4$ und der größte Schwellenmittenabstand a beträgt 78 cm.

	Preußen				Baden	
	3	8	3	8	3	8
Es ist $a =$	85		78,5		78 cm	
$\frac{J_{sw}}{b} =$	6,37		6,37		13,13 cm^3	
und $B = \frac{6 E J_{si}}{a^3} =$. . .	26419		33539		37552 kg/cm	
Für die Bettungsziffer $C =$ ergibt sich D aus Zimmermann's Tafeln zu . .	8100	18300	8100	18300	7600	18800
und hiernach wird $\gamma = \frac{B}{D} =$	3,26	1,44	4,14	1,83	4,94	2,00

Für die Bestimmung des Schienendruckes ist also nur für den preussischen Oberbau mit 85 cm Schwellenabstand und die Bettungsziffer 8 der Belastungsfall b (Textabb. 86 und 87) in Betracht zu ziehen, für alle anderen Fälle der Belastungsfall a (Textabb. 85). Der Schienendruck wird aus Gl. 56):

$P =$	3,62	3,84	3,60	3,72	3,50	3,70 ^t
und daraus $\frac{P}{b} =$	0,156	0,166	0,155	0,160	0,145	0,153
ferner wird $L =$	64,2	50,2	64,2	50,2	77,0	60,2 cm

Aus Gl. 57) berechnen sich hiernach unter Benutzung der Zimmermannschen Tabellen die Senkungen und aus den Momenten die Spannungen in der äußersten Faser:

Senkung	{ in der Mitte . . .	3,28	0,99	3,25	0,96	3,23	1,05 mm
	{ im Lastpunkte . . .	4,42	2,08	4,39	2,01	4,35	1,86 „
	{ am Ende	3,17	0,84	3,15	0,81	4,77	1,95 „
Spannung	{ in der Mitte . . .	795	713	789	691	843	653 kg/cm^2
	{ im Lastpunkte . . .	1579	1554	1568	1506	779	878 „

Man ersieht auch hieraus den schon in (Textabb. 88 S. 131) gezeigten großen Einfluß der Schwellenlänge auf deren Einsenkung und Faserspannung, besonders bei nachgiebiger Bettung für $C = 3$, wo bei den kurzen badischen Schwellen, obgleich sie viel kräftiger sind, als die preussischen, die Senkung am Ende die entsprechenden Werthe im Lastpunkte nicht nur der badischen, sondern auch der preussischen Schwellen übersteigt und auch die Schwellenspannung in der Mitte nicht nur größer ist, als bei den preussischen Schwellen, sondern auch die eigene Spannung im Lastpunkte übersteigt.

2. γ) Berechnung einer Laschenverbindung.

Es seien die Stofsverbindungen der preussischen Staatsbahnen, Oberbau Nr. 6^d (Textabb. 126 S. 162) und 8^a (Textabb. 126 S. 162) mit denjenigen der sächsischen Staatsbahnen (Textabb. 128 S. 162) und der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen (Textabb. 127 S. 162) in Vergleich gestellt, unter Annahme einer Bettungsziffer $C = 8$ und bei Verwendung von Holzschwellen von 26 zu 16 cm Stärke und 2,70 m Länge bei den preussischen Staats- und den Reichsbahnen und 2,50 m Länge bei den sächsischen Staatsbahnen.

Es ist bei den:

	Preussischen Staatsbahnen		Sächsischen Staatsbahnen	Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen
	6 ^d	8 ^a		
das Trägheitsmoment der Schiene $J =$	1036,6	1352	1700	1092 cm ⁴
„ „ eines Laschenpaares $i =$	839,6	1206,6	410,5	980 cm ⁴
das Verhältnis $\frac{J}{i}$	1,23	1,12	4,14	1,11
der Stofschwollenabstand $2 a_1 =$	530	560	540	600 mm
„ Abstand der benachbarten Schwellen $a =$	638	620,5	680	760 mm
die Laschenlänge $2 a_0$	690	720	900	880 mm
hiernach wird $B =$	47900	67911	64880	29850
und $D =$	25000	25000	23300	25000
woraus $\gamma = \frac{B}{D} =$	1,92	2,72	2,78	1,19
ferner ist $\alpha_0 = \frac{a_0}{a} =$	0,54	0,58	0,66	0,58
und $\alpha_1 = \frac{a_1}{a} =$	0,42	0,45	0,40	0,39

Danach erhält man für neue dicht schließende Laschen, bei welchen $\varepsilon = 0$ und daher Laschendruck und Moment am größten werden, aus den Gl. 63, 64 und 66)

den Laschendruck R zu	3973	4195	2425	3213 kg
das Moment der Laschen am Schienestofse M_l	137080	151010	109120	141360 cmkg
und den Wirkungsgrad w	0,84	0,87	0,58	0,79
und endlich ergibt sich aus dem Momente die größte Laschenspannung zu	1215	979	1582	924 kg qcm

Man ersieht aus diesen Zahlen, welchen wohlthätigen Einfluss eine große Laschenlänge auf eine Ermäßigung des Laschendruckes ausübt, daß es aber zur Herabminderung der Laschenspannung durchaus nothwendig ist, das Trägheitsmoment der Laschen möglichst ebenso hoch zu bemessen, wie das der Schienen.

B. III. Herstellung und Entwässerung des Planums, der Bettung und der Bahnkronen auf der freien Strecke und auf den Bahnhöfen.

Bearbeitet von Schubert.

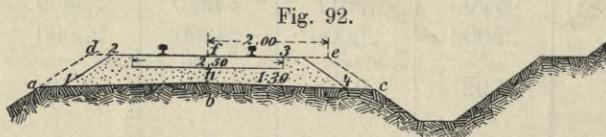
III. a) Erklärung.

Unter Planum einer Eisenbahn versteht man den Theil der Oberfläche des Erdkörpers, der sich zwischen den beiderseitigen Böschungsflächen befindet, (a, b, c Textabb. 92); es bildet die Unterlage für den Bettungskörper

(1, 2, 3, 4), der aus durchlässigem und frostsicherm Stoffe bestehen und die Aufgabe erfüllen soll, den von den Betriebslasten ausgehenden Druck vom Gleise auf den Erdkörper möglichst

gleichmäfsig zu übertragen. Die Oberfläche des Bettungskörpers (2, 3) nennt man die Bahnkronen und die Länge der durch die Schienenunterkante gelegten Linie d e zwischen ihren Schnittpunkten mit den beiderseitigen Böschungslinien die Kronenbreite.

Mit Bettungshöhe wird das Mafs h von Schwellenunterkante bis zur Oberfläche des Erdkörpers bezeichnet und die seitliche Neigung b a und b c gegen die Wagerechte giebt den Grad an, in welchem diese der Entwässerung wegen abgedacht wird.



Mafsstab 1 : 125. Planum.

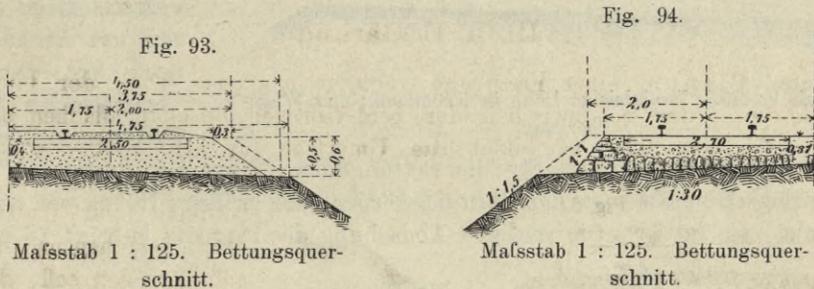
III. b) Gestaltung und Abmessungen des Planums und der Bettung.

Die Breite der Bahnkronen und des Planums richtet sich nach der Spurweite des Gleises, der Länge der Schwellen und der Höhe des Bettungskörpers. In den Nrm. 3 und 4 sowie in den T. V. 31 und 32 ist für Hauptbahnen bezüglich der

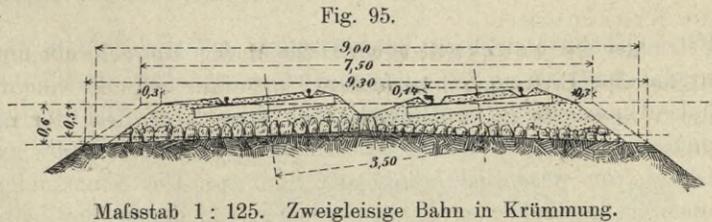
Abmessungen der Bettung festgesetzt, daß die Breite f e (Textabb. 92) mindestens 2 m, die Höhe h mindestens 20 cm betragen und das Planum entwässert sein soll. Für die Breite der Bahnkrone zwei- und mehrgleisiger Bahnen gelten die Vorschriften der T. V. 30 und der Nrm. 9, wonach der Mittenabstand zweier Gleise der freien Strecke 3,5 m betragen soll; sind mehr Gleise da, als zwei, so darf nur der Abstand zwischen zwei zusammengehörigen Gleisen 3,5 m betragen, sonst muß er 4,0 m sein. Auf den Bahnhöfen und Haltestellen soll der Abstand der Gleismitten $\geq 4,5$ m, wo Bahnsteige eingelegt werden, $\geq 6,0$ m sein.

Für die Abführung des bis zur Oberfläche des Erdkörpers durchsickernden Wassers genügt bei festem und frostsicherm Untergrunde eine seitliche Abdachung von 1 : 30 bis 1 : 25, welche man im Allgemeinen bei ein- und zweigleisigen Bahnen von der Mitte nach den beiden Seiten abfallen läßt. Bei mehrgleisigen Anlagen und auf den Bahnhöfen wird jedoch in der Regel die Grundfläche der Bettung wagerecht ausgeführt und die Entwässerung durch besondere Sickerschlitzze, gemauerte Kanäle oder Entwässerungsröhren bewirkt (S. 152).

Die Höhe des Bettungskörpers wird bei zweigleisigem Bahnkörper oft so gewählt, daß das geringste zulässige Maß von 0,20 m an dem der Mitte zugekehrten



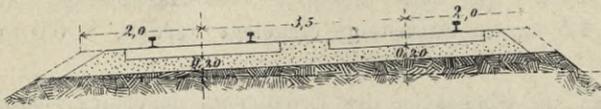
Schwellenende vorhanden ist und die Oberfläche des Erdkörpers nach der Mitte zu mit 1 : 25 bis 1 : 30 steigt und nach den Böschungen hin ebenso abfällt. So stellt Textabb. 93 einen bei der Eisenbahndirektion Hannover gebräuchlichen Querschnitt mit Ueberdeckung der Schwellen dar, und Textabb. 94 einen Querschnitt ohne diese Ueberdeckung. Bei Anordnung einer Packlage soll über dieser bis zur Unterkante der Schwellen eine Stopfhöhe von mindestens 10 cm aus Kies oder Kleinschlag vorhanden sein.



In scharfen Krümmungen pflegt man bei starker Ueberhöhung von 50 mm und mehr die Entwässerung eingleisiger Erdkörper nach einer Seite zu bewirken, eine Anordnung, die man auch bei zweigleisigen Bahnen benutzen kann, um die Höhe der Bettung unter der Schwelle nicht so sehr schwanken zu lassen, wie bei der in

Textabb. 95 dargestellten Bauweise. Bei letzterer Anordnung hat man außerdem noch den Nachtheil, daß die Schienenoberkanten der beiden Gleise nicht in einer Ebene liegen, ein Umstand, der bei Wegeübergängen für die Landfuhrwerke sehr lästig ist. Die Anordnungen nach Textabb. 96 und 97 verdienen in dieser Hinsicht den Vorzug, und zwar erstere bei geringerer Ueberhöhung, während letztere, bei

Fig. 96.

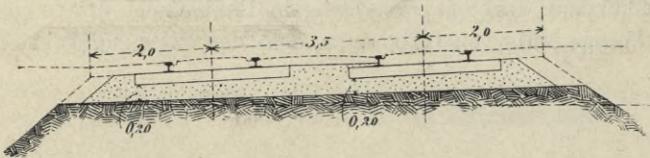


Mafsstab 1 : 125. Zweigleisige Bahn in Krümmung.

der die benachbarten Schienen der beiden Gleise in gleiche Höhe gelegt sind, bei stärkerer Ueberhöhung zu wählen ist. Der Längenschnitt des Wegeüberganges wird auf diese Weise durch Ein-

legung der 2 m langen Wagerechten zwischen den Gleisen günstiger gestaltet. Höhere Aufträge, die in den oberen Theilen aus widerstandsfähigem und frostsicherm Stoffe geschüttet sind, kann man mit Rücksicht auf das Setzen des

Fig. 97.

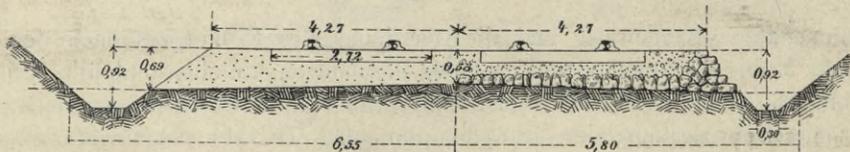


Mafsstab 1 : 125. Zweigleisige Bahn in Krümmung und Wegeübergang.

Erdkörpers entsprechend höher schütten, den Bettungskörper also von vornherein in geringerer Höhe ausführen, um ihn nach und nach mit dem fortschreitenden Setzen des Dammes zu erhöhen;

doch ist als geringstes Maß für die Bettungshöhe 10 cm einzuhalten. In England giebt man dem Bettungskörper eine gröfsere Höhe, wie aus Textabb. 98 zu ersehen ist. Die seitliche Abdachung des Planums beträgt 16 cm, die

Fig. 98.

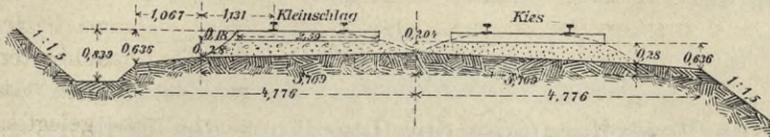


Mafsstab 1 : 125. Bettungsquerschnitt, England.

Bettungshöhe bis Schwellenoberfläche in der Mitte 53 cm und an den Seiten 69 cm, so daß bei 12,7 cm Schwellenstärke unter der Schwelle eine durchschnittlich 48,3 cm hohe Unterbettung, mithin reichlich doppelt so viel vorhanden ist, als bei den deutschen Bahnen. Dieser Umstand ist jedenfalls auf die gute Lage der englischen Gleise von wesentlich günstigem Einflusse. Die Abmessungen der Bettungskörper anderer festländischer Bahnen weichen von denen der deutschen nicht wesentlich ab; auch die amerikanischen Bahnverwaltungen geben dem Bettungskörper im Allgemeinen eine Höhe von 20 cm bis 25 cm unter Schwellen-Unterkante, gestalten jedoch dessen Oberfläche vielfach anders (Textabb. 99 und 100). Man legt keinen Werth auf die Verfüllung der Schwellenköpfe, läßt vielmehr den Bettungskörper behufs möglichst rascher Oberflächenentwässerung nach beiden Seiten flach ab-

fallen, besonders wenn nur wenig durchlässiger Bettungsstoff zu Gebote steht. Auf vielen, besonders westlichen Strecken wird das Gleis sogar ohne jede Bettung in den

Fig. 99.

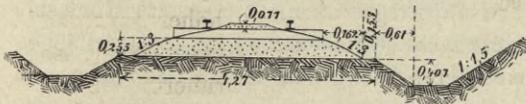


Mafsstab 1 : 125. Querschnitt der Pennsylvania-Bahn.

Erdkörper selbst hineingelegt und eine Verfüllung der Schwellen zur Ausführung gebracht, die ebenfalls wieder einen möglichst raschen Abflufs des Himmelwassers sichert (Textabb. 102).

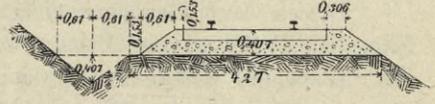
Diese Anordnungen, welche man in der ersten Zeit der Eisenbahnen in Europa

Fig. 100.



Mafsstab 1 : 125. Querschnitt der Illinois-Central-Bahn. Kies.

Fig. 101.

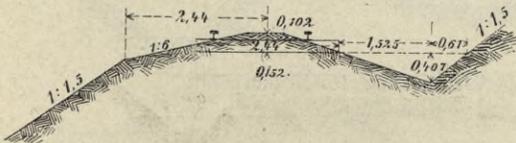


Mafsstab 1 : 125. Querschnitt der Illinois-Central-Bahn. Kleinschlag.

ebenfalls angewendet hat, können aber nur da zur Nachahmung empfohlen werden, wo durchlässige Bettung nicht zu erhalten ist. —

Vollspurigen Nebenbahnen giebt man in Deutschland eine Kronenbreite von 2 . 1,75 m, vollspurigen Kleinbahnen sogar nur 2 . 1,50 m, vergrößert dieses Maß

Fig. 102



Mafsstab 1 : 125. Querschnitt amerikanischer Bahnen ohne Bettung.

Fig. 103.



Mafsstab 1 : 125. Nebenbahn-Querschnitt, Direction Erfurt.

jedoch auf hohen Dämmen und in scharfen Krümmungen. Die Textabb. 103 und 104 stellen Querschnitte mit noch geringeren Abmessungen für Nebenbahnen dar, die im Direktionsbezirke Erfurt zur Ausführung gekommen und in Preussen für Bahnen mit geringem Verkehre zur allgemeineren Anwendung empfohlen worden sind.

Die Höhe der Bettung darf nach den T. V. und den Grz. f. N. auf 15 cm, bezw. 10 cm verringert werden, was jedoch nur bei gutem Untergrunde (Felsen, Kies, Sand) als zulässig erachtet werden kann, oder bei einer

Fig. 104.



Mafsstab 1 : 125. Nebenbahn-Querschnitte, Direction Erfurt.

entsprechend engern Schwellenlage, da die Bewegungen im Kieskörper sich sonst bis auf eine gröfsere Tiefe unter Schwellenunterkante erstrecken, und dann bei geringerer Bettungshöhe Verdrückungen der Oberfläche des Erdkörpers zu erwarten sind.

III. c) Die Veränderungen der Oberfläche des Erdkörpers bei ungenügender Höhe der Bettung.

Je gleichmäfsiger die Bettung den Gleisdruck vertheilt, desto weniger wird das Planum in seiner Form geändert, desto besser also die Entwässerung erhalten und Frostschaden verhütet. Da die Inanspruchnahme des Untergrundes meist gröfser ist, als bei anderen Bauwerken, so mufs man das Gleisbett und den unterliegenden Erdkörper aus solchem Stoffe wählen und so herstellen, dafs der Frost nachtheilige Wirkungen nicht ausüben kann.

Diesen Anforderungen genügt die für Haupteisenbahnen festgesetzte Mindesthöhe der Bettung von 20 cm und die gebräuchliche Abdachung der Oberfläche des Erdkörpers jedoch nicht, wenn dessen oberer Theil aus Thonboden oder aus einem andern, den Angriffen des Wassers und Frostes zugänglichen Stoffe besteht, denn seine Oberfläche wird durch die Belastung des Gleises umgestaltet. Das Wasser weicht den Boden nach und nach auf, und dieser giebt dann dem Drucke unter den Eisenbahnschwellen mehr und mehr nach, so dafs sich unter jeder Schwelle eine trogförmige Vertiefung bildet. (Textabb. 105 und 106).



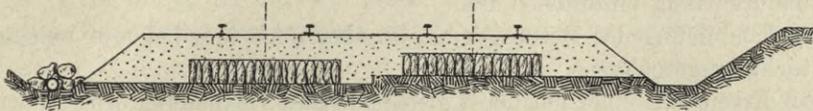
Wenn diese Vertiefung anfänglich auch nur klein ist, so wird sie doch zu einer Sammelstelle für das durch die Bettung sickernde Wasser, das die Tragfähigkeit des Bodens nun dauernd verringert.

Je nach der Menge der Niederschläge und der über das Gleis bewegten Last tritt diese Störung der Entwässerung langsamer oder rascher ein; durch den Frost wird sie noch erheblich beschleunigt.

Zur Vorbeugung gegen derartige Uebelstände hat man das Planum 15 cm bis 20 cm tiefer gelegt und es mit starker Packlage überdeckt, bei einer so geringen Verstärkung der Bettung bei reinem Thonboden einen dauernden Erfolg aber nicht in allen Fällen erzielt. Denn einerseits wurde die frostsichere Tiefe damit noch nicht erreicht, andererseits bohrten sich die meistens hochkant gestellten Steine in den unterliegenden weichen Boden ein, der auch zwischen ihnen hochquoll, wodurch dann grade das hervorgerufen wurde, was man vermeiden wollte, nämlich die Bildung von Unebenheiten auf der Bettungssohle.

Textabb. 107 zeigt den Querschnitt einer im Jahr 1879 in einem Thoneinschnitte einer zweigleisigen Eisenbahn mit lebhaftem Betriebe mit einer kräftigen, allerdings

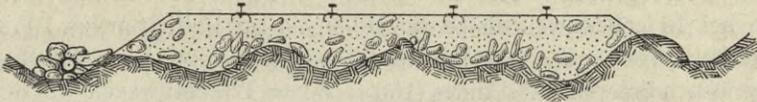
Fig. 107.



Mafsstab 1 : 125. Bettung mit neuer Packlage 1879.

seitlich nicht versteiften Packlage hergestellten Bettung und Textabb. 108 deren Gestalt im Jahre 1888. Ein Zeitraum von neun Jahren hatte somit genügt, die

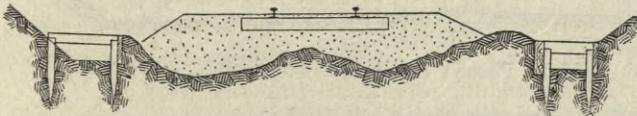
Fig. 108.



Mafsstab 1 : 125. Bettung der Textabb. 107 im Jahre 1888.

ganz bedeutende Umwandlung zu schaffen⁸⁵⁾. Der in Textabb. 109 dargestellte Querschnitt einer eingeleisigen, seit 1873 im Betriebe befindlichen Bahn läfst erkennen, wie sich auch beim

Fig. 109.

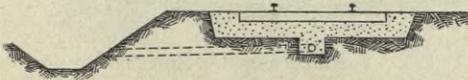


Mafsstab 1 : 125. Verdrücktes, eingeleisiges Planum.

Querswellenbau die Umbildung vollzieht, im Besondern, wie der thonige Untergrund seitlich in die Gräben gedrängt wird.

man diese Uebelstände durch Anlage einer grabenförmigen Vertiefung mitten unter dem Gleise zu vermeiden gesucht, in welche man Drainrohre legte, und

Fig. 110.

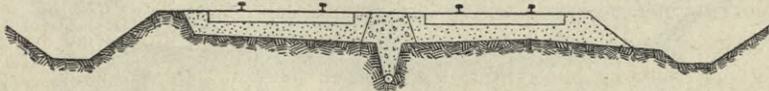


Mafsstab 1 : 150. Eingeleisiges Planum mit Entwässerungsgraben.

Mit mehr Erfolg hat von der aus man Stichrohre nach den Seitengräben⁸⁶⁾ führte, (Textabb. 110) ein Verfahren, das besonders früher üblich war, so lange der Bettungskörper seitlich durch undurchlässigen Boden begrenzt war, das aber auch bei durchlässiger Seitenbegrenzung verwendbar ist.

Bei zweigleisigen Bahnen traf man die Anordnung so, wie in Textabb. 111 angegeben ist und führte das Entwässerungsrohr mit Gefälle nach den beider-

Fig. 111.



Mafsstab 1 : 125. Zweigleisiges Planum mit Entwässerungsgraben.

seitigen Enden des Einschnittes. Letztere Anordnung ist als die zweckmäßigere zu bezeichnen, da bei ihr, falls der Graben hinreichend tief angelegt wird, eine

⁸⁵⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1889 Seite 558.

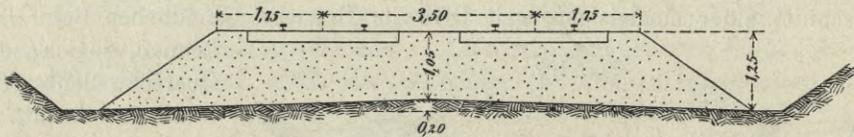
⁸⁶⁾ Heusinger, Handbuch f. sp. E.-T. Band I S. 83.

frostfreie Abführung des Wassers gesichert ist. Bei einer derartigen, sehr sorgfältig ausgeführten Entwässerung der Grundfläche der Bettung erscheint es sogar zulässig, von der Bestimmung T. V. 32,3 abzusehen, wonach die Bahnbettung nicht undurchlässig einzufassen ist.

Eine Umbildung der Bettungssohle ist aber auch hier bei sehr weichem Thonboden nicht ausgeschlossen.

Zur Erreichung einer möglichst gleichmäßigen Vertheilung des von der Zuglast ausgehenden Druckes und zur vollständigen Verhütung von Oberflächen-Umbildungen auch bei schlechtestem Untergrunde ist es geboten, zu der Bettungshöhe von 20 cm noch das Maß des Zwischenraumes zwischen zwei benachbarten Schwellen hinzu zu schlagen. Bei einem Schwellenabstande von 95 cm und 26 cm Schwellenbreite müßte die Bettungshöhe somit $20 + 95 - 26 = 89$ cm betragen, wodurch sich dann bei 16 cm Schwellenhöhe die Höhe bis zur Bahnkronen zu 105 cm ergibt, die frostsichere Tiefe also erreicht werden würde. Beim Langschwellenbau muß man des größern Schwellenabstandes ($150 - 30 = 120$ cm) wegen die Bettungssohle bis auf 140 cm unter Schwellenoberkante hinabführen⁸⁷⁾.

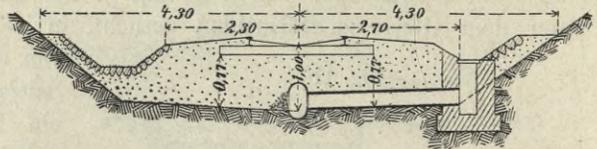
Fig. 112.



Maßstab 1 : 12,5. Planum für starke Bettung.

Will man bei dieser Anordnung die sonst gebräuchlichen tiefen Seitengräben beibehalten, so muß man ihnen beim Querschwellenbau eine Tiefe von 125 cm geben, den Erdkern zwischen ihnen vollständig entfernen und dem so gebildeten Planum nur das nöthige Gefälle nach beiden Seiten ertheilen (Textabb. 112).

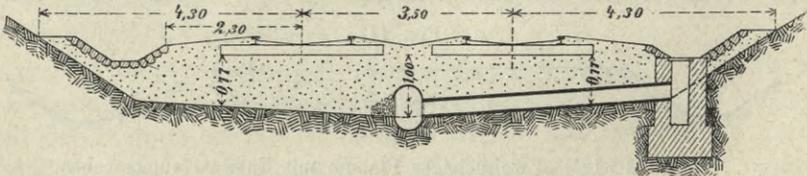
Fig. 113.



Maßstab 1 : 125. Verringerung der Einschnittbreite bei eingleisiger Bahn.

Wenn man dann zur Verringerung der Erdarbeiten die halbe Kronenbreite statt 2 m auch nur 1,75 m annimmt, so wird bei auch nur 0,25 m Sohlenbreite der Gräben die Einschnittbreite doch noch sehr bedeutend, und das kann in

Fig. 114.



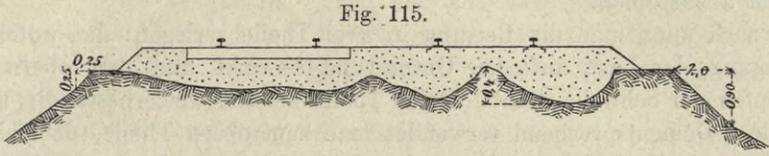
Maßstab 1 : 125. Verringerung der Einschnittbreite bei zweigleisiger Bahn.

manchen Fällen Anlaß geben, die in Textabb. 113 und 114 dargestellten Formen zu wählen. Diese schliessen jede Umbildung der Bettungssohle vollständig aus, gewähr-

87) Zeitschrift für Bauwesen 1889 Seite 571.

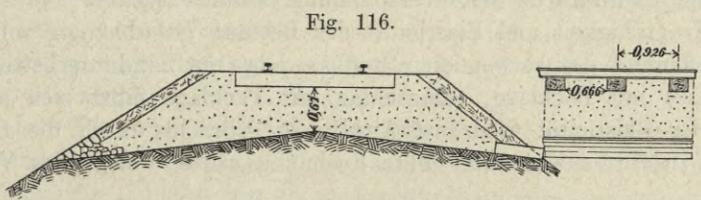
leisten eine frostsichere Ableitung des Wassers und schliessen außerdem noch eine erhebliche Verminderung der Erdarbeiten in sich, da die Breite des Einschnittes um etwa 3 m geringer angenommen werden kann.

Die Herstellung der Oberfläche der Dämme erfordert ähnliche Rücksichten, nur ist die Erreichung des Zweckes durch die mögliche Auswahl des Schüttungs-



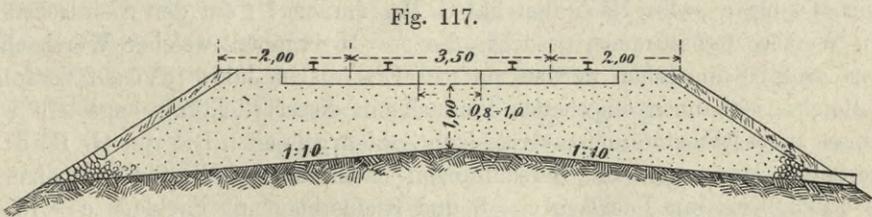
Mafsstab 1 : 125. Verdrückter Thondamm.

stoffes wesentlich erleichtert. Der obere Theil der Dämme soll, wenn irgend erreichbar, nur aus trockenem, oder durchlässigem und vollständig frostsicherm Boden geschüttet werden, da sonst ähnliche Veränderungen der Dammoberfläche eintreten, wie bei den Einschnitten. Der in Textabb. 115 dargestellte Querschnitt eines Thondammes



Mafsstab 1 : 125. Eingleisiger frostfreier Dammkopf.

einer seit 1873 im Betriebe befindlichen Eisenbahn läfst erkennen, in welcher Weise hier die Veränderungen der Bettungssohle vor sich gehen und auch, in wie viel stärkerem Mafse der Langschwelen-Oberbau solche Umbildungen hervorruft.



Mafsstab 1 : 125. Zweigleisiger frostsicherer Dammkopf.

Am besten ist es daher, den obern Theil des Dammes von 1,25 m unter Schienenunterkante ab bis zur gewöhnlichen Planumshöhe 36 cm unter Schienenunterkante aus Sand oder anderen durchlässigen und frostbeständigen Boden- oder Gesteinsarten herzustellen, wobei jedoch der unterliegende Erdkörper, sei es Thon oder ähnlicher Boden, zuvor gehörig seitlich abzuwässern ist (Textabb. 116 und 117).

III. d) Beschaffenheit der Bettung.

Die Bettung soll nicht nur dem Gleise eine feste Unterlage bieten und eine gleichmäßige Vertheilung des Druckes auf den unterliegenden Erdkörper gewährleisten, sondern sie soll auch ermöglichen, die Schwellen bei den in Folge des Betriebes eintretenden Senkungen wieder auf richtige Höhe zu bringen, d. h. mit der Stopfhacke fest anzustopfen.

Hiernach kann man die Bettung in zwei Theile zerlegen: den untern, der die Uebertragung der Last auf den Untergrund bewirkt und den obern, der zum Unterstopfen der Schwelle dient. Beide Theile müssen wetterbeständig und durchlässig sein. Dementsprechend verwendet man zum obern Theile, dem eigentlichen Stopfkörper, zweckmäßig nur Kies oder Steinschlag aus hartem Gestein, zu dem untern, dem Tragkörper, womöglich Packlage, oder falls aus Ersparnisrücksichten weder diese, noch Kies, noch Steinschlag genommen werden kann, Sandschüttung. Der Packlage sollte man eine Stärke von mindestens 10 cm geben, sie aber womöglich stärker machen. Sie muß aus festen, druck- und frostsicheren Steinen bestehen, dicht gesetzt und gut verzwickelt, auch womöglich durch Trockenpackung begrenzt sein, damit sie die erforderliche Seitenverspannung besitzt (Textabb. 94).

Die Tragfähigkeit und Elasticität der Bettung ist abhängig von ihrer Höhe und Beschaffenheit des verwendeten Stoffes. Kies mit Sandunterbettung ist elastischer als Kies mit Packlage; Steinschlag mit Packlage fährt sich am härtesten. Der Grad der Elasticität wird zum Ausdrucke gebracht durch die Bettungsziffer, eine von Winkler zuerst aufgestellte Rechnungsgröße, welche das Verhältnis der Last zur elastischen Einsenkung angiebt: $c = \frac{p}{y}$, worin p den Druck in kg/qcm

den die Schwelle auf die Bettung ausübt, und y in cm die diesem Drucke entsprechende elastische Einsenkung bedeutet. Die ersten derartigen Messungen wurden von M. M. v. Weber im Jahre 1869 angestellt⁸⁸⁾; er fand jedoch wegen des angewendeten mangelhaften Beobachtungsverfahrens sehr schwankende Werthe von $c = 4$ bis $c = 45$. Nach ihm hat C. Hoffmann⁸⁹⁾ auf der rheinischen Eisenbahn Werthe zu bestimmen gesucht, die $c = 16$ ergaben, welcher Werth ebenfalls als zu groß⁹⁰⁾ angesehen werden mußte. Erst als im Jahre 1877 auf Veranlassung der Reichseisenbahnen eingehende Versuche in dieser Richtung angestellt wurden, ist man zu bestimmten und zuverlässigen Zahlen gelangt. Die von G. Häntschel angestellten Messungen und Berechnungen haben ergeben⁹¹⁾: für Kies ohne Packlage $c = 3$, Kies mit Packlage $c = 8$ und Kleinschlag mit Packlage $c = 15$.

Da sich die elastischen Einsenkungen umgekehrt wie die Bettungsziffern verhalten, so ist reine Kiesbettung, gleich gute Schwellenunterstopfung vorausgesetzt, fast dreimal so elastisch, als Kiesbettung mit Packlage und fünfmal elastischer, als Kleinschlag mit Packlage. Da aber auch die bleibenden Einsenkungen bei der elastischen Bettung stärker sind, als bei der weniger nachgiebigen, so besitzt die letztgenannte Bettung — der Steinschlag mit Packlage — die größte Widerstands-

88) Weber, die Stabilität des Eisenbahngleises. Weimar 1869, S. 163.

89) Hoffmann, der Langschwellen-Oberbau der Rheinischen Eisenbahn. Berlin 1880.

90) Organ 1888, Seite 186.

91) Organ 1888, Seite 184 und Organ 1889, Seite 141.

fähigkeit nicht nur in Bezug auf die feste Lage des Gleises, sondern auch in Bezug auf den Verbrauch an Bettungsstoff. Ein Gleis mit solcher Bettung verursacht daher auch die geringsten Unterhaltungskosten.

In diesem Sinne ist also die Bettung aus Kleinschlag aus wetterbeständigem Hartgesteine, Basalt, Diorit, Porphy, Melaphyr, Quarzit, Grünstein, Grauwacke u. s. w., als die beste anzusehen. Auch der aus möglichst kalkfreier Hochofenschlacke hergestellte Kleinschlag kann als gleichwerthige Bettung gelten. Granit ist, wenn auch brauchbar, doch seines Feldspathgehaltes wegen nicht in gleichem Mafse zu empfehlen.

Das Korn des Steinschlages soll möglichst gleichmäfsig sein und nicht über 3 bis 4 cm Seitenlänge haben; gröfsere Steine sind schwer unterzustopfen, und kleineres Korn zuzulassen empfiehlt sich nicht, da die Stopfhacke ohnehin schon das Zerkleinern besorgt.

In zweiter Linie ist thon- und lehmfreier Flusksies als guter Bettungsstoff zu bezeichnen, sofern dessen Korn nicht zu fein ist. Doch hat er den Nachtheil, dafs, weil er meist zu rein und schlecht backend, auch das Korn abgerundet ist, zur Erzielung eines festen Lagers unter der Schwelle ein mehrfaches Stopfen nöthig wird. Denn erst in Folge des Zerkleinerns wird eine gröfsere Menge Kieskörner scharfkantig, und diese erst verleihen dem sich unter jeder Schwelle bildenden Koffer den nöthigen innern Zusammenhang.

Nächst dem Flusksiese ist Grubenkies als brauchbare Bettung zu nennen sofern er sorgfältig von Lehm und Thon befreit und gut gesiebt wird. Für die Korngröfse kann man 3 bis 4 mm als geringstes Mafs ansehen, man kann jedoch zur Beschleunigung des Entstehens eines festen Lagers einen Sandzusatz von 10⁰/₁₀₀ zulassen.

Bei Bahnen mit geringem Verkehre und bei Nebenbahnen, die mit geringer Geschwindigkeit befahren werden, kann man auch geringwerthigen Kies, ja Sand zur Bettung verwenden, mufs dabei jedoch im Auge halten, dafs die Kosten für das Stopfen der Gleise sich höher stellen, als bei der Verwendung guter Bettung.

Wo geeignete Bettungsstoffe nicht vorhanden sind, wie vielfach in den Tropen und überseeischen Ländern, mufs das Gleis unmittelbar in den Erdkörper eingebettet und für reichliche Oberflächen-Entwässerung gesorgt werden. (Textabb. 102). Man hat sich in solchen Gegenden auch dadurch zu helfen gesucht, dafs man künstliche Steine gebrannt und diese zu Kleinschlag zerkleinert hat⁹²⁾.

Bei der Herstellung hoher Bettungskörper in Thoneinschnitten oder auf Dämmen von ähnlichem Boden nach den in den Textabb. 112 bis 117 angegebenen Abmessungen ist es nicht nöthig, dazu ausschliesslich Steinschlag oder Kies zu wählen. Es genügt vielmehr, den obern Theil bis 20 cm unter Schwellenunterkante, also den zum Stopfen dienenden Theil, aus Kies oder Steinschlag zu nehmen, den untern Theil aber aus gutem reinen Sande herzustellen. Sand wird sogar eine gleichmäfsigere Druckvertheilung bewirken und die Oberfläche des Thonkörpers eher unverletzt erhalten, als z. B. grober Steinschlag, oder Packlage.

⁹²⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1894, S. 417.

III. e) Entwässerung der Bahnhöfe.

Das Planum kann auf Bahnhöfen im Allgemeinen nur wagerecht ausgeführt werden. Wasserführende Schichten sind seitlich abzufangen und in den Bahngraben zu entwässern, in gleicher Weise sind die sich etwa zeigenden Quellen hinreichend tief zu fassen und frostsicher in Kanälen oder in Rohrleitungen abzuführen. Finden sich Thonschichten vor, so müssen diese ebenso behandelt werden, wie es auf freier Strecke geschieht, d. h. der Thon muß, so weit die Gleise reichen, bis zur frostsicheren Tiefe entfernt und dafür ein geeigneter, frostsicherer und durchlässiger Stoff eingebracht werden. Für eine Entwässerung der ausgegrabenen Stellen ist selbstverständlich auch Sorge zu tragen.

Gegen diese Regel wird beim Neubau aus Ersparnis-Rücksichten vielfach verstossen, indem man nur eben die geringst zulässige Höhe für die Bettung vorsieht und das Weitere der Betriebsverwaltung überläßt, unbekümmert darum, daß nach Eröffnung des Betriebes die Beseitigung derartiger Mängel häufig mehr, als das Zehnfache des anfangs nöthigen Aufwandes kostet.

Sofern der obere Theil des Erdkörpers aus frostsicherem und durchlässigem Boden hergestellt ist, bedarf es im Allgemeinen bei den kleinen Bahnhöfen besonderer Entwässerungsanlagen so lange nicht, als die Bettung noch hinreichend durchlässig ist, um das Niederschlagswasser aufzunehmen, versickern und verdunsten zu lassen.

Werden die Theile zwischen den Gleisen nach und nach festgetreten, so daß daselbst Wasser stehen bleibt, so kann man dieses entweder in offenen Mulden zusammen laufen lassen, oder durch die Nachbargleise hindurch nach dem Bahngraben führen, oder in Abständen von 50 zu 50 m Einfallschächte einbauen, von denen aus die Weiterleitung dann unterirdisch in Röhren oder Kanälen erfolgt. Einfache Sickerschlitze anzulegen ist nur rathsam bei sehr durchlässigem, kiesigem Untergrunde, doch verstopfen sich auch diese leicht durch die Erd- und Schlammtheile, welche die meisten Abwässer mit sich führen, wenn sie nicht durch Drainröhren, oder sorgfältig angelegte Sickerdohlen wirksam erhalten werden. Auf größeren Bahnhöfen ist es zweckmäÙig, gleich beim Bau die nöthige Entwässerung

Fig. 118.

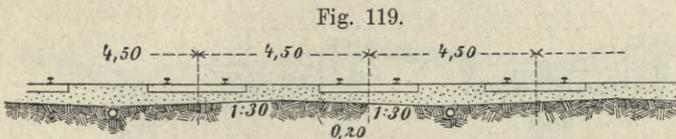


Maßstab 1 : 2000. Bahnhofsentwässerung incl. offenen Mulden und Kanälen.

in Gestalt einer planmäÙig verzweigten Kanalanlage vorzusehen, welche bis zum nächsten öffentlichen Wasserlaufe oder bis zur Kanalanlage der Stadt weiterzuführen ist. Man legt z. B. je nach der Gleisanlage die nöthige Anzahl kleiner Kanäle zwischen die Gleise und zwar so, daß zwischen zwei Kanälen jedesmal zwei, drei auch vier Gleise und über den Kanälen Einfallschächte liegen (Textabb. 118 deren Abstand nicht über 50 m zu nehmen ist, da sonst das Gefälle

für das in oberirdischen Mulden zwischen den Gleisen ihnen zulaufende Wasser zu gering werden würde, auch das Wasser aus den Zwischenräumen der rechts und links liegenden Nachbargleise in einzelnen, offenen, zwischen den Schwellen anzulegenden Stichmulden zuzuführen ist. Oder man kann auch in zwei- bis dreifachem Gleisabstande zwischen den Gleisen Sickerdohlen oder Drainröhren anlegen,

unter gleichzeitiger Abdachung des Planums zwischen diesen. (Textabb. 119). Die Drains entwässern nach Querkanälen, die in 100 m bis 200 m Abstand anzulegen sind. (Textabb.

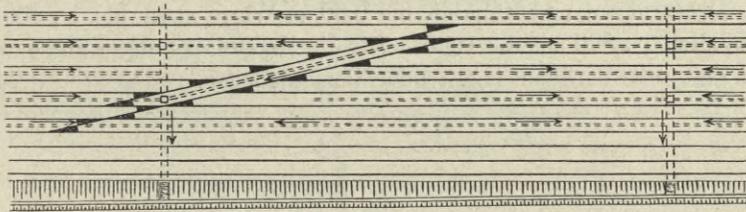


Mafsstab 1 : 200. Bahnhofsentwässerung mit Drainröhren und Querkanälen.

120). Zweckmäfsig legt man an der Einmündungsstelle Einfallschächte an, und nach Bedarf kann auch hier eine Oberflächenentwässerung mit der Drainirung verbunden werden.

Besonders wichtig ist die Entwässerung der Weichenstrassen und des Theiles des Bahnhofes, auf welchem die Verschiebearbeit ausgeführt wird. Hier

Fig. 120.



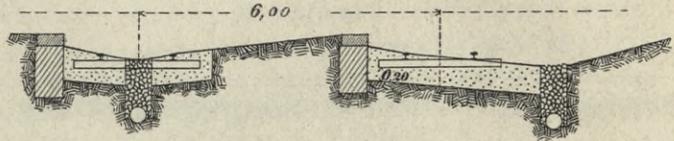
Mafsstab 1 : 2500. Grundrifs zu Textabb. 119.

dürfen die Mulden und Einfallschächte nicht zu tief gelegt, es muß vielmehr möglichst vermieden werden, erhebliche Unebenheiten zu schaffen, da sonst die Bediensteten bei dem Hin- und Herlaufen leicht zu Falle kommen. Deshalb lege man die offenen Mulden flacher, mache sie nicht so lang, sondern lege die Einfallschächte näher aneinander und gleiche deren Oberkante genau mit dem Boden ab. Als Abdeckung gebe man ihnen abnehmbare Gitter, wie sie an den Einfallschächten der Strassen einer Stadt gebräuchlich sind. Da die Gleise der Bahnhöfe meistens bis wenige Centimeter unter S. O. verfüllt sind, so ist es zweckmäfsig, den Einlauf der Einfallschächte in Höhe von Schwellenunterkante, oder höchstens 0,10 m tiefer zu legen. Das Wasser der unterirdischen Kanäle wird in gröfseren, quer zu ersteren zu bauenden Hauptkanälen zusammengeführt und dann in einen aufserhalb des Bahnhofes anzulegenden Graben, oder gröfsern Kanal weiter geleitet.

Besondere Sorgfalt erfordert die Entwässerung der Gleise zwischen den nicht überdeckten Bahnsteigen, damit die Reisenden jederzeit trocknen Fufses das Gleis überschreiten können. Da das Wasser von den Bahnsteigen nach den Gleisen zusammenläuft, so wird die Bettung sehr leicht verschlammt, es ist dann eine

Oberflächen- und unterirdische Entwässerung geboten. Diese kann in der Weise bewirkt werden, daß man einen 30 cm bis 50 cm breiten Graben zwischen den Schienen, wie in Textabb. 121 links, oder seitlich des Gleises, wie in Textabb. 121 rechts angegeben ist, bis zur frostsichern Tiefe aushebt, Drains mit gehörigem Gefälle hineinlegt und den Graben dann mit Steinschlag bis obenhin ausfüllt. Die Drains müssen selbstverständlich nach der Seite hin weiter entwässert werden.

Fig. 121.



Maßstab 1 : 150. Entwässerung offener Bahnsteiggleise.

Die Ableitung des von den Gebäuden des Bahnhofes abfließenden Wassers ist in derselben Weise zu bewirken, wie es in den Städten geschieht; besondere, hiervon abweichende Gesichtspunkte sind nicht geltend zu machen.

Die Entwässerung der Löschruben und Wasserkrähne bedarf insofern besonderer Beachtung, als den Einfallschächten und Leitungen hinreichend große Querschnitte und starkes Gefälle gegeben werden muß. In letzterer Beziehung sei allgemein bemerkt, daß kleinere Kanäle mit stärkerem, größere mit schwächerem Gefälle anzulegen sind. Offenen Mulden gebe man nicht mehr Gefälle, als 1 : 300 bis 1 : 200, Drainröhren und Kanälen bis 0,60 m Weite etwa bis 1 : 400 und den größeren Kanälen 1 : 800 bis 1 : 1000. Für die Herstellung der Kanäle wählt man in neuester Zeit mit Vorliebe Thon- oder Cementröhren.

B. IV. Der Bau des Gleises.

Bearbeitet von A. Blum.

IV. a) Die Schiene.

a) 1. Einleitung.

Von den drei Haupttheilen des Gleises, der Schiene, der Unterschwellung und den Befestigungsmitteln (siehe I, S. 114), ist die Schiene als unmittelbare Unterlage der Räder besonders starken Angriffen ausgesetzt und steht nach Gestalt und Stoff in enger Wechselbeziehung, sowohl zur Form der Radkränze, wie der Schwellen und der Befestigungsmittel.

Bezüglich der Gestaltung der Schienen unterscheidet man z. Z. nur noch Breitfußschienen, welche unmittelbar auf die Schwellen aufgelagert werden (Textabb. 122) und Doppelkopf- oder Stuhlschienen, welche wegen des Unterkopfes zur Auflagerung auf den Schienen besonderer Stühle bedürfen. (Textabb. 123). Die ältesten Stuhlschienen waren pilzförmig ohne Unterkopf (Pilzschienen). Die im Beginne des Gleisbaues weit verbreitete stetig unterstützte Flachschiene ist ganz verlassen, ebenso findet die hutförmige Brückschiene z. Z. nur noch ausnahmsweise Verwendung. In Mitteleuropa wird die Breitfußschiene fast ausschließlich verwendet. In Textabb. 122 ist K der Kopf, S der Steg und F der Fuß der Schiene, L sind die Laschen für die Deckung des Schienenstosses (Textabb. 124), welche durch die Schraubenbolzen B verspannt werden.

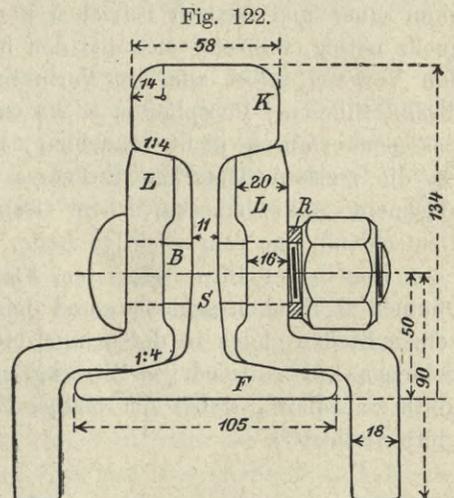
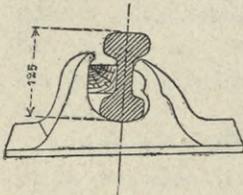


Fig. 122.
Mafsstab 1 : 3. Breitfußschiene der preussischen Staatsbahnen.

a) 2. Stoff; allgemeine Mittheilungen über Herstellung, Zurichtung und Abnahme der Schienen.

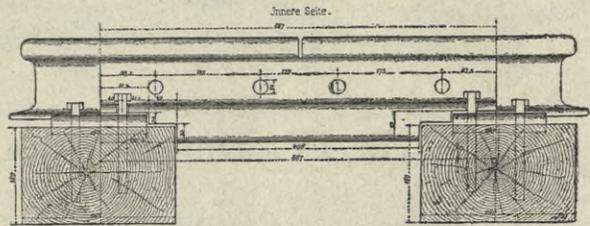
Die Schienen werden z. Z. nur noch aus Flusstahl⁹³⁾ hergestellt, während die Befestigungsmittel und die Metallschwellen meistens aus Flußeisen gemacht werden. Schweisstahl hat sich den Betriebsbeanspruchungen ebenso wenig ge-

Fig. 123.



Mafsstab 1 : 10. Doppelkopfschiene.

Fig. 124.



Mafsstab 1 : 12,5. Stofs der Breitflussschiene.

wachsen gezeigt, wie Schweisseisen; die Schienen wurden in Folge von ungleicher Dichte und Schweifsmängeln vorzeitig abgängig, auch war Schweisseisen zu weich. Das in der ersten Zeit verwendete Gusseisen erwies sich gleichfalls als ungeeignet.

Der Flusstahl für Schienen wird entweder nach dem Bessemer- oder Thomasverfahren in einer Birne, oder nach dem Martin-Siemens-Verfahren im Flammofen erzeugt. Nach der chemischen Beschaffenheit des feuerfesten Futters der Birne und etwaiger Zuschläge nennt man das Bessemer-Verfahren auch das saure, das Thomas-Verfahren das basische; das Martin-Siemens-Verfahren kann sauer und basisch betrieben werden. Bei ihm ist eine besondere Wärmequelle nöthig, während sich bei den beiden anderen Verfahren die Wärme durch den Vorgang selbst aus der Verbrennung der Verunreinigungen des Roheisens (Kohle, Silicium, Phosphor u. s. w.) entwickelt⁹⁴⁾. Phosphorhaltiges Eisen ist beim Bessemerverfahren nicht brauchbar, beim Thomasverfahren aber Voraussetzung. Da die meisten deutschen Eisenerze phosphorhaltig sind, spielt besonders von allgemein volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten aus das Thomasverfahren in Deutschland eine sehr wichtige Rolle.

Das in der Birne oder dem Flammofen geschmolzene Metall wird in Gußpfannen zu Blöcken gegossen, und diese werden in einer Hitze, neuerdings an einzelnen Stellen gleich in der Schmelzhitze ausgewalzt. Zu heißes Walzen ergibt Schienen mit zu niedriger Streckgrenze; es ist am besten die Schienen in Rothgluth zu walzen, wobei die fertige Schiene die Walze bei beginnender Dunkelgluth verläßt⁹⁵⁾.

⁹³⁾ In Frankreich und andern Ländern ist der in Deutschland übliche Unterschied zwischen Flusstahl und Flußeisen in der Regel nicht gebräuchlich, es wird vielmehr alles Flußmetall als Stahl (hart oder weich) bezeichnet.

⁹⁴⁾ Encyclopädie d. gesammten Eisenbahnwesens v. Röhl, Wien 1891—1894, S. 1346.

⁹⁵⁾ Tetmajer, Ueber das Verhalten der Thomasschienen im Betriebe, Zürich 1894, S. 12, Organ 1895, S. 65.

Der Schienenstahl widersteht den Betriebsbeanspruchungen am besten, wenn er eine gleichmäßige Zusammensetzung und gleichmäßiges, dichtes und blasenfreies Gefüge besitzt. Für den Kopf ist wegen der unmittelbaren Angriffe der Räder grofse Härte, für den Fuß wegen der Beanspruchung auf Dehnung grofse Zähigkeit erwünscht.

Bei Herstellung der Schienen im Schweißverfahren konnte man ihre Zusammensetzung diesen Bedürfnissen einigermaßen anpassen. Bei der Herstellung von Flusstahlschienen ist das aber nicht durchführbar, es muß also ein Stahl erstrebt werden, welcher sowohl die nöthige Härte und Zähigkeit, als auch die erforderliche Gleichmäßigkeit in Zusammensetzung und Gefüge besitzt.

Der technisch vollkommenste, in seiner Zusammensetzung gleichmäßigste und zuverlässigste Flusstahl wird im Allgemeinen im Martinverfahren gewonnen; das Erzeugnis ist aber wegen der Dauer des Verfahrens von 5 bis 7 Stunden theurer, als das der anderen, nur 12 bis 20 Minuten fordernden Verfahren.

In der Annahme, daß ein verhältnismäßig weicher Stahl reiner herzustellen sei, als ein harter, und daß grade in der Reinheit die beste Gewähr für gleichmäßiges Verhalten gegenüber allen Betriebsbeanspruchungen und der vielgefürchteten Bruchgefahr liege, — eine Annahme, die durch viele Untersuchungen und Versuche in verschiedenen Ländern bestätigt erschien⁹⁶⁾ — war man in Deutschland und Oesterreich-Ungarn mit der vom Schienenstahle verlangten Festigkeit, welche meistens auch als Maß der Härte gilt, bis auf 50 kg/qmm herabgegangen, während in England eine Festigkeit von 50 bis 65, in Belgien eine solche von 60 bis 70 und in Frankreich sogar eine Härte von 85 kg/qmm gefordert wurde⁹⁷⁾. Allerdings beträgt die im Gebiete des V. d. E. V. bei der Schienenabnahme thatsächlich ermittelte Festigkeit bei 60 bis 70% der Probestücke 55 kg/qmm und mehr, aber auch diese Festigkeit ist vergleichsweise keine hohe.

Die Zulassung eines so weichen Stahles kam zwar dem Thomasverfahren zu Gute, bei welchem die Herstellung eines harten, gleichmäßig zähen Stahles anfangs auf Schwierigkeiten stieß, war aber ein Fehler, denn die betreffenden Schienen haben nicht nur einen raschen Verschleiß aller Berührungsflächen mit den Rädern gezeigt, sondern auch Verdrückungen des Kopfes, Verbiegungen des Steges u. s. w.

Auf dem internationalen Eisenbahnkongresse in Paris 1889 — auf dem deutsche Eisenbahnen allerdings nicht vertreten waren — wurde sogar härtester Stahl sowohl bezüglich des Widerstandes gegen Abnutzung, wie gegen Bruchgefahr für den geeignetsten erklärt⁹⁸⁾, falls er phosphorfrei sei, was nach Ansicht des Berichterstatters nur bei Stahl aus sauerem Verfahren zutreffen sollte. Aber auch für den Stahl aus basischem Verfahren wurde eine Festigkeit von 65 kg/qmm für zulässig erklärt. Dabei wurde aber zugegeben, daß sich weicher Stahl in Tunneln und auf Bremsstrecken, also dort, wo die Schienen besonders stark beansprucht

⁹⁶⁾ Organ 1882, S. 145, 1884 Erg.-Bd. S. 4; Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 3; Mining and scientific Press, 1881, 5. Febr.

⁹⁷⁾ Staně, Theorie und Praxis des Eisenbahngleises, Wien 1893, Tafel III.

⁹⁸⁾ Organ 1890, S. 135—137.

werden, besser halte, als harter Stahl, auch wurde von anderer Seite die Erklärung des Kongresses zu Gunsten des härtesten Stahles bemängelt⁹⁹⁾.

Auch im V. d. E. V. ist diese Frage wiederholt eingehend erörtert worden, ohne bisher jedoch einen Abschluss gefunden zu haben. Der technische Ausschuss des genannten Vereines erklärt 1893¹⁰⁰⁾:

„Im Allgemeinen scheinen Schienen aus härterm Materiale widerstandsfähiger gegen Abnutzung, hingegen — insbesondere bei zu geringer Dehnung und nicht genügender Reinheit und Durcharbeitung des Materiales — mehr zum Bruche geneigt zu sein.“

Jedenfalls ist eine Festigkeit von nur 50 kg/qmm für Schienenstahl zu gering, es muß vielmehr für Festigkeit und Härte ein höherer Werth gefordert, zugleich aber in den Lieferungs- und Abnahmebedingungen dafür gesorgt werden, daß die Zähigkeit des Stahles nicht zu gering ist. Die preussische Staatsbahnverwaltung verlangt seit 1893 eine Festigkeit von 55 kg/qmm und es scheint in Deutschland und Oesterreich-Ungarn allgemein Neigung vorhanden zu sein, dem Beispiele der meisten anderen Länder folgend, noch weiter zu gehen.

Die Frage, ob Thomasstahl erhöhten Ansprüchen genügt, wird nach den sehr eingehenden Untersuchungen Tetmajer's wohl zu bejahen sein, denn dieser Forscher fand Thomasstahl bezüglich der Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung sogar vielfach dem Bessemerstahle überlegen¹⁰¹⁾. Wenn daher einige deutsche, sowie englische, französische und nordamerikanische Eisenbahnen nur Schienen aus Bessemer- oder Martinstahl zulassen, und auch der technische Ausschuss des V. d. E. V. 1893 erklärt, Schienen aus Bessemer- und Martinstahl schienen sich nach den bisherigen Erfahrungen besser zu verhalten, als solche aus Thomasstahl¹⁰²⁾, so ist zu beachten, daß sich die mit Thomasschienen gemachten ungünstigen Erfahrungen fast ausschließlich auf Schienen aus der ersten Zeit des Verfahrens beziehen, wo noch nicht ein Stahl von gleicher Güte erzeugt wurde, wie gegenwärtig.

Nicht nur in den Anforderungen an die Festigkeit des Schienenstahles, sondern auch in den Bestimmungen über die Ermittlung dieser Festigkeit gehen die Anschauungen und Vorschriften weit auseinander und in dieser Verschiedenheit mag zum Theil ein Grund für die großen Schwankungen in den geforderten Festigkeitswerthen liegen. Denn man kommt zu sehr verschiedenen Ergebnissen, je nachdem man die Festigkeit durch Zerreißversuche, oder durch Biege- oder Schlagproben, oder endlich nur durch Härteproben ermittelt. Die durch Biegeproben festgestellten Festigkeitswerthe sind im Allgemeinen höher als die bei Zerreißversuchen ermittelten, und zwar um reichlich 20 %¹⁰³⁾. Nun wird grade in Frankreich mit seinen hohen Festigkeitszahlen auf die Feststellung der Zugfestigkeit, Dehnung und Zusammenschnürung nur wenig Werth gelegt,

99) Engineering News 1890, S. 163 u. 167. Ansichten des franz. Oberingenieurs Musy u. d. Ingenieurs Sandberg, siehe auch „Organ“ 1891, S. 86.

100) Organ, XI. Erg.-Bd. 1894, S. 7.

101) Tetmajer, Ueber das Verhalten der Thomasschienen, Zürich 1894, Organ 1895, S. 65.

102) Organ, XI. Erg.-Bd. 1894, S. 7.

103) Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Bericht über Frage V^a des intern. Eisenbahn-Kongresses zu St. Petersburg 1892; Wien 1892, S. 129.

und dafür werden neben Biege- und Schlagversuchen besondere Härteproben vorgenommen, während die Festigkeitsziffer in Deutschland und Oesterreich-Ungarn durch Zerreißversuche festgestellt wird.

Man legt aber im Gebiete des V. d. E. V. nicht nur auf die reine Zugfestigkeit, sondern auch auf bestimmte Zähigkeit, gemessen durch die Dehnung des Stabes, oder die Einschnürung seines Querschnittes vor dem Zerreißen, großen Werth. So fordern viele Bahnen, daß die Summe von Festigkeit in kg/qmm und Einschnürung in Hundertsteln mindestens 85 ausmacht, wobei erstere mindestens 50 kg/qmm, letztere mindestens 20 % betragen muß. In der Schweiz wird, theoretisch richtiger, seit 1891 bei einer Zugfestigkeit von mindestens 5,5 t/qcm so viel Dehnung verlangt, daß das Produkt beider Zahlen mindestens 90 beträgt.

Außer Zerreißversuchen werden aber auch in Mitteleuropa die Biege- und Schlagproben gebührend gewürdigt und sind in den Lieferungs- und Abnahmebedingungen der Bahnen genau vorgeschrieben. In der gleichzeitigen Anwendung beider Verfahren, besonders auch in der Ausführung von Zerreißversuchen mit Stücken, welche vorher den Schlagproben unterworfen wurden, liegt das beste Mittel, sich über die Güte des Schienenstahles Sicherheit zu verschaffen. Die Probestücke sollten aber stets den fertig bearbeiteten Schienen entnommen werden, weil nicht nur die Form, sondern auch die Zurichtung der Schienen nach dem Walzen auf ihr Verhalten im Betriebe von großem Einflusse ist.

Je gleichförmiger die Massen in den verschiedenen Querschnittstheilen sind, um so gleichmäßiger wird die Stoffdichtigkeit der ausgewalzten Schiene sein. Dagegen ist bei Schienen mit hohen massigen Köpfen, breiten dünnen Füßen und schmalen Stege außer ungleichmäßiger Dichtigkeit auch ungleiche Abkühlung zu befürchten, durch welche Biegungen erzeugt werden, deren Ausrichtung ungünstige Spannungen hervorruft.

Das Richten unvermeidlicher Krümmungen geschieht bei aufrechter Stellung der Schiene auf flach nach oben gewölbter Unterlage — dem Warmlager — in rothwarmem Zustande durch Bearbeiten mit Holzhämmern, sowie nach Bedarf durch Kaltrichten nach vollständigem Erkalten der Schiene. Um diese letztere gewaltsame Behandlung, welche schädliche Spannungen erzeugt, zu vermeiden, sucht man in neuerer Zeit das Warmrichten zu vervollkommen. Man läßt z. B. die Schiene durch drei Paar senkrechte Walzen gehen, zwischen welchen alle kurzen Knicke ausgerichtet und die Schiene zugleich so aufgebogen wird, daß sie sich beim Erkalten auf dem ebenen Warmlager gerade zieht. Demnächst sind zum vollständigen Geraderichten im kalten Zustande nur noch unbedeutende und unschädliche Nachhülfen zu geben.

In der Regel werden die Schienen in zwei- oder dreifacher Gebrauchslänge von 9 bis 12 m gewalzt und gleich beim Verlassen der letzten Walze unter Zugabe des Schwindmaßes für das Erkalten auf die gewünschte Länge abgeschnitten. Da die Abfallstücke keine Nacharbeiten erleiden und meistens unter günstigeren Bedingungen erkalten, als die Schienen, so werden ihnen entnommene Proben in der Regel zu günstig ausfallen¹⁰⁴⁾ und sind nicht maßgebend für die Eigenschaften der fertigen Schienen.

104) Organ 1890, S. 124, Abhandlung von Funk, Organ 1888, S. 60.

Die fertig gewalzten, abgeschnittenen und gerichteten Schienen sind an den Enden noch auf genaue Länge abzufräsen, wobei aber Längenungenauigkeiten von ± 2 mm auf eine Schienenlänge von 9 bis 12 m geduldet werden. Ferner werden die oberen und seitlichen Kanten der Kopfflächen mit der Feile unter 45° auf etwa 2 mm abgefast¹⁰⁵⁾, die Laschenbolzenlöcher (siehe Lochen der Schienen) eingebohrt und endlich alle scharfen Grate und Kanten abgefeilt.

Bei der Abnahme der Schienen ist darüber zu wachen, daß die Arbeiten sorgfältig ausgeführt sind, und daß die fertigen Schienen genau der dem Werke übergebenen und abgestempelten Lehre entsprechen. Dabei pflegt man aber kleine unvermeidliche Herstellungsungenauigkeiten bis zu gewissen Grenzen zuzulassen, z. B. bei den preussischen Staatsbahnen $\pm 0,5$ mm in der Schienenhöhe und der Breite des Schienenkopfes, ± 1 mm in der Breite des Schienenfusses und $+ 3\%$ bzw. $- 2\%$ im Gewichte. Die abgenommenen Schienen werden an einer Kopffläche abgestempelt.

a) 3. Querschnittsform der Schiene.

3. a) Der Schienenkopf.

Die Gestalt des Schienenkopfes ist im Allgemeinen bei Breitfuß- und Stuhlschienen gleich und steht in enger Beziehung zur Form der Radreifen. Der Schienenkopf trägt den Radreifen und führt den Spurkranz, muß also eine der Hohlkehle zwischen beiden entsprechende seitliche Abrundung besitzen. Behufs ungehinderten Wagenüberganges und Schonung der Betriebsmittel und Schienen wären internationale Bestimmungen über die Formung der Kopfabrundung und der Radhohlkehle dringend erwünscht¹⁰⁶⁾, wie sie für viele andere Verhältnisse in der T. E. bereits getroffen sind.

Für das Gebiet des V. d. E. V. ist in den T. V. 5,2 und den Grz. f. L. in Uebereinstimmung mit den Nrm. 10,2 bestimmt, daß die innere seitliche Abrundung des Schienenkopfes mit einem Halbmesser von 14 mm beschrieben sein muß. In den T. V. 5,1 ist auch für die Kopfbreite ein Mindestmaß von 57 mm und für die Kopfoberfläche eine ebene oder mit mindestens 200 mm Halbmesser gekrümmte Form als erwünscht bezeichnet; für die Form der Radreifen sind solche Vorschriften aber auch im V. d. E. V. nicht erlassen. Dagegen haben Preußen und Oesterreich-Ungarn vereinbart, die Hohlkehle der Spurkränze an ihren Betriebsmitteln mit 15 mm Halbmesser auszurunden und dem Radreifen eine kegelförmige Gestalt von $\frac{1}{20}$ Neigung zu geben¹⁰⁷⁾.

Die obere Wölbung der Schienenlauffläche wurde früher, zum Theil aus walztechnischen Gründen, vielfach zu stark genommen, neuerdings zieht man eine breite,

¹⁰⁵⁾ In den T. V. 4,2 des V. d. E. V. wird dieses Abfasen der Kanten empfohlen.

¹⁰⁶⁾ Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1893, S. 102 u. 117.

¹⁰⁷⁾ Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1893, S. 102 u. 117.

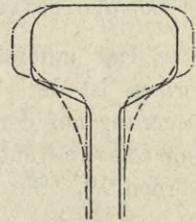
Weitere Abhandlungen über die Beziehungen zwischen Schienenkopf und Radreifenform finden sich im Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 181, 1884 S. 177 von Wöhler, sowie in dem Werke von Boedecker, die Wirkungen zwischen Rad und Schiene, Hannover 1887.

flache Lauffläche mit großer Druckfläche für das Rad vor, um die Abnutzung der Schiene, wie des Rades zu vermindern. Der Schienenkopf ist in Europa seitlich fast allgemein durch lothrechte ebene Flächen begrenzt, während in Nordamerika bisher Schienenköpfe mit nach unten zunehmender Breite vorherrschend waren (Textabb. 135). Derartige Formen haben vereinzelt auch in Europa Eingang gefunden (siehe Textabb. 127 u. 137). Man erreicht dadurch eine möglichst weitgehende Verbreiterung der oberen Laschenanlageflächen und glaubt auch für den seitlichen Angriff der Schienen durch die Räder, besonders bei der Aufschiene in Krümmungen, größere Berührungsflächen, also geringere gegenseitige Abnutzung zu erzielen. Die in Textabb. 134 dargestellte Querschnittsform der vom nordamerikanischen Ingenieur-Vereine entworfenen Schiene zeigt aber lothrechte Begrenzungen des Kopfes.

Neben der Form der obern und seitlichen Begrenzung des Schienenkopfes ist auch der Uebergang in den Schienensteg und das Verhältnis der Höhe des Kopfes zu seiner Breite von großer Wichtigkeit. Man glaubte früher zur Erzielung leichter Walzbarkeit einen allmäligen Uebergang des Kopfes in den Steg, also Birnenform, verwenden zu müssen. Da man außerdem besonders die Höhenabnutzung der Schienen fürchtete, so gab man den Köpfen große Höhe bei mässiiger Breite. Die heutige Walztechnik gestattet aber die Herstellung oben flacher und unten scharf unterschnittener breiter Köpfe, welche zudem beim Auswalzen eine gleichmässiigere Durcharbeitung des ganzen Kopfes, also gleichmässiigeres Gefüge sichern, als die hohen Köpfe¹⁰⁸⁾. Da letztere auch eine ungleichmässiigere Abkühlung der Schiene mit sich bringen, so gelten sie zur Zeit als weniger zweckmässiig. Breite Köpfe sichern auch die für die Stofsanordnung wichtige Gewinnung breiter Laschenanlageflächen, die man durch möglichst kleine Halbmesser der unteren Kopfabrundungen noch vergrößern kann; in Nordamerika geht man darin schon bis 1,6 mm herab¹⁰⁹⁾ (siehe Textabb. 134).

In der Textabb. 125 ist mit verschiedenen Linien die Entwicklung der Form des Schienenkopfes dargestellt. Das Verhältnis der Höhe — vom Schnittpunkte der Laschenanlageflächen aus gemessen — zur Breite sinkt auf deutschen und österreichisch-ungarischen Hauptbahnen nicht unter 1:1,33 herab und steigt bei der preussischen Form 8^a auf 1:1,85, bei Schienen deutscher Nebenbahnen sogar bis zu 1:2. Bei den Schienen französischer Hauptbahnen schwankt es zwischen 1:1,1 und 1:1,2 und bei englischen Stuhlschienen zwischen 1:1,2 bis 1:1,4. Im Allgemeinen finden sich die verhältnismässiig breitesten Köpfe bei den Schienen der nordamerikanischen Hauptbahnen, wo auf diesen Punkt besonderes Gewicht gelegt wird, das Verhältnis von 1:1,7

Fig. 125.



Masstab 1 : 3. Verschiedene Formen des Schienenkopfes.

Alte Birnenform

Preussische Staatsbahnen 1885.

Nordamerikanische Bahnen u. Preufs. St.-E. 1890.

¹⁰⁸⁾ Glasers Annalen 1890, I. S. 271; Deutsche Bauzeitung 1890, S. 198, Urtheile von Wedding u. Reulaux; Railroad Gazette 1889, S. 425.

¹⁰⁹⁾ Organ 1892, S. 157

ist dort sehr verbreitet und vom Ingenieur-Vereine als Muster hingestellt worden¹¹⁰⁾ (siehe Textabb. 125).

In inniger Beziehung zum Verhältnisse zwischen Höhe und Breite des Schienenkopfes steht der Winkel, den die Laschenanlageflächen mit einer Winkelrechten zur Schienenachse bilden. Dieser Winkel hat sich mit der fortschreitenden Entwicklung der Schienenform verringert. Man trifft zwar auch bei neuesten Schienenformen noch Winkel mit der Tangente $\frac{1}{2}$, aber besonders in Deutschland, Belgien und Nordamerika überwiegen kleinere Winkel mit Tangenten von $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ja selbst $\frac{1}{5}$.

Der Schienenkopf und der untere Theil der Schiene werden zur Stegmittelachse meistens symmetrisch getaltet, damit man die Schiene beliebig im Gleise umdrehen kann. Dies ist z. B. bei aufsergewöhnlicher Abnutzung der Innenkante des Kopfes in den Aufsenschienen scharf gekrümmter Gleise erwünscht, um eine volle Ausnutzung der Schienen durch Umkehrung der Innen- und Außenseiten zu erreichen. Vielfache Vorschläge und Versuche, die Neigung, welche man den Schienen in Europa nach innen zu geben pflegt (siehe Band II B I, S. 120), bei lothrechter Stellung der Schienen durch unsymmetrische Gestalt des ganzen Schienenkopfes, oder der ganzen Schiene zu ersetzen, blieben bisher ohne Erfolg.

3. β) Breitfußschienen für Quer- und Langschwellenoberbau.

Das unterscheidende Merkmal der Breitfußschiene von anderen Schienenformen ist der breite Fuß mit ebener Grundfläche, welcher die unmittelbare Lagerung auf der Unterstüzung ermöglicht. Die Schiene ist 1830 in Nordamerika von Stevens entworfen und durch den Engländer Vignoles in Europa eingeführt worden¹¹¹⁾. Sie wird daher vielfach auch Vignoleschienen genannt.

Möglichst große Tragfähigkeit und Steifigkeit der Schiene gegenüber den lothrechten äußeren Kräften wird am besten durch große Höhe und genaue I-Form erreicht, doch ist diese Gestalt, wegen der Form der Radreifen und der Anforderungen an den Widerstand des Kopfes gegen Abnutzung praktisch undurchführbar. Da der Kopf auch nach der Abnutzung noch einen bestimmten statischen Widerstand leisten muß, so hat man bisher stets die Masse des Kopfes überwiegen lassen. Behufs gleichmäßiger Abkühlung der Schienen nach dem Walzen wird jedoch ein Ausgleich zwischen der Masse des Kopfes und des Fußes eifrig angestrebt und in der schon erwähnten Herstellung breiter und niedriger Köpfe zu erreichen gesucht.

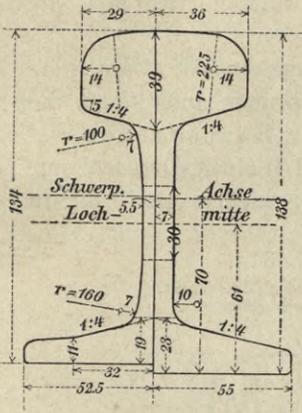
In statischer und wirthschaftlicher Hinsicht ist eine große Fußbreite nicht nöthig, dagegen hängt der Widerstand der Schiene gegen die Seitenkräfte von dem Verhältnisse dieser Breite zur Schienenhöhe ab. Die Breite darf daher nicht unter ein gewisses Maß sinken, kann aber um so geringer gemacht werden, je wirksamer durch gute Befestigung der Schiene auf der Unterlage einem Kippen um den Fußrand vorgebeugt und je besser eine zwischen Schiene und Schwelle einzuschaltende Unterlageplatte als Verbreiterung des Schienenfußes nutzbar gemacht wird.

¹¹⁰⁾ Organ 1892, S. 157.

¹¹¹⁾ Haarmann, Das Eisenbahngleis; Geschichtlicher Theil S. 53 u. ff.

Auch die Stegstärke kann aus statischen Gesichtspunkten gering bemessen werden, die Erfahrung zeigt aber, daß ein zu dünner Steg besonders am Schienen-

Fig. 126.

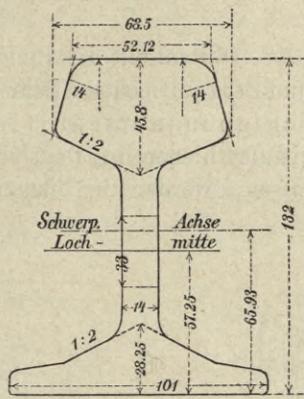


Mafstab 1 : 3.

Preussische Staatsbahnen:

- | | |
|--|-------------------------|
| a) Nr. 6 ^b und 6 ^d | b) Nr. 8a |
| 1885 und 1893 | 1890 |
| G = 33,4 kg/m | 41 kg/m |
| J = 1036,6 cm ⁴ | 1351,6 cm ⁴ |
| W = 154 cm ³ | 193,1 cm ³ . |

Fig. 127.

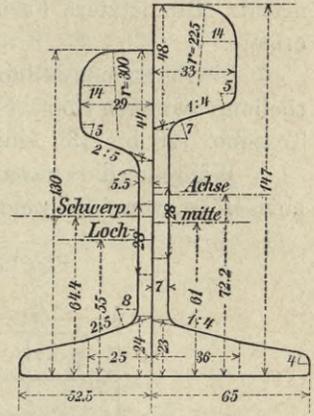


Mafstab 1 : 3.

Reichseisenbahnen Nr. XI^a

- 1894¹
 G = 37,8 kg/cm
 J = 1092 cm⁴
 W = 165 cm³.

Fig. 128.



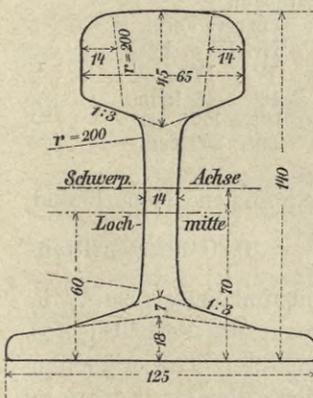
Mafstab 1 : 3.

Sächsische Staatsbahnen:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| a) ältere Form | b) Nr. VII, 1890 |
| G = 34,4 kg/m | 45,7 kg/m |
| J = 1001,3 cm ⁴ | 1700 cm ⁴ |
| W = 152,6 cm ³ | 230,4 cm ³ . |

stöße Verbiegungen begünstigt, welche die Lauf- und Führungsfläche un stetig machen, also starke Stöße veranlassen.

Fig. 129.

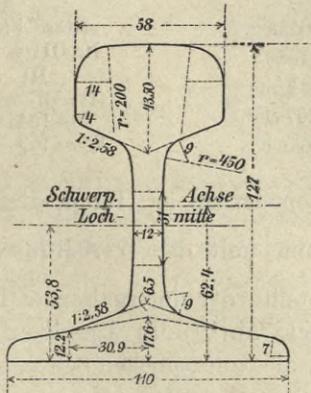


Mafstab 1 : 3.

Württembergische Staatsbahnen
1895

- G = 43,5 kg/m
 J = 1457 cm⁴
 W = 202 cm³.

Fig. 130.

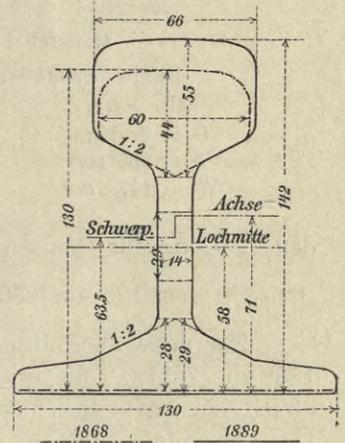


Mafstab 1 : 3.

Kaiserl. Ferdinands-Nordbahn
Nr. D 1886

- G = 35,34 kg/m
 J = 951,4 cm⁴
 W = 147,2 cm³.

Fig. 131.



Mafstab 1 : 3.

Paris-Lyon-Mittelmeerbahn
1868

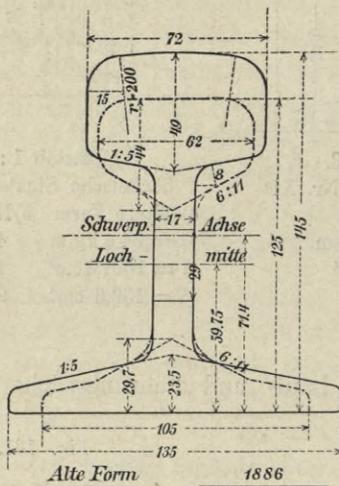
- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| G = 39 kg/m | 47 kg/m |
| J = 1140 cm ⁴ | 1585 cm ⁴ |
| W = 164 cm ³ | 223 cm ³ . |

Die Laschenanlageflächen des Schienenfusses erhalten dieselbe Neigung, wie die des Kopfes, in den Raum zwischen diese geneigten Flächen — die Laschenkammer — greifen die Stofslaschen keilförmig ein (Textabb. 122). Die Seitenflächen des Steges werden entweder nach aufsen hohl gekrümmt, oder eben gemacht. Die letztere Form ist walztechnisch zulässig und statisch richtiger, als erstere.

Die Zusammenstellung VIII S. 169 enthält die Abmessungen und die Massenvertheilung zwischen Kopf, Fuß und Steg für mehrere Schienenformen, auch zeigen die Textabb. 126 bis 135 einige Schienenquerschnitte für Hauptbahnen.

Während die ersten Breitfußschienen in Deutschland (Leipzig-Dresden) nur eine Höhe von 63,5 mm besaßen, werden bei neueren Schienen auch die in

Fig. 132.



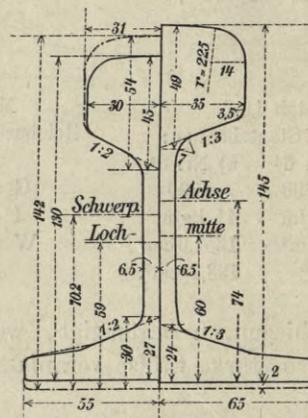
Mafsstab 1 : 3.

Belgische Staatseisenbahnen.

Alte Form	1886
G = 38 kg/m	52 kg/m
J = 959 cm ⁴	1707 cm ⁴
W = 147,4 cm ³	232 cm ³ .

Fig. 133.

Schiene f. freie Strecken
Tunnel Schiene



Mafsstab 1 : 3.
Gotthardbahn

ältere Form	neuerer Form
Nr. III u. IIIa	Nr. IV u. IVa
III IIIa	IV IVa
G = 37 44	46 48 kg/m
J = 1044 1450	1635 1775 cm ⁴
W = 159 205	222 239 cm ³ .

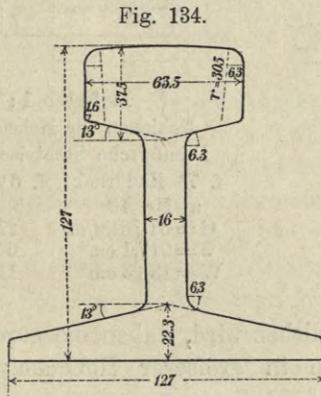
den T. V. 5,3 für Querschwellenoberbau auf Hauptbahnen empfohlene Höhe h und Breite b von 125 und 100 mm, mit dem Verhältnisse $\frac{b}{h} = 0,80$ überschritten.

Für dieses Verhältnis stellte der internationale Eisenbahnkongress zu Paris 1889 die Zahl 0,9 als erwünscht hin¹¹²⁾. In Amerika ist sogar das Verhältnis 1,0 üblich, ohne dafs sich hieraus die von manchen Seiten befürchteten Schwierigkeiten beim Auswalzen ergäben. In Amerika und bei den auf dem Pariser Kongresse vertretenen Bahnen sind aber Unterlageplatten, die in Deutschland allgemein üblich und in Oesterreich-Ungarn weit verbreitet sind, nicht, oder nur selten anzutreffen. Es ist daher sehr erklärlich, dafs in Deutschland die Schienenhöhe behufs

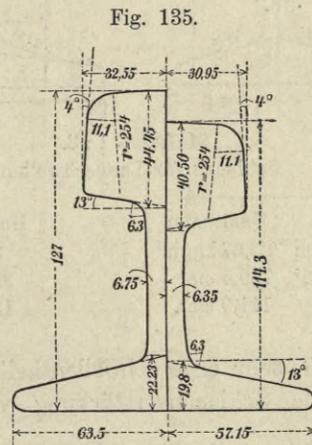
112) Organ 1890, S. 215.

Förderung der statischen und wirtschaftlichen Ausnutzung des Stahles gegen die Schienenfußbreite bevorzugt wird. Die so zu erreichenden Vortheile kann man unbedenklich ausnutzen, da selbst die unter Nr. 1 der Zusammenstellung VIII aufgeführte schmalfüßige Schiene mit $\frac{b}{h} = 0,78$, sogar bei loser Auflagerung auf der Schwelle ohne Unterlageplatten schon durch ihre Form allein gegenüber allen im gewöhnlichen Betriebe auftretenden Seitenkräften nach zahlreichen von Bräuning unter fahrenden Zügen vorgenommenen Versuchen eine ausreichende Standfestigkeit besitzt¹¹³⁾.

Das in Deutschland übliche Verfahren, unter allgemeiner Anwendung von Unterlageplatten den Schienenfuß zu Gunsten einer besseren Ausnutzung der Schienenmasse verhältnismäßig schmal zu halten, erscheint selbst auf die Gefahr



Mafsstab 1 : 3.
Musterschienen des nordamerikanischen Ingenieur-Vereines
G = 39,7 kg/m.



Mafsstab 1 : 3.
Pennsylvania-Bahn:
a) 1887 b) 1889
G = 42 kg/m 34,6 kg/m

hin richtig, daß dadurch die Kopfmasse im Vergleiche zur Fußmasse etwas anwächst.

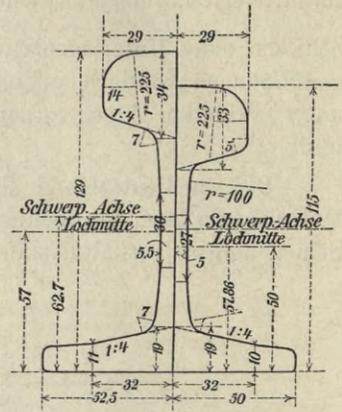
Aus der Zusammenstellung VIII und den Textabbildungen ist zu entnehmen, in welchem Maße fast allgemein das Bestreben zu Tage tritt, die Schienen für Hauptbahnen zu verstärken. Dieser besonders in der zweiten Hälfte der 80 er Jahre zu beobachtenden Bewegung folgen aber schon wieder rückläufige Erscheinungen¹¹⁴⁾. Zugleich wurden aber auch für Nebenbahnen schwächere Schienen eingeführt, welche den Betriebsanforderungen dieser Bahnen noch genügen, und durch Billigkeit die Ausdehnung dieser Bahnen fördern. Die Textabb. 138 bis 141 zeigen die Querschnitte solcher Schienen.

113) Zeitschrift f. Bauwesen 1892, S. 247.

114) Z. B. ist die Pennsylvania-Bahn, welche 1887 eine 127 mm hohe Schiene von 42 kg/m Gewicht eingeführt hatte, 1889 wieder zu einer Schiene von 114,3 mm Höhe mit 34,6 kg/m Gewicht zurückgegangen.

Während die amerikanischen Schienen eine gedrungene Massigkeit zeigen, die weder der Tragfähigkeit noch der Steifigkeit zu Gute kommt, aber durch die

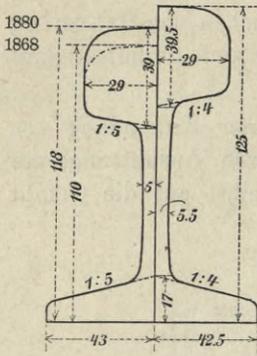
Fig. 138.



Mafsstab 1:3.

Schienen für Nebenbahnen.
Preussische Staatseisenbahnen
f. 7 t Raddruck f. 6 t Raddruck
a) Nr. 10^a b) Nr. 11^a
G = 31,16 kg/m 27,55 kg/m
J = 917,1 cm⁴ 641,4 cm⁴
W = 138,3 cm³ 111,6 cm³.

Fig. 136.

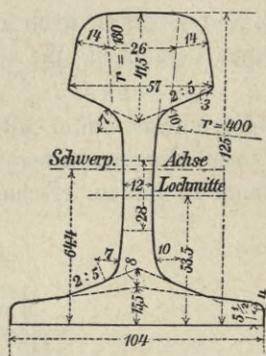


Mafsstab 1:3.

Schienen für Langschwelen.

Hilf	Haarmann	Hohenegger
G = 29,3 kg/m	29,67 kg/m	33 kg/m
J = 633,7 cm ⁴	759,5 cm ⁴	860 cm ⁴
W = 98 cm ³	111,9 cm ³ .	133,5 cm ³ .

Fig. 137.



dort übliche sehr enge Schwelenthellung ausgeglichen wird, haben die europäischen Bahnen die Schienenverstärkung vorzugsweise in größerer Höhenentwicklung

Fig. 139.

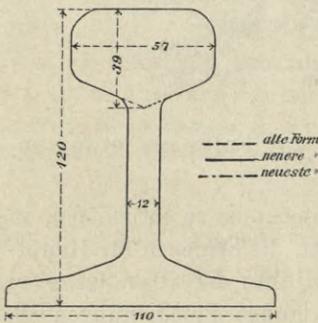


Fig. 140.

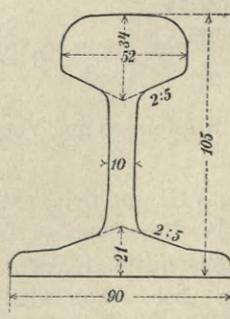
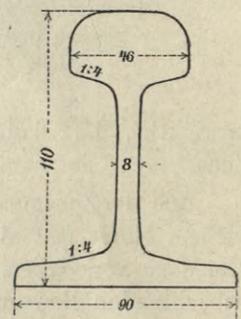


Fig. 141.



Mafsstab 1:3. Schienen für Nebenbahnen.

Oesterreichische Staatseisenbahnen

G = 31,7 kg/m
J = 780 cm ⁴
W = 124,8 cm ³

Pfalzbahn für 7 t Raddruck

24,98 kg/m
466,5 cm ⁴
85,9 cm ³

Bayerische Staatseisenbahnen für 5 t Raddruck bei Querschwellen

21,96 kg/m
475 cm ⁴
85,1 cm ³ .

gesucht. Dabei zeigt sich vielfach das Bestreben, die Laschenkammerhöhe der schwächeren Schiene bei der verstärkten Schiene beizubehalten, um bei dieser die

alten Laschen weiter benutzen zu können. (Preussische Staats-Eisenbahnen, Textabb. 126, Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn, Textabb. 131). Wird dabei auch die alte Schienenkopfhöhe unverändert beibehalten (Textabb. 126) so sind bei ungleicher Kopfbreite nur seitlich, nicht auch der Höhe nach gekröpfte Uebergangslaschen zur Verbindung der zwei Schienenarten nöthig. Die Gotthardbahn hat bei ihrer Tunnel-schiene IV^a (Textabb. 133) auch die Kopfbreite der Schiene IV für freie Strecke beibehalten, sodafs besondere Uebergangslaschen überhaupt entbehrlich sind. Die alte Schienenform III wurde für Tunnel nach III^a besonders im Kopfe verstärkt, dies Verfahren war aber nur kurze Zeit in Anwendung und konnte beim allgemeinen Uebergange zu der Schiene IV mit ihrem kräftigen Kopfe um so eher verlassen werden, als der durch Rost verstärkte Verschleifs in Tunneln hauptsächlich an den Laschenanlageflächen und an den Auflagerstellen des Fusses eintritt¹¹⁵⁾.

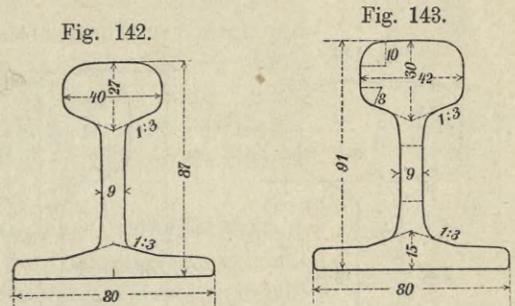
Zu den in der Zusammenstellung und den Textabbildungen dargestellten Schienen ist noch zu bemerken:

Die Hauptbahnschiene der bayerischen Staatsbahnen ist in der Form der Schiene 6^b der preussischen Staatsbahnen (Textabb. 126) nahe verwandt, ebenso ist die württembergische Schiene von 1895 (Textabb. 129) der badischen Schiene von 1893 nachgebildet und die Hauptbahnschiene der österreichischen Staatsbahn ist der Schiene der Kaiser Ferdinands Nordbahn (Textabb. 130) ähnlich.

Die Schienen für Langschwelen (Textabb. 136 und 137) glaubte man mit Rücksicht auf die durchlaufende Unterstützung behufs Ersparung an Anlagekosten meist schwächer, als Querschwellenschienen machen zu können. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dafs dies unrichtig war. Die einzige Verwaltung, welche die Versuche mit Langschwelenoberbau auf Hauptbahnen noch fortsetzt, die österreichische Nordwestbahn, benutzt für Lang- und Querschwellenbau dieselbe Schiene (Textabb. 137).

Die Schienen für Nebenbahnen zeigen nach der zugelassen höchsten Radlast (Textabb. 138^a und 140 für 7^t, Textabb. 138^b und 141, für 6 oder 5^t), sowie nach der Streckenbelastung und Fahrgeschwindigkeit grofse Unterschiede. Bei stark belasteten Nebenbahnen und 40 km/St. Geschwindigkeit wird man zweckmäfsig Hauptbahnschienen, vielleicht mit geringerer Schwellenzahl anwenden.

Auch bezüglich der Schienen für Schmalspurbahnen, die man manchmal ungewöhnlich schwach gehalten hat, bricht die Ueberzeugung durch, dafs bei lebhaftem Betriebe aus wirtschaftlichen Gründen eine Schienenverstärkung am



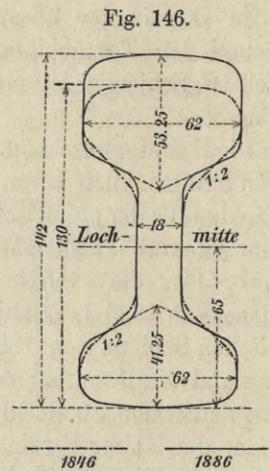
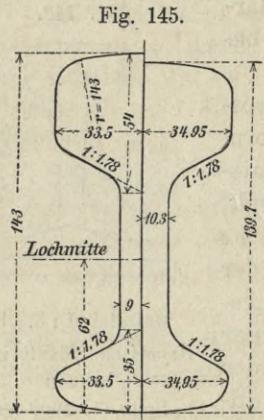
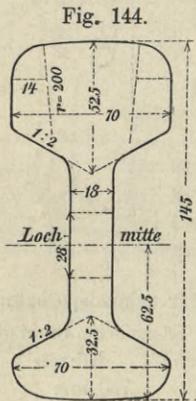
Mafsstab 1 : 3. Schienen für Schmalspurbahnen.
 Bayerische Staatseisenbahnen Sächsische Staatseisenbahnen
 Spur 1000 mm 750 mm
 G = 15,6 kg/m 17,63 kg/m.

¹¹⁵⁾ Centralbl. d. Bauverw. 1889, Nr. 16, 1895 S. 422, Stahl u. Eisen 1889, Nr. 10, Organ 1890, S. 172, 205; 1891 S. 1; Deutsche Bauzeitung 1889, S. 508.

Platze ist; so hat die sächsische Staatsbahn 1888 an Stelle der früher verwendeten nur 15,6 kg/m schweren, der bayerischen (Textabb. 142) fast gleichen Schiene trotz der nur 75 cm weiten Spur eine Schiene von 17,63 kg/m eingeführt (Textabb. 143).

3. γ) Stuhlschienen.

Die Stuhlschiene oder Doppelkopfschiene ist 1838 von Robert Stephenson entworfen und beim Bau der Bahn von London nach Birmingham zur ersten Anwendung gekommen. Sie trat an die Stelle der bis dahin in England vorherrschenden Pilzschienen (siehe Seite 154). Die neue Schienenform sollte die Befestigung der Schiene im Stuhle vervollkommen und vereinfachen, sowie eine bessere Ausnutzung der Schiene dadurch ermöglichen, dass die beiden genau gleich



Mafsstab 1 : 3. Doppelkopfschienen.

Badische Staatseisenbahnen	
G =	42,5
J =	1357
W =	173

a) Englische Midlandbahn	b) Englische Nordwestbahn
42,2	44,6
1245	1242
160	160

Französische Westbahn	
a) 1846	b) 1886
38,75	44 kg/m
940	1264 cm ⁴
144	164,2 cm ³ .

geformten Köpfe ein Umdrehen ermöglichten und nacheinander als Fahrkopf verschlissen werden konnten. Außerdem besaß die Doppelkopfschiene durch ihre statisch richtige Form eine erheblich größere Tragfähigkeit und Steifigkeit, als die den wachsenden Betriebsbelastungen nicht mehr genügende Pilzschiene.

Die Stuhlschiene ist demnächst in England bald die herrschende geworden und bis heute geblieben. Sie war auch auf dem europäischen Festlande am Beginne des Eisenbahnwesens weit verbreitet, wurde später aber mehr und mehr von der Breitfußschiene verdrängt, deren einfachere Auflagerung und größere statische Leistung sie der Stuhlschiene gegenüber wirtschaftlich überlegen erscheinen liefs. Nur im westlichen und südlichen Frankreich hat sich die Doppelkopfschiene bis zur Gegenwart gehalten. Neuerdings werden mit ihr aber auch in Deutschland wieder Versuche angestellt¹¹⁶⁾, nachdem in manchen Kreisen die allerdings vielfach

¹¹⁶⁾ Organ 1895, S. 36 u. 51.

entschieden bestrittene Ansicht laut geworden ist, daß der Oberbau mit Stuhlschienen den Betriebsbeanspruchungen mit seinen dynamischen Wirkungen besser zu widerstehen vermöge, als das Gleis mit Breitfußschiene¹¹⁷⁾.

Jedenfalls bieten die Stuhlschienen vermöge der annähernden Gleichheit der Massen beider Köpfe günstigere Walzverhältnisse dar, als Breitfußschiene, und gestatten daher härteren Stahl zu verwenden. Dieser Vorzug ist aber kaum so hoch anzuschlagen, daß die sonstigen noch zu erörternden Nachteile dadurch aufgewogen würden.

Stephenson's Absicht, die Schiene nach Abnutzung umzuwenden, erwies sich als nicht durchführbar. Der zuerst unten befindliche Kopf war an den Auflagerstellen in den Stühlen so eingefressen, daß er keine geeignete Fahrbahn mehr gab, und der verschlissene Oberkopf paßte nicht mehr in die Stühle. Die neueren Stuhlschienen besitzen nach diesen Erfahrungen neben schwachem Unterkopfe einen kräftigen Fahrkopf (bull head) [Textabb. 144 bis 146]. In der Zusammenstellung VIII, Seite 169 sind auch einige Stuhlschienenquerschnitte aufgeführt. Die Versuchschiene der badischen Staatsbahnen ist der Schiene der englischen Midlandbahn nachgebildet.

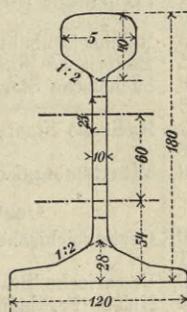
Da die Doppelkopfschienen von jeher verhältnismäßig massiger hergestellt wurden, als die Breitfußschiene, so sind die auch hier auftretenden Verstärkungen weniger durchgreifend.

Zu Nebenbahnen und dergl. werden Stuhlschienen im Allgemeinen nicht verwendet, da der Stuhlschienenoberbau hierzu zu kostspielig ist. Auch sind in England, wo das Stuhlschiengleis vorzugsweise herrscht, Nebenbahnen bisher nur in sehr geringer Ausdehnung vorhanden.

3. d) Schwellenschienen, Straßenschiene.

Wiederholte Versuche, die Schienen und ihre Unterschwellung zu einem Ganzen zusammenzufassen, d. h. das Gleis aus Schwellenschienen herzustellen, sind auf Hauptbahnen meistens mißglickt, weil sich die Schwellenschiene bei hohen Betriebsbeanspruchungen für die Druckübertragung von der Schiene auf die Unterbettung auf die Dauer als ungenügend erwies. Dagegen haben sich Schwellenschienen auf Nebenbahnen zu behaupten vermocht und für Straßenschiene gradezu als die geeignetste Form erwiesen; sie leisten auch für Hauptbahnen überall da gute Dienste, wo Gleise in Straßenschiene zu verlegen sind, in Hafenansehlüssen u. s. w. Als älteste der zur Zeit noch benutzten Formen ist die Hochstegschiene von Hartwich zu nennen, welche auf Hauptbahnen mit 287,7 mm Höhe 1865 eingeführt wurde, sich auf diesen aber nicht zu behaupten vermochte. Sie kommt nur noch auf Nebenbahnen zur Verwendung (siehe Textabb. 147), besonders wo diese auf Landstraßen

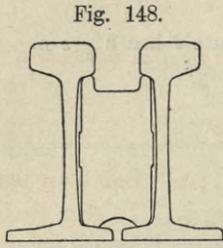
Fig. 147.



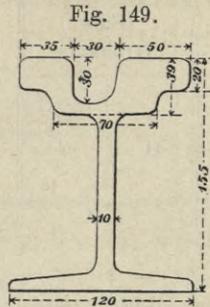
Mafsstab 1 : 5.
Reichseisenbahnen
G = 36,38 kg/m.

¹¹⁷⁾ Organ 1890, S. 215, Verhandl. des internationalen Eisenbahncongresses; Staně, Theorie und Praxis des Eisenbahngleises, Wien 1892, nebst Besprechung im „Organ“ 1893, S. 81, Centralblatt d. Bauverw. 1890, S. 157 u. 1891 S. 24; 1895 S. 442.

liegen, und hat auch auf eigentlichen Strafsenbahnen Eingang gefunden. Für letztern Zweck ist sie von Haarmann zur unsymmetrischen Zwillingschiene umgebildet (Textabb. 148), wobei die eine Schiene als Fahrschiene, die andere als Leitschiene dient.



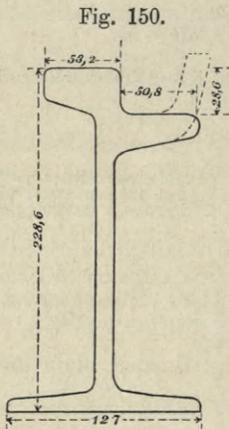
Mafsstab 1 : 5.
Zwillingschiene.



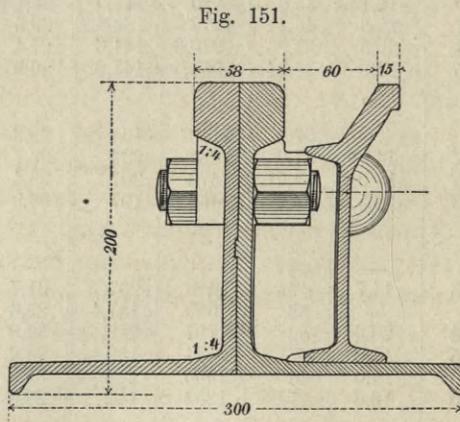
Mafsstab 1 : 5.
Rillenschiene.

Weit verbreitet für Strafsenbahnen sind Rillenschienen (Textabb. 149) mit einer Spurkranzrille in dem breiten Kopfe zwischen Fahr- und Leitkopf. Eine ähnliche, in Nordamerika vielfach verwendete Schienenform ist in Textabb. 150 dargestellt.

Die zweitheilige Schwellenschiene von Haarmann ist seit 1882 auf Haupt- und Strafsenbahnen eingeführt. Die beiden Halbschienen waren ursprünglich vernietet, werden zur Zeit aber verschraubt (Textabb. 151), auch ist neuerdings mehrfach die Verzahnung im Stege weggelassen. Der breite Fuß



Mafsstab 1 : 5.
Amerikanische Strafsenbahnschiene.



Mafsstab 1 : 5.
Haarmann'sche Schwellenschiene.

sichert eine wesentlich bessere Druckübertragung auf die Bettung, als bei der Hartwichschiene.

Bei Gleisen in Strafsen wird die Spurrille durch eine besondere Schutzschiene gebildet. Die große Höhe der Schwellenschienen gestattet, das Pflaster in voller Stärke unmittelbar an das Gleis anzuschließen.

a) 4. Gewicht, Trägheits- und Widerstands-Moment.

Aus der Zusammenstellung VIII Seite 169 sind auch die Gewichte für die Längeneinheit, sowie die Trägheits- und Widerstandsmomente zu entnehmen. In

den Spalten 17 und 18 ist ferner das auf das Einheitsgewicht entfallende Maß jener Momente angegeben — das Güteverhältnis der Schiene — um zu zeigen, in wie weit es durch die betreffende Schienenform geglückt ist, die Masse der Schiene zu Gunsten ihrer Steifigkeit und Tragfähigkeit nutzbar zu machen.

Es ist annähernd:

bei Breitfußschienen das Widerstandsmoment: $0,25 \text{ bis } 0,27 \cdot F_{\text{qcm}} \cdot h_{\text{cm}}$ das Trägheitsmoment: $0,13 \cdot F_{\text{qcm}} \cdot (h_{\text{cm}})^2$	bei unsymmetrischen Doppelkopfschienen $0,21 \cdot F_{\text{qcm}} \cdot h_{\text{cm}}$ $0,105 \cdot F_{\text{qcm}} \cdot (h_{\text{cm}})^2$
--	---

wenn F die Querschnittsfläche und h die Höhe der Schiene ist. Bei gleichem Querschnitte muß also die Höhe der Stuhlschiene = 1,29, bezw. 1,14 der Höhe der Breitfußschiene sein, um gleiche Tragfähigkeit, bezw. Steifigkeit zu erreichen.

Thatsächlich war hisher auch die Höhe der Stuhlschienen größer, als die der Breitfußschienen. Durch Steigerung der Höhe der letzteren und bessere Durchbildung der Querschnittsform ist aber die statische und wirtschaftliche Ueberlegenheit der Breitfußschienen wieder scharf ausgeprägt, indem die kräftigsten Stuhlschienen im Güteverhältnisse selbst von leichteren und niedrigeren Breitfußschienen übertroffen werden (vergleiche die Nr. 1, 4, 14 und 24 mit Nr. 38 bis 41, ferner Nr. 2, 8, 9, 16, 17 mit Nr. 37 bis 41 der Zusammenstellung VIII Seite 169). Ein Vergleich der Breitfußschienen unter sich zeigt, wie falsch es ist, lediglich in der Erhöhung des Schienengewichtes die Verbesserung und Verstärkung des Oberbaues zu suchen (vergleiche Nr. 2 und 6 mit Nr. 19 und 21, Nr. 15 bis 17 und 23 mit Nr. 21 der Zusammenstellung VIII Seite 169), wie wichtig vielmehr eine gute Durchbildung des Querschnittes, besonders eine ausreichende Höhe ist (vergleiche Nr. 1 und 4 mit Nr. 10, 12, 13, 31, Nr. 32 mit Nr. 33, 29 und 30 der Zusammenstellung VIII Seite 169). Die verhältnismäßig ungünstige Ausnutzung des Gewichtes der meisten Schienen für Langschwellen und Nebenbahnen ist im Wesentlichen auf ihre unzureichende Höhe zurückzuführen. Die Abmessungen der Schienen waren seiner Zeit beim Uebergange von Eisen zum Stahle bei vielen Eisenbahnverwaltungen soweit ermäßigt worden, daß das Gewicht nur noch 30 kg/m betrug. Unzweifelhaft war diese Verschwächung der Schienen ein Fehler und es ist daher durchaus berechtigt, wenn in den letzten beiden Jahrzehnten allenthalben wieder kräftigere Schienen eingeführt worden sind; dies Vorgehen sollte aber nicht in urtheilsloser Erhöhung des Schienengewichtes bestehen, da dieses nur eine untergeordnete Rolle für die Leistungsfähigkeit des Oberbaues spielt¹¹⁸⁾.

Die Abmessungen der Schiene müssen ihr auch noch bei vollster Abnutzung eine ausreichende Widerstandskraft geben, auch muß durch einen Ueberschuß an Widerstandskraft eine wirtschaftliche Dauerwirkung gesichert sein¹¹⁹⁾. Diese ist den Witterungseinflüssen und den in Folge des stetigen und sehr raschen Wechsels der Belastungsweise wechselnden Spannungen gegenüber nothwendig, deren Einfluß von Löwe¹²⁰⁾ auf eine Verdoppelung des ruhenden Raddruckes bemessen

¹¹⁸⁾ Stockert, Organ 1890, S. 258.

¹¹⁹⁾ Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1892, S. 74.

¹²⁰⁾ Organ 1883, Zur Frage der Betriebssicherheit der Eisenbahngleise.

wird. Endlich treten in Folge der erfahrungsmäßig stetig wachsenden Betriebslasten bei abnehmendem Gleiswiderstande zunehmende statische und dynamische Betriebsbeanspruchungen auf. Diese nothwendige Dauerleistung eines Gleises hängt in hohem Grade von der Leistung der Schiene ab, deren gute Durchbildung um so wichtiger erscheint, als sie meistens der kostspieligste Theil des Gleises ist.

a) 5. Länge und Lochung der Schienen.

Solange die Schienen aus Gufseisen und Schweißmetall hergestellt wurden, war die Länge durch den Stoff und die Herstellungsart begrenzt. Gufseiserne Schienen waren in der Regel nicht länger als 1 m und Schweißeisenschienen überschritten selten die Länge von 6 bis 7 m. Mit Einführung des Flusstahles und der fortschreitenden Zuverlässigkeit in der Herstellung eines gleichmäßigen Stahles sind aber die technischen Bedenken gegen die Anfertigung längerer Schienen gefallen.

Der Schienenstofs ist die schwächste Stelle im Gleise, welche besonderer, die Gleiskosten erhöhender Deckungs- und Befestigungsmittel bedarf und den Lauf der Betriebsmittel ungünstig beeinflusst. Je geringer die Zahl der Schienenstöße ist, um so fester und billiger wird also das Gleis, um so ruhiger der Gang der Züge. Für die Verwendung langer Schienen sind ferner nachfolgende Gesichtspunkte anzuführen. Couard hat durch Versuche gefunden, dafs die Gleisbeanspruchung bei 5 m langen Schienen um 17% bis 58% gröfser ist, als bei 10 m Länge. Ferner verringert eine grofse Länge den Einfluß der Seitenkräfte durch gleichmäßiger Lastvertheilung auf mehr Schwellen und endlich erheischen kurze Schienen eine gröfsere Zugkraft, weil sie bei der Belastung ihres Vorderendes durch das erste Rad steiler ansteigende Rampen bilden, als lange Schienen¹²¹⁾.

So wünschenswerth aber auch eine möglichst grofse Schienenlänge ist, so findet sie doch eine Grenze in der Wärmelücke, die mit zunehmender Schienenlänge wächst, zur Vermeidung zu tiefen Einsinkens der Räder aber ein gewisses Mafs nicht überschreiten darf. Zu der Wärmelücke kommt vergrößernd der Spielraum hinzu, der unvermeidliche Längenfehler und die Schiefelage der Stöße in Gleisbögen ausgleichen soll. Diese Schiefelage würde sich nur vermeiden lassen, wenn man für jeden Bogen im Innenstrange besondere Ausgleichschienen verwendete. Dies geschieht aber der Einfachheit wegen nicht, sondern man benutzt für mehrere Bögen Ausgleichschienen gleicher Länge.

Der nach diesen Gesichtspunkten bemessene wirkliche Abstand der Schienenenden heifst Stofslücke und sollte nicht mehr als 15 bis 20 mm betragen.

Bei einem größten Wärmeunterschiede von 85° C. (+ 60° C. Schienenwärme bei größtem Sonnenbrande und — 25° C. bei schärfster Kälte) ergibt sich für Schienen von der Länge l bei größter Kälte die erforderliche Wärmelücke zu;

$$\text{Gl. 67)} \dots \dots \dots t_w = (0,001 l^{\text{mm}} + 1)^{\text{mm}}$$

wenn 1 mm Sicherheitsbetrag hinzugerechnet wird. Für 12 m lange Schienen

¹²¹⁾ Couard, Revue générale des chemin de fer 1887, 1888, 1889; Mussy, Annales des ponts et chaussées 1890; Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material, Wien 1892, S. 28 bis 39; Zeitung d. V. d. E. V. 1892, S. 997; Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 429.

wird t_w also gleich 13 mm. Der Zusatz zum Ausgleiche der Schiefelage der Stöße in den Gleisbögen hängt von dem Mafse der Kürzung der Ausgleichschienen gegenüber den Vollschiene ab. Diese Kürzung k darf nicht zu groß genommen werden, weil die Schiefelage der Schwellen und die Stofslücken mit k zunehmen. Die Schiefelage der Schwellen sollte nicht mehr als $\frac{k}{2}$ betragen und auf höchstens sechs Schienenlängen ausgeglichen werden. Unter dieser Voraussetzung werden bei einer 12 m langen Schiene und einer Kürzung der Ausgleichschienen $k = 40$ mm bei größter Kälte die Stofslücken

$$\text{Gl. 68) } \dots t_g = 0,001 \cdot l^{\text{mm}} + 1 + \frac{k^{\text{mm}}}{2 \cdot 6} + 2 = \text{rd } 18,5 \text{ mm}$$

wenn der letzte Zusatz von 2 mm der Abkantung der Schienenköpfe entspricht.

Der Kürzung k der Innenschiene entspricht bei rund 1,5 m Schienenabstand ein Halbmesser

$$\text{Gl. 69) } \dots \dots \dots r^{\text{m}} = \frac{1,5 l^{\text{mm}}}{k^{\text{mm}}}.$$

also könnten Ausgleichschienen solcher Länge in Krümmungen bis herab zu 450 m Halbmesser Verwendung finden. In schärferen Bögen sind dann im Innenstrange an Stelle der Vollschiene um 40 mm gekürzte Ausgleichschienen erforderlich und zur weitem Verkürzung muß eine zweite Sorte von Ausgleichschienen verwendet werden, welche gegen die erste wieder um 40 mm gekürzt ist.

Man hat früher der Anwendung mehrerer Sorten in der Länge gegen die Vollschiene und unter einander nicht zu sehr abweichender Ausgleichschienen nicht genug Rechnung getragen, sondern die Kürzung oft zu groß bemessen, um unter allen Verhältnissen mit einer Sorte von Ausgleichschienen auszukommen. In neuerer Zeit wird dieser Frage aber größere Aufmerksamkeit geschenkt¹²²⁾ und besonders Rüppell hat auf die Wichtigkeit der Sache hingewiesen¹²³⁾. Die preussischen und die badischen Staatsbahnen, sowie französische Eisenbahnen verwenden nach Bedarf mehrere Sorten nur wenig gekürzte Ausgleichschienen. Es kommen aber auch noch Kürzungen von mehr, als 70, sogar bis zu 117 mm vor.

Aus den vorstehenden Betrachtungen ergibt sich, daß auch ohne übermäßige Vergrößerung der Stofslücke Schienenlängen bis zu 12 m unbedenklich sind und wenn zur Zeit auch Längen von 9 m oder 9,14 m (27' engl.) noch am meisten verbreitet sind, so sind doch schon mehrere große deutsche, schweizerische und französische Bahnen zu 12 m Länge übergegangen.

Größere Längen, als solche von 12 m unter gewöhnlichen Verhältnissen und ohne etwaige Stofsüberblattung anzuwenden, empfiehlt sich wegen der Zunahme der Stofslücke nicht. Dagegen sind Schienen größerer Länge überall dort zulässig, wo irgend welche Umstände die Wärmewirkungen beseitigen oder aufheben, d. h. in Tunneln und unter Bahnhofshallen, wo man unbedenklich bis zu 18 m gehen kann. Auch auf ganz eingebetteten Wegeübergängen, auf denen die Schienen vor Wärmeeinfluß geschützt sind, sowie auf den gleiche Ausdehnung mit den Schie-

¹²²⁾ Organ 1889, S. 232.

¹²³⁾ Organ 1893, S. 61.

l = 85. x

nen annehmenden eisernen Brücken geht man bis zu 18 m Schienenlänge, weil in beiden Fällen die Verminderung des Stofsabstandes für die Ruhe des Betriebes sehr erwünscht ist.

Bei allen Oberbauarten, bei welchen die Schienen am Stofse durch Laschen verbunden werden, müssen die Schienenenden zum Durchstecken der Laschenschrauben im Schienenstege gelocht werden. Die Schraubenlöcher müssen die Ausdehnung und Zusammenziehung der Schienen bei wechselnder Wärme¹²⁴⁾, sowie die zusätzliche Erweiterung der Stofslücke in Gleisbögen zulassen, ohne daß die Bolzen an die Lochwandungen anstoßen. Bei einer Stofslücke t_g und einer Laschenschraubenstärke b muß also das Schienenloch eine wagerechte Weite haben von:

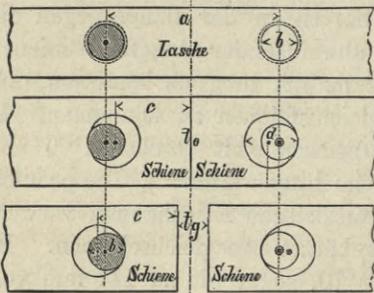
$$\text{Gl. 70) } \dots \dots \dots d^{mm} = b^{mm} + \frac{1}{2} t_g^{mm}$$

und der Abstand der Schienenlochmitte vom Schienenende muß sein:

$$\text{Gl. 71) } \dots \dots \dots c^{mm} = \frac{1}{2} (a^{mm} + b^{mm} - d^{mm}) \text{ (siehe Textabb. 152)}$$

Für die Bestimmung der Weite der Stofslücke t_g empfiehlt es sich aber, eine Ausgleichung der größten Schiefelage $\frac{k}{2}$ auf höchstens 3 bis 4 Schienenlängen

Fig. 152.



Stellung der Laschenbolzen-Löcher.

vorzusehen, damit auf Bahnhöfen die rechtwinkelige Stofslage auf diese Entfernung wieder hergestellt werden kann. Es ist demgemäß t_g zu setzen:

$$\text{Gl. 72) } \dots \dots t_g^{mm} = 0,001 l^{mm} + \frac{1}{8} k^{mm} + 1,0.$$

Auch der Feststellung des richtigen Abstandes c und einer ausreichenden Lochweite d ist bisher vielfach nicht die nöthige Beachtung geschenkt worden¹²⁵⁾, zum Schaden des Verhaltens der Stofsverbindungen, welche durch Pressungen zwischen Schienenloch und Laschenschraube ungünstig beeinflusst werden.

Die Schienenlöcher werden entweder länglich oder kreisrund durch Bohren hergestellt, die Löcher der letztern Art herrschen z. Z. vor. Außer den Laschenbolzenlöchern pflegt man in die ein-, zwei-, bzw. dreifach gekürzten Ausgleichschienen zur Kennzeichnung noch ein, zwei, bzw. drei kleine Löcher zu bohren.

¹²⁴⁾ Siehe T. V. 10,₃ und Nrm. 10,₄.

¹²⁵⁾ Rüppell, Organ 1893, S. 88.

IV. b) Querschwellen-Oberbau.

b) 1. Einleitung.

Der Querschwellenoberbau ist der z. Z. am weitesten verbreitete und wichtigste. Die zuerst verwendeten Flachschiene zum Schutze der Längshölzer bedurften durchlaufender Unterstüttung. Die Schiene wuchs nach und nach an Tragkraft, und als man der Spurrhaltung wegen anfang, Querschwellen unter Längshölzer zu legen, ergab sich bald, dafs diese unter kräftigen Schienen auch allein genügten.

Gegenüber dem Nachtheile einer un stetigen Unterstüttung der Schiene hat das Querschwellengleis den wesentlichen Vorzug, dafs die Spur in sicherer Weise durch die Unterschwellung selbst erhalten wird. Ferner kann das Gleis je nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen durch Vermehrung, oder Verstärkung der Schwellen ohne Aenderung der Bauart verstärkt werden. Endlich ist die Seitenentwässerung des Gleises zwischen den Schwellen einfach und ausgiebig.

Ausgedehnte Versuche den Langschwellenoberbau zu fördern, haben zwar zu Ende der 70er und zu Anfang der 80er Jahre in Deutschland vorübergehend die vorherrschende Stellung des Querschwellenoberbaues etwas geschmälert (siehe Zusammenstellung IX, Seite 177), blieben aber auf die Dauer ohne Erfolg. Seit 1885 ist die Zunahme der Querschwellengleise wieder eine deutlich erkennbare und in anderen europäischen Ländern, sowie in Nordamerika überwiegt der Querschwellenoberbau in noch höherm Mafse.

Als Stoff der Querschwellen kommen fast ausschliesslich Holz und Eisen oder Stahl in Betracht. Die hölzernen Schwellen überwiegen jetzt noch sehr erheblich gegenüber den eisernen, letztere machen aber in Deutschland und auch in der Schweiz¹²⁶⁾ rasche Fortschritte, während sie in den übrigen europäischen Ländern nur schwach vertreten sind. Auch in den überseeischen Tropen- und sonstigen heifsen Gegenden ist die Eisenschwelle in starker Zunahme begriffen, während Nordamerika fast nur Holzschwellen verwendet.

Querschwellen aus natürlichen oder Kunststeinen, sowie aus anderen Stoffen (Naphtharückständen u. s. w.) sind nur ausnahmsweise in Benutzung.

Die weitere Besprechung wird zunächst diejenigen Theile des Querschwellenoberbaues getrennt nach Holz- und Eisenschwellen behandeln, welche ausschliesslich oder vorzugsweise vom Stoffe der Schwellen abhängen. Hieran wird sich die Erörterung alles dessen anreihen, was vom Stoffe der Schwellen nicht oder nur nebensächlich beeinflusst ist, und einer einheitlichen Darlegung bedarf, wie die Anordnung und Ausrüstung des Schienenstosses und dergl. m.

¹²⁶⁾ Es wurden 1893 bei den 5 schweizerischen Hauptbahnen an durchgehenden Gleisen erneuert:

	mit Eisenschwellen	mit Holzschwellen
	3,8%	3,1%
und es waren an durchgehenden Gleisen vorhanden:	41%	59%.

Zusammenstellung IX

der Gleislängen im Gebiete des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, geordnet nach der Art der Unterschwellung.

Jahr	Bahngebiet	Länge der Gleise								Bemerkungen		
		im Ganzen		auf Holzquerschwellen		auf eisernen Querschwellen		auf sonstigen Unterlagen*)			auf Querschwellen überhaupt	
		km		km	%	km	%	km	%		km	%
1880	a) Deutsche E.	57 295		52 257	91,2	1 336	2,3	3 702	6,5	53 593	93,5	*) Vorwiegend Langschwelle aus Eisen.
	b) Oesterr.-Ung. E.	24 577		24 547	99,9	4	0,0	26	0,1	24 551	99,9	
	c) Alle Ver. E.	88 304		83 016	94,0	1 541	1,8	3 747	4,2	84 557	95,8	
1885	a) Deutsche E.	63 419		51 217	80,8	6 405	10,1	5 797	9,1	57 622	90,9	
	b) Oesterr.-Ung. E.	29 049		28 905	99,5	57	0,2	87	0,3	28 957	99,7	
	c) Alle Ver. E.	100 497		87 705	87,3	6 860	6,8	5 932	5,9	94 565	94,1	
1890	a) Deutsche E.	71 804		53 674	74,8	11 881	16,5	6 249	8,7	65 555	91,3	
	b) Oesterr.-Ung. E.	34 242		33 952	99,2	188	0,5	102	0,3	34 140	99,7	
	c) Alle Ver. E.	115 601		96 570	83,5	12 516	10,8	6 515	5,7	109 086	94,4	
1892	a) Deutsche E.	75 578		55 633	73,7	13 863	18,3	6 082	8,0	69 496	92,0	
	b) Oesterr.-Ung. E.	35 984		35 741	99,4	92	0,3	101	0,3	35 833	99,7	
	c) Alle Ver. E.	121 330		100 642	83,0	14 362	11,8	6 326	5,2	115 004	94,8	
1894	a) Deutsche E.	79 496		57 956	72,9	15 877	20,0	5 663	7,1	73 833	92,9	
	b) Oesterr.-Ung. E.	38 038		37 671	99,0	263	0,7	104	0,3	37 934	99,7	
	c) Alle Ver. E.	126 711		104 453	82,4	16 559	13,1	5 699	4,5	121 012	95,5	

b) 2. Holzquerschwellen.

2. a) Abmessungen und Gestalt der Schwellen. Herstellung und Zubereitung.

Form und Abmessungen des Querschnittes und die Länge der Holzschwellen sind von jeher auf den verschiedenen Bahnen sehr verschieden gewesen. In England hat man von altersher, bei einer Stärke von nur 12,7 cm, großen Werth auf große Länge (2,72 m) gelegt, während in Deutschland und in Oesterreich-Ungarn früher Längen bis herab zu 2,20 m für ausreichend gehalten, aber Stärken von 15 bis 16 cm angewandt wurden. Neuerdings finden auch in den letztgenannten Ländern für Hauptbahnen mit starkem Verkehre Längen von 2,70 m Eingang und in Norddeutschland allgemeine Anwendung, ohne Verminderung der Schwellenstärke. Als Querschnittsform tritt der Halbkreis (Belgien) das Trapez (Oesterreich und Deutschland) und das Rechteck (Deutschland, England, Frankreich) auf, letzteres mit mehr oder minder starker Abkantung besonders der oberen Ecken, oder mit Abrundung der Seiten- und Oberfläche.

Die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Gleises verlangt eine große Auflagerfläche der Schwellen. Trapez- und halbkreisförmige Schwellen besitzen diese im

Verhältnisse zu ihrem Querschnitte in höherm Mafse als rechteckige Schwellen, und wenn das gröfsere Trägheitsmoment der letzteren auch dem ganzen Gleise zu Gute kommt, so sind doch die Schwellen der erstern Art vortheilhafter¹²⁷⁾. Allerdings liegt bei solchen Schwellen die Gefahr, dafs sie aus schwachem Holze geschnitten sind, näher, als bei rechteckigen Schwellen, die zweckmäfsiger aus starken Stämmen geschnitten und daher aus festerm Holze bestehen werden. Auch erfordern Schwellen mit gekrümmter Oberfläche ein für den Schwellenbestand nachtheiliges Einarbeiten des Schienenlagers.

In der Zusammenstellung X sind die Abmessungen einiger in Gebrauch befindlicher Schwellen angegeben.

Zusammenstellung X.
Querschwellenabmessungen.

Nr.	Eisenbahnverwaltung	Länge	Breite	Dicke	Schwellenform	Bemerkungen
		der Schwelle				
		cm	cm	cm		
Deutschland.						
1	Preussische Staatseisenbahnen	270	26	16	Rechteck	für Hauptbahnen „ Nebenbahnen
2	„ „	250	26	15	„	
3	Reichseisenbahnen in Els.-Lothr.	270	26	16	„	
4	Bayerische Staats-Eisenbahnen	250	23—26	15—16	„	
5	Sächsische „ „	250	26	16	„	
6	Württembergische „ „	250	12 zu 25	15,5	Trapez	
7	Hessische Ludwigs-Eisenbahn	250	„ „	15	„	
Oesterreich-Ungarn.						
8	Oesterr. Staatseisenbahnen . .	240	15 zu 25	15	„	neuere Form ältere „
9	Ungarische „ . .	250	17 „ 25	15	„	
10	Oesterreichische Südbahn . .	240	13,2 „ 25,3	16	„	
11	Kaiser Ferdinands Nordbahn .	270	26	16	Rechteck	
12	„ „ „ . .	240	16 zu 31	16	Trapez	
13	Oesterr. Nordwestbahn . .	250	15 „ 25	15	„	
Sonstige Länder.						
14	Belgische Staatseisenbahnen .	260	28	14	Halbkreis	} für Stuhlschienen
15	Schweiz. Gotthardbahn . . .	250	24	15	Rechteck	
16	„ Jura Simplon-Bahn .	260	24	15	„	
17	Frankreich. Ostbahn	250	24	15	„	
18	„ Nordbahn	250	25	15	„	
19	„ Paris-Lyon-M. : . .	275	20	15	„	
20	„ Südbahn	265	25	13	„	
21	England. Midlandbahn . . .	272	25,4	12,7	„	
22	Nordamerika. Pennsylvaniabahn	258	25	16	—	
23	„ gewöhnl. Schwelle	244	20,3	15,2	—	

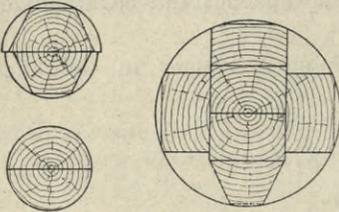
In welcher Weise die Schwellen aus dem Stamme geschnitten werden, ist aus Textabb. 153 zu ersehen.

127) Schröter, Organ, Ergänzungsheft 1894, S. 271.

Für Nebeneisenbahnen, noch mehr bei Schmalspurbahnen, pflegt man kürzere und schwächere Schwellen zu verwenden.

Das Schienenlager der Holzschwellen muß überall da, wo die den Schienen etwa zu gebende Neigung nicht durch entsprechend gestaltete Zwischen-

Fig. 153.



Mafsstab 1 : 25. Holzschwellen-Schnitt.

theile hergestellt wird, nach dieser Neigung gekappt (gedechgelt) werden, wozu besondere Lehren Verwendung finden. Erhalten die Schienen keine Neigung, oder wird die Neigung bei wagerechter Schwellenoberfläche durch Zwischen-

theile hergestellt, so bedarf es einer Bearbeitung des Schienenlagers nur bei Schwellen mit nicht ebener Oberfläche. Jedes tiefere Einarbeiten des Schienenlagers begünstigt die Zerstörung der Schwelle durch Fäulnis, weil sich das Wasser in die Vertiefung zieht. Diese Thatsache spricht gegen die Verwendung von Schwellen mit nicht ebener Oberfläche und für die in Deutschland immer allgemeiner werdende Anordnung keilförmiger Unterlageplatten zur Herstellung der Schienenneigung bei Breitfußschienen. Bei Stuhlschienen wird die Schienenneigung allgemein durch die Stuhlform sichergestellt.

Die Schwellen sind für die Schrauben und Nägel, mit welchen die Schienen, Platten oder Stühle auf den Schwellen befestigt werden, vorzubohren, wenn die Nägel nicht mit scharfer Spitze oder Schneide versehen sind. Die Löcher müssen durch die Schwelle durchgebohrt werden, sie erhalten einen um wenige Millimeter geringern Durchmesser, als die Befestigungsmittel und werden in der einen Schwellenhälfte im Voraus nach Lehren angebracht, in der andern dagegen erst beim Verlegen des Gleises hergestellt, um mit der Spurweite nach Bedarf wechseln zu können.

Es empfiehlt sich, jede Schwelle an beiden Kopfenden alsbald nach der Aufbereitung durch S-Klammern gegen Aufspalten beim Trocknen zu schützen. Solche Klammern fertigt man aus Messereisen von etwa 19 mm Länge an¹²⁸⁾. Auch kann man Schraubenbolzen quer durch die Schwellenenden ziehen, ein Verfahren, das kaum wirksamer aber wesentlich theurer ist.

Die fertig zubereiteten Schwellen müssen luftig aufgestapelt werden, sollen aber weder dem Sonnenbrande, noch zu starker Zugluft ausgesetzt sein, weil andernfalls die Gefahr des Reifens steigt.

2. β) Holzarten.

Die zu den Schwellen verwendeten Holzarten sind in Hartholz und Weichholz zu unterscheiden, außerdem nach ihrer Vergänglichkeit durch Faulen in Hölzer, die besonderer Schutzmittel hiergegen bedürfen, oder nicht. Harthölzer widerstehen den äußeren Angriffen und in der Regel auch der Fäulnis besser, als

¹²⁸⁾ Sarrazin, Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 188.

Weichhölzer. Nur Buchenholz macht hiervon eine bemerkenswerthe Ausnahme, es gehört zu den vergänglichsten aller Hölzer.

Die in den verschiedenen Ländern zur Verfügung stehenden Waldholzarten waren ursprünglich auch für die Holzart der Schwellen fast ausschließlich maßgebend; erst mit der Verringerung der Beförderungskosten konnten auch in der Ferne gewachsene Hölzer herangezogen werden.

Das Eichenholz ist in allen nördlichen, östlichen und mittleren Ländern Europas, sowie auch in Nordamerika das für Schwellen von Hauptbahnen verbreitetste und gilt allgemein wegen seiner Härte und Fäulnisbeständigkeit als das haltbarste. Es wird vielfach ohne Schutzmittel gegen Fäulnis (ungetränkt) verwendet, wird aber dort, wo es hoch im Preise steht, getränkt. Aufser Eichenholz kommen in Europa vorzugsweise in Betracht: Kiefern-, Fichten-, Tannen- und Lärchenholz, welche aber sämmtlich getränkt werden sollten, endlich Buchenholz, welches ohne Tränkung überhaupt nicht in Frage kommen kann. In den westlichen Ländern Europas, wo wegen des hohen Preises des Eichenholzes die anderen Holzarten von jeher weit verbreitet waren, haben sich auch die verschiedenen Tränkungsarten entwickelt.

In Nordamerika, mit seinem Reichthume guter Hölzer kamen 1884 neben der Weißseiche, aus welcher 58,2% der Bahnschwellen bestanden, noch vorzugsweise in Betracht: Ceder mit 10,4%, Yellowpine mit 8,7%, Nordlands-Tanne und Hemlock-Tanne mit 6,9% und 5,9%, sowie eine große Zahl anderer Holzarten, die aber zum Theil nur eine örtlich beschränkte Verbreitung hatten¹²⁹⁾ ¹³⁰⁾.

Von Schwellenhölzern anderer überseeischer Länder sind zu nennen: Jarrah und Teakholz in Indien, Kampherbaum in Südafrika, Quebracho in Südamerika u. s. w. Dabei ist zu bemerken, daß in den Tropen nur Hölzer von großer Fäulnisbeständigkeit oder solche, die nicht von Ameisen und anderen Thieren zernagt werden, in Frage kommen können.

Die Verbreitung der vorzugsweise in Betracht kommenden Holzarten und das Verhältnis der getränkten zu den ungekränkten Schwellen bei den Bahnen des V. d. E. V. ist aus der Zusammenstellung XI, Seite 181 zu ersehen. Das Tränken hat in dem betreffenden Zeitraume erheblich zugenommen, besonders in Oesterreich-Ungarn, wo jedoch die Zahl der getränkten Schwellen im Ganzen noch gering ist. Der Rückgang in der Verwendung von Eichenholz in Preußen und Deutschland steht in Wechselwirkung mit der Zunahme des Tränkens, denn die anderen Holzarten erreichen durch dieses Schutzmittel annähernd die Lebensdauer des rohen Eichenholzes.

Die starke Zunahme in der Benutzung von Nadelholzschwellen ist auch durch die stetige Vervollkommnung der Befestigungsmittel und des Schutzes der Schwellen gegen äußere Angriffe begünstigt worden.

¹²⁹⁾ Haarmann, das Eisenbahngleis, Geschichtlicher Theil S. 119. 1894 wird in der Zeitung d. V. d. E. V. S. 334 das Verhältnis angegeben: Eiche 60%, Yellowpine 20%, Wachholder 6%, Edelkastanie 5%, Steinbocktanne 3% u. s. w.

¹³⁰⁾ Siehe auch: Russell Tratmann, Report on the use of metal railroad ties and on preservative processes and metal tie plates for wooden ties. Washington 1894, Government printing office.

Zusammenstellung XI.

1	2	Eichenholz			Sonst. Laubholz			Nadelholz			Im Ganzen		14	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Jahr	Eisenbahnverwaltung	in % der Gesamt- zahl		davon		in % der Gesamt- zahl		davon		in % der Gesamt- zahl		davon		Bemerkungen
		ge- tränkt	nicht ge- tränkt	ge- tränkt	nicht ge- tränkt	ge- tränkt	nicht ge- tränkt	ge- tränkt	nicht ge- tränkt	ge- tränkt	nicht ge- tränkt			
1880*)	a) Preufs. Staatseseisenbahnen b) Deutsche Eisenbahnen c) Oesterr.-Ung. Eisenbahnen d) Alle Vereins-Bahnen . . .	74,0 56,0 66,6 59,3**)	62,1 46,5 — —	37,9 53,5 — —	0,6 1,1 3,3 1,7**)	89,5 53,4 — —	10,5 46,6 — —	25,4 42,9 30,1 36,5**)	90,0 80,8 — —	10,0 19,2 — —	69,4 61,3 14,0 44,1	30,6 38,7 86,0 55,9	*) Für die Bahnen zu a und b gelten die Zahlen für das Jahr vom 1. IV. bis 1. IV., für die übrigen für das Kalenderjahr.	
1885*)	a) Preufs. Staatseseisenbahnen b) Deutsche Eisenbahnen c) Oesterr.-Ung. Eisenbahnen d) Alle Vereins-Bahnen . . .	69,4 55,0 68,1 60,0**)	63,1 53,4 — —	36,9 46,6 — —	1,3 1,2 5,0 2,4**)	97,0 75,3 — —	3,0 24,7 — —	29,3 43,8 26,9 34,6**)	89,6 91,0 — —	10,4 9,0 — —	71,3 70,1 20,3 49,3	28,7 29,9 79,7 50,7		
1890*)	a) Preufs. Staatseseisenbahnen b) Deutsche Eisenbahnen c) Oesterr.-Ung. Eisenbahnen d) Alle Vereins-Bahnen . . .	62,6 50,1 68,1 58,4**)	72,3 62,5 — —	27,7 37,5 — —	4,6 3,4 9,6 5,3**)	98,0 94,2 — —	2,0 5,8 — —	32,8 46,5 22,3 33,8**)	94,2 94,0 — —	5,8 6,0 — —	80,7 78,2 31,9 56,9	19,3 21,8 68,1 43,1		
1892*)	a) Preufs. Staatseseisenbahnen b) Deutsche Eisenbahnen c) Oesterr.-Ung. Eisenbahnen d) Alle Vereins-Bahnen . . .	57,7 46,9 67,2 56,4**)	75,7 65,3 — —	24,3 34,7 — —	5,3 4,3 11,0 6,4**)	98,3 95,7 — —	1,7 4,3 — —	37,0 48,8 21,8 34,7**)	97,0 95,6 — —	3,0 4,4 — —	84,8 81,4 36,0 60,2	15,2 18,6 64,0 39,8		
1894*)	a) Preufs. Staatseseisenbahnen b) Deutsche Eisenbahnen c) Oesterr.-Ung. Eisenbahnen d) Alle Vereins-Bahnen . . .	55,2 44,8 65,9 55,2**)	77,8 67,7 — —	22,2 32,3 — —	5,4 4,8 13,0 7,4**)	98,4 95,7 — —	1,6 4,3 — —	39,4 50,4 21,1 35,2**)	97,5 96,3 — —	2,5 3,7 — —	86,8 88,4 37,9 61,9	13,2 16,6 62,1 38,1	**) Bezüglich der Holzart sind die Angaben in der Ver-einsstatistik z. Th. unvollständig, die Quersumme der % der Spalten 3, 6, 9 gibt bei d daher nicht 100.	

Es muß dahin gestrebt werden, daß die Dauer der Schwellen unter den äußeren Angriffen und gegenüber innerm Verfall die gleiche werde.

2. γ) Tränken der Schwellen.

Das Holz besteht aus der Holzfaser und dem Holzsaft, dieser ist besonders durch seinen Gehalt an Eiweiß und anderen leicht zersetzlichen Stoffen der Träger der Fäulnis. Enthält das Holz selbst größere Mengen fäulnishindernder Stoffe, wie Tannin, Gerbsäure u. s. w., so wird es durch diese in beschränktem Maße vor dem natürlichen Verderben geschützt.

Auslaugen oder Dämpfen, wodurch ein Theil der zersetzlichen Stoffe beseitigt wird, sorgfältiges Trocknen oder Dörren, wobei dem Holze das Wasser entzogen wird, erhöhen schon dessen Dauer, sind aber für Schwellen unzureichend. Diese sind der Gefahr des Faulens dadurch besonders ausgesetzt, daß man sie dem schädlichen Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit nicht entziehen kann, sie müssen daher mit fäulnishindernden Mitteln getränkt werden.

Die Tränkungsflüssigkeit durchzieht das Holz um so vollkommener, in je höherm Grade ihm der Saft entzogen wurde und unter je höherm Drucke die Flüssigkeit auf die Schwellen wirkt. Die Tränkung vom Hirnholze aus ist am wirksamsten. Man unterscheidet die Verfahren daher sowohl nach der Art des Tränkungsstoffes, als auch nach dem eingeschlagenen Vorgange.

Tränken mit Quecksilber-Sublimat, in England 1832 von Kyan erfunden (Kyanisiren).

Die fertig bearbeiteten Schwellen werden in lufttrockenem Zustande in große Holztröge gebracht und hier etwa zehn Tage in einer Sublimatlauge von 1:150 gelassen. Damit die Lauge alle Oberflächentheile berührt, müssen die Schwellen durch Latten von einander getrennt sein. Das Verfahren ist zwar wirksam, aber kostspielig und für die Arbeiter nicht ungefährlich, es hat sich daher bis in die neueste Zeit nur in beschränktem Umfange erhalten.

Tränken mit Kupfervitriol, 1841 in Frankreich von Boucherie eingeführt.

Die nicht entrindeten frisch gefällten Stämme werden mit schwacher Neigung gelagert. Am Zopfende tritt die Lauge in $\frac{1}{100}$ Verdünnung unter etwa 1 at. Druck ein und verdrängt allmähig den Saft, welcher am untern Ende ausfließt. Wenn der Ausfluß $\frac{2}{3}$ des Gehaltes der Einflußlauge enthält, gilt das Verfahren als beendet, d. h. bei Eichenholz nach etwa 100, bei Buchenholz nach 48 Stunden. Das Verfahren hat bei Buchenholz besonders guten Erfolg gehabt und namentlich in Frankreich, Süddeutschland und Oesterreich Eingang gefunden. Von Nachtheil ist, daß die am meisten durchtränkten äußeren Holztheile bei der Bearbeitung zu Schwellen verloren gehen, und daß das Kupfervitriol später die Eisentheile angreift. Man wird daher gut thun, diese zu verzinken.

Beim Tränken mit Zinkchlorid und mit Kreosot (Theeröl) nach dem Verfahren von Burnett und Bethell werden die Schwellen zu 120 bis 160 Stück in fertiger Bearbeitung in eiserne Cylinder von vierfacher Schwellenlänge gebracht. Die Cylinder enthalten ein schmalspuriges Gleis, sodas die Schwellen auf kleinen

Wagen ein- und ausgefahren werden können. Während des Tränkens bleiben sie auf diesen Wagen.

Beim Tränken mit Zinkchlorid werden die Schwellen zunächst bei etwa 4 at. Kesseldruck eine bis zwei Stunden lang gedämpft, beim Tränken mit Kreosot dagegen acht Stunden bei 100° bis 130° gedörst. Das Dämpfen der Schwellen ist beim Tränken mit Kreosot unzulässig, weil dieser ölige Stoff nur in trockene Schwellen eindringt. Abgesehen von diesem Unterschiede ist der weitere Verlauf bei beiden Verfahren übereinstimmend der Folgende: Im Tränkungs-cylinder wird während eines Zeitraumes von einer halben bis zu einer Stunde eine Luftverdünnung von 55 bis 65 cm Quecksilbersäule erzeugt, sodafs Luft, Saft und Wasserdampf aus dem Holze entweichen. Nachdem dieses dadurch zur Aufnahme der Tränkungsflüssigkeit besonders vorbereitet ist, wird sie unter 6,7 bis 10 at. Druck in den Tränkungs-Cylinder geprefst und eine bis drei Stunden in diesem belassen.

Die Dauer dieser Pressung nimmt mit der Stärke der Lauge ab. Zinkchlorid kommt in Lösungen von 1,5 bis 3° Beaumé, d. h. 1,5 bis 3% zur Verwendung, nachdem sich stärkere Lösungen nicht entsprechend wirksamer gezeigt haben; der Karbolsäuregehalt des Theeröles schwankt zwischen 12 und 25%. Man will beobachtet haben, dafs schwächere Lösungen tiefer in die Hölzer eindringen, es sind demgemafs besonders österreichische Bahnen bei Chlorzink von 3% zu 1,5 bis 1,7% zurückgekehrt.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist das Tränken mit Kreosot das wirksamste, es hat daher in den letzten Jahren stark zugenommen und trotz seines hohen Preises im Westen Europas, namentlich seit 1890 in Frankreich, wo das Schwellenholz verhältnismäfsig theuer ist, die anderen Verfahren mehr und mehr verdrängt¹³¹⁾. In Mitteleuropa dagegen ist das Tränken mit Chlorzink am meisten verbreitet, da es gleichfalls sehr wirksam, aber wesentlich billiger ist. Um den Theil der günstigen Wirkungen des Kreosotes, welche darauf beruhen, dafs das Oel die Poren und Risse schliesst und dadurch das Holz besser vor dem Eindringen der Feuchtigkeit schützt, auch beim Tränken mit Zinkchlorid zu erzielen, ist in den letzten Jahren, besonders bei den preussischen Staatsbahnen, vielfach der Chlorzinklaug ein Zusatz von 6 bis 8% Theeröl gegeben worden.

Von anderen Tränkungsverfahren mit nur geringer Verbreitung sind noch zu nennen: das Tränken mit Kupfervitriol unter Hochdruck und das Verfahren von Blythe, bei welchem die Schwellen vor dem Einpressen des Theeröles in kreosothaltigem Wasserdampfe gedämpft werden.

Die Aufnahme an Tränkungsstoff ist bei allen Verfahren gröfser, als die Abgabe an Saft, das Holz nimmt also an Gewicht zu. Viele Bahnverwaltungen schreiben daher für die ausreichende Tränkung neben einem bestimmten Tränkungs-mittel eine gewisse Gewichtszunahme der Schwellen vor. Es wird an Gewichtszunahme gerechnet¹³²⁾:

¹³¹⁾ Encyklopädie der Eisenbahnen. Wien, Bd. 6. Revue générale des chemins de fer 1895, S. 90.

¹³²⁾ Organ, Erg.-Bd. 1884, S. 22, 1894 S. 36. Revue générale des chemins de fer 1895, S. 90.

Zusammenstellung XII

	bei Eichen-	Buchen- für eine Schwelle	Kiefernholz
bei den preussischen Staatsbahnen	6,25—10 kg	—	20—25 kg Theeröl
	— „	30 kg	30 „ Zinkchlorid
bei österreichischen Bahnen	7,5 „	18 „	18 „ Zinkchlorid
	— „	0,45 „	— „ festes Kupfer
bei französischen Bahnen	5—7 „	13—24 „	12—14 „ Theeröl.

Die Aufnahmefähigkeit des Buchen- und Kiefernholzes ist demnach erheblich größer, als die des Eichenholzes, manche Bahnen, z. B. die französischen, nützen aber der Ersparnis wegen die volle Aufnahmefähigkeit der ersteren Holzarten nicht aus.

Bei den preussischen Staatsbahnen war bisher das Tränken mit Kreosot vorzugsweise bei Eichenschwellen, mit Chlorzink hauptsächlich bei Kiefernswellen in Anwendung, wobei, wie in Frankreich, der höhere Preis des Rohstoffes auch das kostspieligere aber wirkungsvollere Tränkungsverfahren rechtfertigte; in neuester Zeit werden aber auch Weichholzschwellen mit Kreosot getränkt.

In Folge der günstigen Ergebnisse des Tränkens nimmt es stetig zu (Zusammenstellung XI Seite 181) und keine Verwaltung, welche es eingeführt hat, beabsichtigt dessen Aufgabe.

Die Verbreitung der verschiedenen Tränkungsarten im Gebiete des V. d. E. V. ist aus der Zusammenstellung XIII zu entnehmen¹³³⁾. Die Abnahme der Zahl der Verwaltungen seit 1878 ist auf den durch die Verstaatlichungen in Preußen und Oesterreich-Ungarn bedingten Wegfall von Einzelverwaltungen zurückzuführen.

Zusammenstellung XIII

Tränkungsstoff	Zahl der Verwaltungen in den Jahren				
	1865	1868	1878	1884	1893
Sublimat	3	6	8	4	3
Kupfervitriol	15	6	5	1	2
Chlorzink	8	7	20	22	21
Chlorzink und Kreosot	—	—	4	7	4
Kreosot	4	5	13	11	6
Zusammen	30	24	50	45	36

Die Kosten des Tränkens betragen im Gebiete des V. d. E. V. durchschnittlich in Mark für eine Schwelle bei¹³⁴⁾:

Zusammenstellung XIV.

	Kreosot		Zinkchlorid		Zinkchlorid und Kreosot		Sublimat		Kupfervitriol	
	1884	1893	1884	1893	1884	1893	1884	1893	1884	1893
Eichenholz	1,0	0,93	0,37	0,43	0,61	—	—	0,40	—	—
Buchenholz	1,9	—	0,44	0,53	0,86	0,90	—	0,60	—	0,34
Kiefern-, Fichten- und Tannenholz	1,7	1,50	0,47	0,50	0,74	0,69	0,75	0,52	—	0,23

¹³³⁾ Organ, Erg.-Bde. 1878, 1884, 1894.

¹³⁴⁾ Organ, Erg.-Bde. 1884 S. 22 und 1894 S. 56.

Für Frankreich werden sie einschliesslich der Anlage und Tilgungskosten bei Tränkung mit Kreosot angegeben für

	Eichen-,	Buchen-,	Kiefernholz
zu:	0,90	1,62	2,18 fr. ¹³⁵⁾

Da die einzelnen Bahnen des V. d. E. V. bezüglich der Anrechnung der Anlage- und Tilgungskosten nach verschiedenen Grundsätzen verfahren, so sind die vorstehend gegebenen Durchschnittswerthe nicht ohne Weiteres zu Vergleichen brauchbar.

Die Lebensdauer der Schwellen wird durch das Tränken wesentlich erhöht, besonders die der Kiefern- und Buchenschwellen. Bezüglich der letzteren gehen zwar die Ansichten noch weit auseinander, indem bis in die neueste Zeit gute und schlechte Erfahrungen vorliegen¹³⁶⁾. Die Vermuthung scheint berechtigt es sei die Tränkung derjenigen Schwellen, welche sich nicht gehalten haben, ungenügend, oder das Holz minderwerthig gewesen; vielleicht hat es zu lange vor der Verarbeitung und Tränkung auf dem Stamme gelegen, was bei Buchenholz vermieden werden mufs¹³⁷⁾.

Nach den bisherigen Ergebnissen beträgt die Dauer der Schwellen¹³⁸⁾:

	bei Eichenholz	Buchenholz	Kiefernholz
roh	14—16 Jahre	3 Jahre	7—8 Jahre
getränkt	20 Jahre	10—18 Jahre	14—18 Jahre.

Die bedeutende Verlängerung der Gebrauchsfähigkeit des Kiefernholzes, mit welchem im Gegensatze zu Buchenholz allseitig günstige Erfahrungen gemacht sind, läßt es erklärlich erscheinen, daß die Kiefernschwelle immer mehr die theurere Eichenschwelle verdrängt.

Inwieweit das Tränken mit Kreosot die Dauer der Buchen- und Kiefern-schwellen, bei welchen wenigstens in Deutschland und Oesterreich-Ungarn dieses Verfahren im Allgemeinen bisher nur vereinzelt angewendet wurde, noch weiter zu verlängern vermag, wird sich erst aus weiteren Versuchen ergeben. In Frankreich, wo seit 1890 Kreosot das Chlorzink fast ganz verdrängt hat, schreibt man ihm einen aus längerer Schwellendauer erwachsenden, bedeutenden wirthschaftlichen Nutzen zu. Auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn hatten die von 1881 bis 1883 abgängig werdenden mit Kupfervitriol getränkten Buchenschwellen ein durchschnittliches Alter von 9,8 Jahren, 1893 war dies Alter schon auf 13,4 Jahre, also um 37% gestiegen, obgleich erst 20% der Schwellen mit Kreosot getränkt waren. Auf der Strecke Paris-Lyon ist aus gleichem Anlasse die Vermehrung der Dauer der Buchenschwellen zu 54 bis 76%, auf der französischen Ostbahn zu 65% ermittelt, während die Kostenvermehrung nur 31% beträgt¹³⁹⁾. Bei der Kürze der Er-

135) *Revue générale des chemins de fer* 1895 S. 90.

136) *Organ*, Erg.-Bd. 1894, S. 46; 1896, S. 276.

137) *Organ*, 1880, S. 62. *Centralbl. d. Bauverw.* 1885, S. 296; 1887, S. 188, *Revue générale des chemins de fer* 1895, S. 90.

138) *Centralbl. d. Bauverw.* 1884, S. 118.

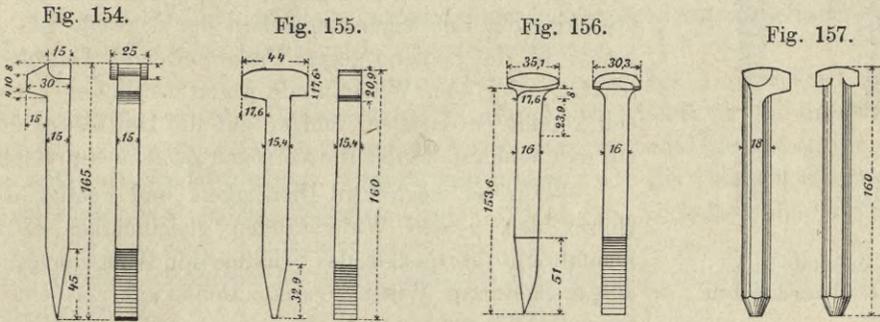
139) *Revue générale des chemins de fer* 1895, S. 90.

fahrungszeit können diese Ergebnisse aber kaum als endgültige angesehen werden.

Nach Erfahrungen und Versuchen von Funk, Sarrazin und Susemihl schützt des Tränken die Schwellen nicht nur gegen Fäulnis, sondern macht sie auch widerstandsfähiger gegen die äußeren Angriffe¹⁴⁰⁾.

2. δ) Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen bei Breitfußschiene.

Die Breitfußschiene liegen entweder unmittelbar auf den Schwellen, oder behufs Verbreiterung der Auflagerfläche auf Unterlageplatten. In beiden Fällen wird



Mafstab 1 : 5. Nägel.

Preussische
Staatseisen-
bahnen
G = 0,29 kg

Kaiser Ferdinands
Nordbahn
0,32 kg

Nordamerikanische
Bahnen
—

Oesterreichische
Nordwestbahn
0,38 kg.

die Schiene durch flusseiserne Nägel oder Schrauben, deren Kopf über den Schienenfuß greift, auf der Schwelle befestigt.

Der hakenförmige Kopf der in den Textabb. 154 bis 157 dargestellten Schienen-nägel (Haken-nägel) ermöglicht es, den Nagel mittels einer Klaue (Geißfuß) auszuziehen, die unter die hinteren oder seitlichen Ansätze faßt. Für die verschiedenen Spielarten der Kopfform waren zwingende technische Gründe nicht maßgebend.

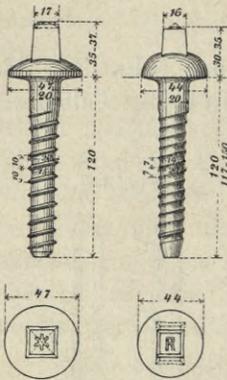
Die Länge des Nagels beträgt 160 bis 170 mm, die Stärke 15 bis 18 mm, das Gewicht 0,25 bis 0,40 kg. Die Schwellenschrauben (Schienenschrauben, Schienennägel, Tirefonds) sind im Schaft 117 bis 150 mm lang, haben eine Kopfhöhe von 30 bis 40 mm und eine Stärke von 20 bis 23 mm, ihr Gewicht beträgt 0,40 bis 0,50 kg. (Siehe Textabb. 158.)

Ueber die zweckmäßigste Form der Gewinde der Schwellenschrauben sind die Ansichten noch getheilt, in Deutschland und Frankreich ist die in Textabb. 158 (links) dargestellte Form am meisten vertreten, in Oesterreich-Ungarn dagegen mehr die Form der Textabb. 158 (rechts), welche auch bei den Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen eingeführt ist.

¹⁴⁰⁾ Organ 1880, S. 62. Deutsche Bauzeitung 1880, S. 55. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 103; 1883, S. 451; 1887, S. 188.

Die Kopfform der Schwellenschrauben zeigt meistens einen quadratischen oder rechteckigen Dorn, der zum Aufstecken des Schraubenschlüssels beim Ein- und Ausdrehen dient; die rechteckige Form soll dem Abdrehen der Kanten entgegenwirken¹⁴¹⁾. Auf dem Kopfe des Dornes wird eine erhabene Figur oder ein

Fig. 158.



Mafsstab 1 : 5.
Schwellenschrauben.

Buchstabe angebracht, damit ein etwa misbräuchlich vorgekommenes Einschlagen mit dem Hammer äußerlich erkennbar wird. Die Nägel und Schrauben sollen die Schiene gegen Umkanten und seitliche Verdrückung sichern. Ein Kanten um den Schienenfuß setzt voraus, daß das Befestigungsmittel an der gegenüberliegenden Seite etwas aus der Schwelle herausgezogen wird. Je größer die Haftfestigkeit der Befestigungsmittel in der Schwelle ist, desto besser ist die Schiene gegen Umkanten und Abheben geschützt. Bei dem Widerstande gegen seitliches Verschieben kommt es dagegen weniger auf die Haftfestigkeit, als auf den Widerstand des Holzes gegen Zusammenpressen an.

Während möglichste Dichtigkeit und Festigkeit des Holzes den beiden Widerständen gleichmäfsig zu Gute kommt, übt die Gestalt des Schaftes der Befestigungsmittel entgegengesetzte Wirkung aus. Denn während eine mit Schraubengängen oder Widerhaken versehene Oberfläche die Haftfestigkeit erhöht, wird dadurch der Widerstand gegen Zusammenpressen vermindert, und die Holzfaser durch die eindringenden Schneiden zerstört. Glatte, möglichst breite Seitenwandungen der Schäfte werden daher den im Betriebe häufig wiederkehrenden Seitenstößen am besten widerstehen, allerdings auf Kosten der Haftfestigkeit.

Die in früherer Zeit zur Erhöhung der Haftkraft zuweilen angewandten Nägel mit Widerhaken werden nicht mehr benutzt, dagegen verbreitet sich die Schwellenschraube immer mehr. Sie ist in Frankreich erfunden und wird dort fast allein als Befestigung angewandt. In Deutschland, wo sie seit den 70er Jahren Eingang fand, pflegt man sie dagegen, unter Berücksichtigung des oben dargelegten Unterschiedes zwischen Haftfestigkeit und Widerstand gegen Zusammendrücken, meistens nur innen anzuordnen, während man aufsen Nägel beibehält¹⁴²⁾. Da die Seitenstöße vorzugsweise von innen nach aufsen wirken, haben die äufseren Befestigungsmittel dem Verschieben, die inneren dagegen dem Umkanten um die Aufsen Seite des Schienenfußes entgegen zu wirken. Nach dem Urtheile der Techniker-Versammlung des V. d. E. V. von 1893 sind daher innen Schrauben und aufsen Nägel am zweckmäfsigsten¹⁴³⁾.

Ueber die Gröfse der Haftfestigkeit haben Susemihl¹⁴⁴⁾ und Dunaj¹⁴⁵⁾ umfassende Versuche gemacht. Ersterer fand bei:

¹⁴¹⁾ Organ, Erg.-Bd. XI 1894, S. 59.

¹⁴²⁾ Organ 1888, 1889, 1890. Mittheilungen über die verschiedenen Oberbauten der Eisenbahnverwaltungen 1894, Erg.-Bd. XI, S. 58.

¹⁴³⁾ Organ 1894, Erg.-Bd. XI, S. 59.

¹⁴⁴⁾ Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 103.

¹⁴⁵⁾ Organ 1886, S. 153 u. 161.

Zusammenstellung XV.

		4 kantigen Nägeln		8 kantigen Nägeln		Schwellenschrauben	
		in nicht getränkten	getränkten	nicht getränkten	getränkten	nicht getränkten	getränkten
Schwellen							
1	Frisch eingetrieben	3198	3646	3094	3746	4198	4606 kg
2	Gleis 8 Monate alt	—	—	2924	—	6253	—
3	„ 20 „ „	2446	2977	2481	2958	—	—
4	„ 45 „ „	2122	—	—	—	4723	—

Aus diesen Zahlen geht der schon früher hervorgehobene, die Haftfestigkeit erhöhende Einfluss des Tränkens der Schwellen hervor.

Der Widerstand gegen Seitenverdrückung scheint bei vierkantigen Nägeln gröfser zu sein, als beim Achtkantnagel¹⁴⁶⁾, dagegen wird letzterm von einigen Fachleuten eine gröfsere Haftkraft zugeschrieben¹⁴⁷⁾, weil er beim Eintreiben die Holzfasern nicht so ungleichmäfsig zerstört und prefst, wie der Vierkantnagel. Der Achtkantnagel mit seiner stumpfen Spitze macht ein Vorbohren der Schwellen nöthig, welches beim Vierkantnagel entbehrlich ist. Dieser mit quer zur Holzfasern stehender Schneide ist daher das in Mitteleuropa verbreitetste Schienenbefestigungsmittel.

Schwellenschrauben haben bei Hartholzschwellen einen verhältnismäfsig höhern Werth, als bei Weichholzschwellen, dagegen sind sie in Ländern mit langen kalten Wintern weniger empfehlenswerth, als in warmen Landstrichen¹⁴⁸⁾.

Um dem Aufspalten der Schwellen vorzubeugen, versetzt man die gegenüber liegenden Befestigungsmittel gegen die Mittellinie der Schwelle. Neuerdings ordnet man in Deutschland vielfach auf jeder Schwelle an der Innenseite der Schiene zwei Nägel oder Schrauben an, um dem Umkanten der Schienen kräftig entgegenzuwirken, besonders auf den dem Schienenstosse benachbarten Schwellen.

Es mufs dafür gesorgt werden, dafs mehrere einer Schienenbefestigung dienende Befestigungsmittel den Angriffen nicht einzeln, sondern thunlichst gemeinsam widerstehen. Das wird bezüglich der Seitenverschiebung durch eiserne Unterlageplatten erreicht, welche die Nägel oder Schrauben vollkommen umfassen, daher die Befestigungsmittel in gegenseitige Abhängigkeit bringen, zugleich auch Druck und Reibung zwischen Schienen und Schwellen und daher die Abnutzung der letzteren vermindern. Es ist zweckmäfsig die Unterlageplatten mit Randleisten zu versehen, die dem Schienenfufse auf ihre ganze Länge als seitliche Führung dienen und zugleich die Befestigungsmittel vor dem Einschleifen des Schienenfufses schützen. Die Verwendung von Unterlageplatten ist daher von größtem Werthe für die Erhaltung der Schwellen und einer guten und sichern Höhenlage und Richtung des Gleises. Auch gestattet ihre allgemeine Anwendung einen weitgehenden Ersatz von Eichen-, durch Weichholzschwellen¹⁴⁹⁾.

Besonders empfehlenswerth sind keilförmige Unterlageplatten, die schon früh-

146) Susemihl, Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 103.

147) Hohenegger, Organ 1878, S. 61.

148) Revue générale des chemins de fer 1889, S. 475.

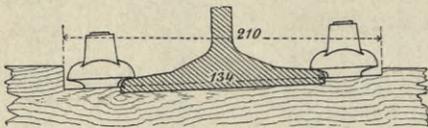
149) Jungbecker, Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 67.

zeitig auf der Semmeringbahn Anwendung, aber erst seit Mitte der 80er Jahre allgemeiner Eingang fanden, denn hierdurch entfällt auch das sonst zur Herstellung der Schienenneigung nothwendige, den Schwellen schädliche Kappen, zudem verbürgen solche Platten grössere Sicherheit in der Erhaltung der Schienenneigung¹⁵⁰).

Die Unterlageplatten, welche ursprünglich nur den Schienenstößen zur Unterstützung dienten und demnächst höchstens bei zwei Schwellen auf die Schienenlänge in sehr scharfen Krümmungen verwendet wurden, kommen daher jetzt auf fast allen Hauptbahnen Deutschlands grundsätzlich auf jeder Holzschwelle zur Anwendung und haben auch in Oesterreich-Ungarn weite Verbreitung gefunden. In Frankreich dagegen entspricht ihre bisherige Verbreitung noch bei Weitem nicht dem grossen Werthe, den sie besonders bei Anwendung von Schwellenschrauben haben. Denn beim Fehlen von Unterlageplatten mit Randleisten sitzen die Schraubenköpfe nur einseitig auf dem Schienfusse auf und erhalten daher zweifellos keine so feste Lage, wie wenn sie auch auf der entgegengesetzten Seite fest aufliegen.

Der in Textabb. 159 dargestellte Nothbehelf, die Wirkung der Plattenrandleiste durch das tiefe Einschneiden der Schwelle zu ersetzen, gewährt nicht den gleichen

Fig. 159.

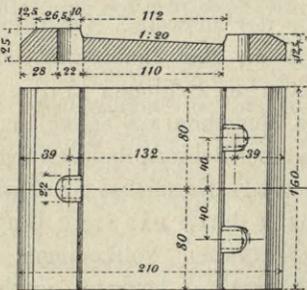


Mafsstab 1 : 5. Einschneiden der Schwellen, französische Nordbahn.

besonders bei Anwendung von Schwellenschrauben haben. Denn beim Fehlen von Unterlageplatten mit Randleisten sitzen die Schraubenköpfe nur einseitig auf dem Schienfusse auf und erhalten daher zweifellos keine so feste Lage, wie wenn sie auch auf der entgegengesetzten Seite fest aufliegen.

Der in Textabb. 159 dargestellte Nothbehelf, die Wirkung der Plattenrandleiste durch das tiefe Einschneiden der Schwelle zu ersetzen, gewährt nicht den gleichen

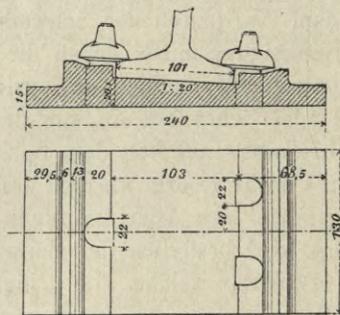
Fig. 160.



Preussische Staatseisenbahnen
1887

G = 4,52 kg

Fig. 161.



Reichseisenbahnen

4,6 kg

Mafsstab 1 : 6. Unterlageplatten.

seitlichen Halt und verkürzt die Dauer der Schwellen. Ebenso ist ein Ersatz eiserner Platten durch 6 bis 7 mm starke, getränkte Filzlagen, wie sie von französischen Bahnen benutzt werden, ungenügend; sie gewähren zwar den Schwellen etwas Schutz, nicht aber den Befestigungsmitteln und halten nur 5 bis 6 Jahre.

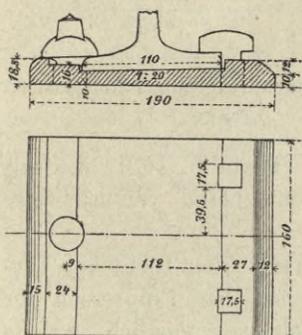
Ueber den grossen Werth von Unterlageplatten und den raschen Verschleifs von Holzschwellen ohne solche hat Sarrazin auf der Strecke Deutz-Siegen ein-

¹⁵⁰) Organ 1894 Erg.-Bd. XI, S. 63. Schlufsfolgerung des Techn. Ausschusses des V. d. E. V. T. V. 13,4.

gehende Untersuchungen angestellt. In etwa 6 Jahren wurden bei nur geringer Verwendung von Unterlageplatten in den Hauptgleisen nur 8,2% der Schwellen durch Verfaulen, dagegen 91,8% durch mechanische Angriffe abgängig, und selbst in den Nebengleisen waren diese Zahlen noch 46,6% und 53,4%¹⁵¹⁾. Seit 1876 ordnete er in immer zunehmendem Maße Unterlageplatten an, und ersetzte gleichzeitig in scharfen Bögen von 377 m Halbmesser die Eichenschwellen durch Kiefernswellen. Dabei stieg das durchschnittliche Lebensalter der ausgewechselten Schwellen von 10,3 Jahren für Eichen und von 12,8¹⁵²⁾ Jahren für Kiefernswellen vor 1876, auf 16,6 und 15,5 Jahre im Jahre 1882, und betrug im Durchschnitte der Jahre 1877/82 für beide Holzarten 15,5 Jahre, war also für Kiefernswellen mit Unterlageplatten ebenso hoch, wie für Eichenschwellen, von denen erst ein Theil mit Unterlageplatten versehen war¹⁵³⁾.

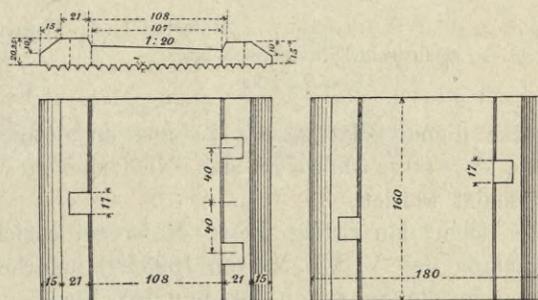
In den Textabb. 160 bis 163 sind verschiedene neuere Formen solcher Platten dargestellt. Die Gröfse schwankt in Deutschland bei Hauptbahnen — in der

Fig. 162.



Kaiser Ferdinands-Nordbahn
G = 3,37 kg

Fig. 163.



Preussische Staatseisenbahnen
a) Stoßplatte b) Mittelplatte.

Mafsstab 1 : 6. Unterlageplatten.

Richtung der Schiene — zwischen 105 und 180 mm, — quer zur Schiene — zwischen 120 und 240 mm mit einem Gewichte von 1,58 bis 4,60 kg. Bei Nebenbahnen sind dieselben Zahlen 100 bis 160 mm, 144 bis 195 mm und 1,17 bis 3,10 kg, und bei den anderen Bahnen des V. d. E. V. bei Hauptbahnen 100 bis 180 mm, 109 bis 200 mm und 1,43 bis 3,01 kg, sowie für Nebenbahnen 100 bis 158 mm, 126 bis 185 mm und 0,79 bis 2,26 kg. Die Herstellung erfolgt in der Regel aus Flufseisen.

Bezüglich der Form und Lochung der Unterlageplatten ist darauf hinzuweisen, dafs die Löcher an der Aufsenseite nicht über die Randleiste nach innen vortreten sollten, damit sich der Schienenfufs nicht in die Befestigungsmittel einschleifen kann. Die Breite der Platte zwischen den Randleisten mufs wegen unvermeidlicher Herstellungsfehler 1 bis 2 mm gröfser sein, als die des Schienenfufses. Bezüglich der Zahl der Löcher unterscheidet man zuweilen zwischen Platten für Mittel-

151) Deutsche Bauzeitung 1880, S. 55.

152) Die niedrigere Lebensdauer für Eichenschwellen erklärt sich daraus, dafs in den scharfen Bögen bis 1876 ausschliesslich solche und zwar meist ohne Unterlageplatten Verwendung fanden

153) Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 437.

und Stofsschwellen (Textabb. 163), einfacher ist jedoch eine einheitliche Lochung aller Platten nach der vorkommenden Größtzahl der Befestigungsmittel.

Schon früher wurden auf der Brennerbahn, um der Seitenverschiebung vorzubeugen, Unterlageplatten mit unterer Mittelrippe benutzt. Dem nämlichen

Fig. 164.

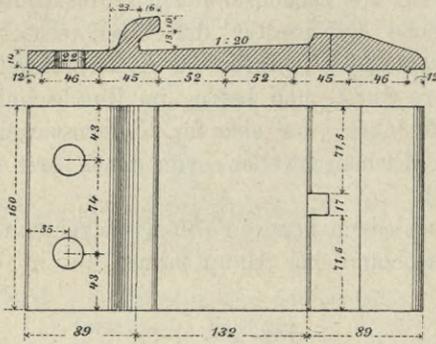
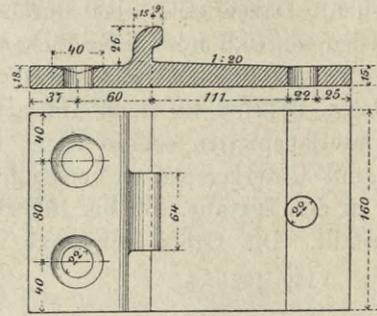


Fig. 165.



Mafsstab 1 : 6. Hakenplatten.

Sächsische Staatseisenbahnen.

G = 7,32 kg

Preussische Staatseisenbahnen Stofssplatte

5,7 kg.

Zwecke dienen Platten mit Zähnen an der Unterfläche (Textabb. 163), die seit Mitte der 80er Jahre in den Niederlanden und in Deutschland versuchsweise verwendet worden.

Ueber den Erfolg dieser Mafsregel spricht der Bericht der Techniker-Versammlung des V. d. E. V. von 1893¹⁵⁴⁾ manche Zweifel aus. Ein Einpressen der Zähne in die Schwellen ist nur bei Zerstörung der Holzfaser möglich, welche bei der geringen Entfernung der Zähne auch für den festen Bestand des Holzes zwischen den Rippen fürchten läfst und jedenfalls das Eindringen des Tagewassers fördert.

Auch die in den Textabb. 164 und 165 dargestellten Krepfen- oder Hakenplatten haben schon 1850 auf der Semmering- und 1851 auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn Vorläufer gehabt, fanden damals aber wenig Nachahmung. Neuerdings sind sie 1890 von den sächsischen und 1893 von den preussischen Staatsbahnen wieder zur Einführung gekommen. Die Platten beider Verwaltungen unterscheiden sich aber sehr wesentlich dadurch, dafs in Sachsen der Haken an der Innenseite, in Preussen an der Aussenseite sitzt. Bei den preussischen Staatsbahnen werden diese Hakenplatten nur auf den Stofsschwellen verlegt, um dort die Schienenenden möglichst fest und unverdrehbar einzuspannen. Auf den sächsischen Staatsbahnen werden beim verstärkten Oberbau mit der in Textabb. 128 dargestellten Schiene die Krepfenplatten auf allen Schwellen und beim Oberbau mit den älteren leichten Schienen wenigstens auf drei Schwellen auf eine Schienenlänge von 10 m angewendet. Theoretisch ist es unzweifelhaft richtig, den Haken auf der Innenseite der Schiene anzuordnen, weil er gegen das Umkanten der Schiene wirkt. Da aber der Haken der unvermeidlichen Fehler wegen dem Schienenfufse etwas Spielraum geben mufs, so kann die Schiene trotz des Hakens etwas kanten. Ob dies schädlich, oder zweckmäfsig ist, mufs dahinge-

154) Organ Erg.-Bd. XI 1894, S. 63.

stellt bleiben. Auch bei guter Nagelbefestigung tritt bald nach dem Befahren eines Gleises durch Einpressen der Schienen und Unterlageplatten in die Schwellen und in Folge der auf Anlüften der Nägel wirkenden Kräfte ein wahrnehmbarer Spielraum ein und auch Schrauben geben um ein Geringes nach.

Es hat sogar nicht an ernstesten Vorschlägen gefehlt, die bei jedem Oberbau unvermeidliche Beweglichkeit schon in der Bauart des Gleises zu berücksichtigen, indem die senkrechte Bewegung der Schiene innerhalb gewisser Grenzen ermöglicht würde, ohne die Nägel oder Schrauben regelmäfsig auf Ausziehen zu beanspruchen, oder gar die Schwellen selbst von ihrem Lager abzuheben¹⁵⁵⁾, zum Nachtheile der Schwellen und der Bettung, wie dies jetzt bei starrer Verbindung zwischen Schiene und Schwelle unvermeidlich ist.

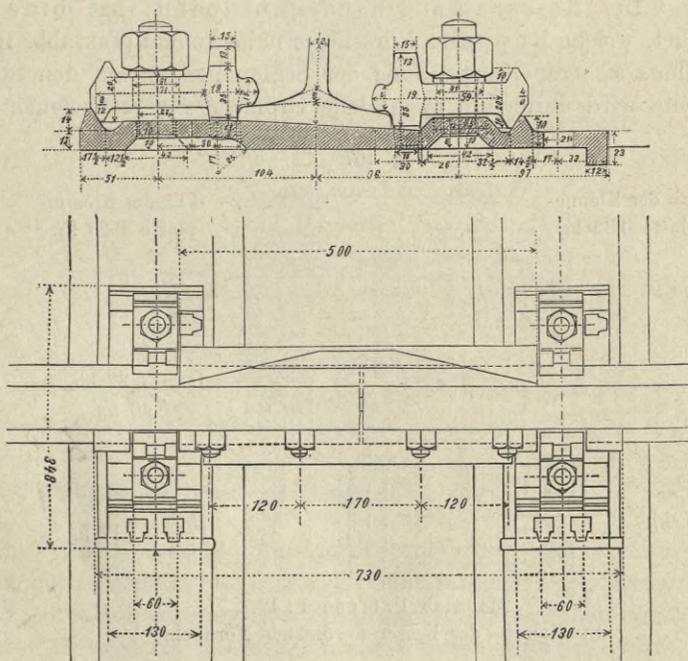
Ob etwa die von vielen Seiten aufgestellte, aber allerdings unbewiesene Behauptung, der Gang der Fahrzeuge sei auf Holzschwellenoberbau ruhiger und elastischer, als auf eisernen Schwellen, wo ein Abheben der Schiene von der Schwelle bei gutem

Gleiszustande nicht möglich ist, zum Theil etwa auf die Beweglichkeit beim Holzschwellengleise zurückzuführen ist, mufs dahingestellt bleiben. Dem Stuhlschienenoberbau, welcher der Schiene eine vergleichsweise grofse Beweglichkeit läfst, wird von weiten Kreisen, wenn auch nicht ohne Widerspruch, in noch höherem Mafse ruhiges, sanftes Fahren nachgerühmt; auch hierfür kann der Grund in dem Einflusse der Spielräume liegen.

Bei allen bisher genannten Befestigungsweisen mufs die Spurregelung durch die Stellung der Nägel oder Schrauben in der Schwelle bewirkt werden.

Wegen Nachgiebigkeit der Holzschwellen tritt aber meistens nach und nach eine Spurerweiterung ein, zu deren Beseitigung die

Fig. 166.



Mafsstab 1 : 10 und 1 : 5.

Hoheneggers Spannplatte, österreichische Nordwestbahn
G der Spannplatte 5,1 kg, der Klemmplatte 0,84 kg.

¹⁵⁵⁾ Dr. Zimmermann, Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 233. Schuler, Organ 1893 S. 184; 1895, S. 178, 199.

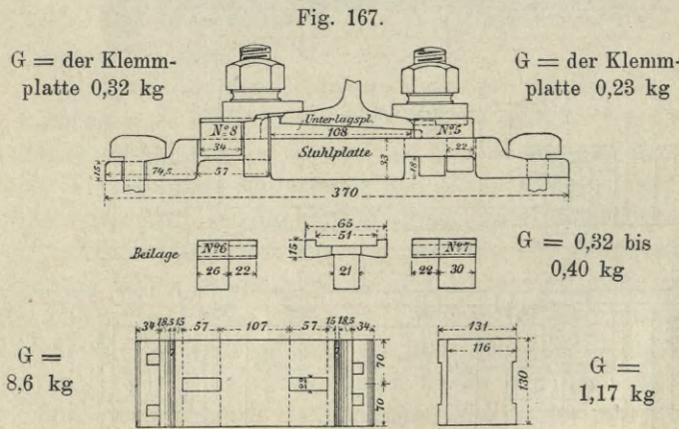
Befestigungsmittel entfernt und an anderer Stelle wieder angebracht werden müssen.

Dabei wird beim Fehlen von Unterlageplatten regelmäsig und bei Platten ohne keilförmige Gestalt meistens auch ein Nachdeheln der Auflagestelle in der Schwelle nöthig. Diese Nacharbeiten sind zwar bei guten Unterlageplatten viel seltener geworden, trotzdem hat es nicht an wiederholten Vorschlägen gefehlt, die Befestigung derart zu gestalten, das die Platte fest mit der Schwelle verbunden bleibt und die Spur durch die besondere Art und Form der Befestigungsmittel zwischen Schiene und Platte geregelt werden kann. Hierher gehören die Vorschläge von Pollitzer¹⁵⁶⁾ und Ruppell¹⁵⁷⁾, die aber keine ausgedehntere praktische Anwendung gefunden haben. Dagegen hat Hohenegger¹⁵⁸⁾ die in Textabb. 166 dargestellte Unterlagespannplatte auf grösseren Strecken der österreichischen Nordwestbahn eingeführt, bei welcher die Spur durch die Form der Klemmplatten und die keilförmigen Anlageflächen geregelt wird. Derselbe Fachmann hat auch eine Kremenplatte¹⁵⁹⁾, auf der die Schiene durch wagerechte Keile eingespannt wird, versuchsweise zur Einführung gebracht.

Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn hat eine Stuhlplatte eingeführt, welche Ruppells Vorschläge nahe kommt (Textabb. 167) und verwendet diese behufs sicherer Einspannung der Schienenenden auf den Stofsschwellen. Die Spurweite wird durch die wechselnde Gröfse der verschiedenen Beilagen geregelt.

Bei beiden genannten Befestigungsarten wird die Schiene durch Klemmplatten und Schrauben auf der Spann- oder Stuhlplatte festgehalten.

Bevor die heutigen vollkommenen Arten der Schienenbefestigung auf den Holzschwellen eingeführt waren, hat man in scharfen Krümmungen den Außenstrang durch Stütznaggen aus Eisen oder Holz,



Mafsstab 1 : 6 und 1 : 12.

Stuhlplatte der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

welche den Schienenkopf von aussen abstützten, zu sichern gesucht, oder die beiden Schienen durch Spurstangen, welche durch den Steg griffen, verbunden. Derartige Hilfsmittel sind aber heute in Europa nur noch in seltenen Ausnahmen in Anwendung, in Nordamerika sind aber besondere gulseiserne Spurhalter (rail-

156) Löwe, der Schienenweg der Eisenbahnen, S. 176.

157) Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 10.

158) Organ 1888, S. 43.

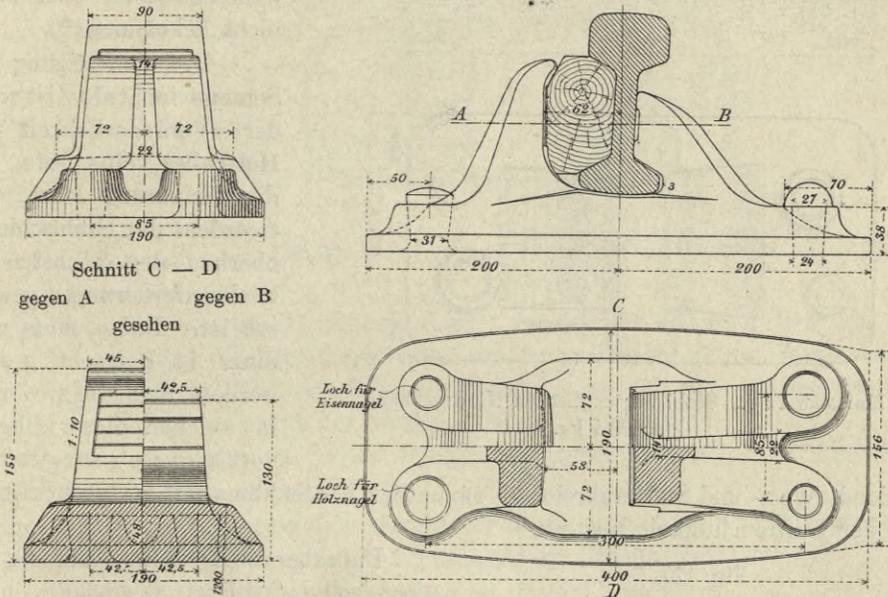
159) Organ 1893, S. 127.

brace) an der Außenseite der Schiene in Bögen noch ziemlich allgemein üblich¹⁶⁰⁾. Sie greifen als Stützknaggen zwischen Fuß und Kopf der Schiene und stützen besonders letztern unmittelbar gegen die Schwelle ab, auf der sie durch Nägel befestigt sind.

2. 7) Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen bei Stuhlschienen.

Die Stuhlschienen bedürfen zur Befestigung auf den Schwellen besonderer Stühle. Diese werden aus Gußeisen hergestellt und haben im Wesentlichen auch

Fig. 168.



Mafsstab 1 : 6. Stuhl der Badischen Staatseisenbahnen, 1893. G = 23 kg.

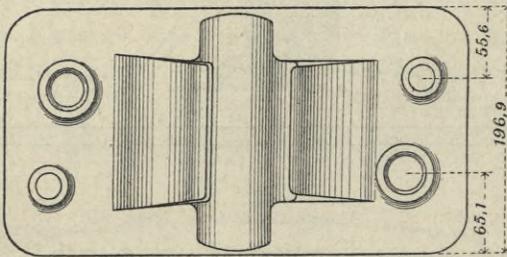
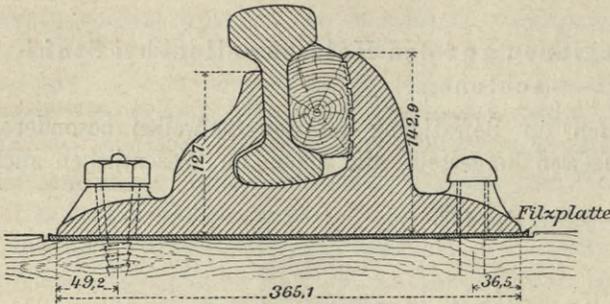
gegenwärtig noch die ihnen 1838 von R. Stephenson gegebene Gestalt, nur haben mit den wachsenden Betriebsbeanspruchungen die Abmessungen zugenommen. Die in den Textabb. 168¹⁶¹⁾ bis 171 dargestellten Stuhlformen stimmen bei vielen Unterschieden in den Einzeltheilen darin überein, daß der Stuhl dem Unterkopfe der Schiene als Auflager dient und diesen, wie den Steg an der Innenseite unmittelbar stützt. Der an der Außenseite zwischen Stuhlbacke und Schienensteg eingetriebene Keil berührt häufig auch den Unterkopf und den Fahrkopf, er sichert in Verbindung mit der Stuhlform die Schienenneigung, ohne daß ein Kappen der Schwellen nöthig ist.

160) Reisebericht von Ebermayer, München 1896, S. 46.

161) Der Stuhlschienenoberbau der badischen Staatsbahnen ist dem Oberbau der englischen Midlandbahn nachgebildet, der in England mustergültig ist. Die Stühle der englischen Bahn sind aber nicht mit Rippen versehen. Die Textabb. 168 ist, abgesehen von den Rippen und geringen Mafsunterschieden, auch für die Bauart der Midlandbahn maßgebend.

Der Keil wird fast ausschliesslich aus stark geprefstem, in Leinöl getränktem Eichenholze hergestellt und erhält neuerdings nicht mehr Keilform, sondern wird

Fig. 169.



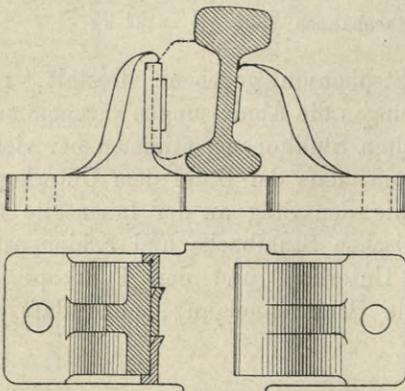
Mafsstab 1 : 6. Stuhl der englischen Nordwestbahn.
G = 20,4 kg.

prismatisch gestaltet (siehe Textabb. 172), er heifst auch in England nicht Keil, sondern Schlüssel (key). Ein Stahlkeil von David (Textabb. 171) soll sich zwar bei Versuchen auf der französischen Südbahn bewährt haben, zu ausgedehnter Anwendung ist er aber bisher nicht gekommen¹⁶²⁾.

Die Befestigung der Schiene im Stuhle ist wegen der Veränderlichkeit des Holzkeiles keine feste, aber die Erfahrung lehrt, dafs trotzdem der Stuhlschienenoberbau den höchsten Betriebsanforderungen gewachsen ist. Dabei mufs allerdings in Betracht gezogen werden, dafs die Gegenden, in welchen dieser Oberbau vorzugsweise vertreten ist —

England, West- und Südfrankreich — sämtlich Küstenklima mit geringer Schwankung der Luftfeuchtigkeit besitzen.

Fig. 170.



Mafsstab 1 : 6. Stuhl mit Keilsicherung.

Dafs aber die Holzkeilbefestigung auch nicht voll befriedigt, zeigen die häufig durch die Keile geschlagenen Nägel und andere dem Herausfallen oder Lockern entgegenwirkende Sicherungen, wie aufgespaltene und umgebogene Bleche, Eisenkeile oder Zwischenbleche mit Widerhaken (Textabb. 170) u. s. w. Auch die Rippen der Stuhlbacken (Textabb. 168) dienen dem Zwecke der Keilsicherung.

Die Stuhlauflegerfläche ist im Allgemeinen in England gröfser, als in Frankreich, in letzterm Lande ist aber der Schwellenabstand kleiner, als dort.

Der von Stephenson eingeführte Stuhl hatte nur eine Auflagerfläche von 130/265 mm und ein Gewicht von knapp 9 kg, jetzt verwenden dagegen in Eng-

¹⁶²⁾ Ueber eine neue Verwendung des Stuhles in Deutschland siehe Organ 1895, S. 36 u. 51.

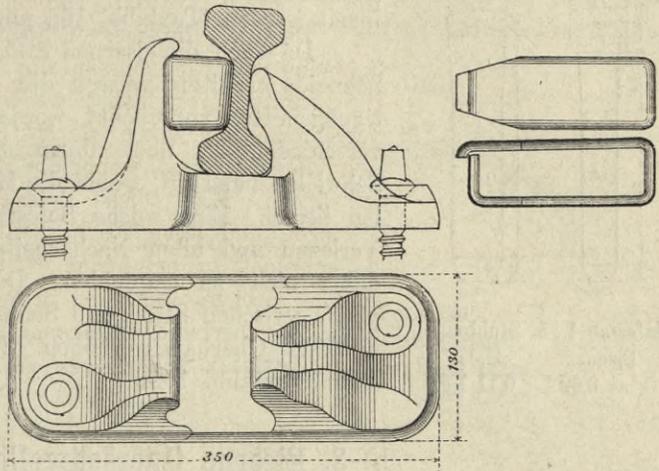
land die London and North Western-Bahn Stühle von 197×365 mm, die Midland-Bahn solche von 191×394 mm und die Lankashire- and Yorkshire-Bahn solche von 197×394 mm mit 20,4 kg, 22,7 kg und 25,4 kg Gewicht. In Frankreich sind die Stuhlmasse auf der Westbahn 135×335 mm und auf der Südbahn 110×310 mm, für Haupt-schnellzuggleise 130×350 mm mit 10,5 und 14,5 kg Gewicht (Text-abb. 171).

Seit die Schienenstöße nicht mehr auf den Schwellen, sondern zwischen diesen, d. h. schwebend angeordnet werden, pflegen die meisten Bahnen auf allen

Schwellen dieselben Stühle zu verwenden. Ausnahmen kommen aber immer noch vor, sei es, daß die betreffende Bahn an dem ruhenden Stosse festgehalten hat, wie z. B. die Great-Northern-Bahn in England, sei es, daß die Schienenlaschen bis in die Stühle hineingeführt werden. Derartige Stofsstühle werden bei Behandlung des Schienenstoffes besprochen werden.

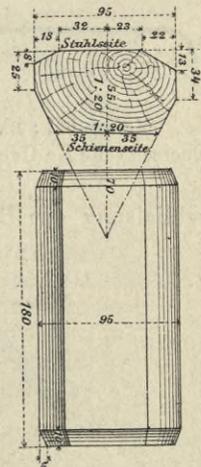
Die Befestigung der Stühle auf den Schwellen erfolgt in England vorzugsweise durch vier Nägel, in Frankreich hauptsächlich durch zwei Schrauben; die Stuhlnägel haben aber nicht, wie die Schienennägel Haken-, sondern Kugel-Köpfe. Der Schaft ist quadratisch oder rund. Die schmiedeeisernen Stuhlnägel zeigten an den Berührungsstellen mit den gußeisernen Stühlen einen starken Verschleiß und darunter litt die Genauigkeit der Spur, welche auch beim Stuhlschienenoberbau von der genauen Lage und Stärke der Befestigungsmittel abhängt. Auch waren die bei verschlissenen Nägeln in verstärktem Maße möglichen Seitenstöße der Stühle dem Bestande der geschwächten Nägel gefährlich. Man hat daher versucht, die Eisennägel durch Holznägel zu ersetzen, oder durch Holzdübel, in welche wieder Eisennägel geschlagen wurden. Die Veränderlichkeit des Holzes liefs die Befestigung mit Dübeln oder Holznägeln allein nicht sicher genug erscheinen. Man hat daher neuerdings in England in ausgedehnterem Maße gleichzeitig die Holz- und Eisennägel angewandt. Uebereck schlägt man Holz- und Eisennägel ein, oder bringt statt letzterer Schwellenschrauben an und erhält so eine sehr starke Befestigung

Fig. 171.



Mafsstab 1 : 6. Stuhl der französischen Südbahn. G = 14,5 kg.

Fig. 172.

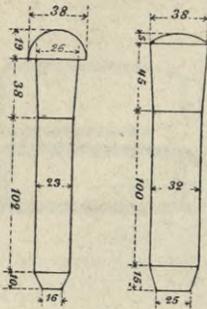


Mafsstab 1 : 5. Holzkeil für Schienenstühle.

G = 0,66 kg.

von welcher die Holznägel den Seitenverschiebungen entgegenwirken, die Eisennägel oder Schrauben dem Kanten und Abheben. Der verschiedenen Stärke der Holz- und Eisennägel entsprechend (Textabb. 173 und 174) müssen auch die Löcher in den Stühlen verschieden geformt werden (Textabb. 168 und 169).

Fig. 173. Fig. 174.



Mafsstab 1 : 5. Stuhlnägel.
Eisen. Holz.
G = 0,62 0,11 kg.

Da auch die eisernen Stuhlnägel in der Regel keine Schneide erhalten, müssen die Schwellen für alle Befestigungsmittel vorgebohrt werden. Man hat die Stühle verschiedentlich auch durch Schraubenbolzen auf den Schwellen befestigt, wobei die Muttern oben auf den Stühlen liegen. Eine solche Befestigungsweise ist aber beim Verlegen und allen Nacharbeiten sehr umständlich und daher nicht zu empfehlen. Durch Einlegung einer Filzplatte zwischen Stuhl und Schwelle kann man die Elastizität des Oberbaues erhöhen. (London und Northwestern-Bahn Textabb. 169).

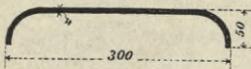
b) 3. Eiserne Querschwellen.

3. α) Die Schwellenform.

Querschnitt der Eisenschwellen.

Versuche, die vergänglichen Holzschwellen durch Eisenschwellen zu ersetzen, sind zwar schon alt, aber erst von 1858 ab ist eine stetige Entwicklung zu verfolgen. Die älteren Versuche litten vorzugsweise an fehlerhaften Querschnittsformen, bei denen man sich an die gewöhnlichen Trägerformen hielt und zu wenig Rücksicht auf die Lagerung der Schwelle in der Bettung nahm.

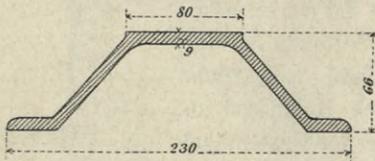
Fig. 175.



Mafsstab 1 : 10.
Querschwelle Le Crenier.

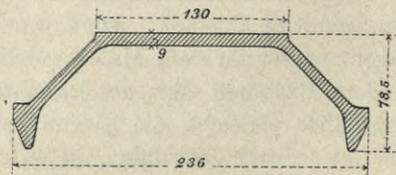
Le Crenier führte 1858 in Portugal eine aus 4 mm starkem Eisenbleche gepresste Schwelle ein (Textabb. 175) und erfüllte mit dieser Schwellenform zwei wesentliche Forderungen, nämlich breites Auflager und Umschließung der Bettung. Die Schwelle war aber zu schwach, besonders in der

Fig. 176.



Mafsstab 1 : 5.
Bergisch-Märkische Bahn, Vautherin, 1868.
L = 2,2 m . G = 28,5 kg.

Fig. 177.

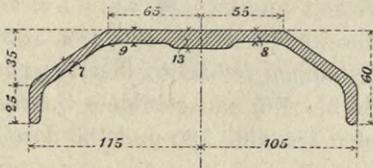


Mafsstab 1 : 5.
Preussische Staatsbahnen, 1889.
L = 2,7 m . G = 58,8 kg.

Blechstärke und konnte daher den Betriebsbeanspruchungen auf längere Dauer nicht widerstehen.

Versuche der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn und anderer französischer Bahnen, die 1864 und 1865 begannen, erstreckten sich zuerst auf die Verwendung von Zoreisen, und demnächst, nach dem Vorschlage Vautherins, auf Schwellen von trapezförmigem Querschnitte mit breiten wagerechten Fußrändern. Die trapezförmige Schwelle ist weiterhin von 1868 ab vorzugsweise auf westdeutschen Eisenbahnen verwendet und weiter entwickelt worden (Textabb. 176) und hat

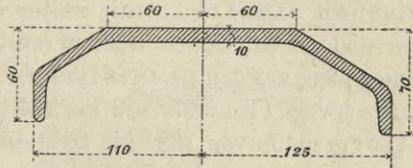
Fig. 178.



Mafstab 1 : 5.

Bergisch-Märkische Bahn, 1878.
Hauptbahnen Nebenbahnen
L = 2,3 bis 2,5 m L = 2,3 m
G für L = 2,5 m 48,3 kg.

Fig. 179.

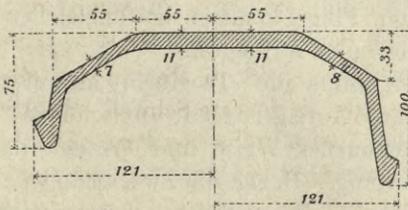


Mafstab 1 : 5.

Hessische Ludwigsbahn.
1879. Neue Form
L = 2,5 m
G = 51,8 kg.

hier endlich unter Ersatz der wagerechten durch keilförmige Fußränder die in Textabb. 177 dargestellte Querschnittsform angenommen. Die Querschnittsform der älteren Vautherinschwelle hat sich im Betriebe wegen der wagerechten Fußränder, die in der Bettung zu fest aufsitzen, nicht bewährt. Es traten, begünstigt durch die Trapezform, Verbiegungen und Brüche an den oberen Kanten ein. Die Trapezform mit Keilfüßen vermeidet zwar den Fehler zu festen Aufliegens der Fußränder,

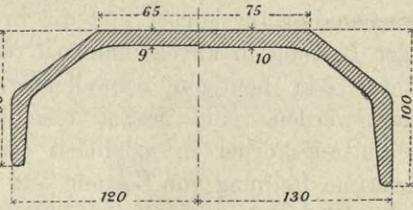
Fig. 180.



Mafstab 1 : 5. Badische Staatsbahnen

1891	1893
L = 2,25 m	2,4 m
G = 53,5 kg	70 kg.

Fig. 181.



Mafstab 1 : 5. Heindl 1888.

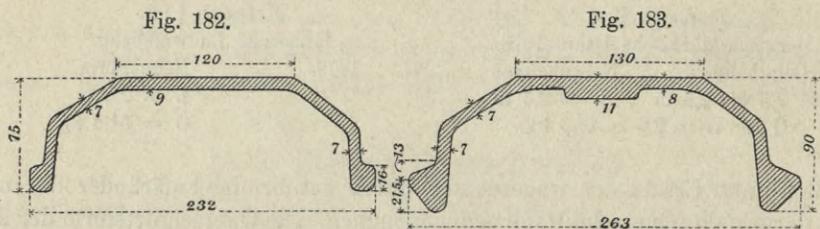
Bayerische u. preussische Staatsbahnen	Oesterreichische Staatsbahnen
Bayern Preußen	
L = 2,5 m 2,7 m	2,4 m
G = 63 kg 70,2 kg.	71,5 kg.

die schrägen Seitenwandungen begünstigen aber Aufbiegungen und die Umschließung des Bettungskörpers ist nicht so vollkommen, wie bei der Trogform von Le Crenier, deren Ersatz durch die Trapezform als ein Rückschritt bezeichnet werden muß.

Westdeutsche Eisenbahnen nahmen 1878 und 1879 die Trogform wieder auf. Die Bergisch-Märkische Eisenbahn, welche auch mit Vautherins-

schwollen ausgedehnteste Versuche gemacht hatte, entlehnte die neue Gestalt der inzwischen erprobten Hilf'schen Langschwelle, aber unter Weglassung der Mittelrippe (Textabb. 256 bis 263 S. 248 bis 251). Die Schwellenform hat sich, unter allmählicher Verstärkung, bis in die neueste Zeit erhalten (Textabb. 178 und 179). Heindl gab ihr schliesslich besonders kräftige Abmessungen (Textabb. 181). Die aus der Hilf'schen Schwelle entwickelte Trogform besitzt lothrechte Fufswandungen ohne Fufsverstärkung. Eine andere Trogform mit wulst- oder keilförmigen Fufsrändern wurde 1882 zuerst auf der Rechten Oder-Ufer-Bahn eingeführt, hat sich dann besonders auf den preussischen Staatsbahnen weiter entwickelt und ist hier, sowie auf anderen deutschen und ausländischen Bahnen weit verbreitet (Textabb. 180, 182, 183, 184).

Eine andere auf den preussischen Staatsbahnen versuchte, der Haarmann'schen Langschwelle (Textabb. 269 bis 274 S. 254 bis 256) nachgebildete Querschwelle von Hutform nahm von 1881 bis 1889 die in den Textabb. 185 und 186 dargestellte



Mafsstab 1 : 5.

Preussische Staatsbahnen, 1891.

L = 2,7 m G = 58,3 kg

Mafsstab 1 : 5.

Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen.

L = 2,7 m G = 75 kg.

Entwicklung. Sie besitzt zwar in der ältern Gestaltung den Vorzug grosser Auflagerbreite im Verhältnisse zur Schwellenmasse, die Schwelle umschliesst aber einen zu schwachen Bettungskörper und die breiten Flügel kommen bei ungleicher Korngrösse der Bettung in unvollkommener Weise zum Auflagern.

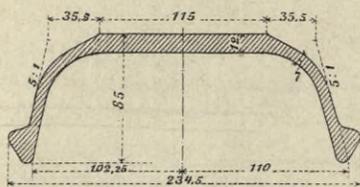
Unter den heutigen Schwellenformen muss die Trogform als die beste bezeichnet werden. Sie besitzt eine breite Auflagerfläche, umschliesst einen grossen Bettungskörper in möglichst vollkommener Weise und erzeugt dadurch eine wirksame Reibung von Bettung auf Bettung. Ueber die Zweckmässigkeit der Fufsrandverstärkungen sind die Ansichten getheilt. Diese Wülste schützen unzweifelhaft den Fufs vor Verbiegungen beim Stopfen, oder bei örtlicher Auflagerung auf grosse und feste Steine der Bettung, auch wirken sie günstig auf Vergrößerung des Widerstandsmomentes, Vorzüge, welche sehr wesentlich sind. Andererseits wirken sie in erhöhtem Mafse auf Zerstörung der Bettung hin¹⁶³). Eine solche Zerstörung der Bettung tritt aber auch unter nicht verstärkten Fufsrändern nur dann nicht ein, wenn sich die Ränder auf Kosten der ruhigen Lage der Schwelle gegenüber der harten widerstandsfähigen Bettung verschieben oder verbiegen.

Es fehlt zwar nicht an dem z. Th. begründeten Einwände, die Trogform sei vom Standpunkte eines festen Unterstopfens und gleichmässigen Tragens unrichtig, weil sich der Hohlraum nicht mit Bettung gleicher Dichtigkeit und Tragfähigkeit

¹⁶³) Centrabl. d. Bauverw. 1893, S. 17, 205, 300.

erfüllen könne. Schubert hat über diese Frage Versuche gemacht¹⁶⁴) und schlägt auf Grund dieser einen Querschnitt mit kräftiger Mittelrippe und flach gebogener Oberplatte vor. Eine derartige Schwellenform ist von Coblyn versuchsweise 1886 auf belgischen Bahnen eingeführt¹⁶⁵). Die Trogform muß aber von allen bisher im Großen verwendeten eisernen Querschwellenformen als die bewährteste bezeichnet werden, auch gegenüber Formen, welche die ebene Grundfläche der Holzschwellen nachzuahmen suchen, wie die Schwelle von Boyenval-Pon-

Fig. 184.

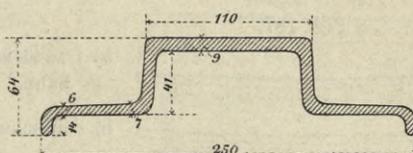


Mafsstab 1 : 5.

Gotthardbahn, 1891.

L = 2,5 m G = 66 kg.

Fig. 185.



Mafsstab 1 : 5.

Preussische Staatsbahnen, 1881.

L = 2,4 m G = 47,6 kg.

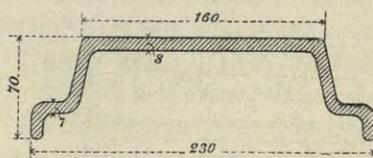
sart der französischen Staatsbahn¹⁶⁶). Denn nicht in der ebenen Grundfläche der Holzschwelle, welche gleichfalls ein gleichmäßiges Unterstopfen ausschließt, liegt deren Vorzug, sondern in ihrer großen Tragfähigkeit und in ihrem breiten Auflager, denn die an ihr erzeugte Reibung wirkt der Verschiebung der Schwelle in der Bettung nicht so wirksam entgegen, wie die bei eisernen Schwellen mit unterm Hohlraume eintretende Reibung von Bettung auf Bettung.

Die Querschnittabbildungen zeigen, in welcher Weise Breite und Höhe der Schwellen stetig zugenommen haben. Die Stärke der Schwellendicke zeigt keine so stetige Zunahme, dagegen sind mehrfach Formen eingeführt worden, bei denen der mittlere Theil der Schwellendecke, in welchem die Löcher für die Befestigungsmittel eine Schwächung der Schwellen herbeiführen, größere Stärke zeigt, als die Seitentheile (Textabb. 178 und 183).

Die älteren eisernen Querschwellen waren zu schwach, man glaubte nur bei niedrigen Kosten ihre Einführung gegenüber den Holzschwellen wirtschaftlich rechtfertigen zu können,

erzielte aber ungünstige Ergebnisse, welche noch durch die fehlerhafte Trapezform und mangelhafte Befestigungsweise der Schienen verschärft wurden und zeitweise die eisernen Querschwellen derart in Verruf brachten, daß ihre gänzliche

Fig. 186.



Mafsstab 1 : 5.

Preussische Staatsbahnen, 1889.

L = 2,7 m G = 57,7 kg.

¹⁶⁴) Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 17; 1894 S. 184.

¹⁶⁵) Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil S. 627.

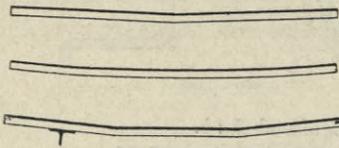
¹⁶⁶) Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil S. 632; Schubert, Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 184; vergl. auch Organ 1886, S. 143 und 164.

Aufgabe ernstlich in Frage stand. Erst seit man zu kräftigen Schwellen zweckmäßigerer Gestalt und zu besserer Befestigung überging, erzielte man wieder günstigere Ergebnisse, welche die Berechtigung der eisernen Schwellen auch in wirtschaftlicher Hinsicht darthun.

Länge und Längenform der Eisenschwellen.

In dem Streben nach möglichster Billigkeit war man Ende der 60iger und in den 70iger Jahren bis zu Längen von 2,20 bis 2,30 m ja sogar bis zu 2,00 m

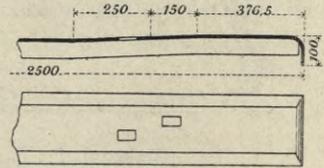
Fig. 187.



Mafsstab 1 : 50.

- a) französische Ostbahn,
- b) deutsche Bahnen,
- c) Bergisch-Märkische Bahn.

Fig. 188.

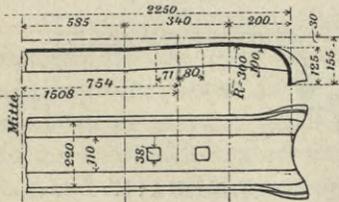


Mafsstab 1 : 25.
Hessische Ludwigsbahn.
Viermal geknickte Schwelle.

herabgegangen. Nachdem die Erfahrung aber gelehrt hat, daß eine so geringe Länge bei Eisenschwellen noch weniger berechtigt ist, als bei Holzschwellen, ist man nach und nach zu längeren Schwellen übergegangen und wendet jetzt Längen bis zu 2,70 m an.

Die Schienenneigung muß durch Biegen der eisernen Schwellen, oder durch Einwalzen oder Einpressen in die Schwellendecke hergestellt werden, falls man nicht keilförmige Unterlageplatten zwischen Schwelle und Schiene legt.

Fig. 189.

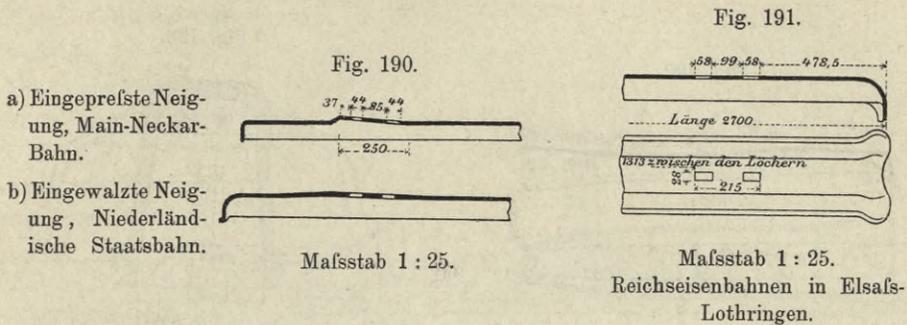


Mafsstab 1 : 25.
Badische Staatsbahnen, 1891.

Bei den Schwellen von Le Crenier war die Neigung eingepreßt, bei sonst geraden Schwellen und bei den ältesten Vautherinschwellen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn bediente man sich zur Herstellung der Schienenneigung keilförmiger Platten. Leider wurden der Einfachheit und Billigkeit wegen später diese Arten, die Neigung herzustellen, zu Gunsten gebogener und geknickter Schwellen, wie sie in Textabb. 187 dargestellt sind, verlassen.

Eine gebogene oder geknickte Schwelle läßt sich weniger gleichmäßig unterstopfen, wie eine gerade Schwelle, auch werden, wenn die Schwellenmitte nicht ganz ungestopft bleibt, — ein Verfahren, das zwar bei solchen Schwellen vielfach üblich ist, aber mit Bezug auf die Tragfähigkeit der Schwellen nicht empfohlen werden kann —, unter den Betriebslasten leicht Verbiegungen der Schwellenenden um die Mitte nach unten eintreten. Um wenigstens die Schwellenenden wieder fester einbetten zu können, ist man dann dazu übergegangen, die Schwelle mit

vier Knicken zu versehen (Textabb. 188), so daß sowohl die Mitte, wie die Enden wagerecht liegen und nur die Schienenauflagerstelle geneigt ist, oder man hat die Schwellenenden sogar mit entgegengesetzter Neigung versehen (Textabb. 189). Schwellen dieser Form haben, zwar vor denjenigen mit aufgebogenen Enden den Vortheil, dass die feste Unterstopfung der Köpfe sicherer zu erhalten ist, aber vollkommen gerade Schwellen verdienen doch den Vorzug (Textabb. 191). Denn jede Biegung oder Knickung kann bei der Schwelle Spannungen hervor-



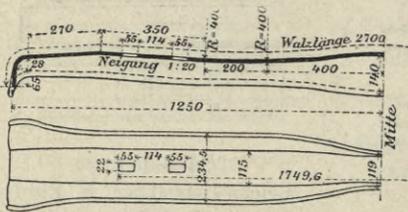
bringen, welche deren Widerstand beeinträchtigt. Thatsächlich haben sich bei der Herstellung solcher Schwellen aus Schweißeisen auch öfter Risse und Brüche gezeigt, bei der jetzt allgemein üblichen Herstellung aus Flußeisen ist diese Gefahr zwar verringert, aber es erscheint immerhin zweckmäßiger, sie durch Vermeidung jeder Biegung oder Knickung ganz auszuschließen. Bei geraden Schwellen hat man zur Vermeidung keilförmiger Unterlageplatten versuchsweise die Neigung nach dem Verfahren von Hösch-Lichtkammer in die Schwellendecke eingeprefst (Textabb. 190a) oder eingewalzt (Textabb. 190b), in letzterm Falle unter gleichzeitiger Verstärkung der Schwellenkopfplatte unter dem Schienenaufleger. Nach beiden Verfahren sind von mehreren Verwaltungen ziemlich ausgedehnte Versuche angestellt, man ist aber immer mehr zur Ueberzeugung gekommen, daß es am richtigsten ist, auch bei den Eisenschwellen die Schienenneigung durch keilförmige Unterlageplatten herzustellen und zu sichern. Die geraden Schwellen lassen sich leicht gleichmäßig fest unterstopfen und sind frei von Innenspannungen; die Platte ist zugleich ein vorzügliches Mittel, die Schwellendecke vor den unmittelbaren Angriffen des Schienenfusses zu schützen, und kann zweckmäßig zur Regelung der Spur und zur Sicherung der Befestigungsschrauben gegen das Einschleifen des Schienenfusses dienen.

Um die Befestigungsmittel durch die Schwellendecke stecken zu können, müssen die Schwellen gelocht werden. Man ist schon sehr bald zu der Ueberzeugung gekommen, daß es am richtigsten ist, die Schwellenlochung für gerade und krumme Strecken unabhängig von der Spurweite einheitlich zu gestalten, also die Spurregelung den Befestigungsmitteln der für Eisenquerschwellen fast allein in Betracht kommenden Breitfußschiene zu übertragen. Um die durch die Lochung entstehende Schwächung des Schwellenlängsschnittes zu verringern, hat man zuweilen die Löcher gegen die Längsachse der Schwelle versetzt (Textabb. 188)

Meistens aber liegen sämtliche Löcher in der Schwellenmittelachse (Textabb. 189, 191, 192), besonders bei der Befestigung auf Unterlageplatten.

Die eisernen Querschwellen bieten an sich gegen Verschiebung in ihrer Längsrichtung keinen ausreichenden Widerstand, sie bedürfen der Querverschlüsse. Hierzu wurden früher Winkel- oder andere Formeisen in die Kopfenden oder unter die Schienenaufleger der Schwellen genietet (Textabb. 187), wodurch ein genügender Bettungskörper zum Widerstande gegen Seitenverschiebung nutzbar wurde. Die eingienieteten Querverschlüsse erwiesen sich als unzuverlässig, weil Niete bei den

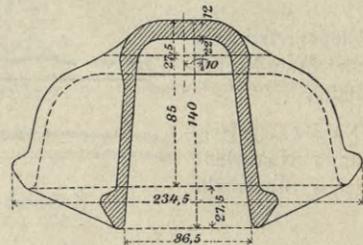
Fig. 192.



Maßstab 1 : 25.

Gotthardbahn, 1891, Post.

Fig. 193.



Maßstab 1 : 5.

Gotthardbahn, 1891, Post.

Erschütterungen des Eisenbahnbetriebes erfahrungsgemäß nicht halten. Man ging daher später dazu über, die Schwellenköpfe aufzuschneiden und die Oberplatte als Endverschluss niederzubiegen (Textabb. 188, 190). Seit allgemeiner Einführung des Flußeisens wird das ganze Schwellenende in warmem Zustand als wirksamer Kopfverschluss niedergebogen (Textabb. 189, 191, 192).

In dem Bestreben, die Steifigkeit der Schwelle gegen Verbiegung in ihrer Mitte zu erhöhen, führte Post¹⁶⁷⁾ auf der niederländischen Staatsbahn 1887 Eisen-schwellen ein, bei welchen durch Zusammendrücken in der Mitte die Höhe vergrößert und die Auflagerfläche verringert wird. Solche Schwellen sind versuchsweise in ziemlicher Ausdehnung auch auf mehreren preussischen Staatsbahnstrecken zur Einführung gekommen und werden seit 1889 auch von der Gotthardbahn in der in den Textabb. 192 und 193 dargestellten Form verwendet. Diese eigenthümliche Formgebung bezweckt außer der Erhöhung der Steifigkeit auch, daß die Schwelle in der Mitte nicht, oder nur unbedeutend gestopft wird und hier überhaupt nicht in dem Maße zum festen Aufliegen kommt, wie unter den Schienen und unter den Enden. Es soll dadurch einem vielfach gefürchteten Verbiegen der Schwellen um die fest aufsitzende Mitte vorgebeugt werden. Diese Befürchtungen werden aber bei ausreichend langen Schwellen sowohl durch die theoretischen Untersuchungen Dr. Zimmermann's¹⁶⁸⁾ (S. 131), als auch durch die langjährigen Erfahrungen auf den linksrheinischen Strecken der preussischen Staatsbahnen widerlegt, woselbst die eiserne Querschwelle in den letzten beiden Jahrzehnten alle anderen Oberbauarten fast vollkommen verdrängt hat und stets auch in der Mitte gestopft worden ist.

¹⁶⁷⁾ Organ 1885, S. 11; 1887, S. 108.

¹⁶⁸⁾ Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues, Berlin 1888.

Zur Bestätigung der über die Schwellenform gegebenen Darlegungen sollen zum Schlusse einige hierher gehörige Erklärungen über den eisernen Oberbau angefügt werden, welche die Techniker-Versammlung des V. d. E. V. 1893 abgegeben hat. Sie lauten¹⁶⁹⁾:

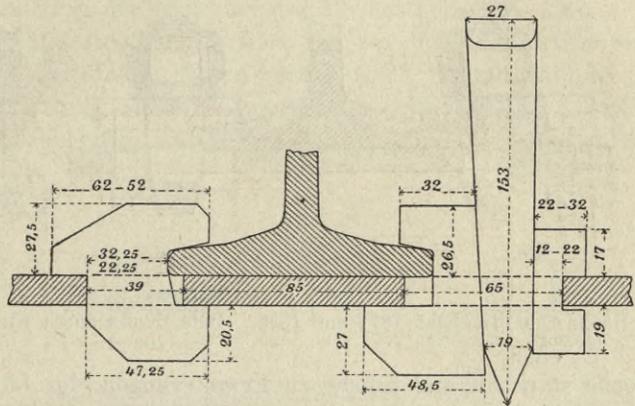
„Der eiserne Querschwellen-Oberbau hat bei gutem Untergrunde und entsprechendem Bettungsmateriale allen Anforderungen genügt, wenn Schwellen von nicht zu geringer Länge, einem Gewichte von 58 bis 75 kg . . . in Anwendung kamen.

„Die neueste Bauart der preussischen Staatsbahnen mit 2,70 m langen, geraden, trogförmigen Schwellen von 58 kg Gewicht und die Bauart Heindl mit Schwellen von 60 bis 72 kg Gewicht scheinen sich insbesondere gut bewährt zu haben.

Gerade eiserne Querschwellen von trogförmigem Querschnitte haben sich besser bewährt, als solche von trapezförmigem oder hutförmigem Querschnitte. Gewichte von 58 bis 75 kg haben sich bewährt.

„Die Verwendung von keilförmigen Unterlageplatten auf eisernen Querschwellen hat sich zweckentsprechend erwiesen.“

Fig. 194.



Mafsstab 1 : 3.

Bergisch-Märkische-Bahn, Vautherin-Befestigung, 1878.

3. β) Befestigung der Schienen auf eisernen Schwellen.

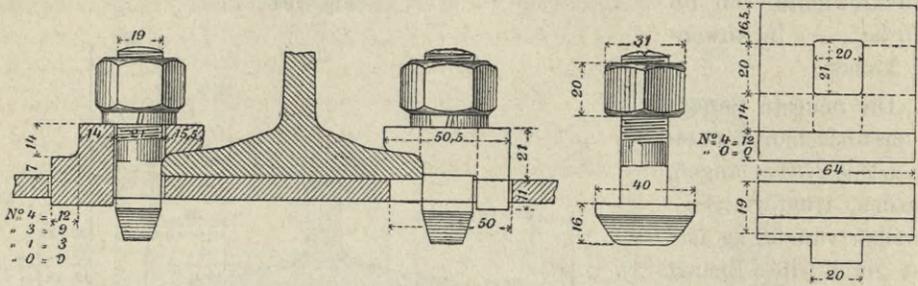
Befestigung der Breitfußschienen auf Eisenschwellen.

Le Crenier befestigte die Schienen auf den Schwellen durch Klemmplättchen, die auf der Schwellendecke lagen; über den Schienenfuß reichten und diesen mittels Schrauben mit Muttern festhielten. Die älteste bei der Vautherinschwelle angewandte Befestigung zeigte aufsen ein Niet mit hakenförmigem, den Fuß umfassendem Kopfe und innen einen Krampen, der die Schwellendecke und den Schienenfuß umfasste und durch einen lothrechten Keil festgetrieben wurde. Das äußere Niet wurde später auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn dadurch entbehrlich, daß die auf die Schwelle aufgenietete keilförmige Unterlageplatte einen den Schienenfuß umfassenden Haken erhielt. Bei der weitem Ausbildung der Befestigung durch Krampen und Keil wurde unter Weglassung der keilförmigen Unterlageplatten auch an der Aufsenseite der Schiene ein Krampen angebracht und der lothrechte Keil zwischen zwei Innenkrampen eingeschlagen (Textabb. 194). Durch

169) Organ 1894, Erg.-Bd. XI, S. 69. Siehe auch T. V. 14,2.

verschiedene Abstufungen in der Stärke des Aufsenkrampens und des einen der beiden Innenkrampen konnte bei einheitlicher Schwellenlochung eine weitgehende Regelung der wechselnden Spur erfolgen. Bei dieser Befestigungsweise, welche in Frankreich und im westlichen Deutschland weit verbreitet war, lockerten sich jedoch die Keile leicht. Ihr häufiges Nachtreiben griff aber die Schwellen-

Fig. 195.



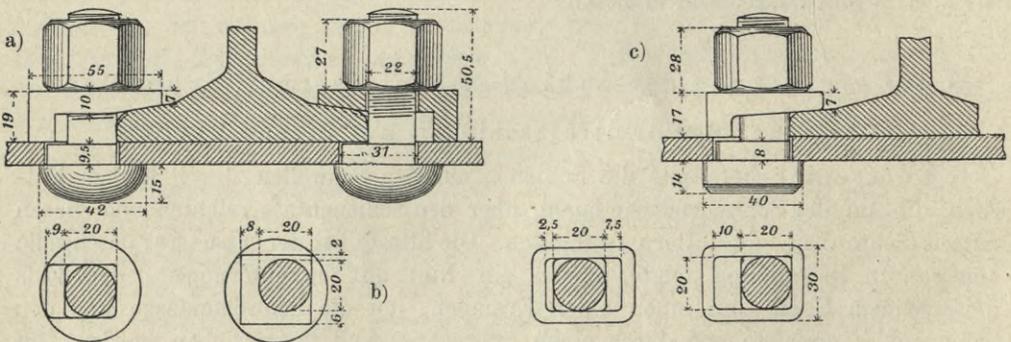
Mafsstab 1 : 3.

Rheinische Eisenbahn 1877 und 1886. Befestigung durch Klemmplättchen mit Spuransätzen.

decke stark an und führte zu Erweiterungen der ohnehin großen Löcher, sowie zu Brüchen und Rissen der Schwellen. Diese Befestigungsart wird daher jetzt nur noch auf Bahnen mit schwacher Betriebsbelastung verwendet, hier scheint sie sich aber wegen ihrer großen Einfachheit zu halten.

Versuche die Befestigung der Schienen bei einheitlicher Schwellenlochung durch Schrauben und Klemmplättchen mit in die Schwellendecke greifenden Spur-

Fig. 196.



Mafsstab 1 : 3.

Befestigung durch Schrauben mit Ansätzen.

a) Hessische Ludwigsbahn, b) und c) Direction Frankfurt a/M.

ansätzen verschiedener Stärke für verschiedene Spurweiten zu bewirken, hatten erst dann Erfolg, als man sich entschloß, derartige Klemmplättchen nicht aus Gußeisen, sondern aus Walzeisen herzustellen und ihre ziemlich umständliche Nachbearbeitung nicht zu scheuen. Die vormalig Rheinische Eisenbahn wandte

zuerst (1877) solche Klemmplättchen mit Erfolg an. Die Schrauben zum Festhalten der Klemmplättchen heißen wegen ihres hakenförmigen Kopfes Hakenschrauben und lassen sich von oben durch die Schwellen stecken. Hierin liegt ein wesentlicher Vorzug gegenüber allen denjenigen Befestigungsmitteln, bei welchen die Schrauben von unten durch die Schwelle gesteckt werden müssen. Um die Stellung des Kopfes der Hakenschrauben auch von oben her jederzeit erkennen zu können, hat das Gewindeende der Schraube auf der Kopfoberfläche eine Einkerbung quer zum Haken (Textabb. 195), oder in der Richtung des Hakens (Textabb. 199).

Bei der genannten Befestigungsweise mußten ursprünglich die Schrauben die seitliche Führung des Schienenfußes übernehmen, durch andere Gestaltung der Klemmplatten ist diese Führung aber den letzteren übertragen und dadurch sind die Schrauben vor Seitenangriffen durch den Schienenfuß geschützt. Die Hakenschraube hat also nur den lothrechten Kräften entgegen zu wirken, während die Seitenkräfte unmittelbar durch die Klemmplättchen auf die Schwellendecke übertragen werden.

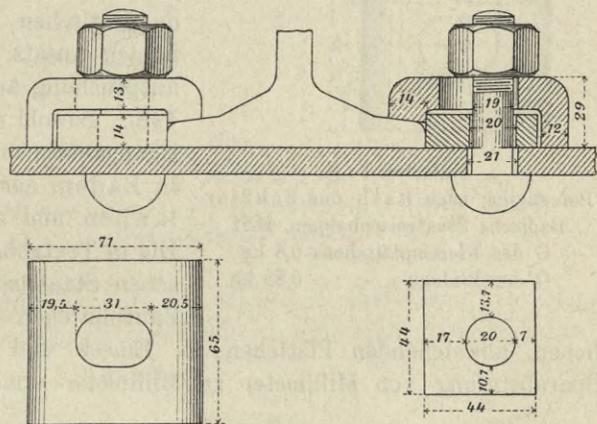
Mit den Spurabstufungen glaubte man früher bis zu 2 mm herabgehen zu müssen, so daß man bei einer Spurerweiterung bis zu 36 mm 10 verschiedene

Klemmplättchensorten erhielt. Jetzt werden aber Abstufungen von 3 bis 4 mm für vollkommen ausreichend gehalten, daher kommt man mit vier Arten von Klemmplättchen in der Regel bequem aus, da man sich zugleich mit geringeren Spurerweiterungen begnügt.

Die hessische Ludwigsbahn führte 1879 eine Befestigung ein, bei welcher die Spurregelung durch einen seitlichen Ansatz an dem in der Schwelle steckenden Theile des Schaftes des Schraubenbolzens bewirkt wird (Textabb. 196). Die genannte Bahn begnügte sich dabei mit zwei Spurabstufungen von je 9 mm, so daß sie bei einheitlicher Schwellenlochung auch mit ganz einheitlichen Befestigungsmitteln auskam. Die Direktion Frankfurt a/M. der preussischen Staatsbahnen gab dem Schraubenschaft einen quadratischen Ansatz, dessen Mittellinie nicht in die Schraubenachse fällt, so daß mit 4 mm Abstufungen Spurerweiterungen bis zu 16 mm hergestellt werden konnten (Textabb. 196 b). Um die dadurch bedingte breite Lochung der Schwelle zu vermeiden, verzichtete die genannte Verwaltung aber wieder auf die ganz einheitlichen Befestigungsmittel und führte zwei Arten von Schraubenbolzen ein (Textabb. 196 c).

Diese Befestigungsart hat folgende Mängel: Die Schrauben müssen von unten

Fig. 197.



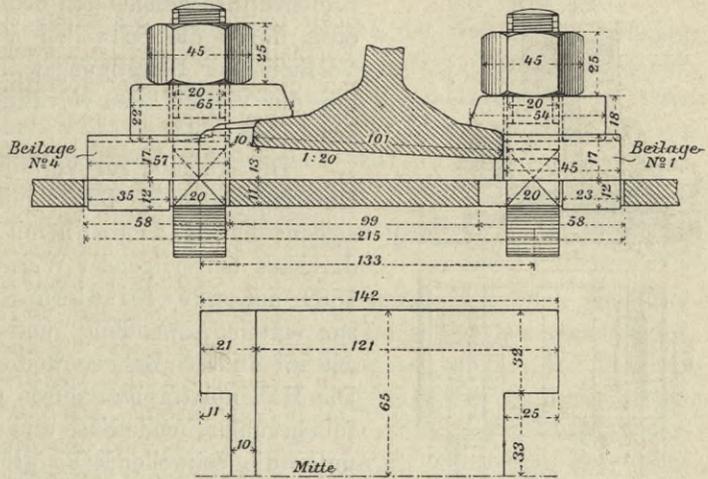
Maßstab 1 : 3.

Befestigung nach Roth und Schüler 1882.

von unten durch die Schwelle zu stecken. Diese ist jedoch mit der Bauart nicht unbedingt verbunden, wie die in Textabb. 199 dargestellten Theile schon erkennen lassen.

Die Befestigung von Heindl fand 1882 auf den österreichischen Staatsbahnen Eingang und kam später auch auf den bayerischen und preussischen Staatsbahnen, auf den Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen und bei anderen Verwaltungen zur Anwendung. Auch bei ihr sind aufser den Klemmplatten besondere Spurplättchen — Beilagen — vorhanden, welche die Seitenkräfte auf die Schwellen übertragen, so dafs die Schrauben nur lothrechten Beanspruchungen unterworfen sind. Die Beilagen er-

Fig. 200.

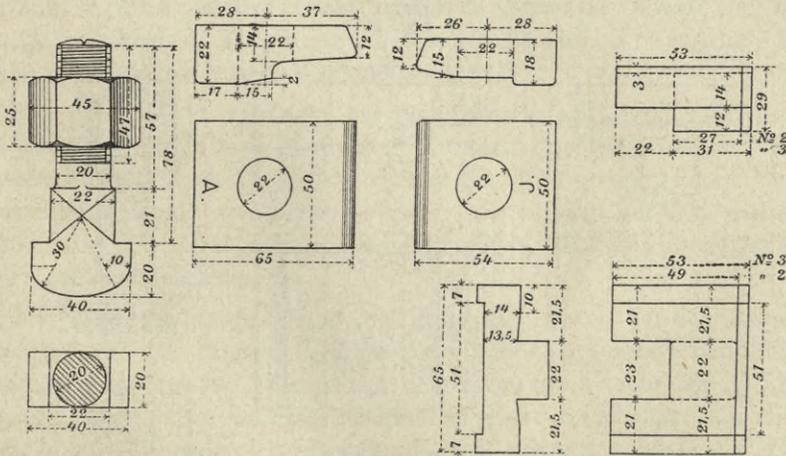


Mafsstab 1 : 2.

Befestigung nach Heindl. Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen, 1893.
G der Unterlageplatte 1,44 kg.

vorhanden, welche die Seitenkräfte auf die Schwellen übertragen, so dafs die Schrauben nur lothrechten Beanspruchungen unterworfen sind. Die Beilagen er-

Fig. 201.



Mafsstab 1 : 3.

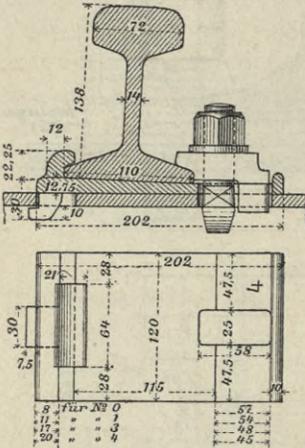
Theile der Befestigung nach Heindl (Textabb. 200). Bolzen, äußere und innere Klemmplatte und Beilagen.

Beilage Nr.	1	2	3	4	Klemmplatte außen	innen
G =	0,31	0,35	0,38	0,43	kg	G = 0,38 0,28 kg.

möglichen durch vier verschiedene Größen die Regelung der (Spur Textabb. 200

und 201). Die Heindl'sche Befestigung kann mit und ohne keilförmige Unterlageplatte zur Anwendung kommen. Die Schwächung des Schwellenquerschnittes durch die Lochung ist nicht bedeutend, der Schienenfuß wird auf beträchtliche Länge gut geführt und festgehalten und die vor dem Schienenfusse geschützten Schrauben lassen sich von oben durch die Schwellen stecken. Es sind dies Vortheile der Befestigungsweise, denen als Nachtheil nur die Vielzahl der vorrätig zu haltenden Theile gegenüber steht.

Fig. 202.

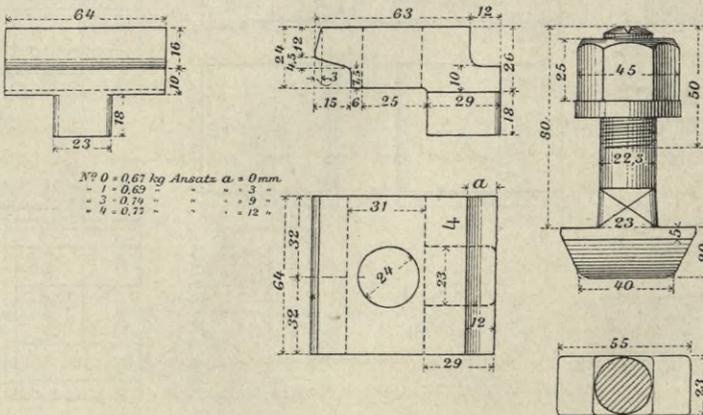


Mafsstab 1 : 6.

Preussische Staatsbahnen.
Befestigung mit Haarman-
scher Hakenplatte, 1893.

Die Aufgabe zur Verminderung der Theile die Unterlageplatte als Befestigungsmittel mit heranzuziehen, hat Haarmann mit seiner Hakenplatte in durchaus befriedigender Weise gelöst. Diese gelangte 1882 auf preussischen Staatsbahnstrecken zur ersten Anwendung und hat inzwischen hier, wie auf anderen Bahnen weite Verbreitung gefunden. Die Hakenplatte hat aufsen eine um den Schienenfuss herumgreifende Nase und unten einen Haken, der unter die Schwellendecke greift (Textabb. 202 und 203). Dadurch wird der Schienenfuss an der Aufsen-
seite auch ohne Schraube sehr wirksam festgehalten und die Seitenkräfte werden unmittelbar auf die Schwelle übertragen. An der Innenseite halten Hakenschraube und Klemmplättchen rheinischer Art den Schienenfuss fest. Die Spurregelung erfolgt bis zu 21 mm Erweiterung durch die um je 3 mm zunehmende Stärke der Ansätze der Hakenplatte und der Klemm-

Fig. 203.



Mafsstab 1 : 3. Klemmplatte und Bolzen zu Textabb. 202.

plättchen; die Hakenschrauben lassen sich von oben einführen, die Schwächung der Schwelle durch die Lochung ist gering, ausserdem ist ein Verfüllen des Gleises an der Aufsen-
seite der Schienen möglich ohne Befestigungsmittel, welche des

Nachstellens bedürfen, zu bedecken. Die Befestigungsweise bietet daher so wesentliche Vortheile, wie keine andere der genannten.

In England wird seit 1887 auf der North-Eastern-Bahn nach den Angaben von Cabry und Kinch ein ausgedehnter Versuch mit trapezförmigen Schwellen von nur 2,44 m Länge gemacht, welche zudem an den Köpfen nicht geschlossen sind und daher als ganz ungenügend erscheinen. Auch die Befestigung zwischen klauenförmigen, aus der Schwellendecke aufgestanzten Auslappungen¹⁷⁰⁾ läßt eine Bewährung nicht erwarten, weil sich die Aufsenseite des Schienenfußes einfrassen und Spurerweiterungen herbeiführen wird. Ebenso wenig Erfolg verspricht ein von der New-York-Central- und Hudson-Flufs-Bahn nach Walter Katté unternommener Versuch¹⁷¹⁾ mit nur 2,29 m langen Schwellen von unzureichender Steifigkeit, auf welchen jede Spurerweiterung durch zwei beliebig verstellbare Unterlageplatten mit Krampen möglich ist.

Diese beiden ausländischen Anordnungen mit eisernen Schwellen sind hier besonders erwähnt als Beweis, daß außerhalb Deutschlands und Oesterreichs auch neuerdings noch mit Schwellenformen und Befestigungsweisen Versuche gemacht werden, welche nach den viel umfassenderen deutschen Versuchen als wenig erfolgversprechend erscheinen und daher das ungünstige Vorurtheil gegen eiserne Querschwellen, welches dort vielfach anzutreffen ist, zwar verstärken werden, aber nicht als maßgebend angesehen werden können.

Die Zahl der jetzt üblichen Befestigungsarten ist hiermit zwar nicht erschöpft, aber so vielgestaltig diese Befestigungsweisen auch sind, sie sind entweder als Einzelversuche ohne nennenswerthe Verbreitung geblieben, oder sie kommen in der einen oder andern Form den bisher beschriebenen so nahe, daß von ihrer eingehenden Beschreibung abgesehen werden soll. Weitere Befestigungsweisen finden sich im Jahrgange 1883 der Zeitschrift des Hannoverischen Architekten- und Ingenieur-Vereines S. 191, in dem schon mehrfach genannten Werke von Haarmann: Das Eisenbahngleis, im „Organ“, sowie bei Russell Tratmann, Report on the use of metal railroad ties, Washington 1894.

Die Schraubenmutter, welche bei den Befestigungen eine wichtige Rolle spielt, muß gegen Losrütteln gesichert werden. Die beste Gewähr für einen festen Sitz der Mutter bieten: reichliche Stärke der Muttern und Schrauben und sorgfältige Herstellung guter, scharfer Gewinde. Je weniger Sorgfalt und Werth früher vielfach diesen Gesichtspunkten geschenkt wurde, desto nothwendiger waren besondere Schraubensicherungen.

Namhafte Fachleute halten letztere bei guter Ausführung der Schrauben und bei Verwendung von in Pressen hergestellten Bundmütern (Textabb. 202 und 203) mit 10 mm breitem Aufsatzringe überhaupt nicht mehr für nöthig¹⁷²⁾. So breite Aufsatzringe waren bei Handschmiederei nicht ausführbar, die mit Abkantungen versehenen schmalen Ringflächen schlifften sich ein, so daß die Muttern schlotterten.

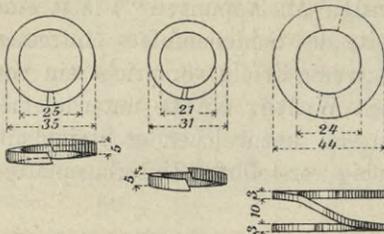
170) Organ 1889, S. 127.

171) Organ 1889, S. 128.

172) Kohn, Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 547.

Als Schraubensicherungen kamen früher Gegenmuttern, vorgesteckte Stifte oder Splinte u. dergl. zur Anwendung, aber ohne wesentlichen Erfolg. Jetzt sind unter denjenigen Sicherungen, welche die Mutter in jeder Stellung festhalten sollen, Federringe — Sprungringe — am verbreitesten (Textabb. 204). Sie bestehen aus

Fig. 204.

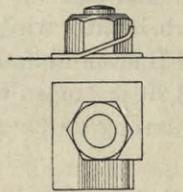


Mafsstab 1 : 3.

Federringe; $G = 0,018, 0,016, 0,047$ kg.

Stahl, dessen Härte richtig gewählt werden mufs, weil zu weiche Ringe ihre Wirkung bald verlieren und zu harte brechen; bei angemessener Härte erweisen sie sich aber als recht zuverlässig. Man hat an Stelle der

Fig. 205.



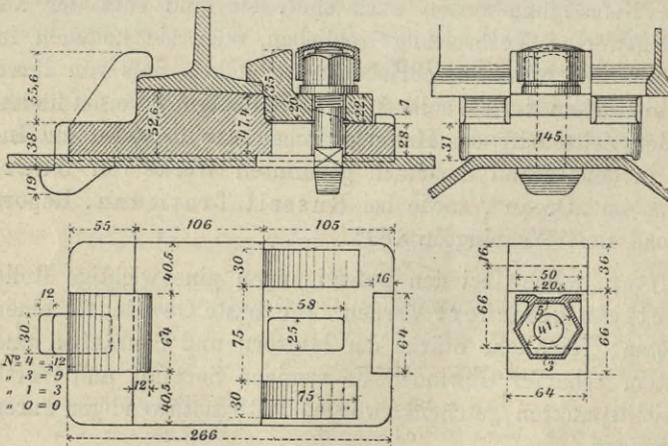
Mafsstab 1 : 5.

Hohenegger'sches Plättchen.

Stahlringe auch federnde Unterlage-scheiben, Kautschuk-

inge, gezahnte Rippenscheiben u. s. w.¹⁷³⁾ und auch wohl federnde Muttern angewandt. Als eine Sicherung, welche die Mutter nur in bestimmter Stellung festhält, ist das Hohenegger'sche Plättchen zu nennen (Textabb. 205), welches durch Einschlitzen und Aufbiegen als seitliche

Fig. 206.



Mafsstab 1 : 6.

Befestigung nach Kohn für Wegeübergänge.

federnde Muttern angewandt. Als eine Sicherung, welche die Mutter nur in bestimmter Stellung festhält, ist das Hohenegger'sche Plättchen zu nennen (Textabb. 205), welches durch Einschlitzen und Aufbiegen als seitliche

Stütze der Mutter dient; es rostet aber leicht ab und hat sich daher auf die Dauer nicht als wirksam erwiesen. Weitere derartige Schraubensicherungen werden noch

bei Gelegenheit der Darlegung der übrigen Gleisverbindungen vorgeführt werden.

Bei Wegeübergängen oder wo sonst ein Querschwellengleis in einer Strafsse liegt, ist es erwünscht, die

Schwellen so tief zu legen, dafs die Strafsenbefestigung über ihnen durchgeführt werden kann. Dies bedingt die Einschaltung besonderer Zwischenplatten oder Sättel von entsprechender Stärke.

Eine solche Anordnung von Haarmann, welche seit 1887 besonders auf den preussischen Staatsbahnen verwendet wurde, besteht aus einem Gufssattel, der

173) Organ 1885, S. 188; Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 151.

mit Nasen um die Schwelle herumgreift und den Schienenfuß durch Ansätze seitlich begrenzt. Klammern umfassen Schwellendecke und Schienenfuß in ähnlicher Weise wie beim Haarmann'schen Langschwellerbau (Textabb. 269 bis 274) und werden durch eine nur in ihrer Längsrichtung beanspruchte Schraube zusammengehalten. Diese Befestigungsweise war versuchsweise auch auf verschiedenen deutschen und ausländischen Bahnen auf gewöhnlicher freier Strecke zur Anwendung gekommen, konnte sich hier aber keine weitere Verbreitung erringen, weil der hohe Gufssattel den Hebel der wagerechten Kräfte bedenklich vergrößert. Bei Gleisen, welche bis Schienenoberkante in einen festen Strafsenkörper eingebettet sind, schwindet dieses Bedenken, so daß die tiefe Schwellenlage hier ausgenutzt werden kann.

Die in Textabb. 206 dargestellte Befestigungsart von Kohn hat wegen ihrer unverkennbaren Vorzüge seit 1893 die erstgenannte auf den preussischen Staatsbahnen mehr und mehr verdrängt. Diese bestehen außer in der grundsätzlichen Uebereinstimmung mit der Befestigungsweise mittels Haarmann'scher Hakenplatten vorzugsweise in der eigenartigen Stellkappe, welche auf die Schraubenmutter gesetzt ist und diese gegen Losrütteln sichert und vor Schmutz schützt, so daß die Verbindung eine sehr dauerhafte ist, welche nur selten des Nachsehens und Nachstellens bedarf. Diese letzte Thatsache ist aber bei Wegeübergängen besonders wichtig, weil hier jede Nacharbeit am Gleise besonders umständlich und verkehrsstörend ist.

Die Kohn'sche Stellkappe bildet für verdeckte Gleistheile eine sehr zweckmäßige Schraubensicherung.

Befestigung der Stuhlschienen auf Eisenschwellen.

Eiserne Querschwellen haben bisher beim Stuhlschienenoberbau eine nennenswerthe Verbreitung nicht gefunden, weil eine einfache Regelung der Spurweite durch die Befestigungsmittel an Stuhlschienen nicht zu erreichen ist. Auch wirken die schweren, kostspieligen Stühle, welche beim Oberbau mit Doppelkopfschienen unabhängig vom Stoffe und der Stärke der Unterschwellung aus technischen Gründen nöthig sind, vermöge ihrer breiten Auflagerfläche aber die Verwendung schwacher Holzschwellen gestatten und sich hierdurch beim Holzschwellen-Oberbau wirtschaftlich rechtfertigen lassen, bei Verwendung eiserner Querschwellen in wirtschaftlicher Hinsicht zu ungünstig, besonders wenn wegen etwaiger Spurerweiterung verschiedene Stuhlsorten in Vorrath gehalten werden müssen. Alle bisherigen Versuche haben dies bestätigt, und eine etwaige Verschwächung der Eisenschwellen nach dem Muster der Holzschwellen ist wegen der für die feste Lage in der Bettung erforderlichen Breite, Länge und Querschnittsgestaltung nicht angängig.

Bei den meisten Versuchen sind Schienenstühle gewöhnlicher Form verwendet und durch Schrauben mit obenliegenden Muttern, welche womöglich als Haken-schrauben gestaltet werden, damit man sie von oben her in die Schwellen stecken kann, auf diesen befestigt worden. Zum Theil haben die Stühle einen in die Schwellendecke hineinragenden Ansatz erhalten, der neben der Spursicherung die Uebertragung der Seitenkräfte auf die Schwelle zu bewirken hat.

Bei anderen Versuchen hat man die Stühle um die Schwellen herumgegossen oder den Schwellen an den Schienenauflagerstellen durch Pressen die Form von

Stühlen gegeben, so daß die Schienen in gewöhnlicher Weise durch einen Keil befestigt werden können¹⁷⁴).

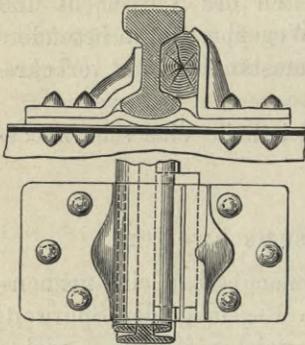
Bei Verwendung von gußeisernen Stühlen mit und ohne Ansatz muß bei Spurerweiterung entweder die Lochung der Schwellen oder die Stuhlform geändert werden.

Einen auf die Schwellendecke aufgenieteten schmiedeeisernen Stuhl hat Webb auf der London und North-Western Bahn 1880 ausgeführt, welcher bis Ende 1889 auf eine Länge von etwa 90 km zur Verwendung gekommen ist und sich gut gehalten haben soll (Textabb. 207¹⁷⁵).

b) 4. Lage und Abstand der Schwellen, Anordnung des Schienenstosses.

Die Lage der Schwellen soll möglichst genau rechtwinkelig zur Gleisachse sein. Da die Spurweite durch die richtige Schwellenlage gesichert wird, ist deren sorgfältige Erhaltung von wesentlichem Einflusse auf die gute Lage des Gleises. Das gilt besonders von der Lage der Schwellen am Schienenstosse, wenn die Stofsdeckungsstücke mit den Schwellen verbunden sind. Das Gleis muß daher so zusammengesetzt sein, daß die Schwellenlage in der Geraden, wie in den Bögen richtig hergestellt und auch bei den unvermeidlichen Längenausdehnungen der Schienen (S. 173) und beim Wandern (S. 217) erhalten werden kann. Der Abstand der Schwellen pflegt in der Nähe des Schienenstosses kleiner genommen zu werden, als in der Schienenmitte, weil die Schwellen am Schienenstosse besonders bei unvollkommener Wirkung der Stofsdeckungsstücke eine besonders große Last auf die Bettung zu übertragen haben. Aus demselben Grunde hat man früher den Stofsschwellen auch größere Abmessungen gegeben, besonders so lange man die Schienenenden unmittelbar in „ruhemdem Stosse“ unterstützte. Der früher übliche ruhende Stofs wurde seit 1847 erst allmähig und dann mit zunehmender Schnelligkeit durch den jetzt fast allein gebräuchlichen „schwebenden Stofs“ verdrängt, bei welchem die Schienenenden in der Mitte zwischen zwei Schwellen freischwebend gestofsen sind. Eingeführt, um bei Stuhlschienen besondere Stofsstühle zu vermeiden und eine Seitenverlaschung anordnen zu können, hat er sich dem ruhenden Stosse in solchem Maße überlegen gezeigt, daß er auch bei Breitfußschienen bald allgemeinen Eingang fand. Die Vorzüge des schwebenden und die Nachteile des ruhenden Stosses sind die folgenden:

Fig. 207.



Malsstab 1 : 9.

Webbs Stuhlschienen-Oberbau auf Eisschwellen; London und North-Western Bahn.

Bei guter Laschenverbindung wird die Last durch zwei Schwellen auf die Bettung günstiger übertragen, als durch eine, wenn auch breitere Schwelle.

174) Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil S. 618, 627 u. ff.

175) Organ 1886, S. 34.

Das Ende der Ablaufschiene senkt sich unter dem Rade um die Stofsspielräume mehr, als das der Anlaufschiene, drückt also auch bei ruhendem Stofse die Schwelle in die Bettung, während sich die Anlaufschiene von der Schwelle abhebt. Sobald nun die Anlaufschiene belastet wird, schlägt sie hammerartig auf die Schwelle nieder, was dem Gleise und den Betriebsmitteln gleich schädlich ist und zu unruhiger Fahrt führt.

Die Laschenverbindung kann bei schwebendem Stofse viel kräftiger gestaltet werden, als bei ruhendem, was der guten Lage und Erhaltung des Gleises wesentlich zu gute kommt.

In den T. V. 11,₁ und 11,₂ ist bezüglich der Stofslage und des Stofsschwellenabstandes bestimmt:

„Für Querschwellenoberbau ist die Anordnung des schwebenden Stofses „bei Verwendung kräftiger Stofsverbindungen zu empfehlen.“

„Die den Schienenstößen zunächstliegenden Schwellen sollen diesen so nahe „gelegt werden, wie es die Anordnung der Stofsverbindung und das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.“

Es ist einleuchtend, daß eine möglichst enge Stofsschwellenlage — Stofstheilung — für die Festigkeit und gute Lage des Stofses von wesentlichem Vortheile ist. Aber auch die beiderseits nächstanschließenden Schwellenabstände sollen gering sein¹⁷⁶⁾. Besonders bei abgenutzten Laschenanlageflächen, mit welchen im Betriebe stets gerechnet werden muß, ist in einem geringen Abstände der anschließenden Schwellen ein wirksames Mittel gegeben, den von den Stofsschwellen auf die Bettung ausgeübten Druck in mäßigen Grenzen zu halten. Um auch in solchem Falle zu erreichen, daß dieser Druck nicht größer wird, als der von den Mittelschwellen ausgeübte, schlägt Sarre vor¹⁷⁷⁾, den Abstand der vier dem Stofse zunächstliegenden Schwellen auf zwei Drittel des Mittelschwellenabstandes einzuschränken, wodurch sich der Druck der Stofsschwellen je nach der Schwellenzahl und der Güte der Bettung um 5 bis 25% niedriger stellt, als jener der Mittelschwellen.

In einer enggetheilten und kräftigen Unterschwellung liegt überhaupt das wirksamste Mittel sparsamer Verstärkung des Oberbaues, denn durch geeignete Wahl der Schwellentheilung kann man den Oberbau den verschiedenen Verhältnissen des Untergrundes und der Bettung, sowie der auf verschiedenen Strecken wechselnden Betriebsbeanspruchungen am leichtesten anpassen. Doch wird zweckmäßig die Stofstheilung unverändert gelassen und nur der Abstand der übrigen Schwellen verändert, um einheitliche Stofsanordnung anwenden zu können.

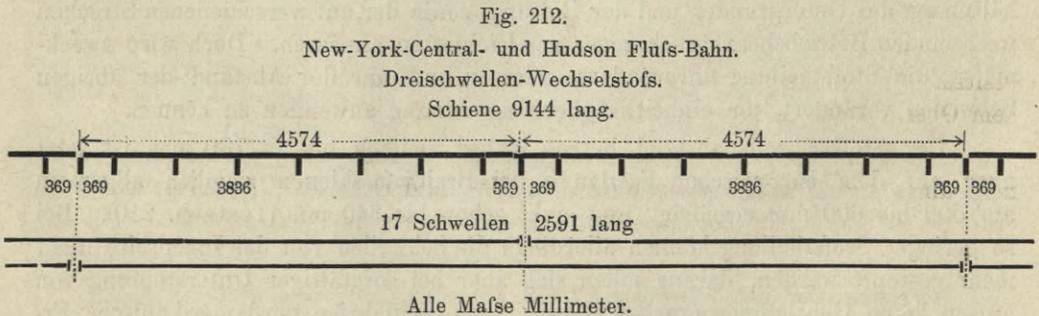
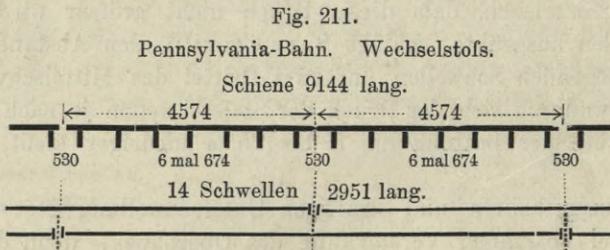
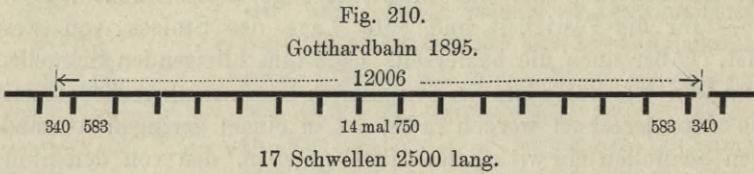
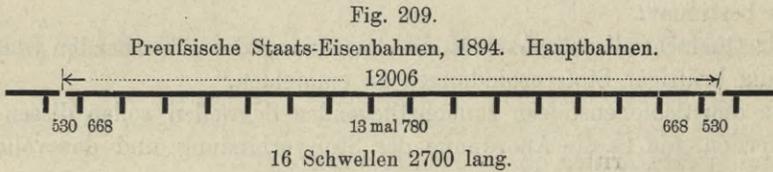
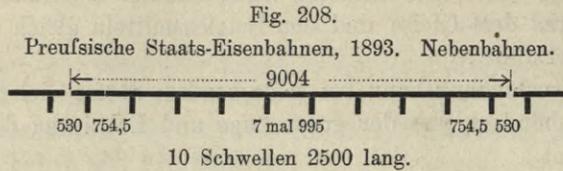
Der Stofsschwellenabstand betrug früher vielfach bis zu 700 mm, ist jetzt aber auf dem europäischen Festlande bei Breitfußschienen ziemlich allgemein auf 500 bis 600 mm ermäßigt und sinkt schon bis 340 mm (Textabb. 210). Bei so geringer Stofstheilung können allerdings die Schwellen von der Innenseite nicht mehr gestopft werden, daraus sollen sich aber bei sorgfältiger Unterstopfung von außen keine Uebelstände ergeben haben; auch langjährige nordamerikanische Erfahrungen mit engen Stofstheilungen sprechen für ihre Zulässigkeit. Beim

176) Dr. Zimmermann, die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888, S. 219.

177) Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 369.

Stuhlschienenoberbau ist dagegen im Allgemeinen eine grössere Stofstheilung gebräuchlich.

In den Textabb. 208 bis 212 ist die Schwellentheilung einiger neueren Gleise



dargestellt. Während der Mittelschwellenabstand auf dem europäischen Festlande bei Hauptbahnen bis zu 800 und 750 mm sinkt, wird auf den meisten englischen Bahnen immer noch an dem früher auch diesseits des Kanales üblichen Mafse von

900 bis 1000 mm festgehalten. Auf den preussischen Staatsbahnen werden seit 1894 auf Hauptbahnen je nach der Bedeutung der Strecke für den Schnellzugsverkehr, sowie je nach Untergrund und Bettung auf eine Schienenlänge von 12 m 15 oder 16 Schwellen verlegt, in scharfen Krümmungen kann die Zahl noch um eine vermehrt werden. Ebenso verlegt die französische Nordbahn je nach der auf der betreffenden Strecke vorkommenden größten Geschwindigkeit 12 bis 14 Schwellen auf 12 m und die französische Westbahn nach denselben Grundsätzen 15 bis 18 Schwellen.

Anderseits wird die Schwellenzahl auf Nebenbahnen verringert, auf den preussischen Staatsbahnen bei Schienen von 12 m Länge auf 13 oder 14.

Unter Umständen empfiehlt es sich, den Wechsel in der Schwellenzahl je nach den örtlichen Verhältnissen noch weiter zu treiben und den Abstand der Mittelschwellen bis auf 600 mm zu ermäßigen¹⁷⁸⁾; ein Maß, welches in Nordamerika, bei niedrigen Schwellenpreisen und mangelhafter Bettung, vielfach üblich ist und noch unterschritten wird. Alten, den neueren Betriebsverhältnissen nicht mehr gewachsenen Gleisen kann durch Verringerung der Mittel- und Stofstheilung aufs Neue verlängerte Lebensdauer gegeben werden; auf verschiedenen Strecken der preussischen Staatsbahnen ist man zu diesem Zwecke auf 680 mm und 360 mm herabgegangen.

In Europa pflegt man die Stöße der beiden Schienen eines Gleises einander gegenüber, d. h. in Gleichstofs zu verlegen, (Textabb. 208 bis 210) während in Nordamerika der Wechselstofs sehr verbreitet ist (Textabb. 211 und 212). Nach den T. V. 9 ist dieser zwar in Krümmungen zulässig, in geraden Linien soll aber der Gleichstofs angewandt werden; eine solche Vereinigung der beiden Stofsarten in einem Gleise empfiehlt sich aber nicht, denn sie bedingt beim Uebergange vom Bogen in die Gerade eine Schiene halber Länge, was nicht nur unbequem ist, sondern auch die Zahl der schwachen Stellen im Gleise vermehrt.

Die Ansichten darüber, welche Stofslage besser ist, sind diesseits und jenseits des Oceans sehr verschieden. In Europa gilt der Gleichstofs als besser¹⁷⁹⁾, weil bei ihm die Zahl der in den Betriebsmitteln durch die Schienenstöße hervorgerufenen Schwankungen kleiner ist, und weil diese beim Wechselstofs nach beiden Richtungen abwechselnd erfolgen. Die Nordamerikaner aber lassen diesen Gesichtspunkt nur gelten, wenn Gleis und Stofsverbindung zu wenig Steifigkeit besitzen¹⁸⁰⁾. Thatsächlich herrscht im Osten und Südosten von Nordamerika, wo dem Oberbau die gröfsere Sorgfalt gewidmet wird, der Wechselstofs vor¹⁸¹⁾.

Die günstigen nordamerikanischen Urtheile über den Wechselstofs haben neuerdings auch die französische Nordbahn¹⁸²⁾ und Ostbahn¹⁸³⁾ zu Versuchen mit diesem veranlaßt. In Nordamerika werden übrigens bei Wechselstöfen oft auch

178) Sigle, Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 310.

179) Organ 1884, Erg.-Bd. IX S. 66.

180) Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 372.

181) Ebenda 1885, S. 26.

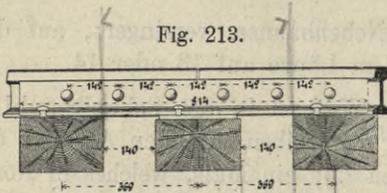
182) Ebenda 1884, S. 482.

183) Revue générale des chemins de fer 1890, S. 33.

an der dem Schienenstosse gegenüberliegenden Schienenmitte Laschen angebracht, welche die Schwellen fest untereinander verbinden und deren Abstand sichern sollen (Textabb. 221, S. 222).

Der eigenartige, in den Textabb. 212 und 213 dargestellte ruhende Stofs auf drei Schwellen — Dreischwellenstofs — ist in Nordamerika weit verbreitet. Den Mängeln des ruhenden Stofses beugt er durch die über drei Schwellen reichenden Laschen und die sehr enge Stofstheilung, welche eine Lastübertragung

auf drei Schwellen begünstigen, z. Th. vor. Auf der Mittelstofschwelle wird sich aber die Wirkung von Hammer und Ambos trotz der langen Laschen kaum verhüten lassen. Die auf dem Oberbaugebiete besonders thätige Pennsylvania-Bahn ist denn auch vom Dreischwellenstofs zum schwebenden Stofs übergegangen.



Mafsstab 1 : 20.

Dreischwellenstofs, New-York Central- und Hudson-Flufs-Bahn.

Inwieweit die nach unseren Anschauungen ungünstigen Eigenarten des Dreischwellen- und Wechselstofses durch die überwiegende Verwendung von Drehgestellen günstig beeinflusst werden, möge dahin gestellt bleiben. Jedenfalls verdecken die Drehgestelle Mängel, die bei unseren steifachsigen Wagen scharf hervortreten würden. Die Oberbauanordnungen können aber nicht an sich, sondern müssen stets in ihren Beziehungen zu den Betriebsmitteln beurtheilt werden.

b) 5. Das Wandern der Schienen und des Gleises und die Mittel zu dessen Verhütung.

Die Schienen und damit das Gleis suchen meist mit, seltener entgegen¹⁸⁴⁾ der Fahrrihtung zu „wandern“. In Folge dessen öffnen oder schliessen sich die Stofs-lücken. In letzterm Falle können, besonders durch grofse Wärme, Stauchungen der Schienenenden und Seitenverschiebungen: „Verwerfungen“ des Gleises eintreten. Das Wandern tritt in den beiden Schienen eines Gleises unter Umständen verschieden stark auf, wobei sich die Schwellen zum Theil schräg stellen und Spurverengungen erzeugen. Das Wandern mufs daher durch besondere Mittel zu verhüten gesucht werden. (T. V. 10,1).

Die Ursachen sind vorzugsweise auf die Reibungswiderstände zwischen Rad und Schiene und zwischen Schiene und Schwelle zurückzuführen¹⁸⁴⁾, werden aber auch in der wagerechten Seitenkraft der an den durchgebogenen Stöfsen von den Rädern erzeugten, in der Längsrichtung des Stranges geneigten Kräfte

¹⁸⁴⁾ Göring, Röll, Encykl. S. 3432; Zimmermann, Centrabl. d. Bauverw. 1888, S. 347; 1890, S. 437.

gesucht¹⁸⁵⁾. Besonders bei nur in einer Richtung befahrenen Gleisen, auf denen oft gebremst wird, wandern die Schienen stark mit der Fahrrihtung¹⁸⁶⁾.

In Krümmungen wandert bei nicht zu großer Schienenüberhöhung die Außenschiene stärker in der Zugrichtung, als die Innenschiene, letztere kann sich sogar in entgegengesetzter Richtung verschieben, es ist aber auch schon das umgekehrte Verhalten der beiden Schienen beobachtet worden¹⁸⁵⁾, jedenfalls tritt in Bögen die Schiefelage der Schwellen besonders leicht ein. Schienen, welche in der Nulllinie des Querschnittes unterstützt sind, wandern weniger stark, als Schienen, welche nur mit dem Fulse aufliegen, also Stuhlschienen weniger als Breitfußschienen.

Alle Mittel zur Verhütung des Wanderns suchen die schiebende Kraft der Schiene auf die Schwellen zu übertragen, um deren Reibung auf der Bettung dagegen nutzbar zu machen, hierzu hat man früher für den Eingriff der Schienen-nägeln am Schienenfusse Klinkungen angebracht. Bei Stahlschienen wurde jedoch dieses einfache Mittel verlassen, weil es die Bruchgefahr erhöhte. In den siebenziger Jahren ging man dazu über, auf den Stofschwällen Vorstofsplatten zu befestigen, welche über den Schienenfuss bis an den Steg reichten und mit einer Ecke gegen die den Steg umfassenden Flachlaschen stießen. Die zu geringe Größe der Berührungsfläche zwischen beiden beeinträchtigte die Wirkung. Man ersetzte daher die Vorstofsplatten durch Vorstoswinkel mit einem hochstehenden, senkrechten Schenkel, der mit den Flachlaschen verschraubt wurde, oder sich vor die Flachlaschen legte.

Aber auch diese Bauart ist meistens wieder verlassen, weil es inzwischen gelungen ist, die Stofsverbindung selbst durch Ausklinkung der Laschen dem fraglichen Zwecke in wirksamster Weise dienstbar zu machen. Ueber die Einzelheiten wird bei Besprechung der Stofsausrüstung das Weitere mitgetheilt werden. Bei eingleisigen Bahnen ist dadurch das Wandern fast ganz beseitigt und bei zweigleisiger Bahn wenigstens abgesehen von sehr scharfen Krümmungen und starken Neigungen soweit eingeschränkt, wie es bei der Beweglichkeit unserer Gleise überhaupt möglich erscheint und durch sorgsame Unterhaltung ohne große Schwierigkeit unschädlich gemacht werden kann. Auf stark geneigten zweigleisigen Strecken erweisen sich diese Mittel aber nicht als ausreichend, vielmehr Verbindungen zwischen zwei oder mehreren Schwellen als nothwendig, um die Reibung einer größeren Schwellenzahl auf der Bettung nutzbar zu machen; man schlägt auch Pflöcke vor den Schwellen in den Untergrund¹⁸⁷⁾.

Da das Wandern der Schienen vorzugsweise auf einzelne Schwellen übertragen wird, so wird der Schwellenabstand unregelmäßig werden und zugleich ein Wandern des ganzen Gleises eintreten. Gegen diesen Mifsstand giebt es bis jetzt, abgesehen von dem Einschlagen von Pflöcken, kein Mittel. Ein Gleis wird aber solchen Verschiebungen um so besser widerstehen, je breiter und länger die Schwellen sind und je fester sie in der Bettung liegen. Da das Wandern der Schienen vorzugsweise von den Stofschwällen aufgenommen und unschädlich gemacht wird, eine gute und dauerhafte Stofsdeckung aber vorzugsweise von der

185) Couard, Rev. gén. d. ch. d. f. 1896 August, S. 85.

186) Zeitschrift des österreichischen Ing.- u. Arch.-Vereines 1897, S. 48.

187) „Organ“, Erg.-Bd. IX, 1884 S. 72 u. XI, 1893 S. 60.

sorgfältigen Erhaltung der Abstände der Stofsschwellen unter sich und vom Schienenstofse abhängt, so ist bei der Stofsausrüstung dieser Frage besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

b) 6. Stofsausrüstung.

6. α) Einleitung.

Als Mittel zur Deckung des Schienenstofses kommen in Frage: Die Unterstützung der Stofsstelle, das Unschädlichmachen der Stofslücke und der Ersatz der am Stofse unterbrochenen Schienen durch Träger von gleicher Biegefestigkeit und Steifigkeit.

Die Unterstützung der Stofsstelle bei ruhendem Stofse mit und ohne Unterlageplatten, oder besondere Stofsstühle hat sich nicht bewährt und gilt im Allgemeinen als verlassen. Einzelne Bahnen, die bis in die neuere Zeit daran festhalten (Textabb. 213, S. 217 u. 234, S. 228), sorgen dabei durch die gleichzeitige Anordnung von Laschen, welche ursprünglich nicht gebräuchlich war, für einen Ersatz der unterbrochenen Schiene. Dagegen ist in neuerer Zeit die Unterstützung der Stofsstelle in Fuß oder Kopf bei schwebendem Stofse durch die Anbringung besonderer Stofsbrücken mehrfach versucht worden.

Um die Querruge zu vermeiden, sind die Schienenenden in der ersten Hälfte des Jahrhunderts bei ruhendem Stofse schräg abgeschnitten, oder mit kurzer Ueberblattung versehen. Diese verschwächten Schienenenden konnten aber den Hammerschlägen der Betriebsmittel noch weniger widerstehen, als die ungeschwächten. Auch wirkten die in jener Zeit erheblichen Herstellungsfehler in der Höhe der Schienen sehr ungünstig. Derartige Anordnungen kamen daher in Europa in Verruf und fanden auch bei Einführung des schwebenden Stofses keine Anwendung. Dagegen hat sich die schräg abgeschnittene Schiene bei schwebendem und verlaschtem Stofse auf nordamerikanischen Bahnen bei guten Ergebnissen bis in unsere Zeit zu behaupten vermocht. Auch auf Straßenbahnen, allerdings besonders bei Langschwellen- oder Schwellenschienen-Oberbau, ist diese Anordnung weit verbreitet. Neuerdings werden auch in Deutschland wieder ziemlich ausgedehnte Versuche mit überblatteten Schienenenden von gröfserer Blattlänge bei schwebendem, verlaschtem Stofse gemacht.

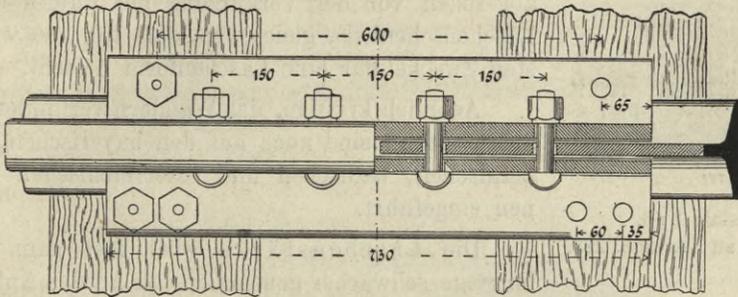
Zu den Mafsnahmen zur Vermeidung der Querruge gehören auch diejenigen Anordnungen, bei welchen die Räder auf Laschen, die bis zur Lauffläche emporragen, über die Stofsstelle hinweggeführt werden.

Der Ersatz der Schiene am Stofse durch Laschen (Laschenstofs) ist die verbreitetste Stofsausrüstung. Die Laschen sollen die lothrechten Kräfte von einem Schienenende auf das andere übertragen und eine Verdrehung der Schienenenden gegen einander verhüten, so dafs auch am Stofse eine möglichst stetige Fahrbahn in wagerechtem und lothrechtem Sinne vorhanden ist.

In den T. V. 10 ist bestimmt, dafs in allen von Lokomotiven befahrenen Gleisen, sowohl bei Breitfuß-, als auch bei Stuhlschienen aufser der Befestigung auf den Unterlagen auch eine Verbindung der aneinanderstofsenden Schienen unter sich erforderlich ist. Hierbei sollen die Stofslücken thunlichst unschädlich gemacht

der Laschen in die Schwellen bald aufhören. Es wäre richtiger gewesen die auf den Mittelschwellen vorhandenen Unterlageplatten auch auf den Stofsschwellen beizubehalten.

Fig. 219.



Mafsstab 1 : 10. Belgische Staatsbahnen.

G für beide Laschen 43,0 kg. Innen-Lasche $J = 302,7 \text{ cm}^4$ $W = 46,3 \text{ cm}^3$
 Außen-Lasche $J = 295,3 \text{ cm}^4$ $W = 44,7 \text{ cm}^3$.

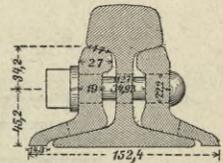
Da einfache Winkellaschen selbst bei großer Stärke nicht dieselbe Widerstandsfähigkeit haben, wie die Schienen, so hat man eine weitere Verstärkung des Laschenstoffes durch die Anwendung von Doppelwinkel-laschen angestrebt (Textabb. 222 bis 227). Laschen mit oben wagerechtem Schenkel (Textabb. 222 und 224) kommen der Freihaltung der Spurrinne halber (S. 118) nur als Aufs-en-laschen in Frage. Der Laschenstofs wird dadurch auch bezüglich der Laschenspannungen ein unsymmetrischer.

Die Doppelwinkellaschen mit unterm wagerechtem und lothrechtem Schenkel (Textabb. 226a) bieten dagegen eine vollkommen symmetrische Stofsausrüstung von großer Tragfähigkeit und Steifigkeit und sind weit verbreitet.

Auch bei den in den Textabb. 222 bis 226 dargestellten Stofsausrüstungen ist in wirksamer Weise gegen das Wandern Vorsorge getroffen, besonders bei den Anordnungen der Kaiser

Ferdinands-Nord-bahn und der preufsi-schen Staatsbahnen, woselbst die Laschen die Unterlage- bzw. Befestigungsplatten voll umfassen, auch bei den Reichs-eisenbahnen in El-safs-Lothringen ist eine der preufsischen ähn-liche Stofsausrüstung in Gebrauch. Die Stofsausrüstung der letztgenannten beiden Bahnen ist auch

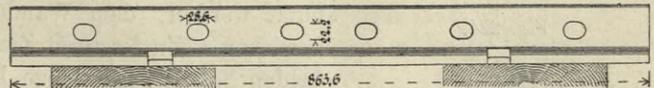
Fig. 220.



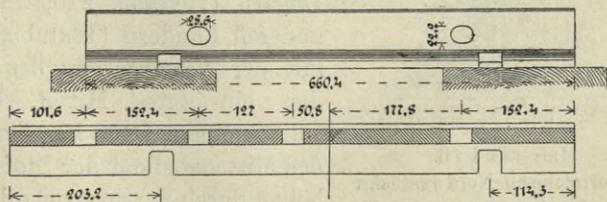
Mafsstab 1 : 6. Querschnitt zu Text-abb. 221.

Fig. 221.

Lasche am Schienenstosse.



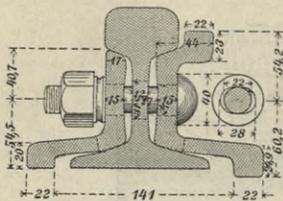
Lasche gegenüber dem Schienenstosse.



Mafsstab 1 : 10. Pennsylvania-Bahn, 1889.

um deswillen bemerkenswerth, weil der Oberbau mit Holz- und Eisenschwellen genau dieselbe Laschenbearbeitung aufweist, auch ist bei den preußischen Staatsbahnen die Form und Bearbeitung der Laschen für Haupt- und für Nebenbahnen (Textabb. 226a und b), abgesehen von der Verkürzung des untern lothrechten Laschenschenkels, gleich, so dafs für die verschiedensten Zwecke nur eine Laschenform besteht.

Fig. 222.



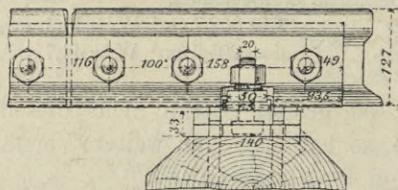
Mafsstab 1 : 6.

Querschnitt zu Textabb. 223.

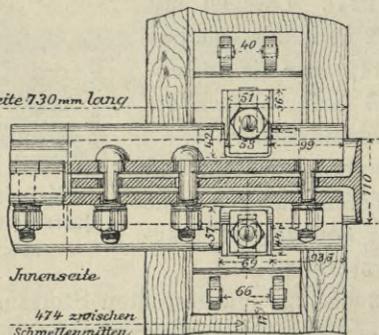
Aehnlich kräftige, das Wandern verhindernde Stofsausrüstungen sind auch auf den bayerischen, württembergischen, badischen und österreichischen Staatsbahnen eingeführt.

Die Laschenstärke wird fast ganz allgemein im Stege schwächer genommen, als an den Anlageflächen

Fig. 223.



Aussenseite 730 mm lang



Innenseite

474 zwischen Schwellenrinnen

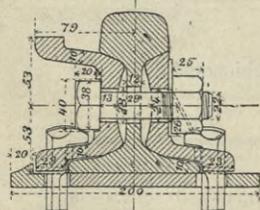
und schwankt an dieser Stelle zwischen 13 mm bei der österreichischen Nordwestbahn und 24 mm bei der französischen Nordbahn. — Die Verbreiterung der Laschenanlageflächen, welche besonders bei nordamerikanischen Bahnen stark ausgeprägt ist (Textabb. 220), kommt der Wirksamkeit der Laschen in gleicher Weise zu Gute; wie ein flacher Anlagewinkel (Textabb. 218 und 220).

Man giebt den Laschen Spielraum gegen den Steg, der um so größer sein sollte, je weiter die Anlageflächen von der Wagerechten abweichen, er schwankt zwischen 3 und 8 mm.

Mafsstab 1 : 10. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, 1894.

Innen-Lasche $G = 10,6 \text{ kg}$ $J = 143,89 \text{ cm}^4$ $W = 25,5 \text{ cm}^3$
 Außen-Lasche $G = 15,15 \text{ „}$ $J = 339,08 \text{ cm}^4$ $W = 53,4 \text{ cm}^3$

Fig. 224.

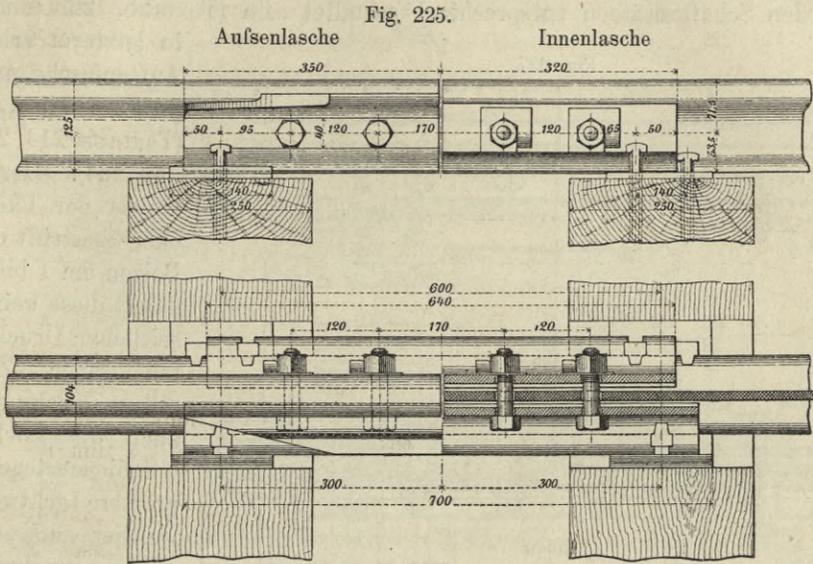


Mafsstab 1 : 6.

Oesterreichische Nordwestbahn
 Innen-Lasche $G = 7,5$
 Außen-Lasche $9,77 \text{ kg}$.

Die Länge der Laschen hängt von der Stofstheilung und davon ab, in welchem Mafse sie dazu benutzt werden, dem Wandern der Schienen entgegenzuwirken. Zu letzterm Zwecke werden neuerdings auf beiden Seiten recht lange Laschen gleicher Länge bevorzugt, besonders in Deutschland und Oesterreich-Ungarn (Textabb. 215, 223 und 227), aber auch in anderen Ländern (Textabb. 219 und 221); zusammen mit der Verringerung des Stofsschwellenabstandes ist dies ein gutes Mittel, den Laschenstofs zu vervollkommen. Denn Laschen, welche möglichst weit über den Mittenabstand der Stofsschwellen hinausreichen, erhöhen durch Verringerung des Laschendruckes die Steifigkeit und Tragfähigkeit des Laschenstofses und vermindern

den Verschleifs an den Anlageflächen. Auch sind bei langen Laschen die schädlichen Einflüsse der durch Verschleifs eintretenden Spielräume auf die Wirksamkeit der



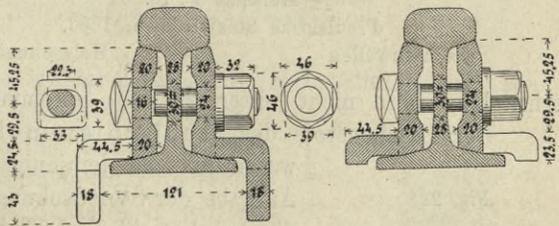
Mafsstab 1 : 10. Oesterreichische Nordwestbahn.

Innen- Lasche G = 7,5 kg
 Außen- Lasche G = 9,77 kg

Laschen nicht so grofs, wie bei kurzen Laschen, deren Wirksamkeit schon durch recht geringe Spielräume ganz aufgehoben werden kann¹⁸⁹⁾.

Die Laschen werden durch vier bis sechs Laschenschrauben mit den Schienen verbunden; die letztere Zahl nimmt neuerdings bei langen Laschen zu (Textabb. 215, 221 und 223). Der Abstand der Laschenschrauben betrug früher vielfach bis zu 200 mm, ist aber mit der Verminderung der Schwel-
 lenheilung am Stofse gleichfalls verringert und sinkt bis zu 100 mm herab.

Fig. 226.



Mafsstab 1 : 6.

Preufsische Staatsbahnen, 1893. Laschenquerschnitte

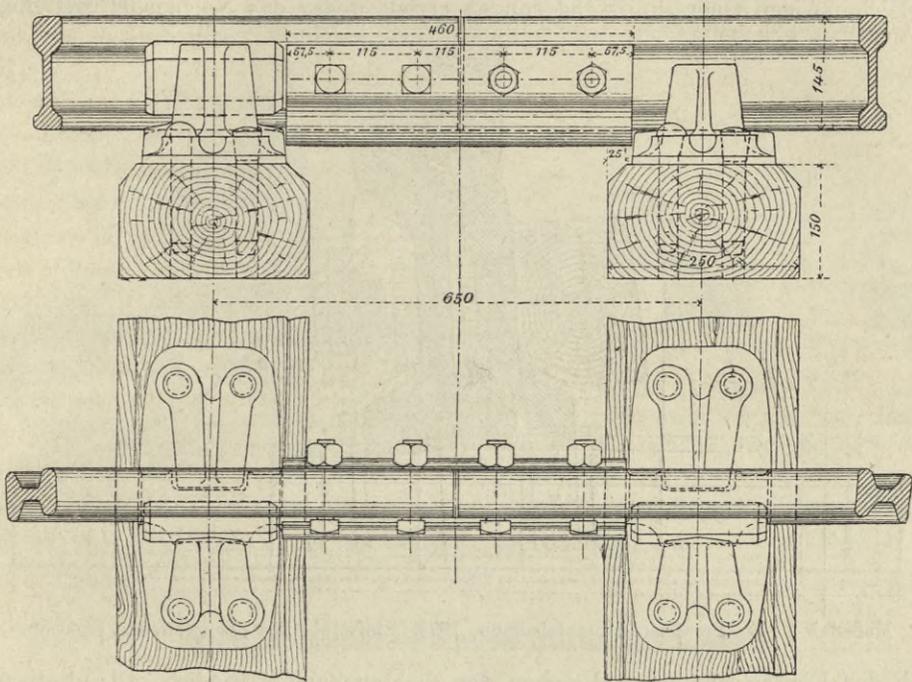
	a) Hauptbahnen		b) Nebenbahnen	
	Innen- Lasche	Außen- Lasche	Innen- Lasche	Außen- Lasche
G =	13,83	13,70	11,84	11,71 kg
J =		419,8		188,9 cm ⁴
W =		56,4		31,8 cm ³ .

Bezüglich der Schraubensicherungen bei der Stofs-ausrüstung ist auf S. 210 sowie auf die Textabbildungen zu verweisen. Dem Drehen der Schraubenbolzen wird entweder durch eckige, oder längliche Ansätze am Schraubenschaft (Textabb. 223 und 227), oder durch entsprechende Gestaltung der Schraubenköpfe und

¹⁸⁹⁾ Organ 1883, S. 159; Zimmermann, die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888, S. 267 bis 274.

Holzkeil auf der folgenden Schwelle lockern. Endlich kann den Laschen trotz grosser Stofstheilung gegenüber neueren Laschen für Breitfußschienen nur unge-

Fig. 229.



Mafsstab 1 : 10.

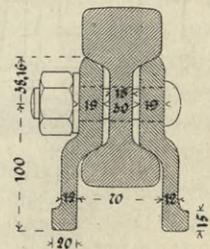
Badische Staatsbahnen, 1893. Stuhlschienenverlaschung.

nügende Länge gegeben werden. Diese Minderwerthigkeit des Laschenstosses beim Stuhlschienen-Oberbau spricht gegen dessen Verwendung.

Allerdings kann man bei Verwendung besonderer Stofstühle auch bei Stuhlschienen die Laschen über Schwellen und Stühle hinübergreifen und letztere umfassen lassen, wie dies neuerdings auf der Strecke Berlin-Magdeburg bei älteren dort noch vorhandenen Stuhlschienen mit Erfolg zur Verbesserung der Festigkeit der Stöße geschehen ist¹⁹⁰⁾ (Textabb. 231 u. 232). Aber die Anwendung besonderer Stofstühle ist theuer und unbequem.

Die englische Great Northern-Bahn verwendet auch gegenwärtig noch beim Stuhlschienenoberbau den ruhenden Stofs (Textabb. 233 u. 234), gleichfalls unter Anordnung besonderer Stofstühle, bei welchen bemerkenswerther Weise der Holzkeil ganz weggelassen ist.

Fig. 230.



Mafsstab 1 : 6.

Französische Westbahn
1889

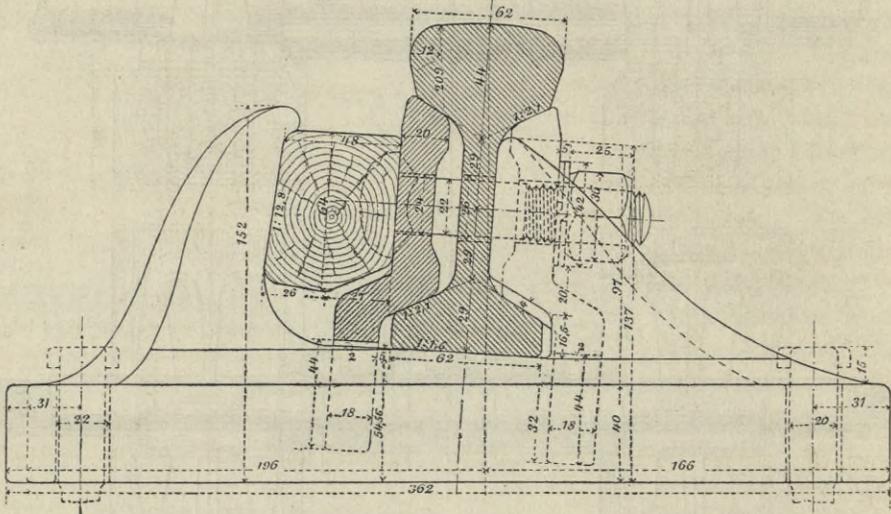
Stuhlschienenlaschen
G = 8,5 kg.

¹⁹⁰⁾ Organ 1895, S. 36.

6. γ) Unzulänglichkeit des gewöhnlichen Laschenstosses.

Bislang ist kein Laschenstofs gefunden, der nicht unter den lothrechten Lasten besonders an den Kopfanlageflächen der Schienenenden und den Fufsanlageflächen der Laschenenden schnell starke Abnutzungen zeigte; gegen diese ungleichmäßigen Querschnittsänderungen erzielt weder das Nachziehen der Bolzen

Fig. 231.

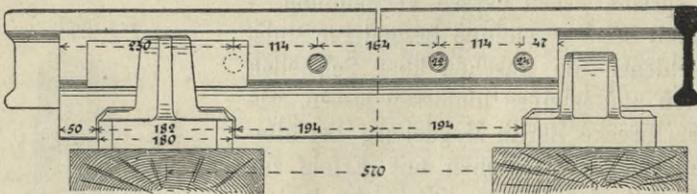


Mafsstab 1 : 3. Preussische Staatsbahnen, 1894. Stofsstuhl für übergreifende Laschen.

noch das Einwechseln neuer Laschen den dichten Schlufs wieder. Die elastischen Durchbiegungen, die Wärmeänderungen und die Verschiebungen beim Wandern erzeugen reibende Längenbewegungen, welche wieder Abschleifungen hervorrufen,

und alle diese Schwächungen erzeugen eine Beschleunigung der Zerstörung. Art und Grad der Beschädigungen hängen von der Güte der Stofsausbildung, sowie davon ab, ob in Folge zwei- oder eingleisiger Betriebsweise eine Fahrrihtung vorherrscht oder nicht; in ersterm Falle ist die Abnutzung an der Anlauf-Schiene und dem zugehörigen Laschenende überwiegend, also für die Gleichmäßigkeit des Gleisgefüges besonders schädlich¹⁹¹⁾.

Fig. 232.



Außen

Innen.

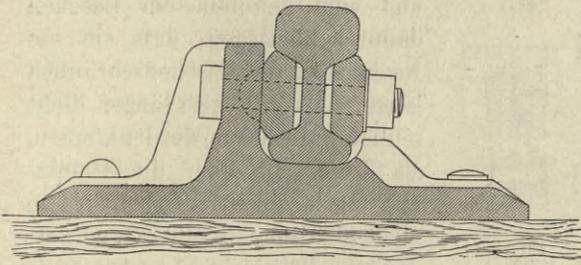
Mafsstab 1 : 10. Preussische Staatsbahnen 1894. Stuhlschienenstofs mit übergreifenden Laschen.

191) Zimmermann, Centrbl. d. Bauverw. 1892, S. 3; Bräuning, Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 415; Blum, Centrbl. d. Bauverw. 1894, S. 466.

Diese Uebelstände sind beim gewöhnlichen Laschenstofs überhaupt nicht ganz zu vermeiden und weniger von der Stofslücke, als von den Höhenüberständen der Schienenenden abhängig, die durch Herstellungsfehler und die nach Beginn des Verschleifses eintretende selbstständige Durchbiegung der beiden Schienenenden entstehen¹⁹²⁾.

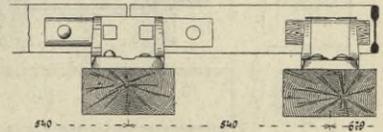
Die Erkenntnis von der Unzulänglichkeit des gewöhnlichen Laschenstofs

Fig. 233.



Mafsstab 1 : 6. Great-Northern-Bahn, 1888.
Ruhender Stuhlschienenstofs, Querschnitt.

Fig. 234.



Mafsstab 1 : 20.
Great-Northern-Bahn, 1888.
Ruhender Stuhlschienenstofs, Ansicht.

hat in neuerer Zeit zu einer Reihe von beachtenswerthen Vorschlägen zur Abhilfe geführt, die, soweit sie schon im Betriebe erprobt sind, nachstehend beschrieben werden sollen¹⁹³⁾.

6. d) Stofsausrüstungen besonderer Art.

Laschenstofs mit Keilantrieb und mit Arbeitsleisten.

Die badischen Staatsbahnen führten 1891 einen Laschenstofs mit Doppelwinkellaschen ein, bei welchem der Fufs der Schienenenden durch Keile auf den untern sehr kräftigen Schenkel der Laschen abgestützt ist (Textabb. 235 u. 236). Ursprünglich war jedes Schienenende für sich unterstützt, die vier Keile konnten paarweise durch zwei an der Innenseite angebrachte lothrecht stehende Keile angetrieben werden. Diese Anordnung wurde unter Fortfall der lothrechten Keile 1893 zu Gunsten der in den Textabb. 235 u. 236 dargestellten Bauart mit nur zwei, beide Schienen unterstützenden Keilen verlassen. Bei dieser Bauart kann bei schon eingetretener Abnutzung einem zu starken Durchbiegen der Schienenenden durch ein Nachtreiben des obern Keiles vorgebeugt werden. Andererseits erinnert die unmittelbare Unterstützung des Fufses der Schienenenden an den ruhenden Stofs und läfst befürchten, dafs die schädlichen Einflüsse des Hämmerns sich auch hier geltend machen werden. Im Uebrigen ist die vorgeführte Stofsausrüstung auch wegen ihrer sonstigen Durchbildung und der kräftigen Umfassung der Befestigungsmittel zur Verhütung des Wanderns bemerkenswerth.

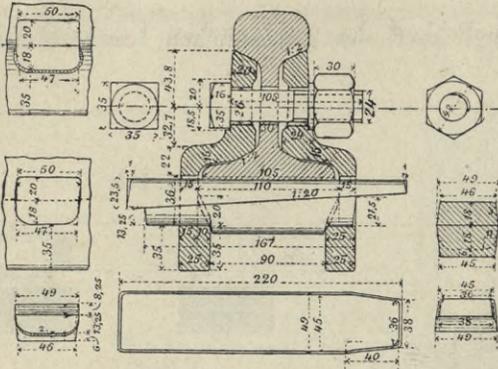
Die Gotthardbahn hat den Laschenstofs mit Keilantrieb gleichfalls

192) Wiesner, Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 260; Sarre, ebenda 1892, S. 410.

193) Wöhler, Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 209 u. 557; Zimmermann, ebenda, S. 244. Haarmann, Oberbau S. 304 bis 325, sowie die vorstehenden Quellen.

angenommen, zugleich aber den Laschen, einem ältern Vorschlage Jebens folgend¹⁹⁴⁾, durch Ausfräsung der Anlageflächen an den weniger angegriffenen Stellen,

Fig. 235.

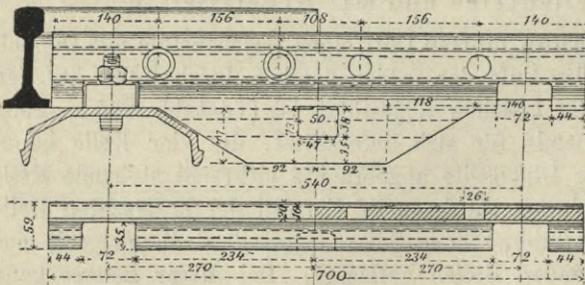


Maßstab 1 : 6. Badische Staatsbahnen, 1893.
Laschen mit Keilantrieb, Querschnitt und Einzeltheile.

Stellen ohne Schlufs bleiben. Die kostspielige und umständliche Bearbeitung der Laschen erscheint daher nicht lohnend.

Ein beliebiges, genau der Abnutzung entsprechendes Nachstellen sucht Zimmermann¹⁹⁵⁾ durch Theilung der Laschen zu erreichen; der untere durch-

Fig. 236.



Maßstab 1 : 10. Badische Staatsbahnen, 1893.
Laschen mit Keilantrieb. Ansicht und Grundrifs.

Laschenschrauben zu festem Schlusse gebracht. Sowohl diese, wie eine auf ähnlichen Grundsätzen beruhende Fufsverlaschung ist versuchsweise ausgeführt.

Laschenstofs mit Ueberblattung der Schienenenden (Blattstofs).

Durch den in den Textabb. 238 u. 239 dargestellten Blattstofs von Rüppell-Kohn wird die Querfuge vermieden, auch soll beim Durchbiegen des Stofses

¹⁹⁴⁾ Deutsche Bauzeitung 1880, S. 97; Organ 1884, S. 162; Wochenblatt für Archit. u. Ing 1884, S. 219.

¹⁹⁵⁾ Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 3.

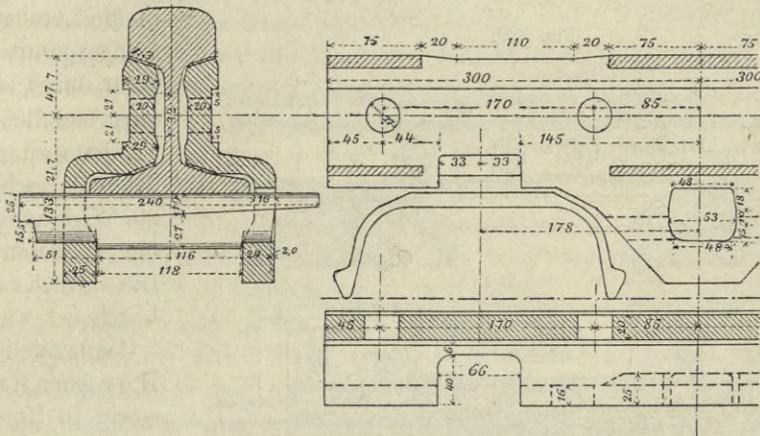
an den Enden und am Schienenstosse Arbeitsleisten gegeben (Textabb. 237), so dafs die Laschen nur an diesen Stellen fest anliegen. Solche Laschen wurden schon früher versuchsweise angewandt und sind gewöhnlichen Laschen dadurch überlegen, dafs sie ein Nachziehen der Laschenschrauben länger zulassen, also länger dicht schließend erhalten werden können, als diese. Da aber die Abnutzung auch solcher Arbeitsleisten nicht gleichmäfsig eintritt, so werden auch bei solchen Laschen trotz des Nachziehens der Schrauben die am stärksten abgenutzten

Stellen ohne Schlufs bleiben. Die kostspielige und umständliche Bearbeitung der Laschen erscheint daher nicht lohnend. Ein beliebiges, genau der Abnutzung entsprechendes Nachstellen sucht Zimmermann¹⁹⁵⁾ durch Theilung der Laschen zu erreichen; der untere durchgehende Theil der Laschen behält die gewöhnliche Form, reicht aber nicht bis zum Schienenkopfe. An jedem Laschen- und Schienenende wird je ein stumpfes Winkel-eisen eingefügt, welches sich mit dem lothrechten Schenkel auf den wagerechten Theil der durchgehenden Lasche stützt und mit dem andern Schenkel zwischen diese und den Schienenkopf eingreift; die Winkel werden durch die

die stumpfwinkelige Ueberkreuzung der Blätter etwaige Höhenüberstände in der Schienenfahrfläche unschädlich machen, letzteres wird aber bei abgenutzten Radreifen nicht immer erreicht, vielmehr können die Höhenüberstände bei den Halbstoßlücken besonders unangenehm werden.

Der Rüppell-Kohn'sche Blattstoß wird zwar durch den starken Schienensteg, und die Bearbeitung der Schienenenden des Gleises vertheuert, er gestattet

Fig. 237.



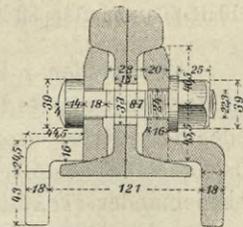
Mafsstab 1 : 6. Gotthardbahn.
Laschen mit Keilantrieb und Arbeitsleisten.

aber die Verwendung von Schienen von 15 m Länge und mehr gegen höchstens 12 m beim stumpfen Stoße. Hierdurch gewinnt aber das Gleis an Festigkeit, auch vermindern sich die Zugkraftkosten und die Zahl der verhältnismäfsig kostspieligen Stöße, so dafs der Blattstoß auch in wirtschaftlicher Hinsicht nicht ungünstig ist. Uebrigens kommen die Herstellungskosten nicht ausschlaggebend in Betracht, wenn die Güte der Stoßverbindung die Betriebssicherheit erhöht und die Unterhaltungskosten des Oberbaues und der Betriebsmittel verringert.

Der Blattstoß hat sich in vielen zum Theil mehr als 30 km langen Versuchstrecken bis jetzt vorzüglich bewährt. Einige Erscheinungen, die auf eine Verbiegung des getheilten Steges im Blatte schliessen lassen, scheinen nicht der Bauart, sondern dem Stoffe der Schiene zur Last zu fallen.

Behufs Vermeidung der grofsen Stärke des Steges und seiner Verschwächung im Blatte hat Vietor den Steg in der vollen Schiene um seine halbe Stärke aus der Schienenachse nach der Seite verschoben (in ähnlicher Weise wie in Textabb. 285 S. 263 u. 286 S. 264 angegeben ist), sonst aber den Rüppell-Kohn'schen Blattstoß beibehalten. Hierin liegt zwar ein wirtschaftlicher Vorzug, es ist aber fraglich, ob bei Massenherstellung die verschiedenen Walzseiten, welche abwech-

Fig. 238.



Mafsstab 1 : 6.
Preussische Staatsbahnen,
1893. Blattstoß von Rüppell-Kohn. Querschnitt.

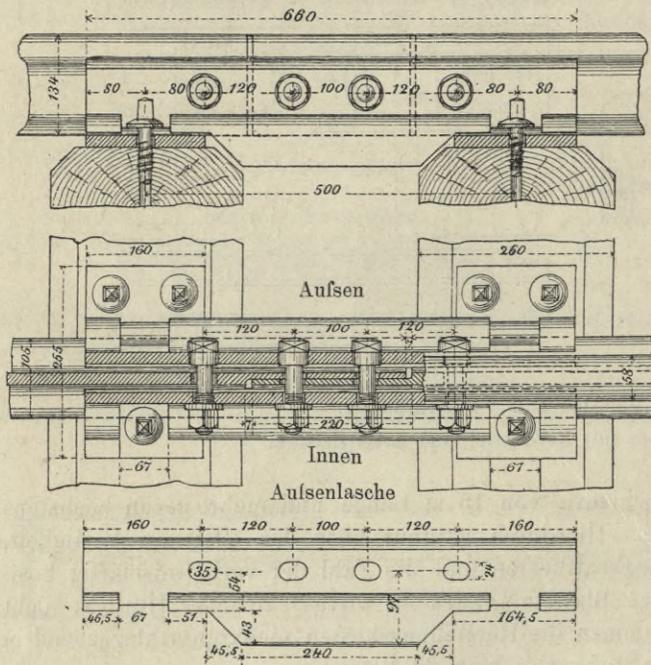
selnd nach innen und außen zu liegen kommen, so genau übereinstimmen werden, wie es bei dieser Stofsverbindung unbedingt nöthig ist. Im Allgemeinen zeigen die verschiedenen Walzseiten der Schienen erhebliche Abweichungen.

Stoßfanglaschen, Stoßfangschielen.

Die Versuche, die Räder auf den erhöhten Rändern der Stoßlücke zu führen¹⁹⁶⁾, waren solange nicht von Erfolg,

wie die Lasche zugleich in die Laschenkammer eingespannt wurde, denn durch die dabei unvermeidlichen Abnutzungen gewöhnlicher Laschen wird die Wirkung des Stoßfanges beeinträchtigt. Die Währer'schen Laschen wurden in Oesterreich durch Bergmann (1878), sowie in Nordamerika durch unmittelbare Auflagerung auf die Stoßschwellen verbessert; sie bildeten dadurch eine Stoßfangschiene neben dem Stofse. Die dabei immer noch festgehaltene Einspannung in die Laschenkammer muß aber als unnöthig bezeichnet werden.

Fig. 239.



Mafsstab 1 : 10. Preussische Staatsbahnen, 1893.
Blattstofs von Ruppel-Kohn. Ansicht und wagerechter Schnitt.

Die Dresdener Bank hat 1890 eine Stoßfangschiene eingeführt die seit 1891 auf der Berliner Stadt- und Ringbahn und auf anderen Strecken in ziemlich ausgedehntem Mafse erprobt wird und von der Einspannung in die Laschenkammer absieht. Die gestofsenen und die Stoßfang-Schielen liegen vielmehr unabhängig nebeneinander (Textabb. 240 und 241) und sind nur durch Laschenschrauben verbunden. Ein Einlagestück von der Form einer Doppelkopfschiene soll die Laschenschrauben vor Scheerkräften schützen, die Innenlasche die seitliche Führung der Fahrsvhienen sichern. Die Stoßfangschiene ist in der Längsrichtung gegen ihre Enden hin abgeschrägt, damit die Räder allmählig auf sie auflaufen können.

¹⁹⁶⁾ Währer war der erste, welcher 1870 derartige Laschen mit der ausgesprochenen Absicht vorschlug, die Lauffläche des Schienenstranges am Stofse ununterbrochen durchzuführen. Organ 1870, S. 95.

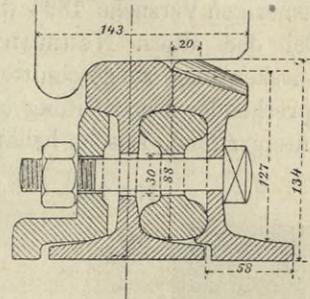
Versuchsweise ist nach dem Vorschlage von Klinke das Einlagestück weggelassen, weil bei entsprechender Lochung der einzelnen Theile die Laschenschrauben bei Stoßfangschiene voraussichtlich ebensowenig auf Abscheeren beansprucht werden, wie beim gewöhnlichen Laschenstosse. Sollte die Einlage aber nicht entbehrt werden können, so erscheint sie doch als durchgehender Theil von fast der gleichen Länge wie die Stoßfangschiene nicht zweckmäßig, weil sie als Lasche wirkt, also denselben Abnutzungen unterworfen ist, wie diese. Sollte ein Schutz der Laschenschrauben unentbehrlich sein, so würden wohl besondere Futterstücke für die einzelnen Schrauben dem Zwecke besser entsprechen.

Die Erfahrungen mit der Stoßfangschiene auf der Berliner Stadt- und Ringbahn mit ihrem außerordentlich dichten Betriebe sollen günstige sein¹⁹⁷⁾. Gegenüber einer von den Stoßschwelle nach dem Schienenstosse rasch zunehmenden, schlagartig eintretenden Durchbiegung von 5 bis 9 mm beim gewöhnlichen Laschenstosse ist nur eine auf den Schwellen und am Schienenstosse gleichbleibende Einsenkung von 1,5 bis 3 mm wahrzunehmen.

Die Befürchtung, es möchten durch das Emporschleudern der Fahrzeuge mit

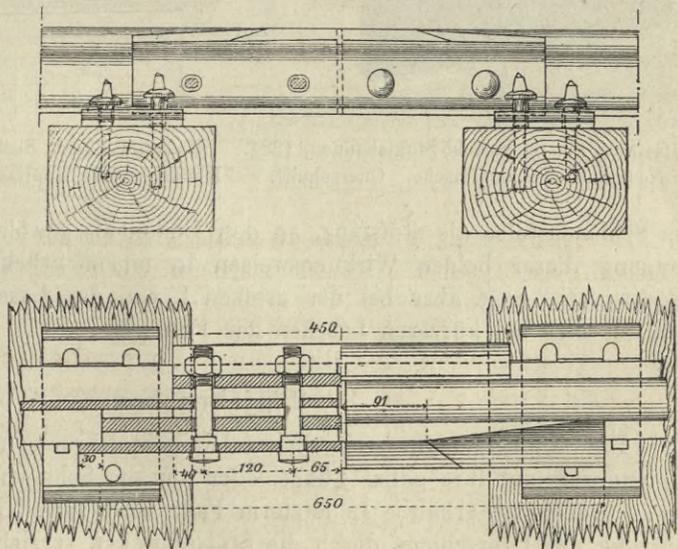
ausgelaufenen Radreifen auf derartigen Stoßfanganordnungen lothrechte Schwankungen im Zuge entstehen, ist durch die Erfahrungen auf der Berliner Stadtbahn nicht bestätigt worden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß die Züge nur mit 40 km/St. fahren, und daß im Wesentlichen immer dieselben Betriebsmittel verkehren, deren Radreifen bald eine dem Stoßfange entsprechende Gestalt annehmen werden. Im Uebrigen ist anzunehmen, daß die Fahrfläche der Stoßfangschiene durch ausgelaufene Radreifen derart abgenutzt

Fig. 240.



Mafsstab 1 : 5.
Stoßfangschiene der Dresdener
Bank. Querschnitt.

Fig. 241.



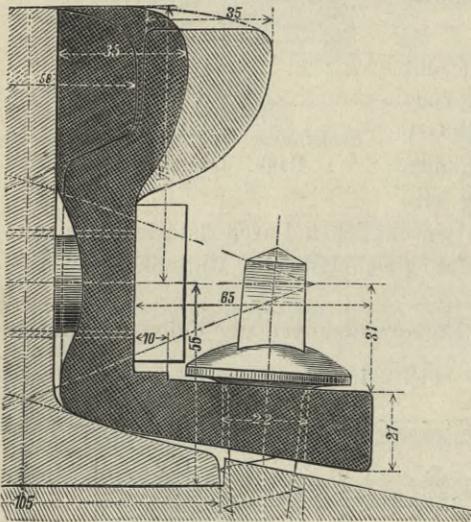
Mafsstab 1 : 10.
Stoßfangschiene der Dresdener Bank. Ansicht und Grundriss.

197) Glasers Annalen 1894/95, Nr. 416, 429 u. Nr. 434.

wird, daß sie neuen, oder weniger abgenutzten Rädern nicht mehr als Unterstützung dienen kann, wodurch die Wirkung der Anordnung aufgehoben würde.

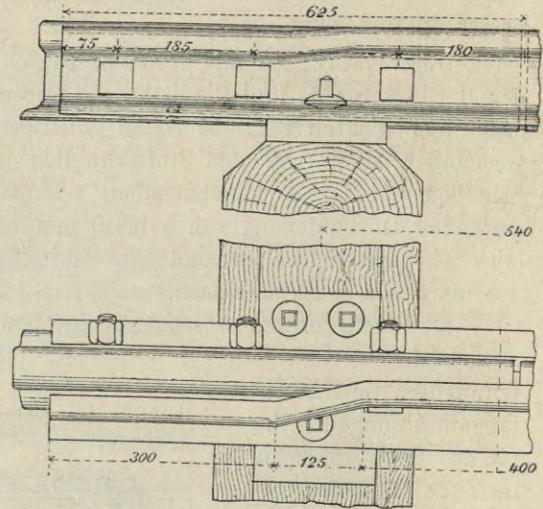
Auch auf der sächsischen Staatsbahn haben Versuche, die seit 1890 mit einer von Neumann entworfenen Stofsfangausrüstung im Gange sind, zu günstigen Ergebnissen geführt. Neumann¹⁹⁸⁾ hat seinen „Kopflaschen“ auf Grund der bisherigen Versuche 1894 die in Textabb. 242 u. 243 dargestellte Form gegeben¹⁹⁹⁾. Bei der ältern Neumann'schen Kopflasche war der Schienenkopf auf ganze Laschenlänge ausgeschnitten, später wurde die Lasche verlängert und unter entsprechender Ausarbeitung an ihren Enden als gewöhnliche unter den Schienenkopf untergreifende Lasche behandelt, jetzt wird die Lasche in Pressen geformt, sie wirkt

Fig. 242.



Mafsstab 1 : 2. Sächsische Staatsbahnen, 1894.
Neumann'sche Kopflasche. Querschnitt.

Fig. 243.



Mafsstab 1 : 10. Sächsische Staatsbahnen, 1894.
Neumann'sche Kopflasche. Grundriss und Ansicht.

am Schienenstosse als Stofsfang, an den Enden als gewöhnliche Lasche. Die Vereinigung dieser beiden Wirkungsweisen in einem Stücke erscheint zwar nicht zweckmäßig, mag aber bei der großen Länge der Laschen weniger nachtheilig sein, als dies bei kürzeren Laschen der Fall wäre.

Stofsbrücken.

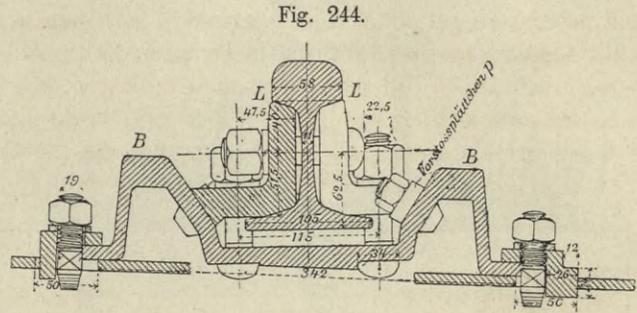
Die auf beiden Stofsschwellen ruhende Stofsbrücke unterstützt entweder den Schienenfuß auf ihre ganze Länge, oder nur am Schienenstosse, wozu die Brücke etwas Sprengung erhält. In letzterm Falle wird zuweilen auch auf eine Unterstützung der Fahrschiene durch die Stofsschwellen verzichtet, der Abstand dieser, wie der anschließenden Schwellen muß dann möglichst klein gewählt werden. Zur seitlichen Führung der Schienenenden pflegt der Stofs noch mit nichttragenden Seitenlaschen versehen zu werden.

¹⁹⁸⁾ Civilingenieur, 1892, S. 185; 1894, S. 281.

¹⁹⁹⁾ Organ 1894, S. 233.

Solche Stofsbrücken sind besonders in Nordamerika entworfen und in technischen Zeitschriften viel genannt worden, ohne indes in ihrem Heimathlande eine nennenswerthe Verbreitung gefunden zu haben²⁰⁰⁾, so der Stofs von Fisher, Morgan, der Long-Truss-Stofs u. A.²⁰¹⁾

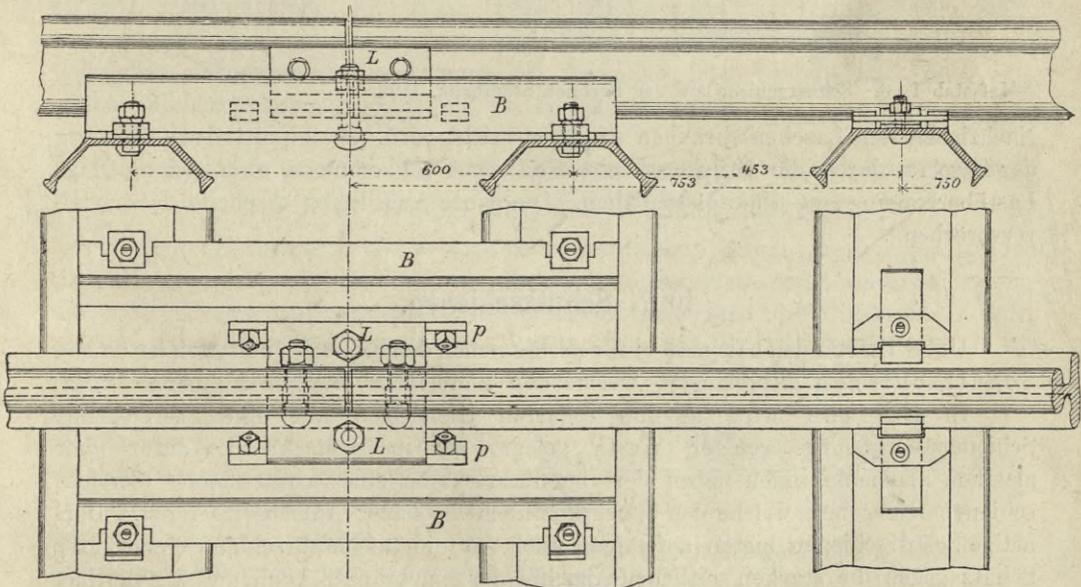
Auch die auf Strecken der preussischen Staatsbahnen versuchte, von Schwedler entworfene Stofsbrücke blieb ohne Erfolg. Allen derartigen Stofsbrücken haften die wesentlichen Mängel des ruhenden Stofses an. Allerdings wird die Last durch die Brücke auf zwei Schwellen übertragen, aber die Brücke ist nicht so nachgiebig, wie die Holzschwelle und daher treten bei Stofsbrücken mit unmittelbarer Unterstützung des Schienenfufses



Mafsstab 1 : 6.

Stofsbrücke mit Stützlaschen. Bochumer Verein, 1892.

Fig. 245.



Mafsstab 1 : 10. Stofsbrücke mit Stützlaschen. Bochumer Verein, 1892.

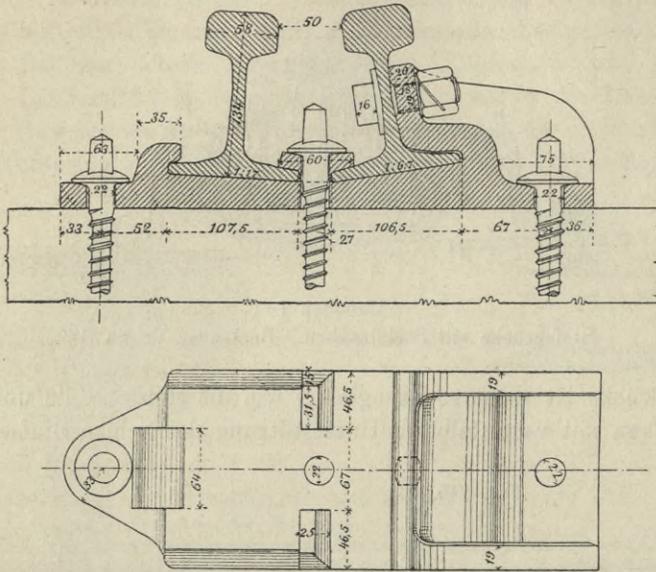
alle Mängel des ruhenden Stofses auf. Diese Anordnungen versprechen daher keinen Erfolg.

²⁰⁰⁾ Barkhausen, Organ 1894, S. 1.

²⁰¹⁾ Eine übersichtliche Zusammenstellung solcher Stofsausrüstungen findet sich in Haarmann d. Eisenbahngleis, Geschichtl. Theil, S. 304 u. ff. Organ 1886, S. 186; 1887 S. 29; 1889, S. 244; 1891, S. 172.

Anders verhält es sich mit einer Stofsbrücke, welche vom Bochumer Vereine entworfen, seit 1892 auf Strecken der preussischen Staatsbahnen versuchsweise zur Anwendung gekommen ist, und sich bisher tadellos gehalten hat²⁰²⁾. Diese Brücke mit Stützlaschen ist in den Textabb. 244 und 245 dargestellt. Die Laschen L sind in gewöhnlicher Weise zwischen Fufs und Kopf eingespannt, aber unmittelbar gegen eine Brücke B abgestützt, welche auf den Stofschwelen aufruft. Die Schienentragen von den nächsten Schwellen bis zum Schienenstofs frei. Bei der Kürze der Laschen ist eine ziemlich gleichmäßige Abnutzung der Anlageflächen zu erwarten, so dafs der Laschenschlufs durch

Fig. 246.



Maßstab 1 : 6. Schutzschiene auf der Berliner Stadtbahn, 1893.

Nachziehen der Laschenschrauben wieder erreicht wird. Die unmittelbare Stützung der Laschen durch die Brücke sichert eine recht vollkommene und gleichmäßige Lastübertragung auf die Stofschwelen. Die ganze Anordnung erscheint daher vielversprechend.

b) 7. Schutzschienen.

Unter Umständen hält man es für nöthig neben den Fahrschienen noch besondere Schutzschienen anzubringen, welche den Rädern als seitliche Führung dienen.

In England wird in den scharfen Gleisbögen auf eine ausreichende Schienenüberhöhung weniger Werth gelegt, als in Deutschland, dafür aber ziemlich allgemein innen neben der Innenfahrschiene eine Schutzschiene (Streichschiene) angeordnet, welche den Spurkranz auch an seiner Außenseite führt. Derartige Schutzschienen bieten außerdem auch für die Außenseite einen guten Schutz gegen die starken seitlichen Angriffe der Spurkränze. Auch auf der Berliner Stadt- und Ringbahn sind in scharfen Krümmungen derartige Schutzschienen neben der Innenfahrschiene angebracht (Textabb. 246). Sie dienen hier außerdem der erhöhten Sicherheit gegen Entgleisungen, welche bei der raschen Zugfolge und der hohen Lage der Bahn besonders schwere Folgen haben könnten. Dieser Grund hat auch nordamerikanische städtische Hochbahnen zur Anordnung der-

²⁰²⁾ Mittheilungen der Königlichen Eisenbahndirektion Elberfeld. Die Versuchszeit ist aber viel zu kurz um ein entscheidendes Urtheil schon jetzt fällen zu können.

artiger Schutzschienen veranlaßt (Textabb. 247 u. 248). Sie werden dort aber auch in der Geraden angewendet und neben beiden Schienen an deren beiden Seiten angebracht.

Auf eisernen Brücken sind solche Schutzschienen besonders zu empfehlen. Sie erhalten zweckmäfsig einen gewissen Ueberstand über S. O., so dafs nicht nur der Spurkranz, sondern auch der Radreifen seitlich geführt wird (Textabb. 249). In Deutschland hält man die Anordnung derartiger Schutzmittel aufsen neben den Fahr- schienen für entbehrlich, weil eine Entgleisung eines Rades nach aufsen nur bei gleich- zeitiger Entgleisung des gegenüberliegenden Rades nach innen eintreten kann und diese schon durch die Innen- schutzschiene verhütet wird.

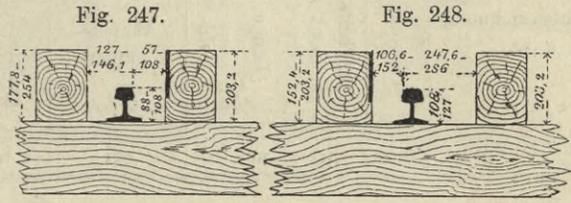


Fig. 247. Mafsstab 1 : 20. Schutzschiene der Hochbah- in New-York.
 Fig. 248. Mafsstab 1 : 20. Schutzschienen der Hochbahnen in Chicago.

Die Anordnung der Schutzschienen auf Brücken pflegt man auch auf eine gewisse Entfernung bis vor die Brücke auszudehnen und mit nach innen geführten Einlaufbögen abzurunden, damit etwa vor der Brücke entgleiste Fahrzeuge wieder an die Schienen geleitet und möglichst sicher weiter geführt werden. Neuerdings werden nach amerikanischem Muster die Brückenschutzschienen an den Brücken- enden mit Eingleisungsvorrichtungen²⁰³⁾ (rerailing frog) verbunden, damit ent- gleiste Achsen überhaupt nicht auf die Brücke gelangen.

b) 8. Vergleich verschiedener Oberbauten bezüglich der Massenvertheilung, der Kosten und der Widerstandskraft.

Selbst bei neuen in der Schienenform ähnlichen Oberbauanordnungen ist der Antheil der einzelnen Gleistheile an dessen Gesamtmasse recht verschieden und zwischen Gleisen mit abweichenden Schienenformen sind die Unterschiede noch gröfser. Die Gleiskosten hängen vom Verhältnisse dieser Massenvertheilung ab, werden von der Höhe der Preise für den Baustoff der einzelnen Gleistheile und deren Herstellungslöhnen und nicht am wenigstens vom Preise des Bettungsstoffes beeinflusst. Arbeitslohn und Bettungspreis sollen als im Wesentlichen unabhängig von der Bauart des Gleises hier aufser Betracht bleiben. Als Vergleichsgrundlage für die sonstigen Gleiskosten, welche in Wirklichkeit allerdings nicht vorhanden ist, sollen unter der Annahme, dafs bei Holzschwellengleisen durchweg getränkte Eichenschwellen Verwendung finden, die folgenden Einheitspreise dienen: 1^t Stahlschienen 130 Mk., 1^t eiserne Querschwellen 120 Mk., 1^t Befestigungsmittel bei Holzschwellen 150 Mk., 1^t Befestigungsmittel bei Eisenschwellen 220 Mk., 1 cbm getränkte Eichenholzschwelle 60 Mk.

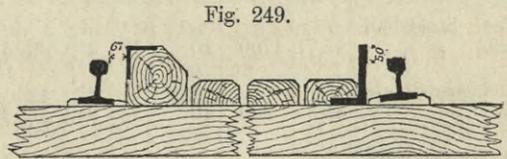


Fig. 249. Mafsstab 1 : 20. Schutzschienen auf Brücken.

²⁰³⁾ Organ 1891, S. 25, 30 u. 79.

Zusammen
Größen-, Massen-, Kosten- und Festigkeitsverhältnisse

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nr.	Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung u. s. w.	Schienen			Schwellen			Laschen			Gleisgewicht					
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen	Abstand		Länge	Gewicht eines Paares i	Trägheitsmoment	Verhältniss J/i	im Ganzen	in %		
							größter am Stofse							Unter-schwellig-Befestigungs-mittel	Schienen	
kg/m	cm ⁴	m		cm	mm	mm	kg	cm ⁴		kg/m	%	%	%			

1. Holzschwellengleise für Haupt
a) Breitfuß

1	Preussische Staatsbahnen 6 ^b 1885 . . .	33,4	1036,6	9	10	250. 26. 16	927	667	$\left. \begin{matrix} i \\ 830 \\ a \\ 600 \end{matrix} \right\}$	29,72	839,6	1,23	179,7	54,5	8,3	37,2
2	Preussische Staatsbahnen 6 ^d 1885/94 . . .	33,4	1036,6	12	15	270. 26. 16	850	530	690	27,53	839,6	1,23	205,5	58,4	9,1	32,5
3	Preussische Staatsbahnen 6 ^d 1885/94 . . .	33,4	1036,6	12	16	270. 26. 16	785	530	690	27,53	839,6	1,23	214,4	59,7	9,2	31,1
4	Preussische Staatsbahnen 8 ^a 1890/94 . . .	41	1352	12	15	270. 26. 16	850	560	720	37,22	1206,6	1,12	223,2	53,8	9,5	36,7
5	Preussische Staatsbahnen 8 ^a 1890/94 . . .	41	1352	12	16	270. 26. 16	785	560	720	37,22	1206,6	1,12	232,2	55,1	9,6	35,3
6	Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen 1893	37,8	1092	9	12	270. 26. 16	800	600	880	36,4	980	1,11	228,3	56,1	10,8	33,1
7	Bayerische Staatsbahnen 1892	34,87	1071,7	9	12	250. 26. 16	816	500	$\left. \begin{matrix} i \\ 700 \\ a \\ 550 \end{matrix} \right\}$	22,34	434	2,47	201,7	55,5	9,9	34,6
8	Sächsische Staatsbahnen 1890	45,71	1700	10	13	250. 26. 16	825	540	900	34,31	410,5	4,14	235,4	50,1	9,8	40,1
9	Oesterreichische Staatsbahnen	35,3	920	10	13	240. $\frac{15}{25}$ 15	800	500	550	—	—	—	163,0	49,1	8,0	42,9
10	Kaiser Ferdinand-Nordbahn (ältere Anordnung) 1886	35,34	951,4	9	11	240. $\frac{16}{31}$ 16	860	474	$\left. \begin{matrix} i \\ 550 \\ a \\ 553 \end{matrix} \right\}$	15,95	—	—	181,6	53,9	7,2	38,9
11	Kaiser Ferdinand-Nordbahn (neuere Anordnung) 1886/94	35,34	951,4	9	12	270. 26. 16	780	474	730	25,75	483	1,97	215,3	59,5	7,7	32,8
12	Holländische Eisenbahn 1891	47	1488	12,25	14	260. 26. 14	910	620	830	33,8	—	—	194,0	47,1	4,4	48,5
13	Belgische Staatsbahnen 1886	52	1707	9	12	260. 28. 14	800	600	730	43	598	2,86	217,4	44,2	8,0	47,8

stellung XVI.
verschiedener Oberbauordnungen mit Querschwellen.

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Gleiskosten	Bettungsziffer C	Schienen		Schwellen			Laschen		Vergleich der								Bettungsziffer C	Bemerkungen
		Spannung	Senkung	Spannung im Lastpunkte	Senkung im Lastpunkte	Senkungsunterschied	Spannung	Druck	Kosten	Schienen		Schwellen		Laschen				
										Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Druck			
M.	kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm	mm	kg/qcm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg

bahnen mit 7 t Raddruck.
schienen.

17,78	3	1306	4,11	34,3	4,07	0,68	+ 0,18	1557	4232	0,89	1,03	1,13	0,84	1,10	1,05	0,86	3	Innenlasche Aufsenlasche Innenlasche Aufsenlasche
	8	1053	2,02	44,8	2,04	0,62	- 0,01	1641	6169		1,07	1,08	0,91	1,12	1,10	1,26		
19,90	3	1236	3,64	40,8	3,70	0,40	- 0,38	1187	3226	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3	
	8	985	1,88	49,0	1,81	0,41	- 0,45	1291	4825		0,98	0,93	0,99	0,99	1,00	1,00		
20,59	3	1212	3,40	40,5	3,67	0,40	- 0,38	1211	3960	1,03	0,98	0,93	0,93	0,93	1,00	1,00	3	
	8	963	1,74	45,5	1,68	0,39	- 0,42	1147	4913		0,85	0,92	0,99	0,99	0,78	1,02		
22,25	3	1053	3,36	40,4	3,67	0,40	- 0,38	976	4181	1,12	0,85	0,91	0,91	0,91	0,80	1,05	3	
	8	838	1,71	44,4	1,64	0,38	- 0,41	1149	4920		0,83	0,86	0,98	0,98	0,78	1,02		
22,95	3	1027	3,14	39,8	3,61	0,39	- 0,37	979	4195	1,15	0,83	0,85	0,87	0,87	0,81	1,06	3	
	8	820	1,60	42,8	1,58	0,37	- 0,40	1164	4047		0,93	0,94	0,99	0,99	0,79	0,84		
22,50	3	1151	3,43	40,5	3,67	0,40	- 0,38	924	3213	1,13	0,93	0,93	0,93	0,93	0,76	0,81	3	
	8	916	1,74	45,5	1,68	0,39	- 0,42	2024	5578		1,00	1,00	0,82	1,07	1,33	0,88		
19,90	3	1240	3,70	33,3	3,95	0,66	+ 0,17	1539	3333	1,00	1,00	1,02	0,82	1,07	1,37	1,15	3	Innenlasche Aufsenlasche Innenlasche Aufsenlasche
	8	986	1,86	39,5	1,80	0,55	- 0,01	1581	4358		1,00	0,99	0,81	0,99	1,27	0,84		
24,33	3	928	3,24	32,5	3,86	0,64	+ 0,17	2189	3356	1,22	0,75	0,89	0,80	1,04	1,48	0,69	3	
	8	757	1,67	36,2	1,65	0,50	- 0,01	1582	2425		0,77	0,89	0,74	0,91	1,30	0,61		
16,62	3	1346	3,81	51,7	4,35	0,98	+ 0,42	—	—	0,83	1,09	1,05	1,45	1,18	—	—	3	Die größte Schwellen- spannung tritt für C=3 nicht im Lastpunkte, sondern in der Mitte ein und beträgt 59,2 und 45 kg/qcm. Die Zahlen der Spalte 31 sind auf diese größten Spannungen be- zogen.
	8	1080	2,09	62,1	1,96	0,75	+ 0,14	—	—		1,10	1,11	1,27	1,10	—	—		
18,01	3	1268	3,65	40,2	3,64	0,92	+ 0,34	—	—	0,91	1,03	1,00	1,10	0,98	—	—	3	
	8	1022	1,86	53,1	1,81	0,72	+ 0,12	—	—		1,04	0,99	1,08	1,00	—	—		
20,64	3	1246	3,47	40,6	3,68	0,40	- 0,38	1745	4087	1,04	1,01	0,95	1,00	0,99	1,18	0,85	3	Innenlasche Aufsenlasche Innenlasche Aufsenlasche
	8	983	1,74	46,3	1,71	0,39	- 0,43	1957	3075		1,00	0,93	0,94	0,94	1,32	0,77		
19,91	3	1031	3,61	52,4	3,87	0,70	- 0,19	—	—	1,00	0,83	0,99	1,28	1,05	—	—	3	
	8	831	1,87	59,3	1,81	0,62	- 0,38	—	—		0,84	1,00	1,21	1,00	—	—		
22,85	3	896	3,10	85,0	3,66	- 0,96	- 0,43	1913	4770	1,15	0,72	0,85	2,08	0,99	1,29	0,99	3	
	8	748	1,67	86,0	1,66	0,82	- 0,65	1519	3786		0,76	0,89	1,76	0,92	1,25	0,95		

204) Siehe Seite 241.

Zusammen
Größen-, Massen-, Kosten- und Festigkeitsverhältnisse

1 Nr.	2 Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung u. s. w.	3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16			17		
		Schienen			Schwellen			Laschen			Gleisgewicht																																			
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen	Abstand		Länge	Gewicht eines Paares	Trägheitsmoment i	Verhältnis J/i	im Ganzen	in %			Spannung	Druck	Vergleich der						Bettungsnummer C																					
							größter	am Stofse						Unter-schwelle Befestigungs-mittel	Schienen	Schienen			Schwellen		Laschen		Kosten	Spannung		Senkung	Spannung	Druck																		
kg/m	cm ⁴	m		cm	mm	mm	kg/m	cm ⁴		kg	%	%	%	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm			kg/qcm				kg/qcm																	

2. Eisenschwellengleise für Haupt

27	Badische Staatsbahn 1891	36,2	1002	12	17	lg. schwer 225. 53,5 kg	—	540	700	28,18	1434	0,70	161,6	46,9	8,3	44,8																							
28	Badische Staatsbahn 1893	44	1485	12	17	240. 70 „	—	540	700	30,46	1631	0,91	201,1	49,3	6,9	43,8																							
29	Oesterreichische Staatsbahnen	35,3	920	10	13	240. 71,5 „	800	500	550	—	—	—	177,8	52,3	8,3	39,4																							
30	Gotthardbahn 1894	46	1635	12	17	250. 66 „	—	340	600	27,20	1960	0,83	195,6	47,8	5,2	47,0																							

3. Holzschwellengleise für Neben

31	Preussische Staatsbahnen 10 a, 1894	31,16	917,1	12	13	250. 26. 16	1000	530	690	23,55	377,8	2,43	165,0	57,6	4,7	37,7																						
32	Preussische Staatsbahnen 10 a, 1894	31,16	917,1	12	14	250. 26. 16	920	530	690	23,55	377,8	2,43	173,1	59,5	4,5	36,0																						
33	Pfalzbahn	24,98	466,5	8	9	230. 15/20	950	530	400	8,44	160,3	2,91	112,9	50,8	4,9	44,3																						

4. Eisenschwellengleise

34	Preussische Staatsbahnen 10 a 1894 für 7 t Raddruck	31,16	917,1	12	13	lg. schwer 250. 54,2 kg	1000	530	690	23,55	377,8	2,43	131,1	44,8	7,7	47,5																						
35	Preussische Staatsbahnen 10 a 1894 für 7 t Raddruck	31,16	917,1	12	14	250. 54,2 „	920	530	690	23,55	377,8	2,43	136,1	46,5	7,7	45,8																						
36	Bayerische Staatsbahn für 5 t Raddruck	21,96	475	9	11	250. 39,47 „	900	496	i 630 a 450	12,86	182	2,61	97,16	49,7	5,1	45,2																						

204) Die Zahlen der Spalte 31 beziehen sich nur bei Holzschwellengleisen auf den preussischen Oberbau 6 d (Nr. 2 Zusammenstellung) bezogen.

stellung XVI.
verschiedener Oberbauanordnungen mit Querschwellen.

18 Gleiskosten	19 Bettungsnummer C	20		21			22			23			24			25			26		27		28		29		30		31		32		33		34		35 Bettungsnummer C	36 Bemerkungen
		Schienen		Schwellen			Laschen			Vergleich der						Spannung		Druck		Kosten		Schienen		Schwellen		Laschen												
		Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Druck	Druck	Kosten	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Spannung	Druck	Spannung	Druck					
																																		im Lastpunkte				
M.	kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm	mm	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			

bahnen mit 7 t Raddruck.

21,46	3	1336	4,61	1146	5,19	2,43	+ 1,10	1084	5142	1,08	1,08	1,27	0,86	1,40	0,73	1,06	3	Die größten Schwellenspannungen treten bei C = 3 nicht im Lastpunkte, sondern in der Mitte auf und betragen für Nr. 27 : 1375, für Nr. 28 : 843 für Nr. 29 : 1066 kg/qcm. Die Zahlen der Spalte 31 beziehen sich auf diese größten Spannungen.			
26,40		8	1081	2,36	1332	2,37	1,63	+ 0,28	964		4570	0,83	1,10	1,26	0,80	1,31			0,79	1,15	8
		3	1032	3,73	779	4,35	1,12	+ 0,42	1007		5197	0,83	0,83	1,02	0,53	1,18			0,68	1,07	3
23,52	8	847	1,94	878	1,86	0,82	+ 0,09	905	4669	1,33	0,86	1,03	0,53	1,03	0,74	1,18	8				
	3	1336	3,97	820	4,29	1,18	+ 0,43	—	—		1,08	1,09	0,67	1,16	—	—	—	3			
25,41	8	1069	2,05	990	1,99	0,91	+ 0,07	—	—	1,18	1,08	1,09	0,60	1,08	—	—	8				
	3	951	3,44	969	4,36	1,20	+ 0,04	693	5037		0,77	0,77	0,94	0,60	1,18	0,47	1,05	3			
25,41	8	785	1,78	1021	1,91	0,89	- 0,30	636	4619	1,28	0,80	0,95	0,61	1,05	0,52	1,16	8				

bahnen mit 7 t Raddruck.

15,90	3	1417	4,52	36,3	4,31	0,72	+ 0,19	2506	4620	0,80	1,15	1,24	0,89	1,16	1,73	0,96	3	Die größte Schwellenspannung tritt mit 84 kg/qcm für C = 3 in der Mitte ein. Die Zahl in Sp. 31 bezieht sich auf diese größte Spannung.		
16,48		8	1144	2,31	48,0	2,18	0,66	- 0,02	1938		3573	1,16	1,23	0,98	1,20	1,59			0,90	8
		3	1378	4,22	34,9	4,15	0,69	+ 0,18	2322		4280	1,11	1,16	0,86	1,12	1,57			0,88	3
11,35	8	1113	2,16	45,8	2,08	0,63	- 0,01	1757	3238	0,83	1,13	1,15	0,93	1,15	1,45	0,81	8			
	3	2090	6,80	56,0	6,66	2,22	+ 1,32	4071	6534		1,69	1,87	2,05	1,80	2,75	1,35	3			
11,35	8	1700	3,59	77,0	3,38	1,59	+ 0,56	3024	4854	0,57	1,73	1,91	1,57	1,87	2,49	1,22	8			

für Nebenbahnen.

17,37	3	1493	5,30	1469	4,98	1,65	- 0,16	2447	4511	0,87	1,21	1,45	0,92	1,35	1,65	0,93	3	
18,01		8	1189	2,64	1814	2,70	1,53	- 0,75	1896		3496	1,23	1,38	1,09	1,49	1,56		0,88
	18,01	3	1467	4,92	1427	4,84	1,60	- 0,15	2182	4023	0,91	1,19	1,35	0,89	1,31	1,48	0,83	3
8		1164	2,49	1701	2,50	1,41	- 0,68	1933	3564	1,20		1,30	1,02	1,40	1,59	0,90	8	
12,65	3	1560	5,27	2342	4,14	2,45	- 0,90	2626 2713	3092 4473	0,64	1,26	1,45	1,46	1,12	1,78 1,83	0,64 0,92	3	Innenlasche
	8	1280	2,79	2664	1,35	2,05	- 0,42	2014 2114	2373 3487		1,30	1,48	1,61	1,25	1,66 1,74	0,60 0,88		8

der Zusammenstellung), bei den Eisenschwellengleisen sind sie auf denselben Oberbau mit Eisenschwellen (Nr. 21 der

Zusammen
Größen-, Massen-, Kosten- und Festigkeitsverhältnisse

Nr.	Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung u. s. w.	Schienen			Schwellen				Laschen			Gleisgewicht				
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen		Länge	Gewicht eines Paares	Trägheitsmoment i	Verhältnis J/i	in %			Bettungsnummer C	
						größter	am Stotse					im Ganzen	Unter-schwel-lung	Befestigungs-mittel		Schienen
kg/m	cm ⁴	m	cm	mm	mm	kg	cm ⁴	mm	kg/m	%	%	%				

1 Holzschwellengleise für Haupt

a) Breitfuß															
14	Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn 1889	47	1585	12	15	275. 20. 15	850	540	800	40	—	—	204,2	45,3	8,1 46,6
15	Französische Ostbahn 1889	44,2	1476	12	16	250. 24. 15	780	650	780	—	—	—	203,9	52,3	4,3 43,4
16	Französische Nordbahn 1888	43,2	1466	12	14	250. 25. 15	869	700	650	25,6	—	—	191,5	51,2	3,7 45,1

b) Stuhl															
17	Badische Staatsbahn 1893	42,5	1357	12	16	270. 25. 15	800	650	460	19,7	656	2,07	274,4	43,7	25,3 31,0
18	Englische Midlandbahn	42,2	1245	9,144	11	272. 25,4. 12,7	914,4	660	457	21,0	782	1,59	242,1	38,7	26,4 34,9
19	Französische Westbahn 1889	44,0	1264	12	18	265. 22,5. 14	748	600	—	34,0	—	—	252,5	44,5	20,6 34,9

2. Eisenschwellengleise für Haupt

20	Preussische Staatsbahnen 6 ^b 1885	33,4	1036,6	9	10	lg. schwer 250. 54,2 kg	927	667	$\left. \begin{matrix} i \\ 830 \\ 600 \\ a \end{matrix} \right\}$	29,72	839,6	1,23	139,6	43,1	9,1 47,8
21	Preussische Staatsbahnen 6 ^d 1885/94	33,4	1036,6	12	15	270. 58,3 „	850	530	690	27,53	839,6	1,23	151,2	48,2	7,7 44,1
22	Preussische Staatsbahnen 6 ^d 1885/94	33,4	1036,6	12	16	270. 58,3 „	785	530	690	27,53	839,6	1,23	156,5	49,7	7,7 42,6
23	Preussische Staatsbahnen 8 ^a 1890/94	41	1352	12	15	270. 58,3 „	850	560	720	37,22	1206,6	1,12	169,7	42,9	8,8 48,3
24	Preussische Staatsbahnen 8 ^a 1890/94	41	1352	12	16	270. 58,3 „	785	560	720	37,22	1206,6	1,12	175,1	44,4	8,8 46,8
25	Reichseisenbahnen in El-safs-Lothringen 1893	37,8	1092	9	12	270. 75 „	800	600	880	36,4	980	1,11	193,3	51,8	9,1 39,1
26	Bayerische Staatsbahn 1892	34,87	1071,7	9	12	240. 63 „	816	500	$\left. \begin{matrix} i \\ 700 \\ 550 \\ a \end{matrix} \right\}$	22,34	434	2,47	168,3	49,9	8,7 41,4

stellung XVI.
verschiedener Oberbauanordnungen mit Querschwellen.

Gleiskosten	Bettungsnummer C	Schienen		Schwellen			Laschen		Vergleich der						Bettungsnummer C	Bemerkungen	
		Spannung	Senkung	Spannung	Senkung	Senkungs-unterschied	Spannung	Druck	Kosten	Schienen		Schwellen		Laschen			
										im Last-punkte	Mitte	Ende	Spannung	Senkung			Spannung
				gegen den Lastpunkt													
M.	kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm	kg/qcm	kg									

bahnen mit 7 t Raddruck.

schienen.																	
21,26	3	987	3,90	64,7	4,61	0,50	-0,77	—	—	1,07	0,80	1,07	1,59	1,24	—	—	3
20,28		8	801	2,00	66,0	1,99	0,50	-0,69	—		—	0,81	1,07	1,35	1,10	—	—
	19,16	3	1040	3,50	43,3	4,22	0,79	+0,16	—	—	1,02	0,84	0,96	1,06	1,14	—	—
8		842	1,76	46,4	1,76	0,59	-0,06	—	—	0,85		0,94	0,95	0,97	—	—	8
19,16	3	1081	3,64	43,3	4,13	0,79	+0,15	—	—	0,96	0,87	1,00	1,06	1,11	—	—	3
	8	871	1,88	49,0	1,81	0,61	-0,04	—	—		0,88	1,00	1,00	1,00	—	—	8

schienen.

29,86	3	1159	3,27	50,5	3,79	0,46	-0,46	2185	7979	1,50	0,94	0,90	1,24	1,02	1,48	1,65	3
27,13		8	945	1,73	53,1	1,66	0,44	-0,49	1759		6423	0,96	0,92	1,08	0,92	1,45	1,62
	27,12	3	1276	3,71	71,5	3,93	0,69	-0,84	1755	8138	1,36	1,03	1,02	1,75	1,02	1,19	1,68
8		1061	2,05	80,9	2,00	0,76	-0,94	1492	6919	1,08		1,09	1,65	0,92	1,23	1,74	8
27,12	3	1212	3,50	45,1	4,27	0,67	-0,40	—	—	1,36	0,98	0,96	1,11	1,15	—	—	3
	8	989	1,80	46,2	1,85	0,62	-0,53	—	—		1,00	0,96	0,94	1,02	—	—	8

bahnen mit 7 t Raddruck.

18,68	3	1359	4,88	1416	4,85	1,61	-0,15	1645	4472	0,94	1,10	1,34	0,88	1,31	1,11	0,92	Innenlasche Aufsenlasche Innenlasche Aufsenlasche
19,97		8	1087	2,33	1636	2,44	1,38	-0,68	1723		6477	1,10	1,24	0,99	1,34	1,16	
	20,66	3	1304	4,23	1603	4,49	1,16	-1,27	1528	4997	1,00	1,05	1,16	1,00	1,21	1,03	1,03
8		1063	2,33	1660	2,22	1,17	-1,32	1311	4287	1,08		1,24	1,00	1,23	1,08	1,08	8
22,68	3	1270	3,93	1582	4,43	1,15	-1,25	1522	4977	1,04	1,03	1,08	0,99	1,20	1,03	1,03	3
	8	1042	2,22	1559	2,11	1,11	-1,26	1306	4271		1,06	1,18	0,95	1,17	1,07	1,07	8
23,38	3	1106	3,89	1579	4,42	1,14	-1,25	1177	5040	1,14	0,89	1,07	0,99	1,19	0,80	1,04	3
	8	906	2,18	1554	2,08	1,09	-1,24	1041	4459		0,92	1,16	0,94	1,15	0,86	1,12	8
25,71	3	1076	3,67	1568	4,39	1,13	-1,24	1178	5047	1,17	0,87	1,01	0,98	1,19	0,80	1,04	3
	8	888	2,05	1506	2,01	1,05	-1,20	1044	4470		0,90	1,09	0,91	1,11	0,86	1,12	8
22,35	3	1161	3,54	864	3,71	0,58	-0,59	1179	4099	1,29	0,94	0,97	0,54	1,00	0,80	0,85	3
	8	933	1,91	908	1,69	0,57	-0,65	922	3206		0,95	1,02	0,55	0,93	0,76	0,81	8
22,35	3	1267	4,01	1196	4,46	1,27	+0,03	2026	4387	1,12	1,02	1,10	0,75	1,20	1,37	0,91	Innenlasche Aufsenlasche Innenlasche Aufsenlasche
	8	1031	2,41	1333	2,05	0,99	-0,36	2080	5733		1,41	1,19	1,32	0,87	1,16	1,16	

204) Siehe Seite 241.

Hiernach sind in Zusammenstellung XVI für mehrere Oberbauanordnungen die Gleisgewichte, der Antheil der Schienen, Unterschwellung und Befestigungsmittel am Gewichte, sowie die Gleiskosten nachgewiesen (Spalten 14 bis 18), ferner Angaben über Gewicht und Trägheitsmoment der Schienen und Laschen, Abmessungen und Abstand der Schwellen u. s. w. gemacht (Spalten 3 bis 13). Die Zusammenstellung enthält ferner die nach der Theorie von Zimmermann²⁰⁵⁾ (S. 129 u. ff.) für die Bettungsziffern 3 (Kiesbettung) und 8 (Kies mit Packlage) für ruhende Last ermittelten Spannungen und Senkungen der Schienen und Schwellen im Lastpunkte (Spalten 20 bis 23), den Unterschied der Senkungen der Schwellen in der Mitte und am Ende gegenüber dem Lastpunkte (Spalten 24 und 25), sowie Laschenspannung und Laschendruck (Spalten 26 und 27). Endlich sind in den Spalten 28 bis 34 sowohl die Gleiskosten, wie die Spannungen der Schienen, Holzschwellen und Laschen, ferner die Senkungen der Schienen und aller Schwellen, sowie der Laschendruck auf die gleich 1 gesetzten betreffenden Werthe des unter Nr. 2 aufgeführten Oberbaues 6 d der preussischen Staatsbahnen mit 15 Schwellen auf eine Schienenlänge von 12 m bezogen. Die Spannungen der Eisenschwellen, welche mit denen der Holzschwellen nicht unmittelbar verglichen werden können, sind auf den unter Nr. 21 aufgeführten preussischen Oberbau 6 d mit Eisenschwellen bezogen worden.

Ferner sind in Textabb. 250 die Produkte der auf den preussischen Oberbau bezogenen Kosten- und Spannungs- bzw. Senkungswerthe aufgetragen, also die Produkte aus den Spalten 28 und 29, 28 und 30, 28 und 31 u. s. w. Die betreffenden Linienzüge zeigen also im Vergleiche zum genannten preussischen Oberbau die Ausnutzung des Kostenaufwandes bezüglich der Spannung, Senkung u. s. w. der Gleitheile. In Textabb. 251 ist das Güteverhältnis der Schienen und in Textabb. 252 die Höhe der Kosten, getrennt nach Schienen, Befestigungsmitteln und Unterschwellung dargestellt.

Die Befestigungsmittel beeinflussen die Höhe der Gesamtkosten in augenfälliger Weise. Z. B. sind Gleise ohne Unterlageplatten (Nr. 12, 15, 16) wesentlich billiger, als solche mit Unterlageplatten, dadurch scheint die Ausnutzung der Kosten bei solchen Oberbauten sehr günstig. In Folge des Fehlens von Unterlageplatten wird aber das Schienenlager derart zusammengepresst und zerstört, daß die dynamischen Wirkungen der bewegten Last in verstärktem Mafse auftreten und die Schwellen weit über das Rechnungsergebnis angreifen. Denn bei den verglichenen Oberbauten für Hauptbahnen schwankt der Schienendruck für die Bettungsziffer $C = 3$ zwischen 3580 kg und 3700 kg für $C = 8$ zwischen 3730 kg und 4520 kg. Die Zusammenpressung einer Eichenschwelle ist aber bei 10 kg/qcm Druck 1 mm, bei einer Druckfläche von 200 bis 250 qcm wird sich also eine solche von 1,5 bis 2 mm ergeben, die bei der häufigen Wiederholung bald eine bleibende wird und das Zellengefüge des Holzes zerstört.

Die Kosten werden ferner durch die Stofsaurüstung um so stärker beeinflusst, je kürzer die Schienen sind. Wenn z. B. die Gleise der französischen Ost- und Nordhahn mit Unterlageplatte und im Stofse nach Art der Paris-Lyon-Mittelmeer-

²⁰⁵⁾ Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues. Berlin, 1888.

Fig. 250. Darstellung der Oberbaukosten bei verschiedenen Anordnungen bezüglich der Spannungen und Senkungen der einzelnen Gleisheile im Vergleich zum Preussischen Oberbau 6 d.

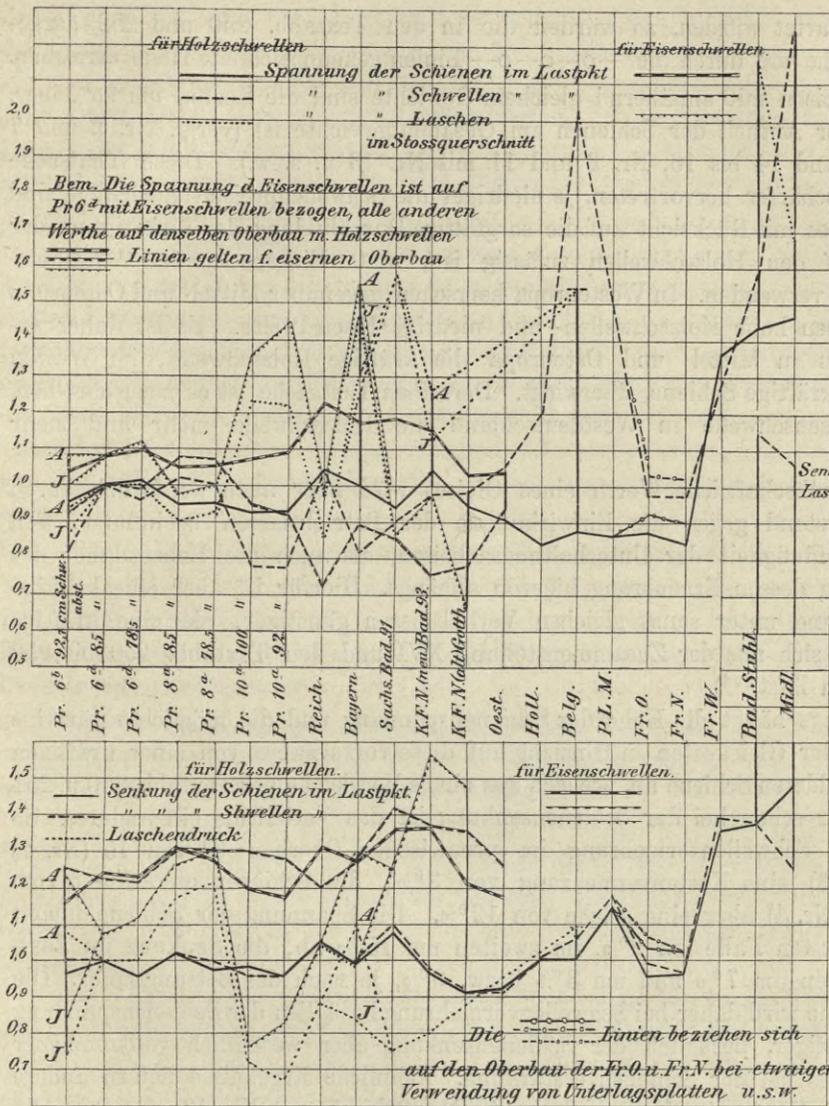
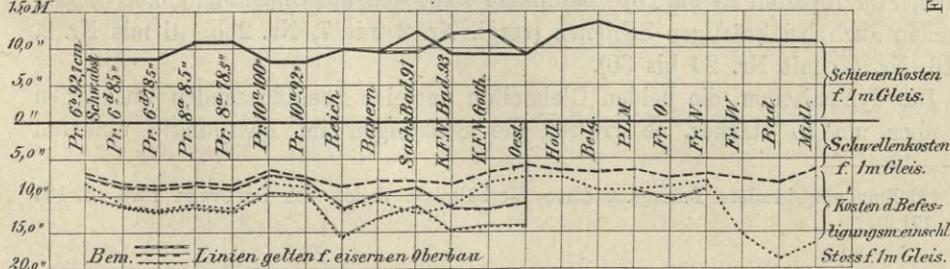


Fig. 251. Güterverhältniss der Schienen.

Fig. 252. Darstellung der Kosten der Gleise und der einzelnen Gleisheile.



bahn ausgestattet würden, so würden die in den Textabb. 250 und 252 dargestellten Werthe die durch die —o—o—o— Linien gekennzeichnete Höhe erreichen.

Bei Gleisen mit annähernd gleichem Gewichte sind die Kosten um so höher, je grösser der Antheil der Schienen am Gesamtgewichte ist (vergl. Nr. 2 und 7 mit Nr. 12 und 14 bis 16, Nr. 3 und 11 mit Nr. 13 u. s. w.). Diese Thatsache wird um so schärfer hervortreten, je niedriger die Schwellenpreise thatsächlich sind und je eher es mit Rücksicht auf die sorgfältige Durchbildung der Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen zulässig ist, statt Eichenschwellen Weichholzswellen zu verwenden. In Westeuropa herrschen gegenüber Mittel- und Osteuropa im Allgemeinen hohe Holzschwellen- und niedrige Eisen-Preise. Es ist daher erklärlich, dafs in Mittel- und Osteuropa die kräftige Holzschwelle, im Westen dagegen die kräftige Schiene, überwiegt. Derselben Thatsache ist es zuzuschreiben, dafs die Eisenschwelle in Westdeutschland die Holzschwelle mehr und mehr verdrängt.

Der wirthschaftliche Werth eines Gleises wird aber auch wesentlich durch dessen Widerstand gegen die Einwirkungen der Betriebslasten beeinflusst, weil sowohl die Häufigkeit der Unterhaltungsarbeiten, als auch die Lebensdauer des Gleises bis zu dessen Erneuerung hiervon abhängt. Hierfür ist aber eine kräftige Unterschwellung unter sonst gleichen Verhältnissen günstiger, als eine kräftige Schiene, wie sich aus der Zusammenstellung XVI und den Textabb. 250 bis 252 leicht ersehen läfst²⁰⁶).

Allerdings hängt die Höhe der Schienenspannung und die möglichst günstige Ausnutzung der Gleiskosten in Hinsicht auf diese vorzugsweise von einer kräftigen gut durchgebildeten Schiene ab, wie sich aus einem Vergleiche der Textabb. 250 u. 251 ergibt. Aber schon bei der Schienensenkung ist das Verhältnis ein anderes. So erfordert die Schwellenvermehrung im preussischen Oberbau 6^d von 15 (Nr. 2) auf 16 (Nr. 3) eine Kostenvermehrung von 3%, die Schienenverstärkung zum Oberbau 8^a (Nr. 4) aber eine solche von 12%. Die Spannung der Schiene nimmt hierbei im ersten Falle um 2%, im zweiten um 15% ab, die Senkung im Lastpunkte dagegen um 7% und um 8% bzw. 9%, je nach der Bettungsziffer. Die Kostenzunahme wird daher bei Schwellenvermehrung bezüglich der Schienenspannung etwas ungünstiger, bezüglich der Schienensenkung aber wesentlich vollkommener ausgenutzt, als bei der Schienenverstärkung. Aehnliche Ergebnisse liefern andere Vergleiche, so Nr. 1 mit Nr. 2 und Nr. 4, Nr. 2 bis 5 mit Nr. 13 u. s. w. Die erwähnte Thatsache tritt zudem bei besserer Bettung schärfer auf als bei schlechterer.

Noch bestimmter tritt die Ueberlegenheit der kräftigen Unterschwellung bei der Senkung der Schwellen im Lastpunkte und beim Unterschiede der Senkungstiefen hervor (Spalten 23 bis 25). Besonders zeigt sich die Unzulänglichkeit kurzer Schwellen auch bei kräftigen Schienen (vergl. Nr. 2 mit 7, Nr. 2 bis 6 mit Nr. 8, 15, 16, Nr. 25 mit Nr. 26 bis 30).

Die dynamischen, die beiden Gleisseiten ungleich beeinflussenden Wirkungen sind aber um so stärker, je grösser die Senkungen im Lastpunkte und am

²⁰⁶) Eine eingehendere Darlegung dieser Verhältnisse findet sich im Organ 1896, S. 133 157 u. 171.

Schwellenende, sowie die Senkungsunterschiede zwischen Mitte und Ende der Schwellen sind. Starke Gleissenkungen und Senkungsungleichheiten sind also für die Standsicherheit und Dauer eines Gleises im Allgemeinen gefährlicher als hohe, aber die zulässige Grenze nicht überschreitende Schienenspannungen. Die Spannungen der Holzschwellen bleiben in mäßigen Grenzen, diejenigen der Eisenschwellen erreichen dagegen zum Theil eine Höhe, die es angezeigt erscheinen läßt, mit deren Verstärkung noch weiter fortzufahren.

Auch auf den Widerstand der Laschen wirken, neben enger Stofstheilung eine kräftige Unterschwellung, besonders lange steife Schwellen günstig ein, während eine Schienenverstärkung von untergeordneter Bedeutung ist. Der als Maß der Abnutzung der Anlageflächen geltende Laschendruck, wird am wirksamsten durch große Laschenlänge herabgemindert, auch wirkt ein hohes Verhältnis J/i , d. h. die Anwendung verhältnismäßig schwacher Laschen günstig ein. Bei solchen Laschen wächst aber die ohnehin sehr hohe Laschenspannung, und da der Einfluss von J/i auf den Laschendruck gering ist, so ist es richtiger, kräftige Laschen zu verwenden.

Ein Vergleich der preussischen Oberbauten 6^b und 6^d (Nr. 1 und Nr. 2 Nr. 20 und 21) zeigt den wohlthätigen Einfluss langer Laschen recht deutlich. Die langen Innenlaschen des ersteren Oberbaues erhalten trotz der schwächern Unterschwellung und der weitem Stofstheilung einen geringern Druck, als die Laschen des Oberbaues 6^d.

Alle Vergleichszahlen beweisen, dass eine Verbesserung der Bettung die Spannungen der Schienen und Laschen, den Laschendruck und die Senkungen wirkungsvoller ermäßigt, als andere Maßnahmen.

Wenn es gilt, ein Gleis zu verbessern, welches den Betriebsanforderungen nicht mehr voll gewachsen ist, so wird daher neben einer Verstärkung des Stofses in erster Linie eine Verbesserung der Bettung, dann eine Verstärkung der Unterschwellung und erst an letzter Stelle eine Verstärkung der Schiene in Frage kommen.

Vom Standpunkte der Gleiskosten kann in Gegenden mit hohen Schwellenpreisen allerdings eine ausschließliche Verstärkung der Schiene zweckmäßig erscheinen, behufs Erhöhung der Dauerleistung des Gleises aber kaum. Keinenfalls sollte man zur Ersparung von Unterschwellungskosten kurze Schwellen benutzen. Die Länge von 2,50 m ist für Hauptbahnen jedenfalls die äußerste Grenze, bis zu der man herabgehen darf.

Der Stuhlschienenoberbau steht dem Breitfußschienenoberbau sowohl bezüglich der Standsicherheit, wie der Wirtschaftlichkeit nach, was auf die durch die Schienenform bedingten kostspieligen Befestigungsmittel und auf die ungenügende Stofsausrüstung zurückzuführen ist.

IV. c) Langschweller Oberbau.

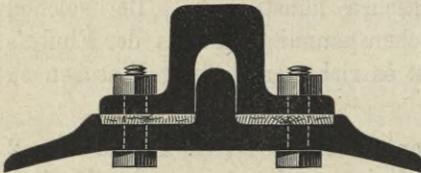
c) 1. Einleitung.

Langschweller aus Holz, welche zu Beginn des Eisenbahnwesens weit verbreitet waren, kommen abgesehen von Oberbauten auf eisernen Brücken nicht mehr vor, es sind vielmehr nur Langschweller aus Eisen in Betracht zu ziehen. Seit die Flusseisenerzeugung im Großen erfolgt, werden die Langschweller nicht mehr aus Schweifeseisen, sondern aus Flusseisen hergestellt.

Die ältesten ausgedehnten Versuche mit Eisenlangschwellen wurden von 1852 an auf Linien der heutigen englischen Great Western-Bahn mit der Rippenschwelle von Macdonnell gemacht. (Textabb. 253²⁰⁷), deren nach oben gekehrte Rippe in die Hohlung der Brückschiene griff. Da sich der Oberbau als nicht steif genug erwies, wurde die Rippe der Schwelle 1860 nach unten gekehrt (Textabb. 254²⁰⁷), der Schienenstofs durch \perp Laschen unterstützt (Textabb. 255²⁰⁷) und auch der Schwellenstofs durch zwei \perp Eisen, welche sich an Platte und Rippe der Schwellen anlegten, gedeckt. Dieser Oberbau hat sich in England zwar lange gehalten, ist aber in den 80er Jahren überall aus Hauptgleisen entfernt worden, weil die Erhaltung der Richtung und Höhenlage des Gleises zu schwierig war.

Auch der von Scheffler auf der braunschweigischen Bahn 1861 eingeführte Langschweller Oberbau konnte sich trotz der von dem Erfinder selbst, wie auf der

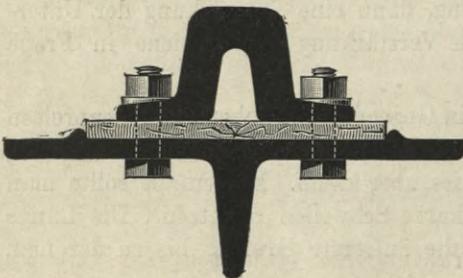
Fig. 253.



Maßstab 1 : 5.

Rippenschwelle von Macdonnell.

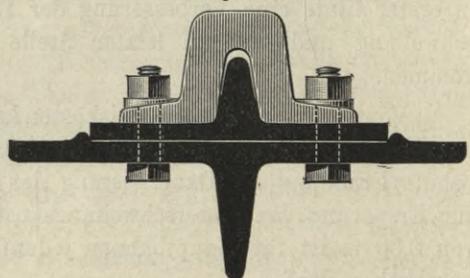
Fig. 254.



Maßstab 1 : 5.

Rippenschwelle von Macdonnell, 1860.

Fig. 255.



Maßstab 1 : 5.

Schienenstofs auf Macdonnell's Rippenschwelle, 1860.

hannoverschen Staatsbahn und von Daelen eingeführten Verbesserungen ebenso wenig behaupten, wie der gleichzeitig von Köstlin und Battig entworfene, besonders auf den württembergischen Staatsbahnen erprobte. Diese Anordnungen bestanden aus zwei kräftigen Winkeleisen, deren senkrechte Schenkel den Steg einer Pilzschiene umfassten, während die anderen Schenkel wagerecht, oder mit

²⁰⁷⁾ Nach Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil.

geringer Neigung nach unten auf der Bettung ruhten, sie waren also dreitheilig, im Gegensatz zu der zweitheiligen Macdonnell's.

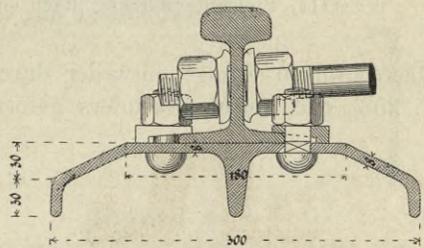
Da bei diesen Oberbauarten die Langschwelle in, bezw. auf der Bettung lag, ohne einen Theil dieser fest zu umfassen, so war die Erhaltung der Richtung und der Spur des Gleises, wenn die beiden Schienenstränge nicht in kurzen Abständen durch kräftige Querverbindungen verbunden waren, besonders schwierig. Solche Anordnungen konnten sich daher nicht bewähren, der Langschwellenoberbau vielmehr nur dann Erfolge aufweisen, wenn die Schwelle durch festes Umschließen der Bettung seitlichen Verschiebungen kräftig zu widerstehen vermochte.

Bei den genannten dreitheiligen Oberbauten ist die schwache Fahrschiene gegenüber der zweitheiligen Schwelle für sich allein kaum zum Tragen geeignet. Man wollte dadurch denjenigen Gleistheil, von welchem man annahm, daß er rascher verschleife, als die Schwellen, möglichst leicht halten und so die Erneuerungskosten des Gleises herabmindern.

c) 2. Der Langschwellenoberbau von Hilf.

Im Jahre 1867 trat Hilf mit einem Vorschlage hervor, der in der Entwicklung des Langschwellenoberbaues von der größten Bedeutung gewesen ist. Ein 1867 auf dem Bahnhofe Alsmannshausen verlegtes, 450 m langes Probestück hielt sich sehr gut. Auch grössere von 1868 an auf preussischen Staatsbahnen verlegte Versuchsstrecken versprachen guten Erfolg. Der Hilf'sche Oberbau erlangte daher bis zum Anfange der 80iger Jahre eine Ausdehnung von etwa 4000 km. Der Oberbau ist zweitheilig und besteht aus einer Dreirippenschwelle, welche den Bettungskörper fest umschliesst, und einer Fahrschiene. Diese wählte Hilf aus dem bei den dreitheiligen Oberbauarten angegebenen Grunde möglichst schwach, wies ihr aber immerhin die Aufgabe zu, als wesentlicher Theil des gemeinschaftlichen Trägers zu dienen²⁰⁸⁾. Die bis zu Ende der 70er Jahre benutzte Schiene hatte in der Regel nur 110 mm Höhe und 25,4 kg/m Gewicht, sie wurde aber demnächst zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Oberbaues auf 29,5 kg/m Gewicht bei 118 mm Höhe verstärkt, es sind vereinzelt sogar Schienen von derselben Stärke, wie für Querschwellenoberbau zur Verwendung gekommen. Textabb. 256 zeigt die Schienenbefestigung auf der Langschwelle; in den Krümmungen muß die Langschwelle der Biegung der Schiene entsprechend gelocht werden.

Fig. 256.



Mafsstab 1 : 6.

Langschwellenoberbau Hilf, 1869.

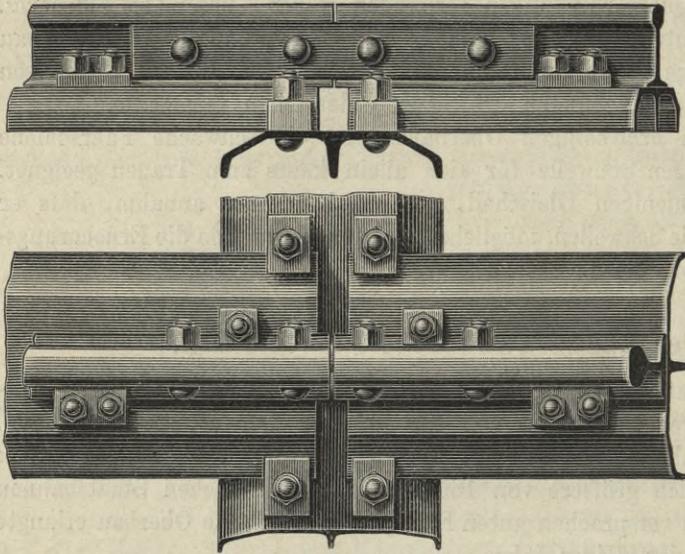
G. der Schwelle = 29,4 kg/m.

Ursprünglich waren der Stofs der Schiene und der Schwelle versetzt und nur ersterer verlascht, von Mitte der 70er Jahre an legte Hilf aber den Stofs der Schienen und Schwellen zusammen und unterstützte den Langschwellenstofs durch

208) Hilf, der eiserne Oberbau 1869 und 1877.

eine 2,60 m lange Querschwelle der Langschwellenform (Textabb. 257). Dieser Schwellenstofs hat alle Mängel des ruhenden Stofses (S. 213) gezeigt, besonders wurde die Stofsquerschwelle durch die Langschwellenenden zerhämmt. Um dieser

Fig. 257.



Maßstab 1:10.

Hilf, Stofsunterstützung durch eine Querschwelle.

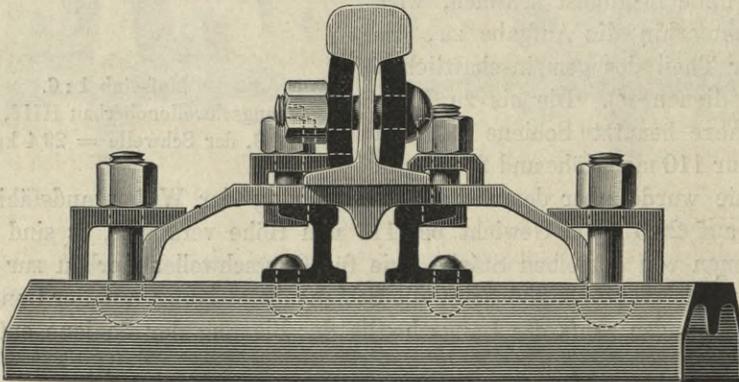
Zerstörung vorzubeugen, hat man zwischen

Lang- und Querschwellen Sattelstücke eingeschaltet (Textabb. 258), oder den ruhenden Stofs der Schwellen überhaupt aufgegeben, sei es unter Verzicht auf jede Deckung des Schwellenstofses (Textabb. 259), oder unter Anwendung besonderer Schwellenlaschen (Textabb. 260). Der ungedeckte Schwellenstofs hat sich aber auch bei kräftiger Schienenverlaschung als unzureichend erwiesen.

Die Verbindung zwischen Lang- und

Querschwellen erfolgt entweder durch Winkeleisen und Schrauben (Textabb. 257 u. 258), oder durch besonders geformte Eisen (Textabb. 261). Das Wandern der

Fig. 258.

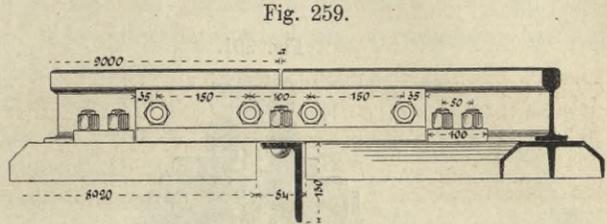


Maßstab 1:5. Hilf, Direktion Frankfurt a/M., 1888.

G. der Schwelle = 34,23 kg/m.

Lang- auf den Querschwellen und noch mehr das der Schienen auf den Langschwellen ist beim Hilf'schen Oberbau sehr stark und erfordert kräftige Vor-

beugungsmittel. Die durch zwei Schrauben befestigten Klemmplättchen (Textabb. 257) sind hierfür bei Verwendung von Flachlaschen ungenügend und nur bei Anordnung von Winkellaschen ausreichend (Textabb. 259, 260). Auch die durch die Laschen durchgreifenden Befestigungsschrauben (Textabb. 261 u. 263), wie die Winkel bei Textabb. 262 wirken dem Wandern entgegen, desgleichen bei den in den Textabb. 259, 260 u. 263 dargestellten Stofsanordnungen die in die Bettung hineinreichenden Querwinkel; als tragende Theile sollen diese jedoch nicht dienen.

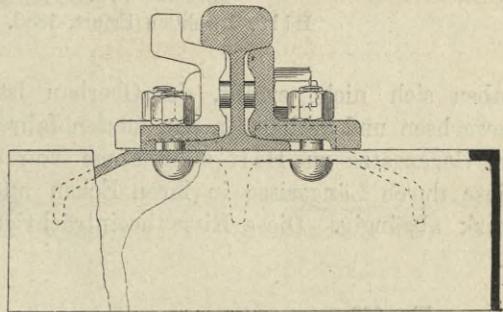


Mafsstab 1 : 12.

Hilf, Moselbahn II. Gleis, 1881.

Auch bei der Hilf'schen Langschwelle sind trotz ihrer festen Lagerung in der Bettung zur Erhaltung der Spur und Gleisrichtung besondere Querverbindungen erforderlich. In der Geraden hat man sich bei 9 m langen Schienen meistens mit einer Spurstange in der Mitte der Schiene (Textabb. 256) und mit einer Querverbindung unter dem Schwellenstofs (Textabb. 257, 259 u. 263) begnügt. Die Querverbindungen müssen der Schienenneigung Rechnung tragen, diese sichern und erhalten. Hierzu werden zwischen die Schraubenmutter der Spurstangen und den Schienensteg Neigungsplättchen gelegt (Textabb. 256), und die Querschwellen oder Querwinkel werden gebogen oder geknickt, oder tragen der Neigung entsprechend geformte Sattelstücke als Unterlage der Langschwellen.

Fig. 260.



Mafsstab 1 : 6.

Hilf, Moselbahn II. Gleis, 1881; zu Textabb. 259

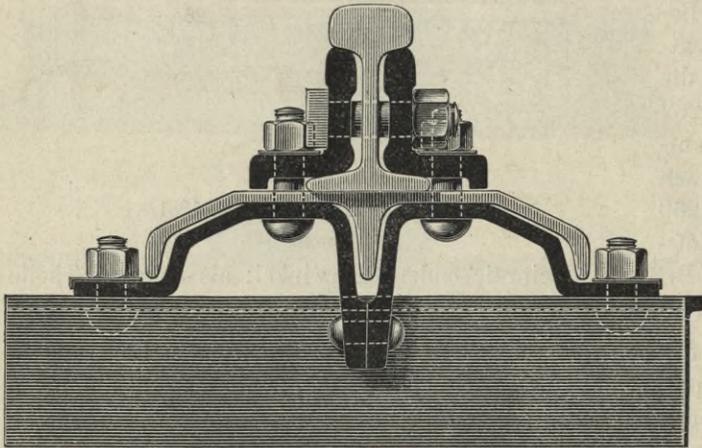
In den Krümmungen werden auf je 9 m, je nach der Schärfe der Bögen 3 bis 5 Spurstangen angewandt, auf Bahnhöfen dagegen, wo sie den in die Gleise tretenden Menschen gefährlich werden können, pflegt man sie wegzulassen, unter Vermehrung tiefliegender Querverbindungen. Bei dem in Textabb. 258 dargestellten Oberbau sind die Spurstangen auch auf der freien Strecke je nach der Lage in der Geraden, oder in der Krümmung durch ein bis zwei T-Eisen von 2,50 m Länge 140 mm Breite und 150 mm Höhe ersetzt worden, welche die nämlichen Sattelstücke zur Auflagerung der Langschwelle tragen, wie die Stofsquerschwelle.

Bei der Verbindung der Einzeltheile werden die Schrauben vielfach auf Abscheeren beansprucht und haben die Aufgabe seitlicher Führung zu erfüllen. Das sind entschiedene Mängel der betreffenden Anordnungen.

Die Hilf'sche Langschwelle läfst wegen der breiten Kopfplatte die Anord-

nung kräftiger unter den Schienenfufs herabreichender Doppelwinkellaschen nicht zu. Die Mittelrippe erhöht zwar die Tragfähigkeit und Steifigkeit, erschwert aber das Walzen der Schwelle. Diesem Umstande trägt die 1888 von der Direktion

Fig. 261.



Mafsstab 1 : 5.
Hilf, Direktion Erfurt, 1883.

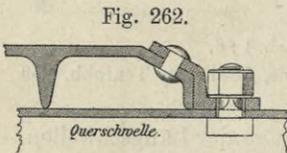
Frankfurt a. M. eingeführte Form mit verkürzter Mittelrippe Rechnung (Textabb. 258).

Die Länge der Schwellen wurde je nach der Anordnung und Ausrüstung der Stöße um 40 bis 80 mm kürzer gewählt, als die der zugehörigen Schienen.

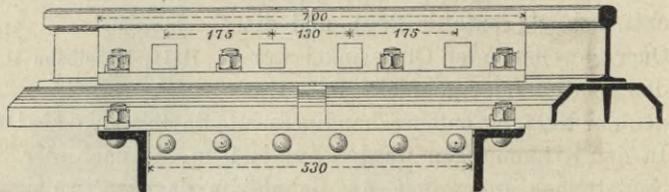
Die großen Erwartungen, welche an den Hilf'schen Oberbau geknüpft wurden und nach den ersten günstigen Erfahrungen berechtigt erschienen,

haben sich nicht erfüllt, der Oberbau ist hohen Betriebsbeanspruchungen nicht gewachsen und deshalb in den letzten Jahren auf Hauptbahnen überall aufgegeben. Im Gegensatz zu Hilf's Annahme von der langen Schwellendauer sind grade diese durch Längsrisse in ihren Ecken und längs der Kanten des Schienenfufses stark abgängig. Diese Risse beeinträchtigen die Sicherheit gegen Umkanten der

Fig. 263.



Mafsstab 1 : 7,5.
Hilf, Befestigung der Lang-
auf der Querschwelle mittels
Eckwinkel.



Mafsstab 1 : 12.
Hilf, Direktion Erfurt, 1883; zu Textabb. 260.

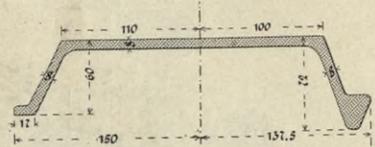
Schienen, besonders gefährlich sind die Längsrisse an den Schienenfufsändern, weil sie meistens von der Schiene etwas verdeckt und daher sehr schwer wahrzunehmen sind.

Das ungünstige Verhalten des Hilf'schen Oberbaues ist zwar vorwiegend den allen bisher bekannten Langschwelenoberbauten gemeinsamen Mängeln zuzuschreiben, zum Theil ist es aber auch auf die Form der Langschwelen zurückzuführen, besonders auf die große Breite bei geringer Höhe, sowie auf die Stofsgestaltung.

c) 3. Der Langschwelenoberbau von Menne und Hohenegger.

Im Jahre 1876 wurde auf Strecken der rheinischen Eisenbahn der in Textabb. 264^a dargestellte, von Menne entworfene Langschwelenoberbau eingeführt. Menne verzichtete auf jede Schwellenverlaschung, verwendete aber auf seiner nur 23 kg/m wiegenden, also außerordentlich leichten Langschwelle unter Versetzung des Schienen- und Schwellenstosses um 500 mm dieselbe Schiene, wie auf Querschwellen, mit kräftiger Verlaschung. Als Querverbindungen kamen nur Spurstangen zur Anwendung. Die Schwellen waren nicht ausreichend gegen Umkanten gesichert, auch griff der Schienenfuß die Schwelendecke wie beim Hilf'schen Oberbau an. Auf Hauptbahnen hat sich der Oberbau von Menne nicht zu behaupten vermocht und er ist zur Zeit nur noch auf Nebenbahnen in Benutzung.

Fig. 264.

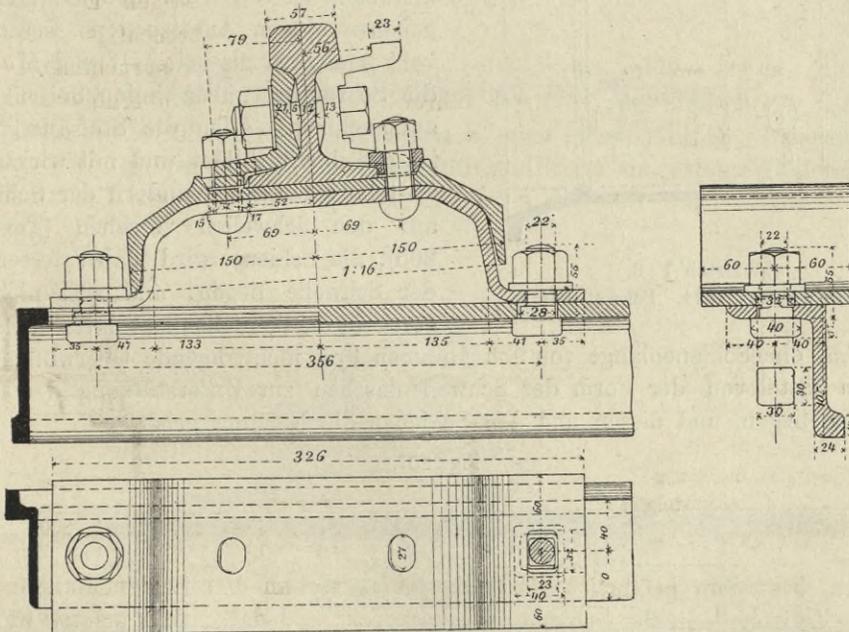


Mafsstab 1 : 6. Langschwelle.

a) Menne, 1876 b) Hohenegger, 1876
G = 23 28 kg/m.

Gleichzeitig mit Menne führte Hohenegger auf der österreichischen Nordwestbahn einen jenem ähnlichen Oberbau ein, der sich aber dadurch günstig von

Fig. 265.



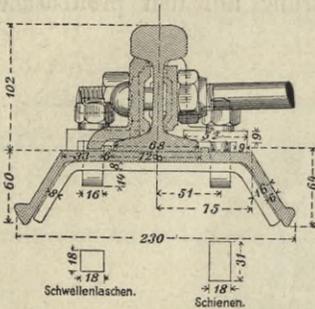
Mafsstab 1 : 6. Hohenegger, 1894.

G. der Schwelle = 29,2 kg/m.

den Schwellen Hilfs' und Menne's unterschied, das das Verhältnis der Höhe zur Breite der Schwelle gröfser war, als bei diesen. Auch waren die schädlichen wagerechten Fufsansätze der letztern Schwelle durch Keilfüfse ersetzt (Textabb

268). Die bayerische Langschwelle hat dicht neben dem Schienenfufse Längskrippen, welche die Schiene seitlich führen und alle Seitenkräfte unmittelbar aufnehmen. Auch hier sind Schwellenlaschen von 550 mm Länge in Gebrauch. Als Quer-

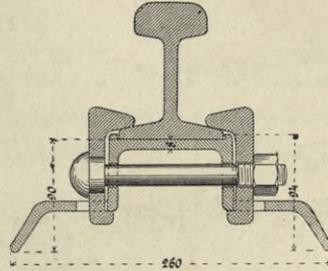
Fig. 268.



Mafsstab 2 : 13.

Langschwellenoberbau, bayerische
Lokalbahnen. G. der Schwelle =
17,5 kg/m.

Fig. 269.



Mafsstab 1 : 6.

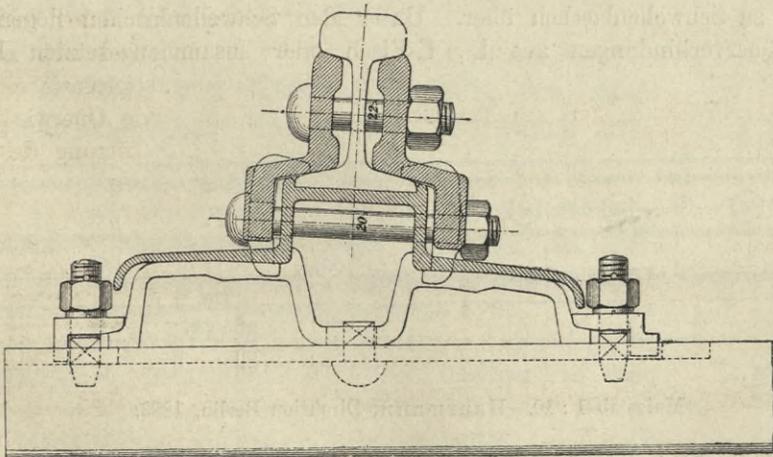
Langschwellenoberbau, Haarmann, 1878. G. der Schwelle
= 22 kg/m.

verbindung dienen lediglich Spurstangen, welche in den Geraden und in flachen Bögen in 3,6 m, in scharfen Krümmungen dagegen in 1,8 m Theilung angebracht werden.

c) 4. Der Langschwellenoberbau von Haarmann.

Im Jahre 1877 entwarf Haarmann eine kastenförmige Langschwelle (Textabb. 269), die bei 90 mm Höhe und 260 mm Breite eine große Widerstands-

Fig. 270.



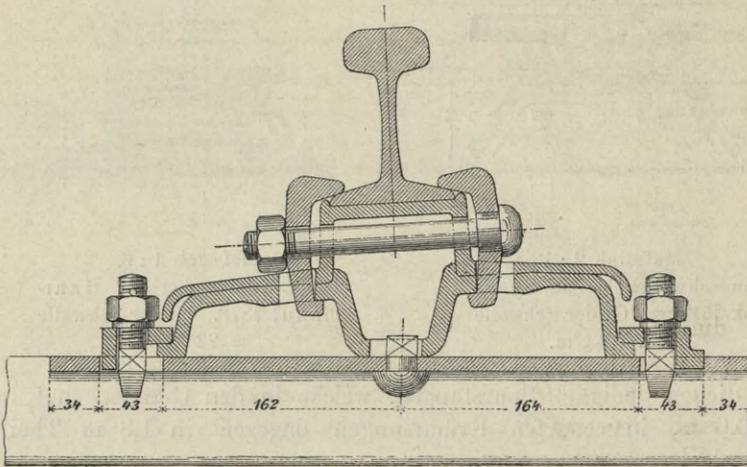
Mafsstab 1 : 5.

Haarmann, Direktion Berlin, 1883. G. der Schwelle 25,73 kg/m.

fähigkeit besafs und leichter zu walzen war, als die von Hilf. Von den älteren Langschwellen unterschied sie sich wesentlich durch ihre Form. Der obere Theil

war nur wenig breiter, als der Schienenfuß, sodafs eine kräftige Schienenverlaschung mit senkrechten, unter den Schienenfuß hinabreichenden Laschen-schenkeln möglich war. Zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen dienten zwei den Schienenfuß umfassende durch wagerechte Schrauben zusammengehaltene Klammern. Der Oberbau wurde bei Einführung auf den preussischen Staats-

Fig. 271.

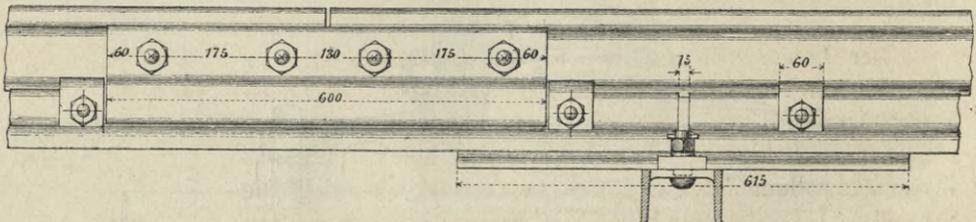


Mafsstab 1 : 5. Haarmann, Direktion Berlin, 1883.

bahnen, zum Theil unter Mitwirkung von Schwedler, zu der Gestaltung der Textabb. 270 bis 274) weiter entwickelt.

Auch Haarmann legte zuerst Schienen- und Schwellenstöße zusammen unter Verwendung einer Stofschwelle, demnächst ging er aber unter Versetzung der Stöße zu Schwellenlaschen über. Unter den Schwellenlaschen liegen nichttragende Querverbindungen aus L-, E-Eisen oder zusammengesetzten Formen

Fig. 272.

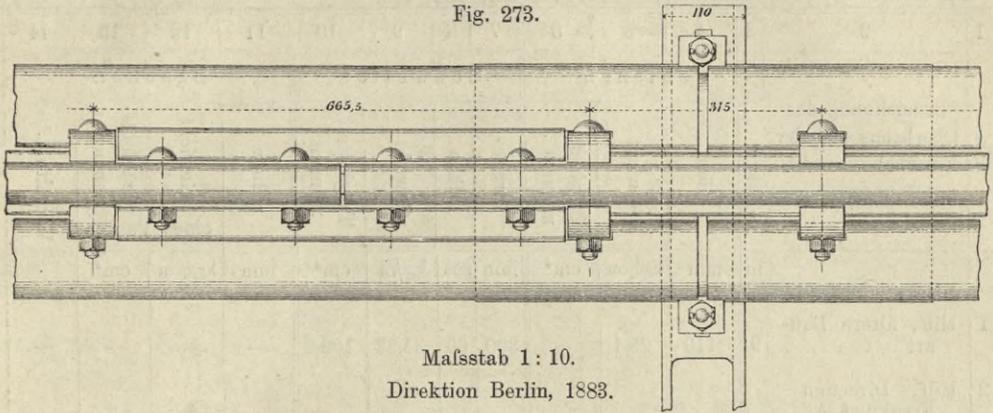


Mafsstab 1 : 10. Haarmann, Direktion Berlin, 1883.

(Textabb. 274), die sich auf eine Schwellenlänge auferdem noch ein- bis zweimal wiederholen und zum Theil bei Einbringung von Grobschlag als Seitenentwässerung dienen. Die Schwellenlaschen und die auf den mittleren Querverbindungen liegenden Sättel sind von derselben, die Schienenneigung sichernden Form. Spurstangen kommen nicht zur Anwendung.

Die Langschwellen, aus Flusseisen gewalzt, werden nach den Krümmungen gebogen. Der Spurregelung dienten früher Spurbolzen mit verschiedenen starken

Fig. 273.



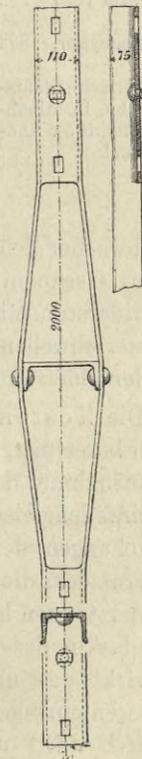
Mafsstab 1 : 10.
 Direktion Berlin, 1883.

Ansätzen, die entweder an den Seitenrändern der Schwellenlaschen und Sättel, oder bei deren Mitte safsen. In letzterm Falle konnten sie aber nicht überwacht werden, ohne das Gleis auseinander zu nehmen. Die in den Textabb. 270 und 271 dargestellte Spurregelung mit rheinischen Klemmplättchen erscheint zweckmäßiger.

Dem Wandern wirken die zwischen die Klammern hineinreichenden Schienenlaschen (Textabb. 270, 272) und die tief in die Bettung eingreifenden Querverbindungen entgegen.

Auch der Haarmann'sche Oberbau hat die auf ihn gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt, auch er kommt auf Hauptbahnen nicht mehr zur Verwendung.

Fig. 274.



Mafsstab 1 : 20.
 Haarmann, Direktion
 Berlin, 1883.

c) 5. Gewichte und Massenvertheilung des Langschwellenoberbaues; Gleiskosten. Vergleich mit Querschwellengleisen.

Der Langschwellenoberbau verdankt seine Entstehung und Wiederbelebung zum Theil dem Bestreben, die Gleiskosten herabzusetzen, was man vorzugsweise durch ein geringes Schienengewicht zu erreichen hoffte. Wie aus Zusammenstellung XVII S. 257 zu ersehen ist, überwiegt die Schwellenmasse aber nur beim Hilf'schen Oberbau zum Theil wegen der Anordnung stützender Stofsquerschwellen, welche zur Unterschwellung gerechnet werden müssen und auch das Gesamtgewicht erhöhen. Bei den übrigen Langschwellenoberbauten ist dagegen der Antheil der Schiene am Gesamtgewichte sogar größer, als bei den meisten eisernen Querschwellengleisen (Zusammenstellung XVI S. 237 bis 242). Es hat dies darin seinen Grund, dafs inzwischen die Verwend-

Zusammen

Nachweisung der Größen, Massen und Festigkeitsverhältnisse,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr.	Bezeichnung des Oberbaues und der Eisenbahnverwaltungen	Schienen-				Schwellen-				Laschen-			
		Länge	Höhe	Gewicht	Trägheitsmoment J	Breite	Höhe	Gewicht	Trägheitsmoment	Länge	Gewicht		Verhältnis J/i
											eines Paares		
m	mm	kg/qcm	cm ⁴	mm	mm	kg/m	cm ⁴	mm	kg/qcm	cm ⁴			
1	Hilf, ältere Bauart	9	110	25,4	—	300	60	34,23	102,2	—	—	—	—
2	Hilf, Direction Frankfurt a/M. 1888	9	118	29,3	633,7	300	65	34,23	113,0	470	7,64	94,2	6,73
3	Haarmann, Direction Berlin 1883	9	125	29,7	759,5	320	75	25,73	160	600	25,39	771	0,99
4	Hohenegger, ältere Form 1881	9	125	29,2	775	300	75	29,2	154	500	16,6	470	1,65
5	Hohenegger, 1894	9	125	33,0	860	300	75	29,2	154	535	17,3	470	1,83
6	Bayerische Staatsbahn, Localbahnen mit 5 t Rad-druck	9	102	19	336	230	60	17,5	80	400	8,4	133	2,53

ung schwacher Schienen als ein Fehler erkannt worden war, den man ohne Erhöhung des Gesamtgewichtes durch Anordnung stärkerer Schienen auf leichteren, aber widerstandsfähigeren Schwellen zu vermeiden suchte. Auch sind die stützenden Querschwellen durch Querversteifungen ersetzt, die nunmehr den Gewichtsanteil der Befestigungsmittel verhältnismäßig erhöhen.

Die Kosten der Langschwengleise (Spalte 19) sind mit denselben Einheitspreisen berechnet, die bei den Querschwellen zur Anwendung kamen (S. 236). Sie sind mit Ausnahme des ältern Hilf'schen Oberbaues, besonders im Vergleiche mit Querschwellengleisen hohe. Die in der Zusammenstellung nachgewiesenen Beanspruchungen der einzelnen Gleitheile (Spalten 20 bis 24) sind nicht sehr hoch, wenn trotzdem die Langschwengleise den Betriebsansprüchen thatsächlich weniger gut widerstanden haben, als die zum Theil höher beanspruchten Querschwellengleise, so ist das in der Bauart der Langschwengleise begründet. Besonders verderblich wirkt das unmittelbare Aufliegen der Schiene auf der Schwelle mit dem daraus entspringenden Einschleifen des Schienenfußes in die Schwellendecke. Hierdurch wird der Widerstand der Schwelle gegen die Querverbiegung vermindert, welche die Schwelle ohnehin rechtwinkelig zur Walzrichtung, also in ungünstiger Weise angreift. Bei Flufseisen, dessen Festigkeit nach beiden Richtungen annähernd gleich ist, ist dieser Uebelstand zwar nicht so empfindlich, wie bei

stellung XVII.

sowie der Kosten verschiedener Langschwellenoberbauten.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Gewicht des Gleises im Ganzen	Gewichtsanteil			Gleiskosten für 1 m	Spannung			Senkung der Schiene und Schwelle	Spannung der Laschen	Bettungsziffer	Bemerkungen
	der Schwellen	Befestigungsmittel	Schienen		der Schienen	der Schwellen					
						im vollen Querschnitte	am Schienenstosse				
kg/qcm	in %			M.	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	mm	kg/qcm	kg/qcm	** bei 1 cm Schwellensenkung
136,43	57,2	5,6	37,2	17,6	—	—	—	—	—	—	
153,57	50,8	11,0	38,2	20,7	1408	1047	—	4,60	4364	3	Schwellen- und Schienenstöße fallen zusammen, Schwellenstöße ist unverlascht.
138,75	37,0	20,2	42,8	20,0	1132	842	—	2,39	3252	8	
144,20	40,5	19,0	40,5	20,6	1232	757	747	4,12	1644	3	
150,95	38,7	17,6	43,7	22,0	989	607	600	2,13	1334	8	Schwellen- und Schienenstöße sind versetzt, Schwellenstöße ist verlascht.
81,55	42,7	10,7	46,6	13,0	—	—	—	—	—	—	
					1083	941	1530	3,99	2136	3	Wie bei Nr. 3.
					879	764	1242	2,13	1715	8	
					1375	1053	2057	4,45	3251	3	Wie bei Nr. 3.
					1088	834	1628	2,20	2494	8	

Schweisseisen, aber das Einschleifen der Schiene in die Schwelle ist auch hier nicht zu verhüten.

Die kostspieligen Querverbindungen kommen der Standfestigkeit des Gleises nur in sehr geringem Maße zu Gute und sichern trotzdem Spur, Richtung und Höhenlage des Gleises nicht so gut wie bei Querschwellengleisen.

Ferner erfordern Langschwengleise eine bessere, breitere und höhere Bettung, als Querschwellengleise. Diese Thatsache ist überall im Betriebe erwiesen und auch von Schubert durch eingehende Versuche festgestellt worden²⁰⁹⁾. Bettung, welche nicht aus vorzüglichem Stoffe besteht und eine beträchtliche Höhe besitzt, verschlammt unter den Langschwellen in kurzer Zeit zu vollständiger Undurchlässigkeit, wodurch die Entwässerung der Gleismitte unmöglich wird.

Endlich ist beim Langschwellenbau eine streckenweise, oder örtliche Verstärkung nur durch Verstärkung der Schienen, oder Schwellen, nicht wie beim Querschwellenoberbau durch einfache Vermehrung oder Verlängerung der im Querschnitte unverändert gelassenen Schwellen möglich.

Alle diese Mifsstände lassen es erklärlich erscheinen, dafs sich der Lang-

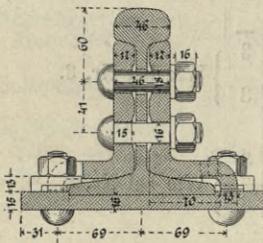
²⁰⁹⁾ Zeitschrift f. Bauwesen 1889, S. 555; 1891, S. 61.

schwelenoberbau überall da, wo er auf Hauptbahnen in ausgedehnten und langandauernden Versuchen erprobt worden ist, nicht zu behaupten vermochte²¹⁰⁾ und z. Z. fast ganz auf Nebenbahnen u. s. w. beschränkt ist. Der Oberbau von Hohenegger soll allerdings auf der österreichischen Nordwestbahn bisher allen Betriebsbeanspruchungen genügt und sich im Ganzen sehr gut bewährt haben²¹¹⁾; es ist aber zu beachten, daß es sich im Ganzen nur um 70 km lange Versuchsstrecken handelt, gegenüber 5724 km, die in Deutschland mit den verschiedenen Langschwelenoberbauarten belegt worden sind.

IV. d) Schwellenschienen-Oberbau.

Die ersten ausgedehnten Versuche jeden der beiden Schienenstränge eines Gleises nur aus einem tragenden Theile, einer „Schwellenschiene“, zu bilden fanden 1849 mit W. Barlow's sattelförmiger Schwelenschiene von 330,2 mm Breite, 146,1 mm Höhe und 62,5 kg/m Gewicht auf der englischen North Midlandbahn statt. Die günstigen Ergebnisse veranlafsten auch andere Verwaltungen

Fig. 275.



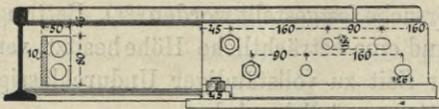
Mafstab 1 : 6.

Bayerische Staatsbahnen,
Lokalbahn-Oberbau in Straßen-
strecken.

in England, Frankreich und Amerika zu Versuchen, wobei die Schwelenschienen auf 300 bis 305 mm Breite, 125 bis 127 mm Höhe und 45 kg/m Gewicht verschwächt wurden. Die Barlow'sche Schwelenschiene erwies sich aber den Betriebsanforderungen auf die Dauer nicht gewachsen, mußte vielmehr schon nach wenigen Jahren in Folge zahlreicher Querbrüche und Längsspaltungen ausgewechselt werden.

Hartwich legte bei der von ihm 1865 entworfenen Schwelenschiene im Gegensatze zu Barlow den Hauptwerth nicht auf die breite Auflagerfläche, sondern auf große Höhe, also auf hohes Tragvermögen. Er gab seiner Schwelenschiene die Form gewöhnlicher Breitfußschienen, mit einer Höhe von 287,7 mm bei nur 124,2 mm Fußbreite. Nach den ersten auf der rheinischen Bahn gemachten verhältnismäßig günstigen Erfahrungen glaubte man bei weiteren Versuchen die Höhe ermäßigen zu können

Fig. 276.



Mafstab 1 : 10.

Ansicht des Stofses zu Textabb. 275.

und ging allmähig bis zu 209,2 mm herab.

Auf die Dauer haben sich die Hartwich'schen Schwelenschienen aber gleichfalls auf Hauptbahnen nicht bewährt, mußten vielmehr überall sehr bald wieder entfernt werden, weil sich weder Richtung noch Höhenlage des Gleises ordentlich erhalten liefs und besonders die weder

durch Unterlageplatten, noch durch Laschen in ausreichendem Mafse gedeckten Stöfse sehr raschen Verschleiß zeigten.

²¹⁰⁾ Organ Erg.-Bd. 1894, S. 69.

²¹¹⁾ Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1896, S. 569.

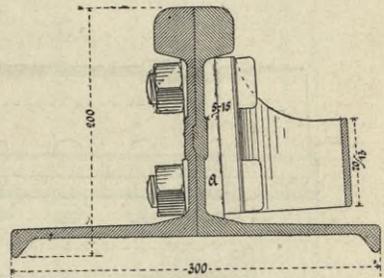
Der Hartwich'sche Oberbau hat sich nur auf Kleinbahnen oder Nebenbahnen, vornehmlich auf Straßenstrecken solcher Bahnen, zu behaupten vermocht; hier ist die hohe Schiene besonders geeignet sich der Straßenbefestigung anzupassen.

Die Textabb. 275 und 276 stellen einen derartigen Oberbau für Lokalbahnen in Straßenstrecken auf den bayerischen Staatsbahnen dar. Während als Querverbindung bei den Hartwich-Schienen sonst meistens nur Spurschrauben dienen, sind hier kräftige Flacheisen angewandt.

Einen wesentlichen, grundsätzlichen Fortschritt auf dem Gebiete des Schwellenschienenoberbaues machte Haarmann 1882 mit der Einführung der aus zwei Halbschienen bestehenden zweitheiligen Schwellenschiene. Durch Versetzung des Stofses der beiden Halbschienen gelang es in weitgehendem Maße, den Schienenstofs unschädlich zu machen. Die Schienenform vereinigt in sich die Vorzüge breiter Auflagerfläche und großer Höhe, wodurch sowohl die Druckübertragung auf die Bettung, wie das Tragvermögen günstig beeinflusst wird.

Bei den älteren, 1882 und 1883 auf Gleisen des Stahlwerkes Osnabrück und der Bahn Georgsmarienhütte-Hafsbergen verlegten Schwellenschienen waren zwischen die Stege der beiden Halbschienen 60 mm lange Futterstücke eingeschaltet, die aber 1884 weggelassen wurden, sodafs sich nunmehr die Stege unmittelbar berührten (Textabb. 277). Die im Stege angebrachte Verzahnung soll

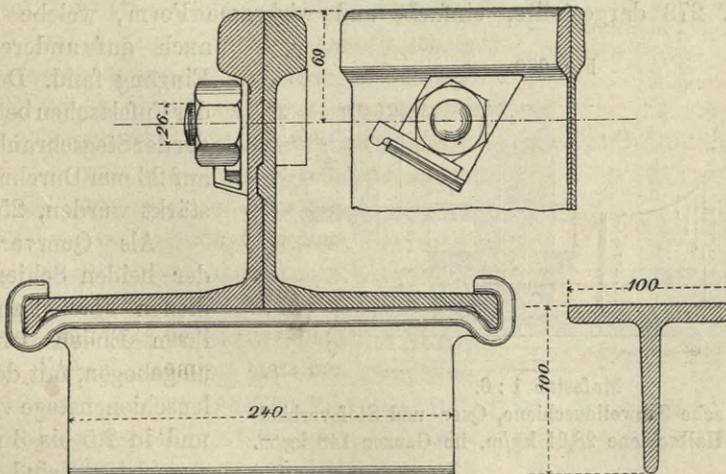
Fig. 277.



Maßstab 1 : 6.

Haarmann'sche Schwellenschiene, 1884.

Fig. 278.



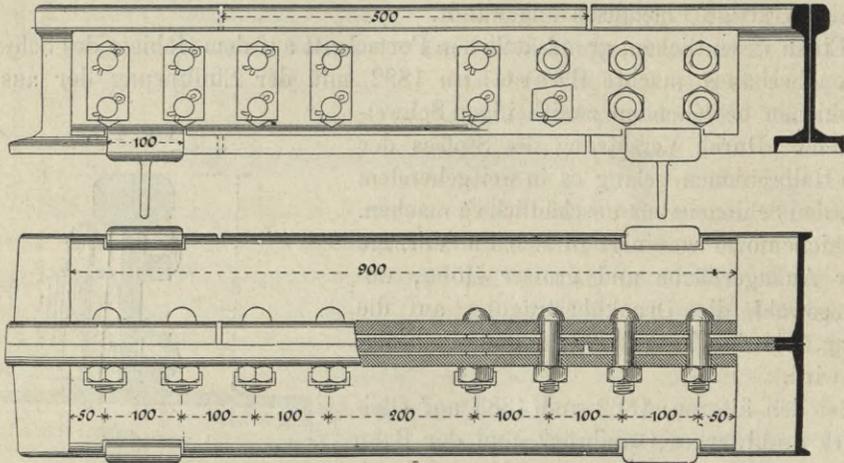
Maßstab 1 : 6.

Haarmann'sche Schwellenschiene, württembergische Staatsbahnen.

die genaue Höhenlage der beiden Theilschienen sichern, sie ist versuchsweise aber auch weggelassen worden, ohne dafs sich hieraus Unzuträglichkeiten ergeben haben sollen.

Zur Verbindung der beiden Halbschienen dienten ursprünglich zwei Nietreihen, die aber demnächst durch Schrauben von 21 mm Stärke ersetzt wurden, weil sich Nietverbindungen bei Oberbauanordnungen nicht bewähren. Weiterhin begnügte sich die Direktion Hannover, welche seit 1885 diesen Oberbau erprobt, 1887 mit

Fig. 279.



Mafsstab 1 : 10.

Haarmann'sche Schwellenschiene, Direktion Hannover, 1890.

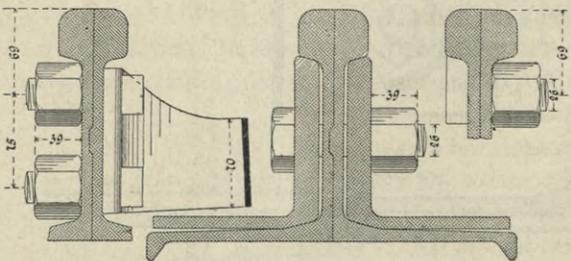
nur einer dicht unter dem Schienenkopfe liegenden Reihe von Schrauben und ordnete daneben eine Fußverlaserung an. Diese letztere erhielt auf den württembergischen Staatseisenbahnen, die gleichfalls seit 1887 ausgedehnte Versuche mit der Haarmann'schen Schwellenschiene auf starkbefahrenen Hauptbahnen machen, die in Textabb. 278 dargestellte, einfache und wirksame Form, welche demnächst

auch auf anderen Bahnen Eingang fand. Der Abstand der Fußlaschen beträgt 1,5 m, der der Stegschrauben, welche auf 26 mm Durchmesser verstärkt wurden, 250 mm.

Als Querverbindungen der beiden Schienenstränge dienen Flacheisen, die an ihren Enden winkelförmig umgebogen, mit dem Schwellenschieneinstege verschraubt und in 2,5 bis 3 m Abstand angeordnet sind (Textabb.

277 bis 282). Behufs Herstellung einer etwa nöthigen Spurerweiterung werden zwischen den Steg und die Querverbindung Futterstücke a Textabb. 277 eingeschaltet, deren Stärke von 5 zu 5 mm zunimmt. Durch die keilförmige Gestaltung dieser Futterstücke wird zugleich die Schienenneigung erhalten. Statt durch

Fig. 280.

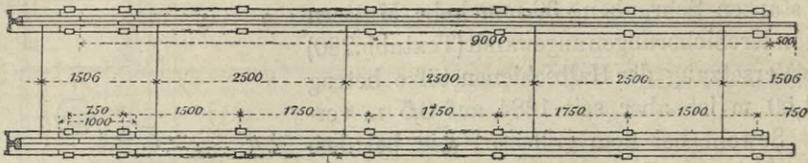


Mafsstab 1 : 6.

Haarmann'sche Schwellenschiene, Quer- und Stofsverbindung. G. der Halbschiene 28,64 kg/m, im Ganzen 148 kg/m.

Auch bei Neben- und Kleinbahnen, die in gepflasterten Strafsen liegen, ist er in schwächeren Abmessungen (Textabb. 284) mehrfach zur Verwendung ge-

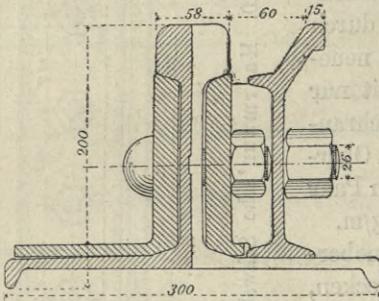
Fig. 282.



Mafsstab 1 : 100. Haarmann'sche Schwellenschiene, Gleisanordnung.

kommen, so auf der Bahn Arnstadt—Ichershausen und bei der Strafsenbahn in Kassel. Behufs weiterer Vereinfachung hat Haarmann schliesslich von der loth-

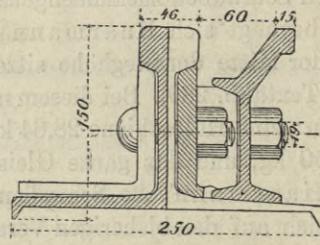
Fig. 283.



Mafsstab 1 : 6.

Oberbau für Hafenbahnen, G. der Halbschiene 29,8 kg/m, der Leitschiene 20 kg/m, des Gleises 195 kg/m.

Fig. 284.

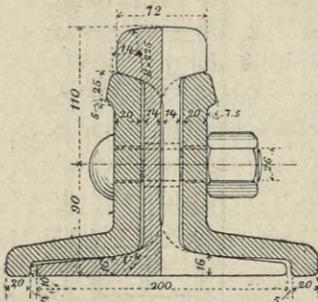


Mafsstab 1 : 6.

Oberbau für Kleinbahnen, G. der Halbschiene 18,5 kg/m, der Leitschiene 17 kg., des Gleises 130 kg/m.

rechten Zweitheilung der Schiene abgesehen und eine eintheilige Schwellenschiene „Herkullesschiene“ in Vorschlag gebracht, welche, wie die auf S. 230 besprochene Schiene von Vietor, einen einseitig verschobenen Steg hat, und an den Enden mit Ueberblattung versehen ist, sodafs ein Schwellenschienenoberbau mit Blattstofs entsteht (Textabb. 285 und 286).

Fig. 285.



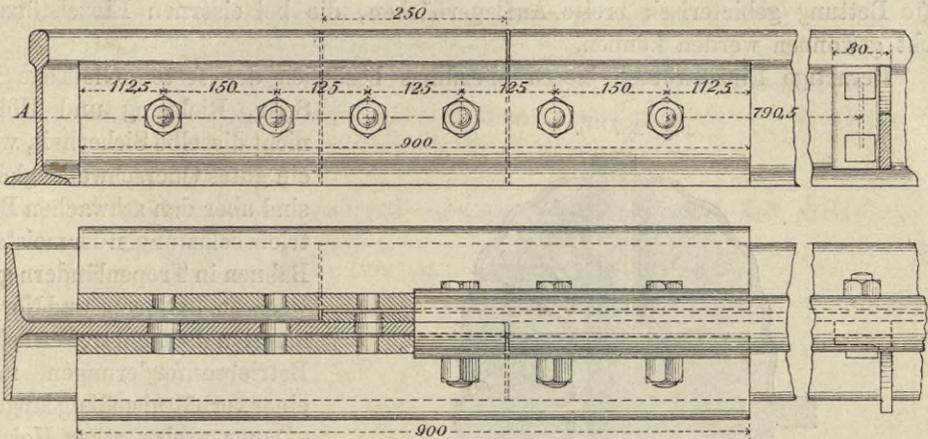
Mafsstab 1 : 6.

Querschnitt des Stofses zu Textabb. 286.

Ob diese Vereinfachung als Verbesserung bezeichnet werden kann, ist zu bezweifeln. Zunächst gelten die Bedenken, welche dem einseitig angeordneten Stege schon auf S. 230 entgegengehalten wurden, auch hier und dann ist zum Schaden einer möglichst günstigen Druckvertheilung die Schienenfußbreite auf zwei Drittel derjenigen der zweitheiligen Schwellenschienen eingeschränkt. Dadurch wird aber das Bedürfnis nach besonders guter und kräf-

tiger Bettung und die Gefahr, daß die Bettung ebenso undurchlässig wird, wie unter den Langschwelen noch größer, als bei der zweitheiligen Schwellenschiene.

Fig. 286.



Maßstab 1 : 10.

Eintheilige Schwellenschiene (Herkules) von Haarmann mit Blattstofs.

IV. e) Oberbau mit Einzelstützen.

Einzelstützen aus Holz und Stein sind in der ersten Zeit des Gleisbaues häufig gewesen. Die Holzstützen bestanden in Europa meistens aus quadratischen oder rechteckigen Holzblöcken, welche flach auf dem Bahnkörper lagen, während in Amerika vielfach eingerammte Pfähle zur Unterstützung der Schienen dienten. Derartige Einzelstützen kommen heute nicht mehr in Betracht.

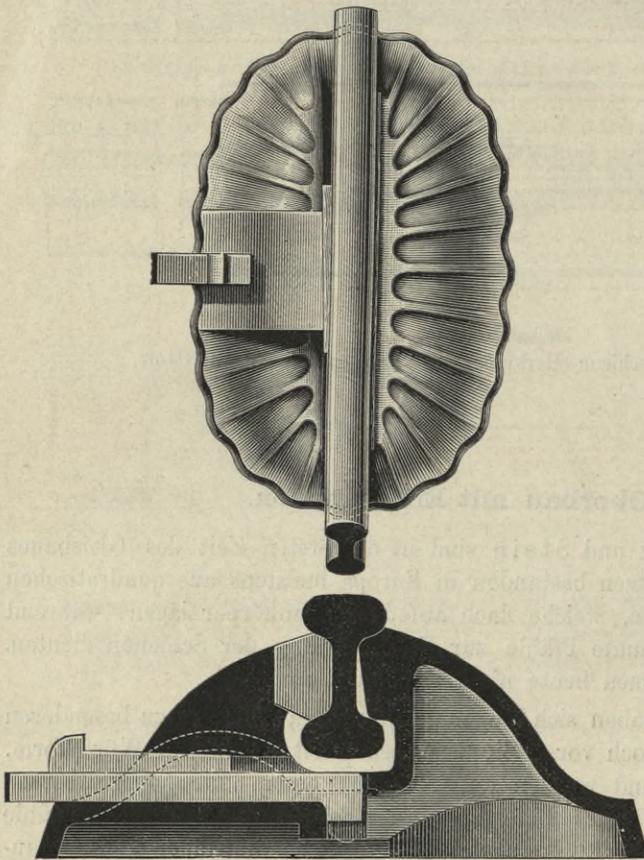
Steinstützen dagegen haben sich länger gehalten und kommen zu besonderen Zwecken auch gegenwärtig noch vor. Sie erhielten meist annähernd Würfelform, mit eingeschränkter Höhe und wurden entweder mit einer Seite, oder übereck quer zur Schiene gelegt. Behufs Befestigung der Schienen oder Schienenstühle wurden in die Steinwürfel Holzdübel eingelassen, in welche die Nägel oder Schrauben wie bei der Befestigung auf Holzschwellen eingriffen. Die ganze Bauart litt an dem Mangel ungenügender Elasticität und an der Schwierigkeit, die Richtung, Spur und Höhenlage des Gleises ordentlich zu erhalten. Sie ist daher nur noch da verwendet, wo es gilt die Schienen derart über ihre Umgebung herauszuheben, daß man die ganze Gleisoberfläche womöglich auch unter dem Schienenfusse bequem abspülen kann, wie bei Gleisen an Viehrampen, an Wagenreinigungsstellen u. s. w. In solchen Fällen sind die Steinwürfel meistens ein Mauerwerk oder Beton gebettet. Die Befestigung der Schienen erfolgt durch Steinschrauben oder Nägel unter Zuhilfenahme von Holzdübeln in bekannter Weise.

Einzelstützen aus Eisen sind seit der Mitte des Jahrhunderts in den verschiedensten Formen versucht worden und haben in überseeischen, heißen Ländern

große Verbreitung gefunden, in Europa und Nordamerika sich aber nicht zu behaupten vermocht. Diese Thatsache hat darin ihren Grund, daß in den heißen Landstrichen Unterstützungen aus Holz in der Regel durch Insekten und Witterungseinflüsse sehr schnell zerstört werden, außerdem fordert die meist sehr mangelhafte Bettung gebieterisch breite Auflagerflächen, die bei eisernen Einzelstützen leicht gewonnen werden können.

Derartige Einzelstützen bieten allerdings bezüglich der festen Gleislage in

Fig. 287 ²¹²⁾.



Mafsstab 1 : 10 und 1 : 5.

Gufsglocke von Griffin, Argentinische Bahnen, 1863.

Spur, Richtung und Höhe nicht dieselbe Sicherheit, wie ein gutes Querschwellengleis, sind aber den schwachen Betriebsbelastungen der meisten Bahnen in Tropenländern gewachsen. In Europa und Nordamerika dagegen treffen hohe Betriebsanforderungen mit einer verhältnismäßig langen

Dauer preiswerther Holzschwellen zusammen und rechtfertigen deren Verwendung. Im Uebrigen macht sich neuerdings die Ueberlegenheit der Querschwellengleise bei Verwendung von Eisenschwellen auch in den

heißen Ländern geltend, wenigstens bei Breitfußschienen, während bei Stuhlschienen allerdings die Einzelstützen noch vorherrschen, weil sie eine recht einfache Befestigung dieser Schienenform zulassen.

Die eisernen Einzelstützen lassen sich in glockenförmige und plattenförmige einteilen. Die Glocken-

stützen werden aus Gufseisen, oder aus Eisen- oder Stahlblech, die Platten fast ausschließlich aus Gufseisen hergestellt.

Als älteste Glockenstütze wurde 1846 von Greaves ein hohler gufseiserner Kugelabschnitt von etwa 560 mm Durchmesser des Grundkreises, mit aufgegossenem Stuhle für Stuhl- oder Breitfußschienen eingeführt. Die Stütze ist in Aegypten, Indien und Südamerika zu großer Verbreitung gekommen, litt aber überall an dem Uebelstande, daß feinkörnige Bettung durch die tropischen Regengüsse leicht

²¹²⁾ Nach Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil.

ausgespült wurde und an den glatten Wänden zu wenig Halt hatte. Auch sind viele Glocken gebrochen.

Griffin gab der Gufsglocke 1863 eine längliche Grundform von 670 bis 760 mm Länge und 400 bis 480 mm Breite bei 180 bis 200 mm Höhe, sowie wellenförmige Rippen (Textabb. 287), um ihre Festigkeit und feste Lage zu erhöhen. Auch diese Glocke fand in den genannten Ländern weite Verbreitung. Die Schiene ruht in dem stuhlförmigen Obertheile zwischen einem langen Kissen von Teakholz und dem gewöhnlichen Holzkeile, oder wird unter Vermeidung allen Holzes durch einen Eisenkeil festgehalten (Textabb. 287).

Glocken aus geprefstem Bleche sind in verschiedenen Formen von Livesey 1864 und von Mac Lellan 1874 ausgeführt werden. Während die Glocke von Livesey bei viereckiger Grundform glatte Wände zeigte, hat Mac Lellan seine Einzelstütze, welche in

Indien Verwendung fand, wellenförmig gerippt (Textabb. 288).

Das Stahlblech ist 4,76 mm stark und eine Einzelstütze wiegt annähernd 50 kg.

Bei allen Glockenstützen leidet die feste Lage und Haltbarkeit erheblich, wenn die erdige Bettung aus dem Innern ausgespült wird, oder in der Glocke nach vorheriger Durchnässung unter der Troponne zu einer steinförmigen Masse erhärtet. Auch ist das

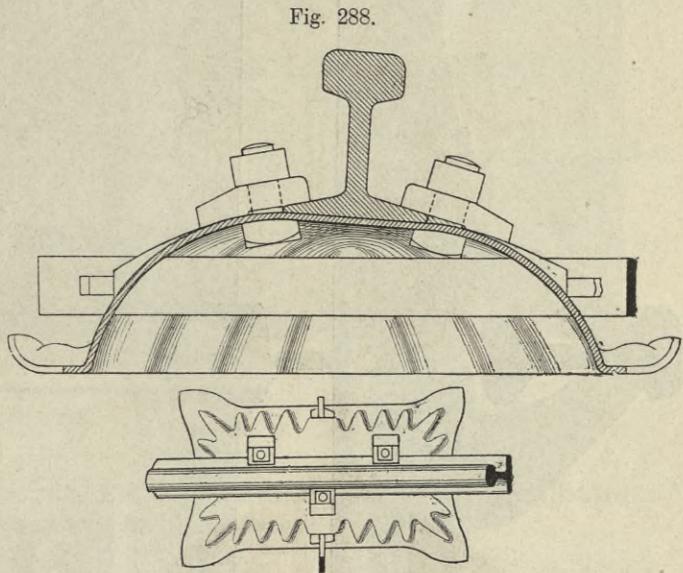


Fig. 288.

Mafsstab 1 : 5 und 1 : 20.

Geprefste Glocke von Mac Lellan, Indische Bahnen, 1874.

ordentliche Unterstopfen der Hohlräume verhältnismäfsig schwierig und kostspielig.

Man hat sich daher neuerdings mehr den Plattenstützen zugewandt. Denham führte 1875 eine solche von 864 zu 305 mm Grundfläche auf den ostindischen Breitspurbahnen ein, die demnächst durch Olpherts zu der in Textabb. 289 dargestellten Form verbessert wurde. Auch auf den indischen Schmalspurbahnen mit 1 m Spur ist eine solche Plattenstütze von 610 zu 254 mm Grundfläche in Benutzung (Textabb. 290) Bei beiden Platten wird die Schiene durch einen innern losen Stuhlbacken beim Antreiben eines Keiles gegen den äufsern festen Stuhlbacken geprefst und eingespannt. Die Stuhlschiene wird nur am Kopfe, die Breitfußschiene nur mit dem Fufse unterstützt.

Bei allen Einzelstützen sind besondere Querverbindungen zur Herstellung und Erhaltung der Spur nothwendig. Am gebräuchlichsten sind durchgehende Flacheisen, die durch Keile festgehalten werden, welche zugleich zur Befestigung der

Schiene dienen (Textabb. 288 bis 290). Die große Einfachheit solcher Befestigung, die hohen Betriebsbeanspruchungen allerdings kaum zu genügen vermöchte, ist

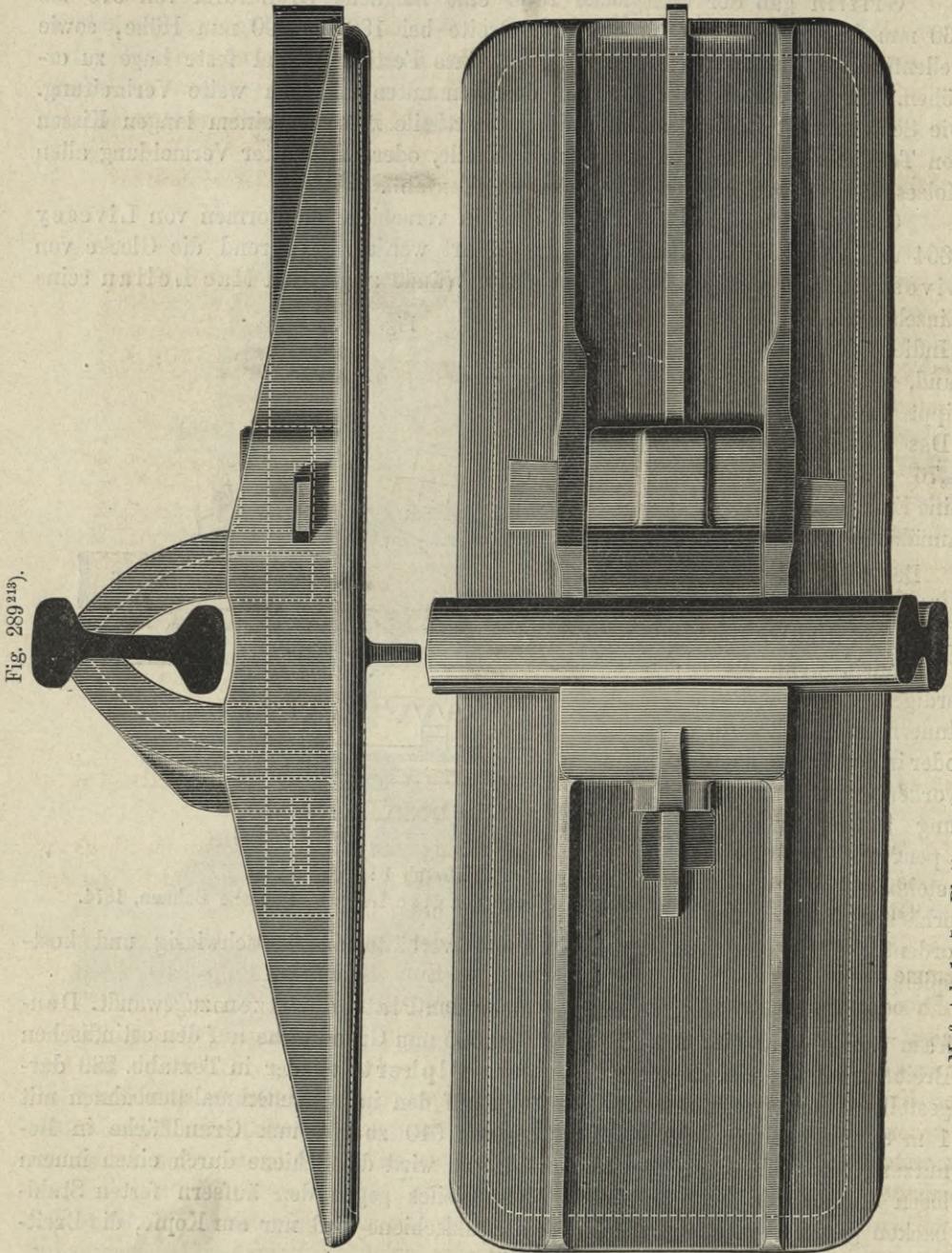


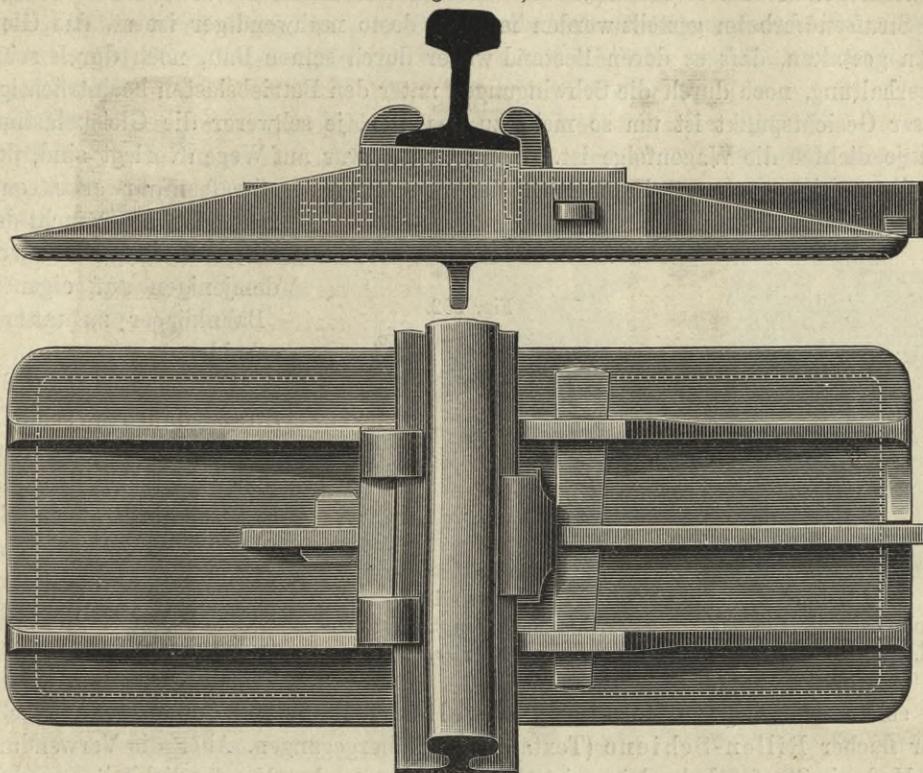
Fig. 289²¹³⁾,

Maisstab 1 : 5. Plattenstütze von Denham-Olpherts, Indische Breitspurbahnen, 1881.

besonders in den Tropen von Werth, wo die für die Bahnunterhaltung zu Gebote stehenden Kräfte meistens nicht geschult und spärlich sind.

²¹³⁾ Nach Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil.

Fig. 290²¹⁴⁾.



Mafsstab 1 : 5. Plattenstütze von Denham-Olpherts, Indische Schmalspurbahnen.

IV. f) Oberbau für Strafsen-, Kabel-, Zahnstangen und Seilbahnen, sowie für Hochbahnen besonderer Art.

Wie schon auf S. 114 erwähnt wurde, nöthigt die Lage des Gleises im Strafsendamme, oder die abweichende Art des Kraftanriffes, sowie die Lage der Fahrzeuge zum Gleise unter Umständen zur Anwendung besonderer Gleisformen.

Bei den Strafsenbahnen übt aufser der Lage des Gleises im Strafsendamme noch der Umstand einen wesentlichen Einfluss, ob die Bahn als Reibungsbahn oder als Kabelbahn betrieben wird, in erstem Falle ist ferner die Betriebsweise — Pferde-, Dampf-, elektrische Bahn — von Bedeutung. Bei den Zahnstangen und Seilbahnen ist dagegen für die Ausbildung des Gleises die Art des Kraftanriffes maßgebend. Ferner kommen noch Bahnen in Betracht, bei welchen die Fahrzeuge nicht ausschliesslich über den Fahrschienen liegen. Die besonderen Eigenheiten des Oberbaues für elektrische Bahnen sollen in einem besondern Abschnitte B. V. erörtert werden.

f) 1. Strafsenbahnen im Allgemeinen.

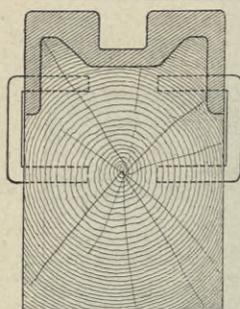
Man unterscheidet Bahnen in städtischen und ländlichen Strafsen. Bei ersteren liegt das Gleis meistens im Pflasterdamme, bei letzteren in der Regel nur in

²¹⁴⁾ Nach Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Theil.

4. April 1898 in der Hofbibliothek Berlin

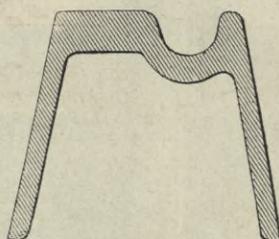
Steinschlagbahn oder Bekiesung. Je höhere Forderungen an die Vollkommenheit der Strafsenfahrbahn gestellt werden müssen, desto nothwendiger ist es, das Gleis so zu gestalten, daß es deren Bestand weder durch seinen Bau, noch durch seine Unterhaltung, noch durch die Schwingungen unter den Betriebslasten beeinträchtigt. Dieser Gesichtspunkt ist um so mehr zu beachten, je schwerer die Gleisbelastung und je dichter die Wagenfolge ist. Wenn Gleise zwar auf Wegen verlegt sind, der von ihnen eingenommene Raum aber der Benutzung des Strafsenfuhrwerkes entzogen ist, so braucht der Oberbau sich nicht von demjenigen auf eigenem Bahnkörper zu unterscheiden.

Fig. 291.



Mafsstab 1 : 5.
Holz-Langschwelle mit
flacher Rillenschiene.

Fig. 292.



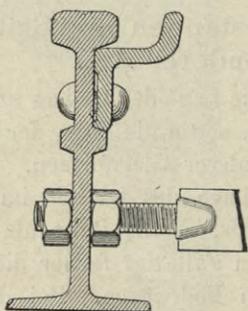
Mafsstab 1 : 5.
Hohlschiene von Scott-De-
merbe.

Die Rücksicht auf die Strafsenfahrbahn schließt die Verwendung gewöhnlicher Querschwellengleise aus, weil die Strafsendecke über den Schwellen für eine ausreichende Befestigung zu niedrig ist und durch die Gleisschwingungen losgerüttelt wird. Man ist daher schon frühzeitig zu Holz-Langschwelligleisen, mit aufgenagelter Flach-, oder flacher Rillen-Schiene (Textabb. 291) übergegangen. Aber die Verwendung von Holz in Strafsenbahngleisen ist wegen seiner raschen Vergänglichkeit unzweck-

her schon frühzeitig zu Holz-Langschwelligleisen, mit aufgenagelter Flach-, oder flacher Rillen-Schiene (Textabb. 291) übergegangen. Aber die Verwendung von Holz in Strafsenbahngleisen ist wegen seiner raschen Vergänglichkeit unzweck-

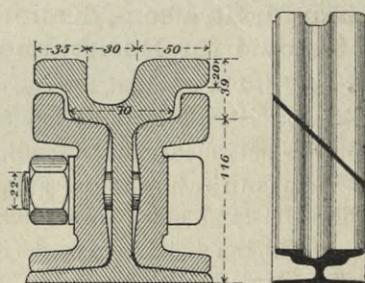
her schon frühzeitig zu Holz-Langschwelligleisen, mit aufgenagelter Flach-, oder flacher Rillen-Schiene (Textabb. 291) übergegangen. Aber die Verwendung von Holz in Strafsenbahngleisen ist wegen seiner raschen Vergänglichkeit unzweck-

Fig. 293.



Mafsstab 1 : 5.
Strafsenbahnschiene,
München.

Fig. 294.



Mafsstab 1 : 5.
Phönix-Schiene, Pferdebahnen, Berlin.

mäßig. Um überhaupt die doch stets einer mehr oder minder häufigen Unterhaltung bedürftigen Befestigungsmittel zwischen Schiene und Schwelle entbehrlich zu machen, verwendet man z. Z. fast ausschließlich Schwellenschienen²¹⁵⁾.

Außer den schon unter IV. a. 3. d. S. 168 und IV. d. S. 259 mitgetheilten Schienen-

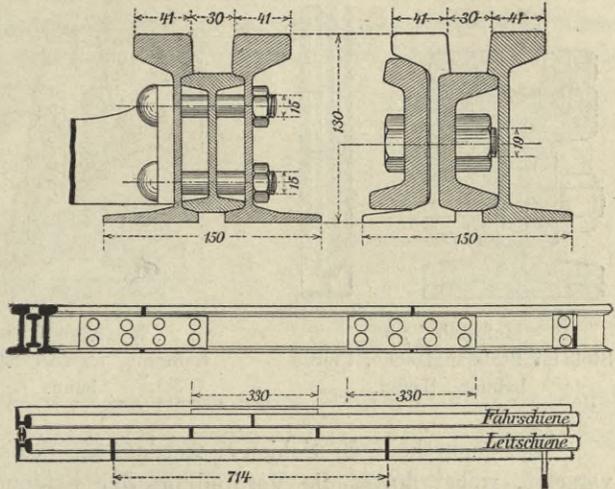
²¹⁵⁾ Vergl. jedoch Organ 1896, S. 178 und 1897, S. 37, woselbst die Verwendung eines Querschwellengleises mit 220 mm hohen Schienen, das in Hamburg versucht wird, erörtert ist.

formen kommt noch die Hohlschiene von Scott-Demerbe in Betracht (Textabb. 292). Sie hat besonders außerhalb Deutschlands eine gewisse Verbreitung gefunden, ist aber den Formen von Hartwich, Phönix und Haarmann nicht ebenbürtig.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Gestaltung der Spurrille. In europäischen Städten wird es heute für ungenügend erachtet, die Spurrille nur durch den Pflasteranschluß herzustellen, wie dies bei Landstraßen ausreicht und auch in amerikanischen Städten noch geduldet wird. Die einfache Hartwich-Schiene (Textabb. 147, S. 168), und die in Textabb. 150, S. 171 dargestellte amerikanische Schiene erscheinen nach unseren Begriffen für städtische Straßenbahnen daher unzureichend; bei ersterer hat man deshalb in München die Spurrille durch eine besondere Schutzleiste gebildet (Textabb. 293).

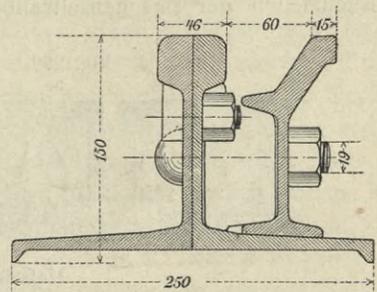
Die Rillentiefe, mit welcher man bei der eintheiligen Rillenschiene behufs Verringerung der Schienenkopfmasse bis auf 22 und 19 mm herabgegangen ist, sollte nicht unter 26 bis 28 mm bleiben, um einem Auflaufen des Spurkanzes auf dem Rillenboden bei Abnutzung der Schienen und Räder vorzubeugen. Ebenso vergrößert eine zu geringe Rillenweite mit der Reibung zwischen Rad und Schiene die Betriebs- und Unterhaltungskosten; in Deutschland ist daher in der Geraden eine Rillenweite von 30 mm üblich geworden, welche in Krümmungen in Abstufungen von 3, oder 5 mm etwa bis 40 mm vergrößert wird. Diese Rillenerweiterung kann bei eintheiligen Rillenschienen (Textabb. 294) nur durch Nacharbeiten oder durch Anwendung besonderer Bogenschienen erreicht werden, bei mehrtheiligen Schienen (Textabb. 295 und 296) dagegen durch Einschaltung entsprechender verstärkter Zwischenstücke. In dieser Hinsicht, wie durch die unmittelbare Unterstützung des Fahrkopfes durch den Schienensteg sind mehrtheilige Schienen den eintheiligen überlegen, andererseits haben diese die größere Einfachheit für sich. Eine nach unten geschlossene Spurrille ist zur Vermeidung des Festklemmens der Pferdehufe den unten offenen Rillen vorzuziehen, bei mehrtheiligen Schienen wird diesem Ge-

Fig. 295.



Mafsstäbe 1 : 5 und 1 : 20. Oberbau mit Drillingschiene.

Fig. 296.



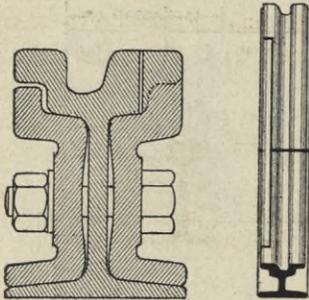
Mafsstab 1 : 5.

Schwellenschiene mit Leitschiene, Haarmann.

sichtspunkte durch fortlaufende Zwischenstücke, oder die besondere Form der Leitschiene Rechnung getragen (Textabb. 295 und 296). Die Anordnung nach Textabb. 295 wird Oberbau mit Drillingschienen, bei Ersatz des durchgehenden durch einzelne Zwischenstücke Oberbau mit Zwillingschienen genannt.

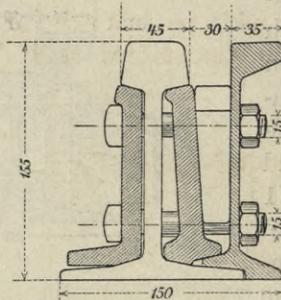
Der Schienenstofs eintheiliger Schienen wird zur Erleichterung eines möglichst stofslosen Ueberganges der Fahrzeuge vielfach mit schräger Stofsuge hergestellt (Textabb. 294), dieser Schrägstofs

Fig. 297.



Mafsstab 1 : 5.
Stofs mit Stofsfanglasche, Pferdebahnen, Berlin.

Fig. 298.



Mafsstab 1 : 5.
Keilstofs, Essener Strafsenbahn.

kann aber die Uebelstände des Stofses: raschen Verschleifs der Schienenenden und Lockerung der Befestigungsmittel nicht ganz aufheben, man ist daher in Berlin 1894 versuchsweise zu Stofsfanglaschen mit am Stofse ausgefalttem Fahrkopfe übergegangen (Textabb. 297).

Bei mehrtheiligen Schienen werden die Stöße der Fahr- und Leitschienen versetzt, wobei durch die Verbindung der Schienen mit den Laschen und den Zwischenstücken der Druck von der Fahrschiene auf die Leitschiene übertragen werden soll (Textabb. 295). Besonders wirksam ist in dieser Hinsicht der Keilstofs, wie er bei der Essener Strafsenbahn zur Anwendung gekommen ist (Textabb. 298) und auch bei Zwillingschienen verwendet werden kann. Durch die Wirkung der Spurkränze werden die Keile in Anzug erhalten und so ist das Nachziehen der Laschenschrauben entbehrlich. Das Herausnehmen der Keile er-

Fig. 299.

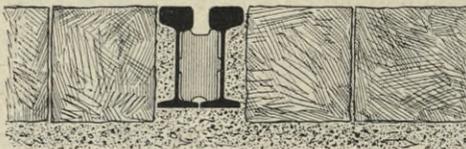


Fig. 300.



Mafsstab 1 : 20. Pflasteranschlüsse.

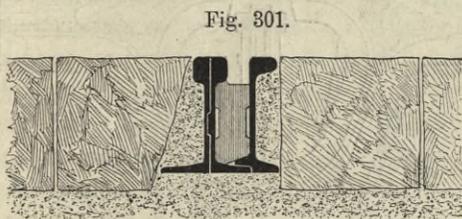
möglichst das Auswechseln der Laschen, ohne die Strafsendecke auf mehr, als Laschenlänge aufzubrechen.

Am wirksamsten können die Uebelstände des Stofses vermieden werden, wenn die Fahr-Schwellschiene aus zwei Halbschienen besteht, oder bei einseitig angeordnetem Stege — Wechselstegschiene — mit Ueberblattung versehen ist, wie dies im vorigen Abschnitte IV. d. S. 259 bis 264 näher dargelegt wurde (Textabb. 280 bis 286 und 296²¹⁶).

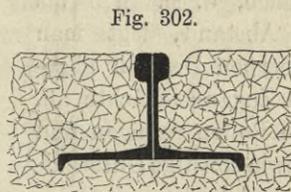
²¹⁶) Haarmann, die Kleinbahnen. Berlin 1896, S. 179. Dagegen wird im Organ 1896,

Auch bei Strafsenbahnen sind trotz des seitlichen Haltes der Schienen im Pflaster zwischen den beiden Schienensträngen Querverbindungen aus Flach- oder Runderisen nöthig (Textabb. 293, 295).

Je dichter das Pflaster an die Schienen anschließen kann, um so besser wird die Fahrbahn halten. Da ein möglichst breiter Schienenfuß eine feste Gleislage und dadurch auch einen guten Pflasteranschluss begünstigt, so erscheint die oft gestellte Forderung, auch im Pflasteranschlusse durchweg Steine mit gleichmäfsig rechteckigen Kanten zu verwenden, welche bei mehrtheiligen Schienen die Anwendung breiter Füfse erschwert, und sich nur bei eintheiligen Rillen- oder schmalfüßigen Zwillingsschienen durchführen läfst (Textabb. 299, 300), nicht gerecht-



Mafsstab 1 : 20. Pflasteranschlufs.



Mafsstab 1 : 20. Haarmann'sche Schwellenschiene in Landstraßen, ohne Spurrille.

fertigt, vielmehr sollte man auch abgeschrägte Steine (Textabb. 301) zulassen²¹⁷⁾. Bei Holz- und Asphaltpflaster werden die Schienen vielfach durch behauene Saumsteine oder besondere Asphaltplatten eingefasst.

Bei Bahnen auf ländlichen Wegen kann unbedenklich von der Herstellung einer metallisch geschlossenen Spurrille abgesehen werden (Textabb. 302).

f) 2. Strafsen-Kabelbahnen.

Bei diesen Bahnen erfolgt die Fortbewegung der Fahrzeuge durch das Kuppeln mit einem stetig bewegten Seile ohne Ende. Beim Oberbau muß daher auch auf die Seilführung und Kuppelung der Fahrzeuge mit dem Triebseile Rücksicht genommen werden. Das Seil liegt unter der Strafsenoberfläche in einem Kanale, von welchem aus der Greiferschlitz bis zur Strafsenoberfläche reicht, sodafs der vom Wagen durch diesen Schlitz herabhängende Greifer mit dem Seile gekuppelt werden kann. Damit unabhängige Bewegungen der Seiltragrollen, des Greiferschlitzes und der Schienen unmöglich sind, müssen diese unter sich der Höhe und Breite nach fest verbunden sein. Dies wird durch starre Rahmen aus Form- oder Gufseisen, alten Schienen u. s. w. erreicht, welche den genannten Oberbautheilen in 1,10 bis 1,5 m Abstand als Stütze dienen und mit Beton umgossen werden²¹⁸⁾ (Textabb. 303 und 304).

Wenn dieser Kanal nicht durch das natürliche Gefälle der Strafsen aus-

S. 178 die Verwendung zweitheiliger Schienen als fehlerhaft bezeichnet, weil sich die Köpfe unter der Einwirkung von Schmutz und Eis auseinander biegen und dann eine starke Rostbildung eintritt. Organ 1897, S. 37 wird dies wieder bestritten.

²¹⁷⁾ Haarmann, die Kleinbahnen, Berlin 1896, S. 200.

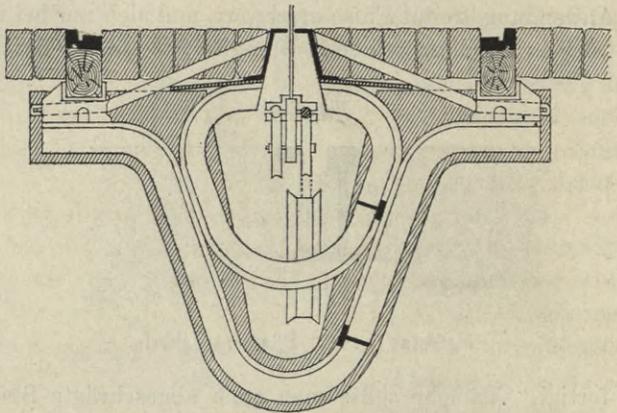
²¹⁸⁾ Leifsnier, Zeitschr. f. Bauwesen, 1886, S. 227.

reichende Entwässerung erhält, muß er mit Sohlengefälle versehen, auch müssen nach Bedarf Wassersammel- und Reinigungsschächte angelegt werden. Das Sohlengefälle beträgt z. B. in Chicago 1 : 343, und der Abstand der Reinigungsgräben, deren Sohle 305 mm unter Kanalsohle liegt, 91,5 m.

In kalten Gegenden müssen die Kanäle wegen der Frost- und Schneefahr tiefer gelegt werden, als in milden; es sind Tiefen von 0,56 bis über 1,0 m üblich, bei 0,30 bis 0,875 m lichter Weite. Den Greiferschlitz pflegt man 19 mm weit zu machen. Bei den Tragrollen, d. h. in 9 bis 10 m Abstand, legt man mit eisernen Deckeln abgedeckte Zugangsschächte an, um die Rollen reinigen und ölen sowie sonstige Unterhaltungs- und Ausbesserungsarbeiten vornehmen zu können²¹⁹⁾.

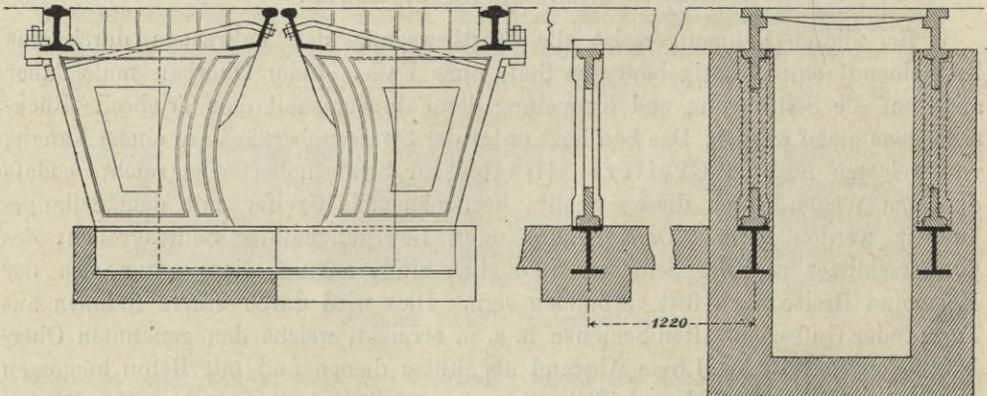
Bei Kreuzungen, Gabelungen und scharfen Krümmungen kann aus hier nicht zu erörternden Gründen ein Lösen des Greifers vom Seile nothwendig werden. Um dies Abwerfen des Seiles selbstthätig zu bewirken, wird dem Gleise eine kurze scharfe Ausbiegung gegeben

Fig. 303.



Maßstab 1 : 25. Kabelbahnen in Chicago.

Fig. 304.



Maßstab 1 : 25. Kabelbahnen in New-York.

(Textabb. 305), in der das Seil der geraden Richtung folgt und den vorher gelösten Greifer verläßt. Um den Fahrzeugen den scharfen Seitenstoß solcher Ausbiegungen zu ersparen, können auch die Schienen gerade durchgeführt und nur der Greifer-

²¹⁹⁾ Röll, Encykl., Wien, 1894, Bd. VI. S. 2999; Leifsnér, Zeitschr. f. Bauwesen 1886, S. 227.

schlitz seitlich gebogen werden (Textabb. 306). Der Greifer muſs in diesem Falle am Wagen seitlich drehbar befestigt sein.

In Gleisgabelungen pflegt man den Greiferschlitz mit beweglicher Zunge auszustatten, die mit den Weichenzungen verbunden ist und gleichzeitig mit diesen gestellt wird.

Fig. 305.

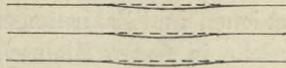
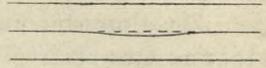


Fig. 306.



Anordnung zum Lösen des Greifers vom Seile.

f) 3. Zahnstangenbahnen.

Wenn die Steigung einer Bahn zu groß ist, um sie als Reibungsbahn betreiben zu können, so kann man mit Vortheil von einer in das Gleis eingebauten Zahnstange Gebrauch machen; sie liegt in der Regel in der Mitte zwischen den Schienen und ist gegen diese erhöht.

Man unterscheidet stehende und liegende Zahnstangen, d. h. solche mit lothrecht oder wagerecht angeordneten Zähnen und unter den ersteren die Leiterstange und die Plattenstange. Für die Jungfraubahn ist von Strub eine oben stärkere, keilige, liegende Zahnstange vorgeschlagen, in welche Kegelräder eingreifen, um so zugleich eine Verankerung des Fahrzeuges an der Zahnstange zu erzielen.

Die Zahnstangenbahnen treten entweder rein als solche auf, z. B. zur Ersteigung einzelner Berge und dienen dann ausschliesslich oder vorzugsweise dem Personenverkehre, sodafs nur verhältnismässig geringe Lasten zu befördern sind. Oder sie werden in Verbindung mit Reibungsbahnen zur Ersteigung einzelner besonders steiler Strecken benutzt, in welchem Falle die Züge geschlossen von den Reibungsstrecken auf die Zahnstangenstrecken übergehen und auf diesen oft nicht unbedeutliche Lasten zu befördern sind.

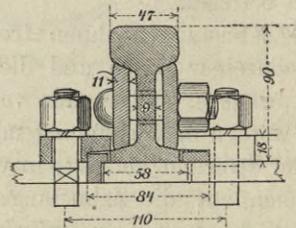
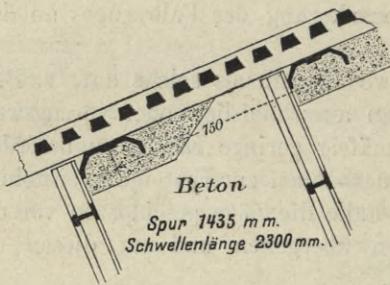
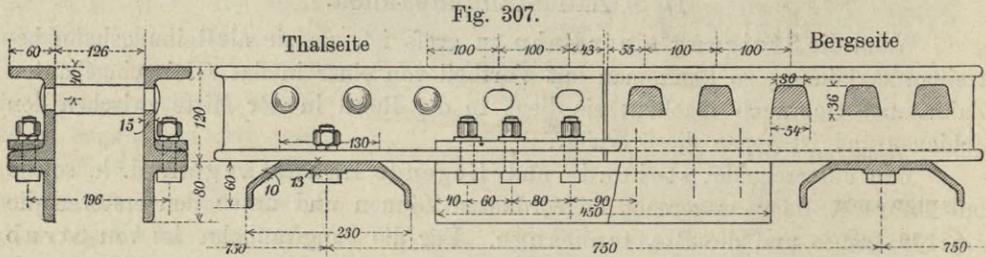
Bei derartigen gemischten Bahnanlagen weisen die Zahnstangenstrecken Steigungen von 40‰ bis 120‰ auf, eine grössere Steigung als 80‰ wird aber im Allgemeinen nur bei Bahnen mit geringen Lasten angewandt. Bei reinen Zahnstangenbahnen kommen bei stehender Stange Steigungen bis zu 377‰, bei liegender Stange solche bis zu 480‰ vor.

In Krümmungen pflegt man den Zahnstangengleisen in gleicher Weise Schienenüberhöhung zu geben, wie gewöhnlichen Gleisen, die Spurerweiterung hält man dagegen in Grenzen von 7 bis 9 mm, weil die Zahnräder nicht so viel Spielraum haben dürfen, wie Räder mit Spurkränzen. Da aber die Lage solcher Bahnen im Gebirge oft die Anwendung scharfer Bögen nöthig macht, so müssen die Betriebsmittel durch bewegliche Achsen der geringen Spurerweiterung angepaſst werden. Das Verlegen in Krümmungen erfordert besondere Sorgfalt und ein genaues Ablängen und Zusammenpassen aller Theile. Es ist daher erwünscht, eine möglichst geringe Zahl verschiedener Halbmesser anzuwenden.

Bei allen Zahnstangenstrecken zeigt sich ein sehr starkes Wandern der Schienen auf den Schwellen und des ganzen Gestänges zu Thal. Man wirkt diesem durch Verwendung möglichst langer Ouerschwellen und fester Verbindungen dieser mit den Schienen und der Zahnstange entgegen, und benutzt ausserdem kräftige Winkellaschen, Vorstofsbleche u. s. w. als Vorbeugungsmittel. Bei Neigungen von

mehr als 80⁰/₁₀₀ reichen diese Mittel aber nicht aus, man muß vielmehr für die Schwellen in gemauerten, oder aus Beton hergestellten Klötzen, deren Abstand je nach der Bahneigung größer oder kleiner zu wählen ist, nach Bedarf unter Zuziehung eingemauerter Schienenstücke, besondere Stützpunkte schaffen (Textabb. 307).

Zur Unterstützung der Schienen und Zahnstangen dienen fast ausschließlich eiserne Querschwellen, welche in festen Kleinschlag gebettet werden. Holzschwellen haben sich nicht so brauchbar erwiesen. Die genau richtige Höhenlage der Zahnstange, auf welche großer Werth gelegt werden muß, leidet durch die



Maßstäbe 1 : 5, 1 : 10, und 1 : 25.

Riggenbach'sche Zahnstange, Rigibahn, Vitznau. Spurweite 1435 mm, Schwellenlänge 2300 mm.

Nachgiebigkeit des Holzes, auch gestattet dieses nicht die Anwendung so wirksamer Mittel gegen das Wandern, wie Eisenschwellen.

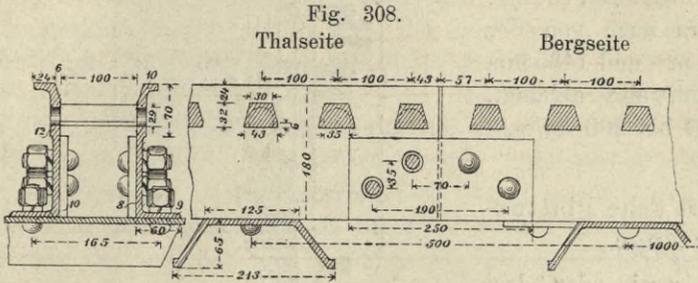
3. a) Die Leiterstange

wurde zuerst 1858 beim Bau einer Zahnstangenbahn auf den Mount Washington von S. Marsh angewandt und erhielt dann beim Bau der Rigibahnen von Riggenbach 1870 diejenige Gestalt, in welcher sie sich, abgesehen von kleinen Verbesserungen, bis heute erhalten hat (Textabb. 307 bis 309²²⁰). Die Wangen erhalten z. Z. allgemein C-Form, sie liegen in 100 bis 140 mm Abstand und dienen den trapezförmigen Zähnen, die meistens 100 mm Mittenabstand besitzen, als Auflager. Wenn die Wangen mit Innenleisten versehen sind, auf welche sich die Zähne aufsetzen (Textabb. 309), wie bei der von Bissinger erbauten Höllenthalbahn²²¹, so genügt es, die Zähne mit runden Zapfen in die gleichfalls runden Wangenlöcher zu stecken, ohne ein Verdrehen der Zapfen befürchten zu

²²⁰) Schweiz. Bauzeitung 1891, Bd. 17, S. 71; 1893 Bd. 21, S. 50; Röll, Encykl. S. 3564; Müller, Grundz. d. Kleinbahnwesens, Berlin. 1895, S. 125.

²²¹) Organ, 1887, S. 200.

müssen. Bei Fortfall solcher Leisten (Textabb. 307, 308) müssen die Zapfen und Zapfenlöcher zur Verhinderung des Drehens unrund sein. Die Zapfen werden in der Regel in den Wangen vernietet, bei der Höllenthalbahn sind aber jeweilig einige



Maßstab 1 : 10.

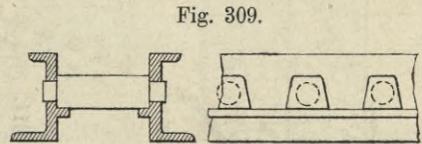
Zahnstange der Wengernalp-Bahn, Spurweite 800 mm, Schwellenlänge 1600 mm.

Zapfen mit Schraubengewinden versehen, durch welche die Wangen fest an die Zähne geprefst werden, alle übrigen Zapfen dagegen nur lose eingesteckt. Bissinger ermöglicht dadurch das Auswechseln einzelner Zähne während bei den vernieteten Stangen beim Schadhafwerden eines Zahnes alle Zähne des Stangenstückes abgängig werden. Die kleineren Zapfenlöcher und die sorgfältigere Herstellung runder Löcher verringern zudem die Gefahr des Aufspaltens des Wangensteges am untern Ende des Stangenstückes, sodass der Abstand der Löcher am Berg- und Thalende, der bei der Riggenbach'schen Stange zur Verminderung dieser Gefahr ungleich groß genommen ist (Textabb. 307 u. 308), gleich gemacht werden kann und eine beliebige Umkehrung der Stangentheile möglich ist²²²). Uebrigens ist auch die in Textabb. 308 dargestellte Leiterform mit den kräftigen Wangen der Anordnung der Rigibahn überlegen, auch bieten die oben erweiterten Wangen in scharfen Krümmungen einen vermehrten Schutz gegen ein seitliches Anstoßen und Auflaufen der Zahnräder.

Die Zahnstangenstücke werden in der Regel etwa 3 m lang gemacht, gleich der Hälfte, oder einem Drittel der Schienenlänge. Der Stoß der Schienen und der Zahnstange wird ruhend, oder schwebend angeordnet und mit kräftigen Schutzmitteln gegen das Wandern ausgestattet (Textabb. 307, 308), wobei selbst Einklinkungen des Schienenfußes nicht gescheut werden (Textabb. 307). Die Stöße werden meistens gegeneinander versetzt und der Zahnstangenstoß wird durch Unterlageplatten, Flach- oder Winkellaschen verstärkt.

Bei gemischten Zahnstangen- und Reibungsbahnen sind besondere Zahnstangeneinfahrten nöthig, welchen die Aufgabe zufällt, die Zahnräder der aufzufahrenden Locomotive selbstthätig zum Eingriffe zu bringen. Da man sich auch bei Leiterstangen hierzu zweckmäßig der Abt'schen Plattenstange bedient, wird das Weitere hierüber dort mitgetheilt werden.

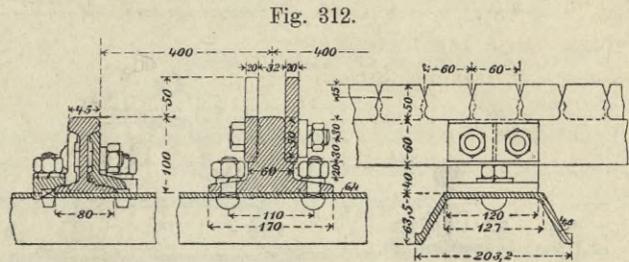
²²²) Organ 1887, S. 200, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1890, S. 121.



Maßstab 1 : 10.

Zahnstange der Höllenthalbahn von Bissinger.

ung in der Gleisrichtung gegeneinander verschoben sind (Textabb. 310 bis 312). Sie wurde zum ersten Male auf der 1886 eröffneten Harzbahn von Blankenburg nach Tanne²²³⁾ angewandt. Die mehrtheilige Anordnung der Zahnstange ermöglicht die Versetzung der Stöße der Theilstangen gegeneinander in ruhender Stosslage um den Schwellenabstand, sodafs ausser dem die Zahnstangen aufnehmenden, gufseisernen Stuhle und der Verlaschung neben der gestofsenen noch eine oder zwei ungeschwächte Theilstangen durchlaufen. Bei den Leiterstangen ist an deren Stofse in Folge der Wärmebewegungen und der Einwirkung des Wanderns die Zahntheilung nicht geringen Unregelmäfsigkeiten unterworfen und daher in mehr oder minder hohem Mafse unterbrochen. Eine solche Unterbrechung ist bei der Abt'schen Zahnstange nicht zu fürchten. Ferner hat diese vor der Leiterstange noch den Vortheil, dafs sie bei höchstens gleichem Gesamtgewichte ein bequemerer Vorstrecken ermöglicht, weil die Zusammensetzung der Einzeltheile an Ort und Stelle erfolgen kann, während die Leiterstange vorher fertiggestellt und im Ganzen verlegt werden mufs. Auch das Auswechseln einzelner Theile ist erleichtert und beide Gesichtspunkte fallen umsomehr ins Gewicht, je stärkere Steigungen die betreffenden Strecken haben.



Mafsstab 1 : 10. Zahnstange, Monte-Generoso-Bahn. Schwellenlänge 1800 mm.

Auch die Abt'sche Zahnstange pflegt man aus Stücken von 2,6 bis 3 m Länge, gleich einem Drittel der Schienenlänge zusammensetzen. Die Stärke der 110 mm hohen Theilstangen beträgt 15 bis 25 mm und kann bei derselben Bahn je nach deren Neigung wechseln, worin ein weiterer Vorzug dieser Bauart liegt²²⁴⁾. Die 50 mm hohen Zähne sind aus der vollen Platte ansgefräst und haben, wie bei der Leiterstange, eine Flankenneigung von 1 : 4 und 120 mm Theilung. Die Schraubenlöcher in den Zahnstangen sind in der Mitte rund, an den Enden länglich und geben den Schrauben etwas Spiel.

Die Zahnstangen-Einfahrten werden auf Federn gelagert und am obern Ende gelenkartig mit der fest gelagerten Stange verbunden. Am vordern Ende nimmt die Zahnhöhe allmähig ab (Textabb. 311). Falls beim Einlaufen die Räder nicht sofort richtig eingreifen, wird das Einfahrtstück niedergedrückt und zwischen Zahnrad und Stange soviel Reibung erzeugt, dafs sich ersteres dreht und durch Abwicklung auf dem Kopfe, statt im Theilkreise bald mit den Zähnen gegen die Stange soweit verschiebt, dafs ein Zahneingriff erfolgt. Das Gewicht der zweitheiligen Stange beträgt 30 bis 50 kg/m, das Gesamtgewicht bei der Generosobahn 100 bis 110 kg/m, je nach der wechselnden Stangendicke.

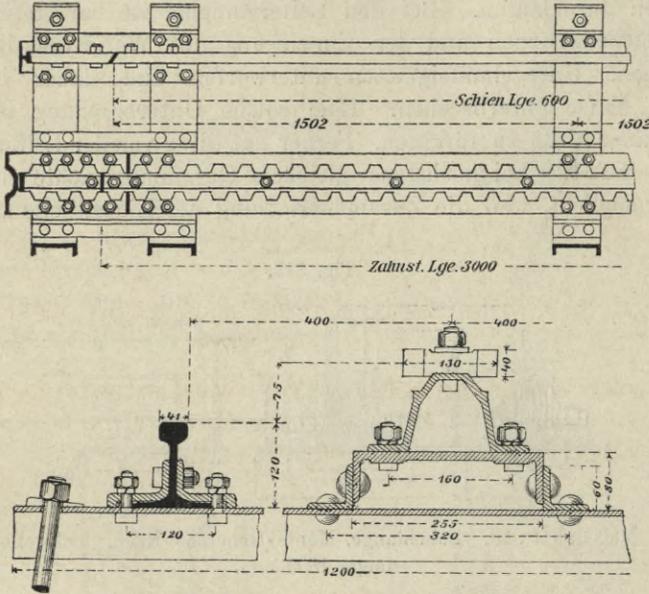
²²³⁾ Organ 1886, S. 138.

²²⁴⁾ Walloth, die Drahtseilbahnen der Schweiz, Wiesbaden 1893, S. 62; Röhl, Encykl. Wien 1895, S. 3567; Schweizerische Bauzeitung, 1891, Bd. 18, S. 77.

3. γ) Die liegende Zahnstange von Locher

ist bisher nur bei der Pilatusbahn mit ihrer außerordentlichen Steigung von 480‰ zur Anwendung gekommen (Textabb. 313), für die Jungfraubahn vorgeschlagen. Sie bietet gegenüber den stehenden Stangen den Vortheil, daß ein

Fig. 313.



Mafsstäbe 1 : 10 und 1 : 25.

Liegende Zahnstange der Pilatusbahn.

Aufsteigen der Zahnräder auf die Stange ausgeschlossen ist. Die Zahnstange ist aus Martinflußeisen 3 m lang, besitzt 85,7 mm Zahntheilung²²⁵), und ist, wie die 6 m langen Schienen an ihrem oberen Ende fest mit den in Granitplatten eingelassenen und in der Untermauerung verankerten \square -förmigen Querschwellen verbunden; am untern Ende ist dagegen Bewegung möglich. Die Zähne sind aus der vollen Stange ausgefräst. Schienen und Zahnstange zeigen schwebenden Stofs; da der Schienenkopf von Klammern, die an den Fahrzeugen befestigt sind, umfaßt wird, dürfen die

Schienenlaschen nicht bis zum Kopfe reichen. Das Gesamtgewicht des Oberbaues beträgt 176 kg/m.

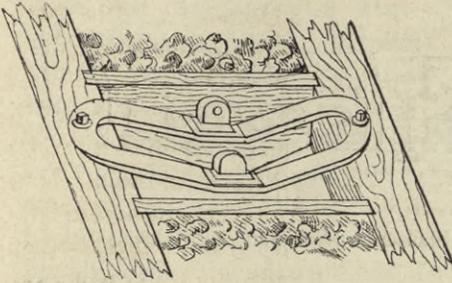
f) 4. Seilbahnen.

Neben Zahnstangenbahnen kommen zur Ueberwindung starker Steigungen auch Seilbahnen in Betracht, mit welchen Steigungen bis zu 620‰ überwunden werden. Da der zu Thal und der zu Berg gehende Zug an demselben Seile hängen, also regelmäfsig eine Zugkreuzung vorkommt, so mufs die Bahn entweder als doppelgleisige ausgeführt, oder es mufs eine Ausweichstelle eingerichtet werden, bei welcher der Oberbau so zu gestalten ist, daß das Seil, ohne von Rädern berührt zu werden, die Schienen kreuzt und daß sich die Fahrzeuge zwangläufig ausweichen. Die Herstellung einer doppelgleisigen Bahn gestattet zwar wegen Fortfalles der Ausweichstelle die einfachste Oberbaugestaltung, die Anlage ist aber theuer und wird daher nur bei kurzen Strecken mit starkem Verkehre an-

²²⁵) Schweizerische Bauzeitung 1886, Bd. 7, S. 53; Centralbl. d. Bauverw., 1890, S. 3. Organ 1887, S. 42; 1888, S. 126.

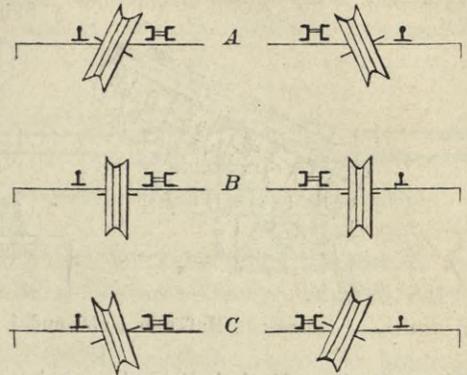
gewandt. Neben vollkommen zweigleisigen Anlagen kommen auch Bahnen vor, bei welchen die beiden Gleise behufs Ersparung an Breite ineinandergeschoben sind,

Fig. 314.



Seilrollenlager.

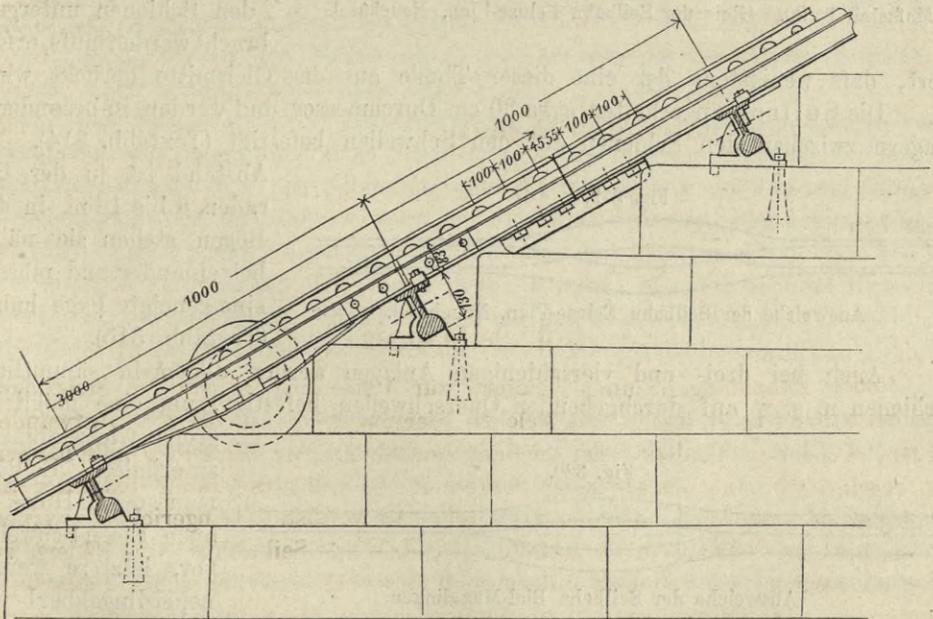
Fig. 315.



Stellung der Rollen in der Geraden und in Bögen.

natürlich sind auch hier besondere Ausweichen nöthig. Außer solchen vierschienenigen Anordnungen sind auch dreischienige²²⁶⁾ üblich, wobei die Mittelschiene beiden Gleisen gemeinsam ist, und eingleisige, also zweischienige Bahnen.

Fig. 316.



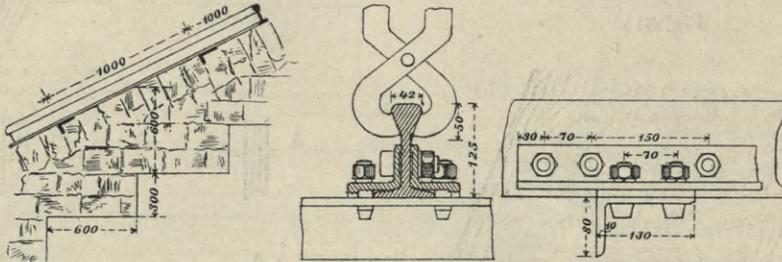
Mafsstab 1 : 20. Seilbahn, Territet-Glion.

Bisher hat man die meisten Seilbahnen auch mit einer Zahnstange ausgerüstet, — Leiterstange oder Plattenstange —, um dadurch eine gröfsere und

²²⁶⁾ Organ 1888, S. 171; 1889, S. 214; 1891, S. 90.

und zuverlässigere Bremswirkung zu gewinnen, es kommen aber auch solche Bahnen ohne Zahnstange vor und auch bei der steilsten aller derartigen Bahnen, der Stanserhornbahn mit 620‰ Steigung ist sie weggelassen, weil eingehende

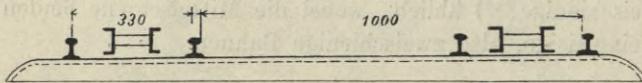
Fig. 317.



Mafsstab 1 : 50 und 1 : 10. Stanserhorn-Seilbahn.

Versuche ihre Entbehrlichkeit ergeben haben, wenn für eine auskömmliche Verankerung der Fahrzeuge am Gleise gesorgt wird und die Schienenform eine kräftige seitliche Bremsung gestattet²²⁷⁾ (Textabb. 317).

Fig. 318.



Mafsstab 1 : 20. Gleis der Seilbahn Écluse-Plan, Neuchâtel.

Die Anordnung einer Zahnstange, welche neben der Seilführung zwischen den Schienen untergebracht werden muß, erfordert, dafs wenigstens der eine dieser Theile aus der Gleismitte gerückt wird. Die Seilrollen erhalten etwa 30 cm Durchmesser und werden in besonderen Lagern zwischen den Schienen auf den Schwellen befestigt (Textabb. 314). Ihr Abstand ist in der Geraden 8 bis 18 m, in den Bögen stehen sie näher bei einander und müssen eine geneigte Lage haben (Textabb. 315).

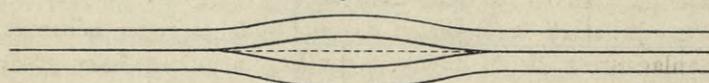
Fig. 319.



Ausweiche der Seilbahn Écluse-Plan, Neuchâtel.

Auch bei drei- und vierschienigen Anlagen werden allgemein sämtliche Schienen u. s. w auf durchgehenden Querschwellen befestigt, um eine möglichst grofse Gleissteifigkeit zu erhalten. Es kommen sowohl Holz-, als auch Eisen-Schwellen vor, letztere werden neuerdings aber bevorzugt, aus den schon

Fig. 320.



Ausweiche der Seilbahn Biel-Maggingen.

bei den Zahnstangenbahnen angegebenen Gründen. Mit Rücksicht auf die sehr starken Steigungen pflegt man den Unterbau als Mauerkörper auszuführen und die

²²⁷⁾ Strub, Schweiz. Bauzeit. 1893, Bd. 21, S. 72. Walloth, die Drahtseilbahnen der Schweiz, 1893, S. 56.

Schwellen in diesem zu verankern (Textabb. 316), oder sie vollständig einzumauern; ungleichschenkelige Winkelleisen haben sich dabei als Schwellen gut bewährt (Textabb. 317).

Die Gleisanordnung und die Ausweiche der vierschienigen Bahn Écluse-Plan in Neuchâtel mit verschlungenen Gleisen sind in Textabb. 318 und 319 und die Kreuzungsstelle der dreischieenigen Bahn Biel-Magglingen in Textabb. 320 dargestellt²²⁸⁾. Die nur 170 cm langen Schwellen der ersten Bahn sind zu kurz, sie lassen eine Verankerung außerhalb der Schienen nicht zu, diese mußte daher in der Achse der Zahnstange angebracht werden, wo sie schwer zugänglich ist. Die Bahn Lausanne-Ouchy (Textabb. 321²²⁸⁾ ist unterhalb der Ausweiche vierschieenig ausgeführt. Es ist einleuchtend, daß dabei die Seile am untern Ende der Ausweichestelle einfach über die kreuzende Schiene hinweggeführt werden können.

Fig. 321.



Ausweiche der Seilbahn Lausanne-Ouchy.

Nach verschiedenen früheren abweichenden Anordnungen werden gegenwärtig die Ausweichen zweischieeniger Bahnen ziemlich allgemein in der in Textabb. 322

dargestellten Weise ausgeführt und der Lauf der Wagen durch diese dadurch gesichert, daß die Räder der einen Seite doppelte Spurkränze erhalten, während die gegenüber liegenden glatt sind; dabei werden die Wagen allerdings abwechselnd rechts und links

Fig. 322.



Ausweiche für zweischieenige Seilbahnen.

durch die Weiche geführt. Bei Ausweichen für Bahnen ohne Zahnstangen vereinfacht sich die Anordnung nicht unerheblich. Die Befestigungsweise der Schienen und Zahnstangen auf den Schwellen unterscheidet sich nicht von den früher beschriebenen, auch die Stofsanordnungen, welche als ruhende, oder schwebende ausgebildet sind, bieten, abgesehen davon, daß die Laschen Platz für die etwa vorhandene Verankerung der Wagen lassen müssen, nichts besonders Bemerkenswerthes. Die eigenartige Schienenkopfform der Stanserhornbahn (Textabb. 317) trägt gleichfalls dem Bedürfnisse dieser Verankerung und der seitlichen Bremsung Rechnung.

Das Gewicht der Schienen und des ganzen Gleises schwankt je nach der Spurweite, welche zur Gewinnung möglicher Quersteifigkeit nicht unter 1 m genommen werden sollte, in ziemlich weiten Grenzen.

Bei allen Bahnen, die starke Steigungen haben, muß in, oder neben dem Gleise durch Treppenanlagen für die Möglichkeit des Begehens der Bahn gesorgt werden. Treppen neben dem Gleise sind solchen innerhalb der Schienen vorzuziehen.

f) 5. Hochbahnen besonderer Art.

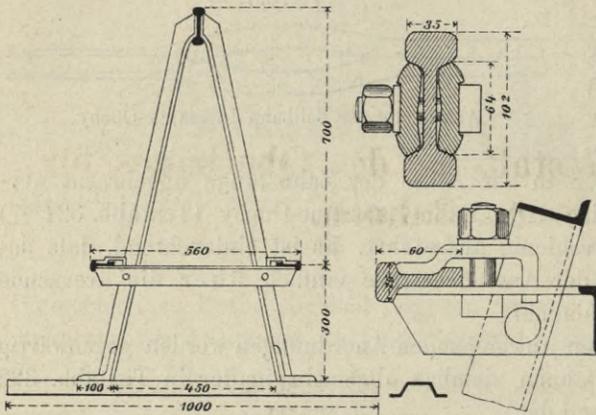
Bei denjenigen Hochbahnen, bei welchen die Fahrzeuge ganz oder zum Theil neben, oder unter den Laufschiene liegen, weicht wegen dieser Lage der Fahrzeuge

²²⁸⁾ Nach Walloth in der vorangegebenen Quelle.

die Bauart des Gleises wesentlich von den gewöhnlichen Formen ab. Hierher gehören zunächst alle Einschienebahnen, bei denen die Wagen auf der Bahn reiten und dann aufser der Fahrchiene seitliche Führungsschienen nöthig haben. Derartige Bahnen sind wiederholt von Fell, Haddan, Le Roy-Stone

vorgeschlagen ohne grössere Anwendung zu finden, haben aber in der von Lartigue eingeführten Gestalt (Textabb. 323) etwa seit 1880 eine nicht unbedeutende Verbreitung gefunden²²⁹⁾. Die aus Winkeleisen gebildeten Böcke haben 1 m, bzw. am schwebend angeordneten Schienenstosse 50 cm Abstand und können nach Bedarf zur Ausgleichung der Unebenheiten des Geländes in verschiedener Höhe ausgeführt werden. Auf der Doppelkopfschiene laufen die

Fig. 323.



Maßstab 1 : 20. Einschienebahn von Lartigue.

Fahrräder, die beiden unteren Schienen dienen Führungsrädern als Stütze. Das Gesamtgewicht des in Textabb. 323 dargestellten Gleises beträgt nur 47 kg/m.

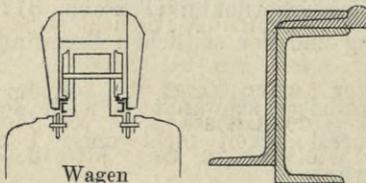
Man kann mit einem solchen Gleise in scharfen Krümmungen dem Gelände folgen, auch verhindert seine hohe Lage ein Verwehen durch Flugsand, was in heißen Gegenden von Bedeutung sein kann. Aehnlich sind die Anlagen von Meigs²³⁰⁾.

Ferner gehören hierher die sogenannten, sowohl mit ein-, als auch mit zweischienigem Gleise ausgestatteten Schwebbahnen, bei welchen die Wagen unter oder neben den Trägern hängen. Zur unbedingten Verhütung von

Entgleisungen sind aufser den Fahrsschienen besondere Anordnungen nöthig, die ein Abheben der Wagen von den Schienen verhindern. Derartige Bahnen sind von Enos, Cook, Langen, Dietrich vorgeschlagen und nach Langen zweischienig probeweise in Deutz, einschieneig für die städtische Hochbahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel (Taf. IV, Textabb. 365, S. 300 u. 366, S. 301) ausgeführt²³¹⁾. In Textabb. 324, welche einen ältern Entwurf Langen's mit zweischienigem Gleise andeutet, sind die Fahrsschienen

nach innen überstehend zwischen Formeisen befestigt, gegen welche sich die unteren Führungsräder anlegen, sodafs ein Abheben der Fahrräder von den Schienen unmöglich ist.

Fig. 324.



Maßstäbe 1 : 100 und 1 : 10.
Schwebbahn von Langen.

²²⁹⁾ Organ 1887, S. 41; 1888, S. 253; 1889, S. 131 u. 184. Centralblatt d. Bauverw. 1889, S. 215; Zeitschrift d. Ver. d. Ing. 1895, S. 1453; Annales des ponts et chaussées, August 1888.

²³⁰⁾ Organ 1886, S. 32; 1887, S. 259; 1895, S. 47.

²³¹⁾ Organ 1895, S. 129. Deutsche Bauzeitung 1895, S. 62. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1895, S. 1453.

B. V. Besondere Gestaltung des Oberbaues für elektrische Bahnen.

Bearbeitet von C. Zehme.

Zum Oberbau elektrischer Bahnen rechnet man auch die Stromzuleitungen, die zu der eigentlichen Gleisanordnung in gewisser Beziehung stehen. Ebenso sollen hier zugleich die allgemeinen Ausweichungen besprochen werden.

V. a) Das Gleis.

Bei elektrischen Bahnen kommen für den Oberbau in gepflasterten Strafsen hauptsächlich die eintheilige Rillenschiene und die mehrtheilige Schwellenschiene in Betracht²³²⁾, während für Aufsenlinien sowohl Schwellenschienen, wie Lang- und besonders auch Querschwellengleise Verwendung finden. Die Verbreitung der einen oder andern Art ist für deren Güte nicht ausschlaggebend, weil bei den mit großer Eile betriebenen Bauten der elektrischen Bahnen die Einfachheit des Oberbaues sehr verlockend ist.

Der ungünstige Einfluß bewegter Lasten hat bei elektrisch betriebenen Strafsenbahnen sehr viel mehr Bedeutung als bei Pferdebahnen, in mancher Hinsicht sogar mehr, als bei gewöhnlichen Lokomotivbahnen.

Die Größe der zusätzlichen Wirkungen bewegter Lasten hängt ab: von der Lage des Gleises im Strafsendamme, von der Steifigkeit des Gleises, d. h. von der Einsenkung, von der Widerstandskraft des Schienenstosses, von dem Alter der Gleise und von der Bauart der Fahrzeuge.

Die einseitige Lage der Gleise im Strafsendamme und die wellige, der Strafsenneigung anzupassende Höhenlage der Schienen begünstigt schon von vorneherein die schädlichen Einflüsse der Wagenbewegung. Da außerdem wegen der schwierigen und theuern Gleisunterhaltung die Gleislage oft zu wünschen übrig läßt, auch stellenweise unvortheilhafte Wagenbauarten und Antriebsaufhängungen²³³⁾ hinzutreten, und endlich der Achsdruck bei elektrischen Bahnen erheblich größer ist, als bei

²³²⁾ Band II, B. IV, d. S. 259 und IV. f. S. 270.

²³³⁾ Siehe Band I. A. V. Betriebsmittel für elektrische Bahnen.

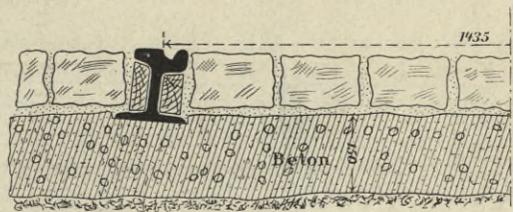
Zusammenstellung XVIII.

Bahnen	Schienenquerschnitt	Gewicht		Bettung	Achsen				
		Schiene kg/m	Gleis kg/m		Anzahl im Jahre	Durchschnitt- höhe (höchste) Achslast kg			
Große Berliner Pferde-Eisen- bahn - Aktien- Gesellschaft	1. Zoologischer Garten — Trepow	Rillenschiene mit Stumpf- und Halbstoßs Haarmann, Zwillingsschiene mit Halbstoßs bei unterirdischer Strom- zuführung. Textabh. 368, 369.	14 a	Im Steinpflaster: Steinschlag; Im Asphaltpflaster: Beton. Gutseiserne Böcke des Tiefleitungskanals auf Beton.	1. 262 800 197 100 2. 154 760 3. 160 600	4500 (4900) 2500 4500 (4900) 4500 (4900)			
	2. Dönhofs-Platz — Schlo- sisches Thor		14 c						
	3. Dönhofs-Platz — Glo- ganerstrasse		14 d						
Aachener Kleinbahn- Gesellschaft	1. In der Stadt (Gepfäs- terte Stralsen)	Breitfußschiene auf eisernen Quer- schwellen. ¹⁰⁰ / ₁₁ 46 Kopfbreite, 80 Fußbreite.	25	In guten Stralsen 100 mm Kieslage. In schlech- teren Stralsen 200 bis 300 mm Steinschlag da- runter.	1. 122 640 2. 61 320 3. —	3250 (4000) 3250 (4000) 3250 (4000)			
	2. In Vororten (Gepfäs- terte Stralsen)		7 a						
	3. Auf Außenlinien (Land- stralsen)		7 a						
Hamburg- Altonaer Centralbahn	1. Hamburger Gebiet	Rillenschiene Phoenix 17 b mit Cahnschem Stoße	53,0	früher Beton, jetzt Kies	1. 146 000 146 000 2. 292 000 219 000 3. 146 000 146 000	4350 2850 4350 2850 4350 2850 In der Regel vollbesetzt.			
	2. Rathhausmarkt — St. Pauli		7 a						
	3. Altonaer Gebiet		7 a						
Münchener Trambahn-Actien-Gesell- schaft	Hartwischschiene mit angeschränk- ter Leitschiene, 201 mm hoch, 44 mm Kopfbreite, 95 mm Fußbreite, 8 mm Steg (Textabh. 298 S. 289).	Rillenschiene Phoenix 14 a	37,0	Kieslage	1. 140 060	3500 (3750)			
			42,5				Kieslage	—	5250 (5500)
			45				Zweithelliger Rillenschiene Haar- mann 47 F	110,0	Kieslage
Straßenbahn Hannover (Speicherbetrieb)	In den Stationen Broca	Rillenschiene	—	Kieslage auf Steinschlag	1. 75 920 dazu außerhalb Paris 75 920 2. 75 920 3. —	6000 (7000) 2900 (3300) 6000 (7000) 6000 (7000)			
			—				Kieslage	—	—
			22				Kieslage auf Steinschlag	73	Eiserne Querschwellen auf Steinschlag.
Cie. des tram- ways de Paris	1. Opéra — St. Denis 2. Madeleine — St. Denis 3. Neuilly — St. Denis (Speicherbetrieb)	Auf dem von Landstraßen abgetrenn- ten, eigenen Bahnkörper Breit- fußschiene.	22	Eiserne Querschwellen auf Steinschlag.	1. 75 920 dazu außerhalb Paris 75 920 2. 75 920 3. —	6000 (7000) 2900 (3300) 6000 (7000) 6000 (7000)			
			—				Kieslage	—	—
			73				Kieslage	—	—

Bezüglich des Schienenkopfes, der Weite und Tiefe der Spurrille, sowie der Spurerweiterung gilt das schon im Abschnitte IV f. S. 268 Gesagte, man trägt aber neuerdings dem stärkern Schienenverschleisse dadurch Rechnung, daß man den Fahrkopf um 5 mm höher ausführt, als den Leitkopf, wodurch das Ueberstehen des letztern über den abgefahrenen Schienenkopf hintangehalten wird. Auch verwendet man bei Bahnen, die im Uebrigen die eintheilige Rillenschiene benutzen, wegen der Schwierigkeit mit dieser eine bei elektrischem Betriebe besonders erwünschte, angemessene Spurerweiterung herzustellen, in scharfen Krümmungen oft mehrtheilige Schienen. Die Schrägstellung der Schienen ist bis jetzt in Städten noch nicht immer erlaubt worden. Man behilft sich dann mit der Abschrägung des Schienenkopfes um 1:20, was im Vereine mit entsprechend geformten Radreifen zu einem ruhigen Gange der Wagen beiträgt.

Eine kräftige Durchbildung erfordert namentlich die schwächste Stelle des Gleises, der Schienenstofs, um die stetig wachsenden schädlichen Wechselwirkungen zwischen niedergefahrenen Stößen und dem Hämmern der Betriebsmittel möglichst zu verhüten. An dieser Stelle macht sich besonders die Art der Aufhängungen der Antriebe geltend. Mit Rücksicht darauf haben jetzt der Blattstofs der eintheiligen und der Halbstofs der mehrtheiligen Schienen alle anderen Anordnungen, insbesondere den Vollstofs (z. B. Textabb. 226) verdrängt. Bei eintheiligen Rillenschienen wird allerdings auch der sogenannte Schmidt'sche Stofs (Textabb. 297 u. 325) mit Stofsfanglasche verwendet. Besonders kräftig gestaltet sich der Stofs bei Verwendung der *H a a r m a n n - V i e t o r*'schen Wechselstegschiene (Textabb. 285, 286 S. 264 und 326). Ein bei der Hamburger Strafsen-Eisenbahngesellschaft zur Verwendung gekommener Blattstofs mit Rillenschienen (Textabb. 327) erfordert eine ungewöhnliche Stegdicke und bietet trotz der hierin liegenden Verschwendung wegen der Schienenschwächung am Stofse kaum solche Vortheile, wie Halbstöße mehrtheiliger Schienen.

Fig. 328.



Mafsstab 1:15.

Gleisanordnung in Strafsendämmen.

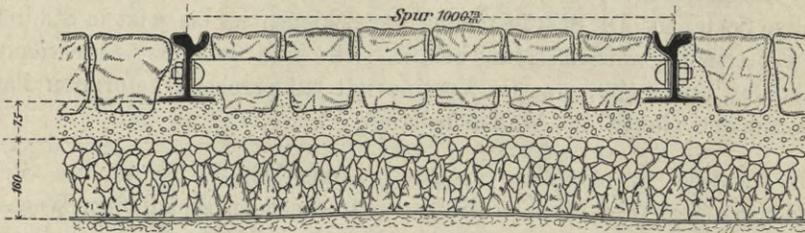
Bei Schwellenschienen dürfte sich eine Verbreiterung des Schienenfußes an der Stofsstelle, etwa durch Unterlageplatte, als sehr zweckmäfsig erweisen.

In den Textabb. 328, 329 und 330 sind einige Gleisanordnungen in Strafsendämmen dargestellt, welche den vorentwickelten Gesichtspunkten Rechnung tragen. Die in Hamburg ausgeführte Unterbettung der Schienen durch eine starke Betonschicht (Textabb. 328) ist zwar theuer, aber dauerhaft und bildet zugleich ein wirksames Mittel gegen den Einfluß des durch die Schienen geleiteten Rückstromes auf Gas- und Wasserleitungen. Es ist jedoch nothwendig, den Schienen an den Stofsstellen eine breitere Auflage, etwa durch Einfügung einer eisernen Unterlageplatte zu geben, weil sie sich andernfalls in Folge der Wagenstöße leicht in den Beton hineinarbeiten und ihn zerbröckeln. Die Ausfüllung der Innenräume der

Schienen durch Holz- oder Steinlagen verhindert das Abfallen zerfahrener Pflastersteine in diese Hohlräume.

Die auf eigenem Bahnkörper verlegten Gleise elektrischer Bahnen werden nach den für sonstige Eisenbahnen geltenden Grundsätzen gestaltet. Eine Ausnahme davon bilden jedoch die Hochbahnen, für deren Unterbau die Textabb. 364 und 366 zwei Beispiele geben: den Entwurf der Berliner Hochbahn und die in

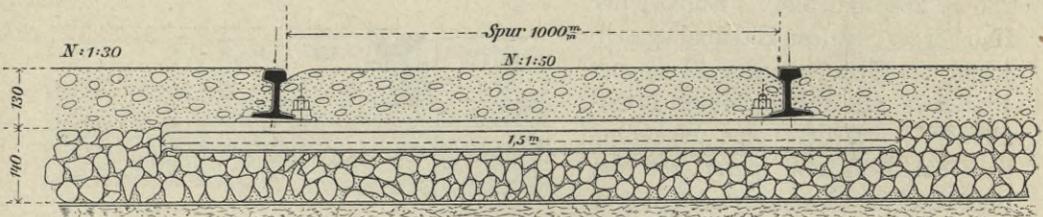
Fig. 329.



Maßstab 1 : 15. Gleisanordnungen in Straßendämmen.

Ausführung begriffene Schwebbahn Vohwinkel—Elberfeld—Barmen. Wie aus Textabb. 365 S. 300 hervorgeht, wird bei der Schwebbahn der Schienenträger durch ein I-Eisen gebildet, auf welches die Schienen unter Einfügung von gehärteten Filzplatten verlegt werden. Da letztere als Wechselstegschienen gebaut sind, kann bei ihnen der Halbstoß zur Anwendung kommen, welcher nothwendig ist, weil die

Fig. 330.



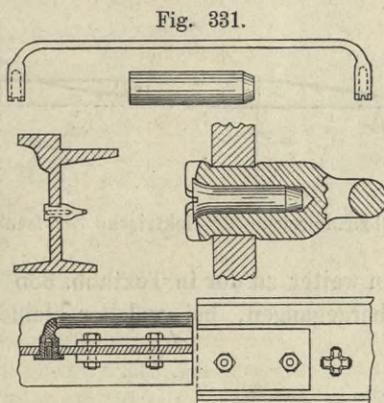
Maßstab 1 : 15. Gleisanordnungen in Straßendämmen.

Gleissteifigkeit durch die als Schalldämpfer wirkenden Filzplatten vermindert wird.

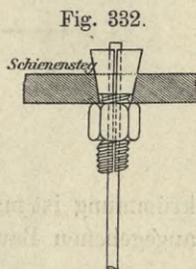
Das Gleis als Rückleitung. Bei oberirdischen Stromzuführungen elektrischer Straßenbahnen benutzte man früher allgemein die Erde zur Rückleitung, wobei sich jedoch wegen der elektrolytischen Wirkung des Stromes schädliche Einwirkungen auf die im Erdboden verlegten Gas- und Wasserleitungsrohre u. s. w. herausstellten. Seit der Zeit verwendet man zwecks Ausschlusses der Erde den gesamten Gleiskörper zur Rückführung und verbindet zur möglichsten Vermeidung aller Uebergänge des Stromes auf besagte fremden Leitungen den Gleiskörper in geeigneten Abständen durch besondere Rückspeisekabel mit der Stromerzeugungsstelle, welche in Nothfällen nach entsprechender Umschaltung als Ersatz für ein beschädigtes Speisekabel dienen können. Es werden hierzu auch alte miteinander verbundene Schienen verwendet, sofern dadurch an Anlagekosten gespart wird.

Die Laschenverbindungen an den Schienenstößen stellen, insbesondere bei längere Zeit befahrenen Gleisen, keine gutleitende Verbindung zwischen den einzelnen Schienen her. Eine solche ist vielmehr durch einen, die Stosslücke überbrückenden Drahtbügel zu bilden. Unter den zahlreichen Ausführungen dieser Schienenstofs-Verbindungen gebührt denen, welche die Wandung eines in die Schienen gebohrten Loches als Leitungsfläche benutzen (Textabb. 331 und 332), der

Vorzug, weil sie sich durch einfache, billige Herstellung und dauernd gute Leitung auszeichnen. Die Löcher in den Schienen sind genau nach Maß aufzureiben, damit sich der Kupferbügel hart gegen die Wandung preßt. An die Schienen genietete kupferne Stege sind nur dann gut, wenn die Niet-



Maßstäbe 1 : 8 und 1 : 2.
Elektrischer Schienenbund.



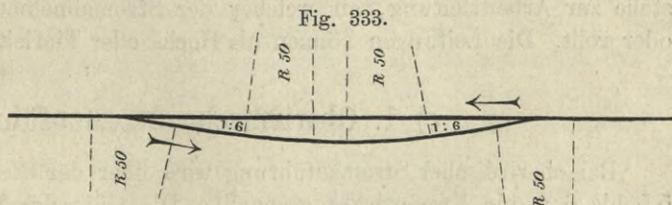
Maßstab 1 : 2,5.
Elektrischer Schienenbund.

auflagefläche vorher bis auf das blanke Metall aufgerieben wird. Die Kupferbügel erhalten eine geschweifte oder schraubenförmige Gestalt, damit sie weder von der Längswanderung der Schienen, noch von den Wagenstößen gelockert werden können.

Die Kupferbügel des einen Schienenstranges werden alle 100 m mit denen des andern Stranges durch Kupferdraht verbunden. Bei zweigleisigen Bahnen ist überdies noch alle 300 m eine Verbindung der Bügel beider Gleise herzustellen. Derart gut verbundene Schienen machen besondere, zwischen die Schienen gelagerte und mit den einzelnen Schienenstücken verbundene Leitungen entbehrlich.

V. b) Gleis ausweichungen.

Die gebräuchlichsten, in den Textabb. 333, 334, 335 veranschaulichten Ausweichungen entsprechen der Voraussetzung, daß das Gleis von einer Straßenseite auf die andere nicht übertreten darf und daß nach rechts ausgewichen wird. Die noch bis vor kurzer Zeit allgemein übliche „Schülerweiche“ (Textabb. 333) ist, insbesondere nach Einführung des elektrischen

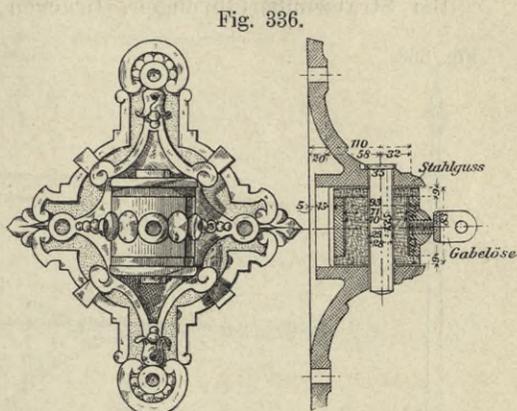


Gleis ausweiche für Straßenbahnen.

Betriebes durch die in Textabb. 334 dargestellte Anordnung verdrängt, welche den Zweck hat, dem Wagen von beiden Seiten die gerade Einfahrt in die Weiche

einem Gebäude gespannt werden. Ein Beispiel der hierzu erforderlichen, meist verzierten Maueranker ist in Textabb. 336 dargestellt. Sie werden durch trocken eingesetzte Patent-Keilschrauben im Mauerwerke befestigt und besitzen einen elastischen Einsatz, welcher die Schwingungen des Drahtes von dem Gebäude fernhält. Als zweite Sicherung wird erforderlichen Falles noch ein besonderer Schalldämpfer (Textabb. 337) vor den Maueranker gesetzt.

Die Ausführung der Maste erfolgt in Stahlrohren, ihre Ausstattung richtet sich nach dem Aussehen der Strafsen und anliegenden Bauten. In ihrer künstlerischen Ausstattung kann sehr weit gegangen werden, wie z. B. die in Hamburg-Altona stehenden Maste (Textabb. 338 und 339) zeigen. Für einfache Ausstattung auf Außenlinien eignen sich Gittermaste. Holzmaste sind wegen ihrer Unbeständigkeit und ihres ungünstigen Einflusses auf die Drahtspannung zu verwerfen.



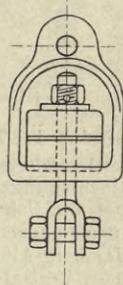
Mafsstab 1 : 8.

Reichverzierter Maueranker für Querdrähte bei Hochleitungen (Hamburg-Altonaer Centralbahn).

Zu Ueberspannungen eignen sich Seile weniger, als Drähte, weil sie sich leicht verwinden und die einzelnen Seildrähte nie gleichmäfsig eingeklemmt werden. Die Befestigung des Spanndrahtes erfolgt an den Mauerankern oder Masten durch Gabelösen (Textabb. 340) und Wirbelisolatoren (Textabb. 341), welche letzteren aus einer Vereinigung von Spannwirbel und Isolator entstanden sind. Die Spanndrähte werden mit der Neigung 1 : 15 gezogen, weshalb die Maueranker wegen der verschiedenen Spannweiten, gleiche Höhe des Fahrdrahtes vorausgesetzt, verschieden hoch zu setzen sind und die Ringe an den Ueberspannungsmasten in der Höhe verstellbar sein müssen.

Sofern der Spanndraht den Fahrdraht nur trägt, erfolgt die Verbindung beider durch einen Geradhalter (Textabb. 342). Uebt er aber auf den Fahrdraht zugleich einen Seitenzug aus, so ist ein doppelter Bogenhalter (Textabb. 343) und für den Seitenzug allein ein einfacher Bogenhalter (Textabb. 344) zu nehmen. Der doppelte Bogenhalter dient auch noch für reine Bogenauszüge bei zweigleisigen Bahnen. Diese Anordnungen sind aus Textabb. 345 ersichtlich, welche ein Stück des Leitungsnetzes der Hamburger Strafsen-Eisenbahn-Gesellschaft darstellt. Die genannten Drahthalter werden als Isolatoren gebaut; den Querschnitt durch einen solchen Isolator zeigt Textabb. 346. Der Fahrdraht ist also durch sie und durch die Wirbelisolatoren zweimal gegen die Erde isolirt, was bei der üblichen Spannung von 500 bis 600 Volt als genügend zu erachten ist. Durch die in Textabb. 347 dargestellte Form von Auslegern wird die Befestigung des Fahr-

Fig. 337.



Mafsstab 1 : 6.
Schalldämpfer für Maueranker.

drahtes am Mastausleger mittels Ueberspannungsisolatoren in zweckmässiger und gefälliger Form erreicht.

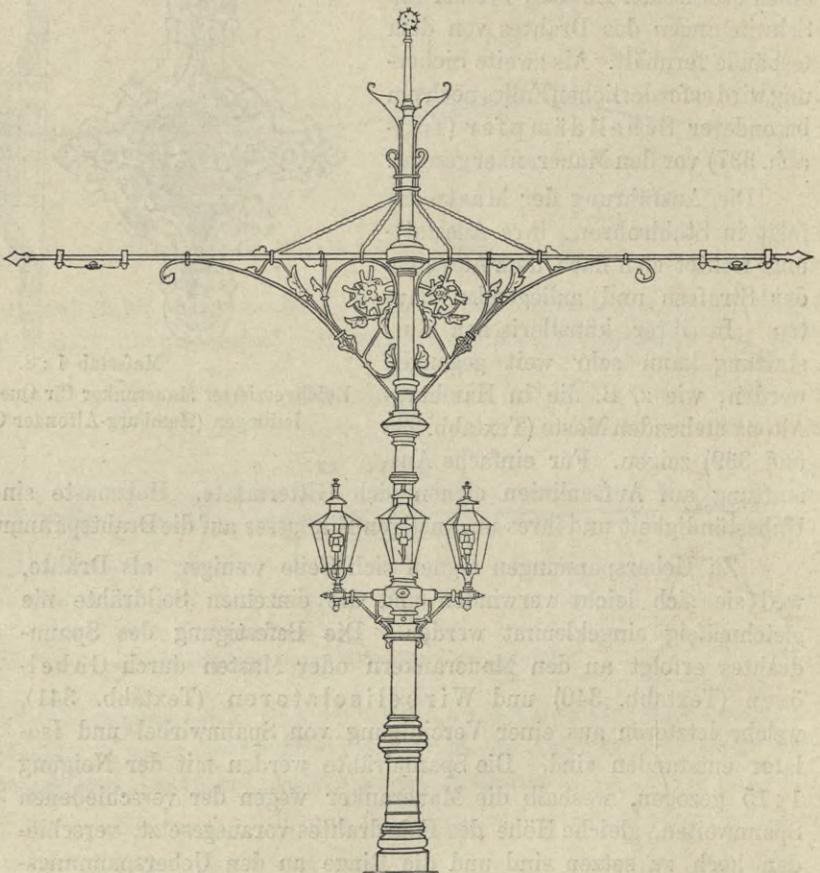
Bei Strafsenüberführungen, Brücken, Thoren u. s. w. wird ein Decken-

Fig. 338.



Mafsstab 1 : 75.
Reichverzierter Hochleitungsmast für Ueberspannungen (Hamburg-Altonaer Centralbahn).

Fig. 339.

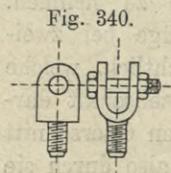


Mafsstab 1 : 75. Reichverzierter Hochleitungsmast mit Doppelausleger. (Hamburger Strafsen-Eisenbahn-Gesellschaft.)

isolator nach Textabb. 348 verwendet, welcher auf starke, mit seitlichen Führungsleisten versehene Bretter geschraubt wird.

In Gleiskrümmungen wird der Fahrdrabt nach aufsen abgezogen. Die

Seitenzahl des entstehenden Vieleckes richtet sich nach der Beweglichkeit des Stromabnehmers der Wagen und ist bei drehbaren Rollen-Stromabnehmern aus Zusammenstellung XIX zu entnehmen. Die Ecken der Abspannungen sollen hierbei über Gleismitte liegen. Bei Gleitbügeln und Querwalzen ergiebt sich



Mafsstab 1 : 6.
Gabelöse.

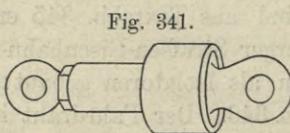


Fig. 341.
Mafsstab 1 : 6. Wirbelisolator.

die Seitenzahl aus der Länge der Walze oder des Bügels; beträgt diese etwa 1,5 m,

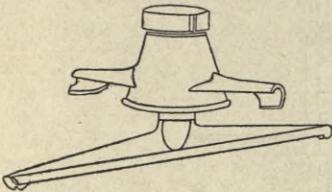
so ist die Seitenzahl kleiner als bei Rollen. Die Gleismitte liegt bei diesen Stromabnehmern in der Mitte des ein- und umschriebenen Kreises des Vieleckes. Text-

Zusammenstellung XIX.

Krümmungshalb- messer	Länge der Vieleckseite
m	m
15	4,5
20	5,5
25	6,5
30	7,25
35	8,0
40	8,75
50	9,5
60	10,5

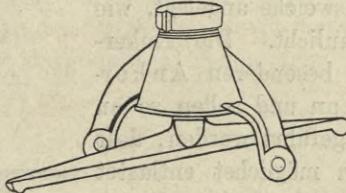
abb. 345 giebt auch einige Krümmungsauszüge für Rollen an. Große und lange Krümmungen werden mit Ablenkungs-Seilecken ausgeführt, von denen eine Seite

Fig. 342.



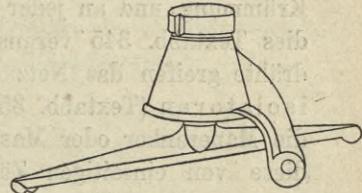
Mafsstab 1:6. Geradhalter.

Fig. 343.



Mafsstab 1 : 6.
Doppelter Bogenhalter.

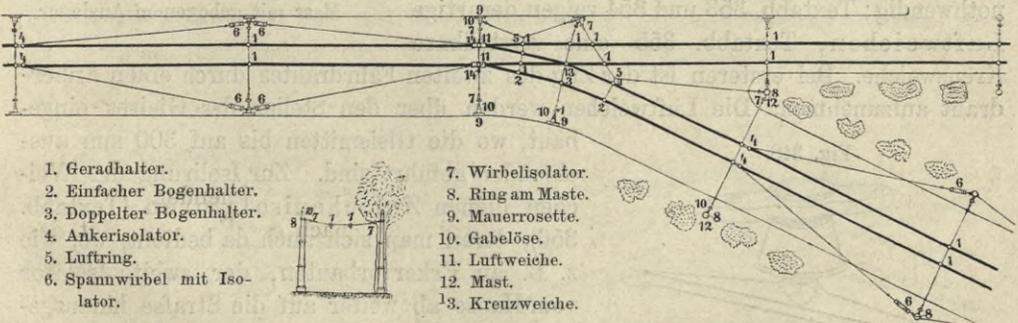
Fig. 344.



Mafsstab 1 : 6.
Einfacher Bogenhalter.

mit etwa 0,5 m Abstand entlang einer Vieleckseite liegt (Textabb. 349). Die Richtung des Abzugdrahtes soll stets durch den Mittelpunkt der Gleiskrümmung gehen.

Fig. 345.



- 1. Geradhalter.
- 2. Einfacher Bogenhalter.
- 3. Doppelter Bogenhalter.
- 4. Ankerisolator.
- 5. Luffring.
- 6. Spannwirbel mit Isolator.

- 7. Wirbelisolator.
- 8. Ring am Maste.
- 9. Mauerrossette.
- 10. Gabelöse.
- 11. Luftweiche.
- 12. Mast.
- 13. Kreuzweiche.

Mafsstab 1 : 1000. Weichenüberspannung und Verankerung in der Leitungsanlage der Hamburger Strafsen-Eisenbahn-Gesellschaft.

Zu beliebigen Winkelverbindungen der Spanndrähte werden Luffringe (Textabb. 350) verwendet.

Weise, daß zuerst die Maste und Maueranker gesetzt und dazwischen die Ueberspannungen gezogen werden. Die Maste werden in Beton mit einer solchen Neigung gesetzt, daß sie sich unter dem Drahtzuge oben lothrecht richten, die augenfällige Krümmung nach der elastischen Linie ist unvermeidlich, soll aber durch genügende Steifigkeit der Maste gering gehalten werden. In Alleen stehen die Maste in den Baumreihen; die Ausleger sind also nöthigenfalls verschieden lang zu halten. Die Spannweiten zwischen zwei Aufhängepunkten betragen in gerader Strecke 30 bis 35 m, seltener 40 m. Größere Spannweiten werden durch ein aus Spanndrähten bestehendes Hängewerk mit hohen Endmasten gebildet, wie z. B. an der Lombardsbrücke in Hamburg. Die 5 mm starken Ueberspannungsdrähte werden an den Anschlußpunkten des Fahrdrahtes mit 15 kg bei eingleisigen und 30 kg bei zweigleisigen Bahnen belastet und auf 1:15 Neigung gespannt. Die Aufhängungspunkte liegen um den Durchhang des Fahrdrahtes über dem vorgeschriebenen kleinsten Abstände von S. O.

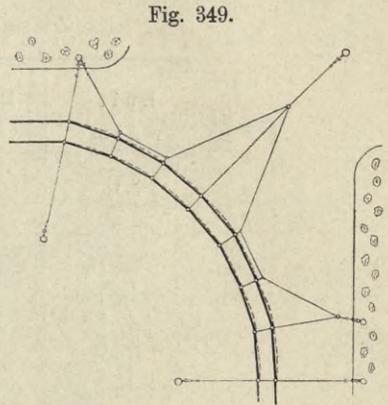
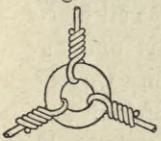


Fig. 349.

Mafsstab 1 : 1000. Spannung des Fahrdrahtes über einer Gleiskrümmung.

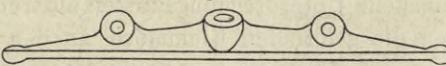
Nach Befestigung der Spanndrähte erfolgt das Aufziehen des Fahrdrahtes, wozu die in Textabb. 359 dargestellten Spannwagen mit Pferdevorspann dienen.

Fig. 350.



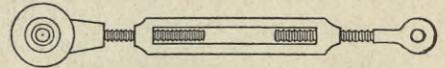
Mafsstab 1 : 6. Luftring.

Fig. 351.



Mafsstab 1 : 6. Ankeröse.

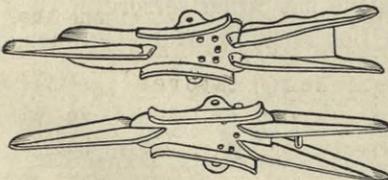
Fig. 352.



Mafsstab 1 : 6. Spannwirbel mit Isolator.

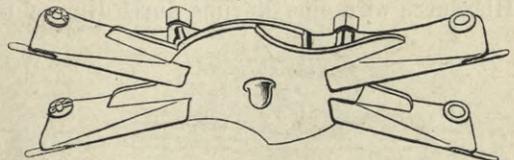
Der Draht wird vorläufig an den Isolatortrichtern festgebunden. In Krümmungen wird der Fahrdraht mit etwa 180 kg bei einfachem und 240 kg bei Doppelgleis abgezogen und mit Flaschenzügen und Spansschrauben vorläufig gehalten. Die Bestimmung der Drahtspannungen in Krümmungen erfolgt durch

Fig. 353 u. 354.



Mafsstab 1 : 15. Luftweichen.

Fig. 355.



Mafsstab 1 : 10. Bewegliche Kreuzweiche.

Zeichnung eines Seileckes. Man reicht mit 6 und 7 mm starken Stahldrähten aus Wenn auf diese Weise eine längere Strecke, etwa 300 bis 500 m ausgelegt ist, erfolgt unter Beobachtung der jeweils herrschenden Luftwärme und des Zugmessers

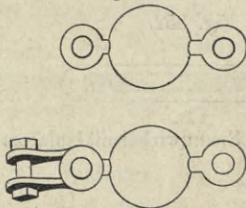
der erste Anzug des Fahrdrahtes nach Zusammenstellung XX. Dieser liegt der jetzt aus bestimmten Gründen allgemein verwendete Hartkupfer- oder Siliciumbronze-

Zusammenstellung XX.

Luft- wärme	Erster Zug	Zweiter Zug	Dritter Zug
° C.	kg	kg	kg
— 20	620	600	570
— 15	585	565	525
— 10	555	535	495
— 5	525	505	470
0	490	475	440
+ 5	460	440	410
+ 10	427	410	385
+ 15	395	380	355
+ 20	365	350	330
+ 25	330	320	300
+ 30	300	290	265

draht von 8,25 mm Durchmesser und 35 bis 40 kg/qmm Zugfestigkeit zu Grunde. Nach zweimaliger Nachregelung der Zugspannung kann der Fahrdraht dauernd in die Isolatoren gelöthet werden. Es wäre unzweckmäsig, diese Befestigung durch Einklemmen zu bewirken, weil hierbei das Netz des unverrückbaren Haltes entbehrt und an jeder Klemmstelle Unterbrechungsfunken auftreten. Ueberdies können die gelötheten Klammern an den Ecken des Drahtnetzes in Krümmungen gebogen werden, sodass die Stromabnehmerrollen diese Ecken leichter durchfahren. Man bedient sich bei den Arbeiten der in Textabb. 360 veranschaulichten Rüstwagen, wovon jede Bahnanlage einen mit Spurrädern versehenen besitzen sollte, damit er bei Störungen schnell zur Stelle ist.

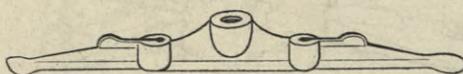
Fig. 356.



Mafsstab 1 : 6.
Zwischenisolatoren.

Das Leitungsnetz wird je nach Ausdehnung und Belastung durch Streckenunterbrecher (Textabb. 361) in mehr oder weniger Abtheilungen zerlegt, die durch eigene Speisekabel von der Stromerzeugungsstelle mit Strom versorgt werden. Hierdurch wird eine Störung durch Kurzschluss oder Ueberlastung auf die betreffende

Fig. 357.



Mafsstab 1 : 6. Verbindungsöse.

Fig. 358.

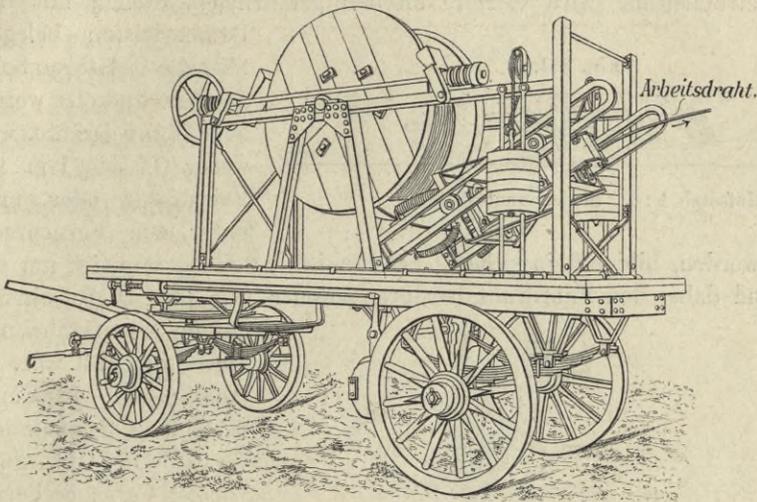


Mafsstab 1 : 6. Kabelöse.

Abtheilung beschränkt. Die Berechnung der Speisekabel erfolgt derart, dass in gewöhnlichem Betriebe von der Maschinenanlage bis zum Fahrzeuge höchstens ein Spannungsverlust von 10%, d. h. von rund 50 bzw. 60 Volt entsteht. Der Strom-

verlust durch den Gleiskörper als Rückleitung kann vernachlässigt werden, da dessen Widerstand gering ist. Die Speiseleitung wird außerhalb der Städte oberirdisch,

Fig. 359.



Mafsstab 1 : 50. Spannwagen für den Fahrdrabt.

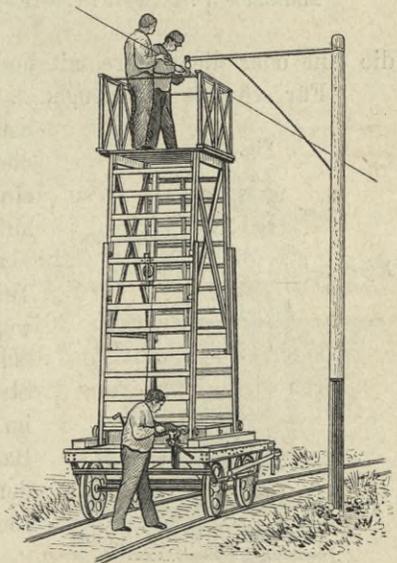
in Strafsen unterirdisch verlegt. Durch eine Verbindung sämtlicher Abtheilungen untereinander würde unter gewissen Betriebsverhältnissen zwar ein Spannungsausgleich, jedoch auch der Verlust des genannten Vortheiles der Abtheilungs-Anordnung herbeigeführt.

Damit innerhalb der Leitungsabtheilungen kurze Strecken im Falle von Feuersbrünsten, Betriebsstörungen, Wiederherstellungsarbeiten u. s. w. stromlos gemacht werden können, sind alle 300 m nochmals Stromunterbrecher in die Leitung einzubauen, welche jedoch gewöhnlich durch an Masten oder Häusern angebrachte, verschleifsbare Ausschalter kurzgeschlossen sind. Die Streckenunterbrecher sollen thunlichst nicht in Steigungen oder in der Nähe von Haltestellen angeordnet werden.

Der Blitzschutz der Leitungsanlage wird durch etwa 300 m von einander entfernte Blitzableiter²³⁵⁾ bewirkt, die zweckmäfsig an den Stromunterbrechern angeordnet werden, damit durch ihren Anschluß an beide dort zusammen-treffenden Leitungsenden jede Abtheilung doppelt geschützt wird. Man vereinigt Blitzableiter, Stromunterbrecher und Anker an einer Stelle.

Jeder Blitzableiter erhält eine, je

Fig. 360.



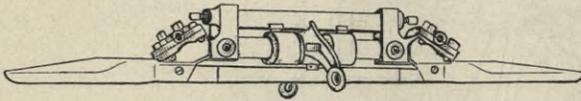
Mafsstab 1 : 100. Rüstwagen.

²³⁵⁾ Siehe Band I, 1. A. V.

nach der Feuchtigkeit des Erdbodens 1 bis 2 qm grosse Erdplatte aus verzinnem Eisenbleche.

Zum Schutze etwa herabfallender Fernsprechleitungen gegen Berührung der Starkstromleitung wird letztere an den gefährlichen Stellen mit Holz- oder

Fig. 361.

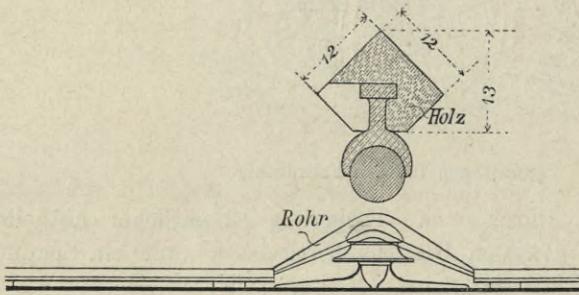


Mafsstab 1 : 6. Streckenunterbrecher.

gespannt werden, bilden kein sicheres Schutzmittel, weil letztere sich um sie herumringeln und dabei den Fahrdraht berühren können,

Bambusleisten belegt, wobei über die Isolatoren Schutzkörbe aus Draht gesetzt werden (Textabb. 362). Drähte, welche entweder 0,5 bis 1 m über dem Fahrdrahte oder unmittelbar unter den Fernsprechdrähten gespannt werden, bilden kein sicheres Schutzmittel, weil letztere sich um sie herumringeln und dabei den Fahrdraht berühren können, wie es z. B. bei einem Unfälle auf der Strafsenbahn in Remscheid der Fall war. Das einfachste und wirksamste Mittel besteht in Schmelzsicherungen für 0,25 bis 0,5 Amp., welche vor den Fernsprechern in deren Leitung eingeschaltet werden. Um Induktionswirkungen des Starkstromes auf die Fernsprechleitung zu vermeiden, sind beide Leitungen möglichst wenig an einander entlang zu legen und erforderlichen Falles ist

Fig. 362.

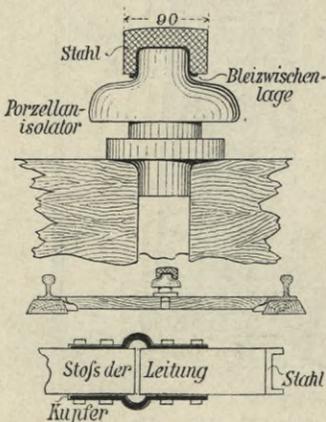


Mafsstäbe 1 : 1 und 1 : 7. Telefonschutz.

die eine oder die andere mit besonderer Rückleitung zu versehen.

Für schwere Fahrzeuge, d. h. grofse Stromstärken, reicht der gebräuchliche Kupferdraht nicht mehr aus. So verwendet z. B. die Lokomotivbahn der Baltimore-Ohio-Gesellschaft²³⁶⁾ ein I-Eisen als Fahrleitung, welches an Stahlseilen aufgehängt ist.

Fig. 363.



Mafsstäbe 1 : 8, 1 : 32 und 1 : 16. Oberflächen-Arbeitsleitung für Hochbahnen (Liverpool).

Bei Hochbahnen, für deren Unterbau die Textabb. 364, 365 u. 366 zwei Beispiele, einen Entwurf für Berlin und die in Ausführung begriffene Schwebebahn Barmen-Vohwinkel, zeigen, kann die Stromzuführung unbeschadet des sichern Betriebes im Gleiskörper verlegt werden und wird dann als Barrenleitung ausgeführt. Textabb. 363 giebt eine derartige, bei der Hochbahn zu Liverpool ausgeführte Leitung an.

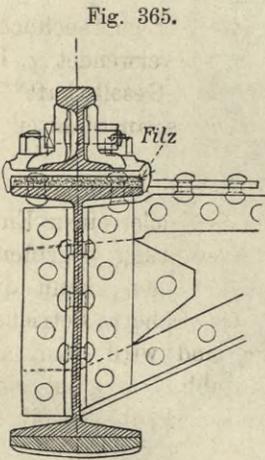
Die New-York, New-Haven und Hartford-Bahn hat neuerdings eine Strecke ausgeführt, bei der die Arbeitsleitung von einer mitten im Gleise liegenden Barlowschiene auf Holzblöcken gebildet wird²³⁷⁾.

²³⁶⁾ Siehe Band I, I. A. V.

²³⁷⁾ Organ 1897 S. 66.

Die Leitung von Grubenbahnen wird in trockenen Stollen gleichfalls vortheilhaft aus Walzeisen hergestellt, da sie sich dann nicht gegen die Stollendecke durchdrücken läßt und außerdem erheblich weniger Unterhaltung verlangt. In feuchten Gruben muß Kupfer zur Leitung verwendet werden. Die Isolatoren werden wegen des geringen Abstandes zwischen Leitung und Stollenfirst (Erde) in Abständen von nur 6 m angeordnet.

Die Stromhin- und Rückleitung nur durch die Fahr- schienen zu bewirken ist nicht zugänglich. Diese An- ordnung kann wegen der Schwierigkeit der Isolirung der Schienen und der hohen Gefahren durch Kurzschlüsse nur für sehr kurze Strecken auf eigenem Bahnkörper einigen Erfolg haben. Hier-



Mafsstab 1 : 12.

Schienenträger der Schwebebahn
Textabb. 366.

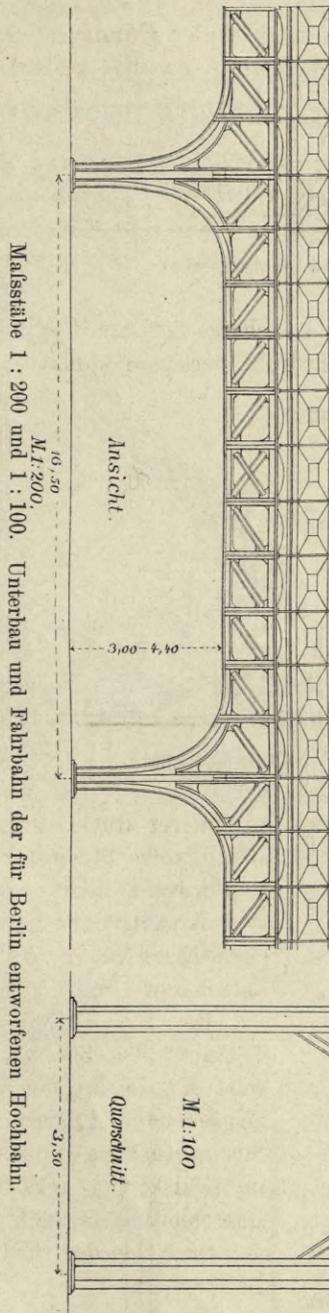
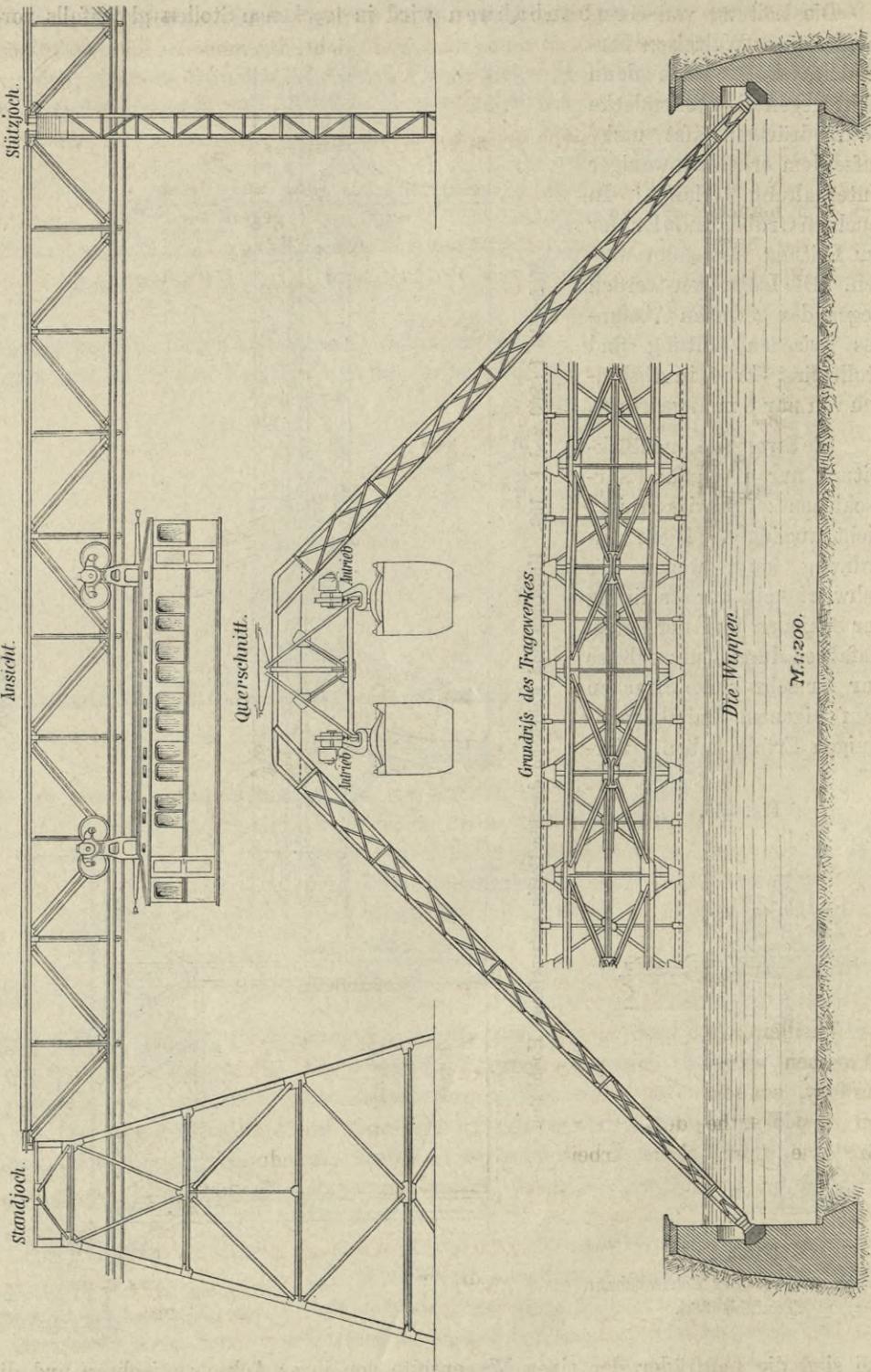


Fig. 364.

bei sind die Laufräder der einen Wagenseite von ihrer Achse zu isoliren und die

Fig. 366.
Ansicht.



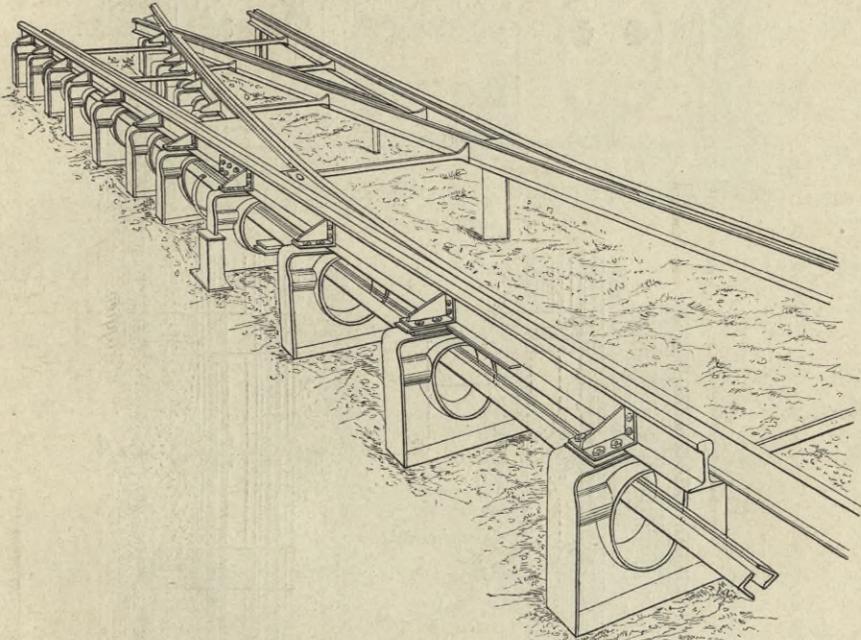
Masstab 1 : 200. Eiserner Unterbau und Fahrbahn der Schwebebahn Elberfeld-Barmen (vergl. Textabb. 365).

Fahrschienen auf hölzernen Querschwellen zu verlegen. An Bahnübergängen sind besondere, mit den stromführenden Schienen nicht verbundene Schienenstücke einzubauen.

c) 2. Unterirdische Stromzuführung.

Da die Hochleitungen das Aussehen der Strafsen und Plätze nicht heben, hat sich manchenorts ein entschiedener Widerspruch gegen sie geltend gemacht und das Augenmerk wieder auf unterirdische Stromzuführungen gelenkt, die nach den Versuchen von Pollak und Lineff (Gleitschienenleitung

Fig. 367.



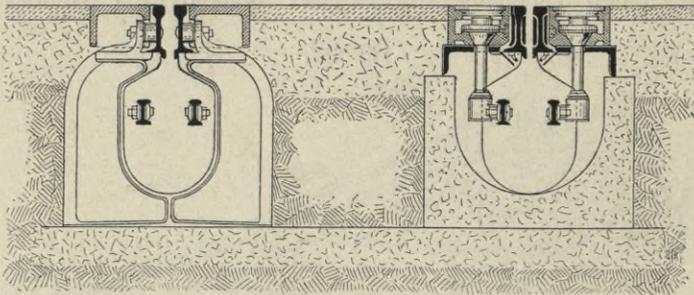
Gestell der unterirdischen offenen Stromzuführung (Buda-Pesth).

mit Theilleitern) wegen der sich bietenden Schwierigkeiten ganz außer Acht gekommen waren. Diese Bewegung hat sich nicht allein auf Fachleute beschränkt, sondern ging auch auf unternehmende Laien über, was aus der Zahl und dem Werthe der sich von Tag zu Tag mehrenden Patente hervorgeht. Es wäre eine unfruchtbare Arbeit, die bestehenden „Erfindungen“ hier anzuführen, es sollen vielmehr nur die zwei Hauptklassen der Tiefleitungen Erwähnung finden.

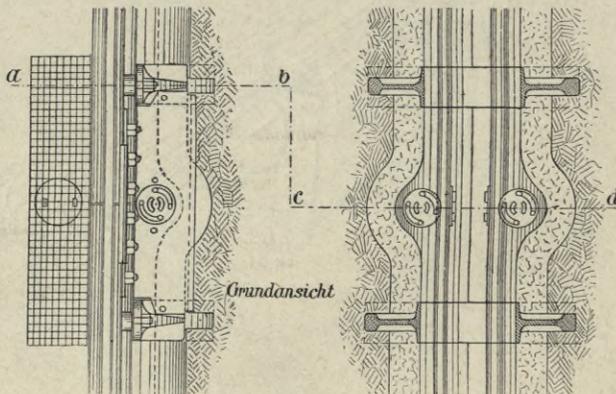
Tiefleitung in offenen Kanälen. Diese Bauart, als Buda-Pesther (Textabb. 367) Zuleitung bekannt, wurde in dieser Stadt zum ersten Male ausgeführt. Sie beruht auf der Anlage eines eiförmigen gemauerten Kanales von 280 mm lichter Weite und 330 mm lichter Höhe im Bahnkörper und zwar unter einer der Fahrschienen. Der Kanal besitzt oben einen 33 mm breiten Schlitz, durch welchen der Strom-

abnehmer des Wagens greift, um die an den Leitungen schleifenden Schiffchen fortzubewegen. Dieser Schlitz bedingt, daß nur zweitheilige Schienen verwendet werden; diese sind in ähnlicher Weise, wie bei den Kabelbahnen²³⁸⁾ durch gußeiserne Böcke in 1,20 m Abstand unterstützt. Die Sohle des Kanalmauerwerkes liegt 720 mm unter S.O. Der Kanal ist mit der städtischen Abwasserleitung verbunden. Betriebsstörungen können bei reichlicher Bemessung der Entwässerung und günstigen Bahn- und Grundwasser-Verhältnissen nicht eintreten. Vereisungen

Fig. 368.



Schnitt a-b-c-d.



Maßstab 1 : 30.

Unterirdische offene Stromzuführung (Union E.-G.).

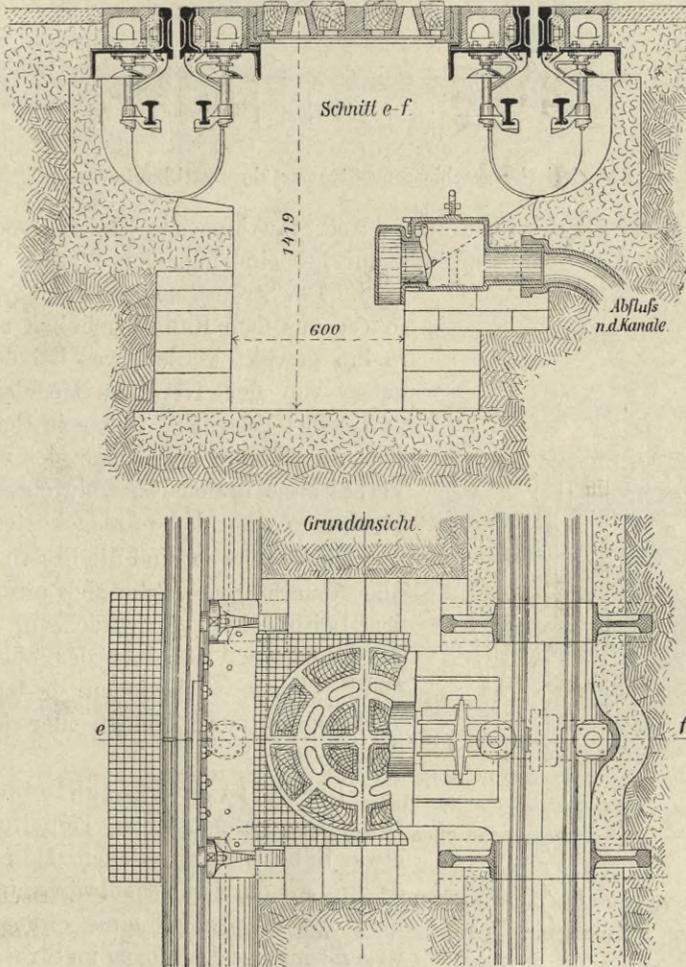
des Schlitzes werden durch die Stromabnehmer beseitigt. Die elektrischen Leitungen werden durch Winkeleisen gebildet, die mit Isolatoren an den Kanalböcken befestigt sind.

Die Lebensfähigkeit dieser Leitungsart ist durch diese Anlage vollauf bewiesen. Aber es gibt nicht viele Städte, in denen die genannten Vorbedingungen so günstig liegen, wie in Buda-Pesth. Deshalb blieb es in Europa längere Zeit bei dieser einen Ausführung, während in Amerika nach den von Love u. A. ausgearbeiteten Verbesserungen der Pesther Leitung einige Bahnen gebaut wurden. Neuerdings sind aber auch bei uns wieder Tiefleitungen ausgeführt worden, ihrer hohen Anlagekosten wegen, — die Anlage in Pesth wird zu 150000 *M*/km ange-

²³⁸⁾ Band II, B. V, f. S. 272.

geben — aber nur an den Bahnstellen, wo die Hochleitung unbedingt verboten ist, während im Uebrigen letztere verwendet wird. Hiervon geben die neuen Berliner Bahnlinien Zoologischer-Garten-Treptow, Dönhoff-Platz-Kottbuser Thor und Behrenstrafse-Görlitzer Bahnhof ein Bild, welche in den inneren Strafsen und auf Schmuckplätzen Tieffleitung besitzen. Erstgenannte Linie, von der Union

Fig. 369.

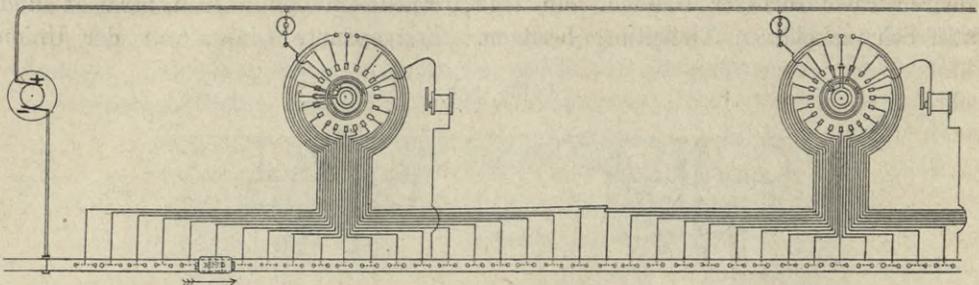


Maßstab 1 : 30. Unterirdische offene Stromzuführung (Union E.-G.).

Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ausgeführt, besitzt den in Textabb. 368 und 369 dargestellten Tieffleitungskanal, welcher sich an den Pesther Kanal anlehnt. Wie hier ist in Berlin der Kanal aus gußeisernen, 1,2 m von einander entfernten Böcken und dazwischen liegendem Mauerwerke gebildet. Er ist auf seiner ganzen Länge mit Beton unterbettet, dessen Sohle 904 mm unter S.O. liegt. Die Zuleitungsschienen werden durch starke, von oben zugängliche Isolatoren an den Böcken befestigt, welche letzteren auch die Fahrschienen tragen. An den Gefäll-

knicken sind Schlammgruben angeordnet (Textabb. 369), welche von oben zugänglich sind und mit dem Strafsenkanalnetze in Verbindung stehen. Gegen Rück-

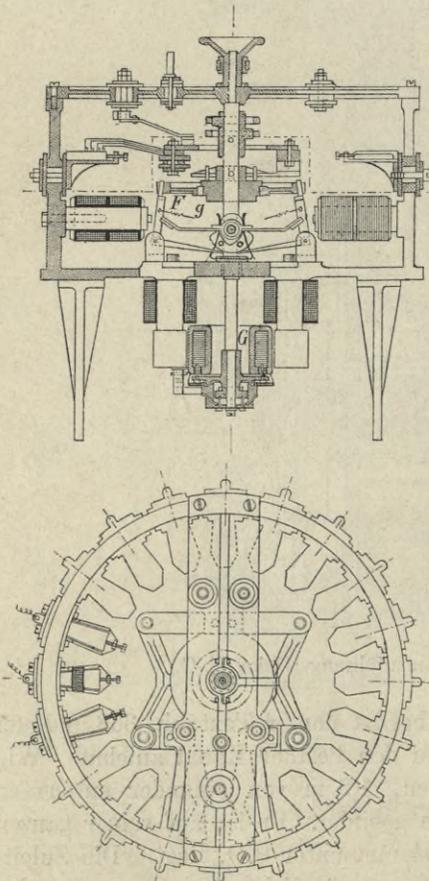
Fig. 370.



Unterirdische geschlossene Stromzuführung (Claret).

stau der Kanalwässer ist der Fahrkanal durch Stauklappen geschützt, wodurch freilich die Gefahr aus dem vom Strafsendamme her eindringenden Wasser vergrößert wird. Der Stromabnehmer kann vom Wagenführer aus dem Kanale gehoben und wieder in ihn gesenkt werden, was bei dem Uebergange von der Tief- zur Hochleitung und umgekehrt geschieht. Auch in Berlin haben sich, insbesondere in Folge der schwierigen Verhältnisse in dem röhrendurchsetzten Strafsendamme sehr hohe Anlagekosten ergeben.

Fig. 371.



Unterirdische geschlossene Stromzuführung (Claret).

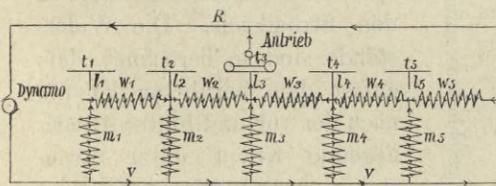
Diese Anlagen sind die besten ihrer Art. Alle Neuerungen, welche sich auf Verlegung der Leitungen in Kanalfächern, auf einen wasserdichten Verschluss des obern Kanalschlitzes u. s. w. beziehen, bedeuten keine Verbesserung und können hier übergangen werden.

Tiefleitung in geschlossenen Bauten. Die geschlossenen Tiefleitungen sind etwas billiger, als die offenen. Man wendet sie da an, wo die Strafsenentwässerung mangelhaft und die Anlage eines offenen Kanales wegen sonstiger Leitungen im Strafsendamme, oder wegen der Strafsen- und Fuhrwerksverhältnisse unvortheilhaft ist. Ihr Nachtheil besteht in den vieltheiligen Vorrichtungen der Schalteinrichtungen. Lineff machte 1888 die ersten brauchbaren Angaben zu derartigen Leitungen. Ihre Wirkungsweise beruhte auf elektromagnetisch hergestelltem Stromschlusse in einem geschlossenen Strafsenkanale, durch welchen der grade vom Wagen mit den Mag-

neten befahrene Theil einer im Strafsendamme liegenden Zuleitungsschiene unter Strom gesetzt wurde. An dieser Leitung traten schon alle Mängel derartiger Anlagen zu Tage. Der Magnet mußte ein großes Gewicht erhalten und wirkte trotzdem nicht schnell genug; die in der Strafsenoberfläche liegende Zuleitungsschiene war zwar nur jedesmal unter dem Wagen stromführend, da sie aus einzelnen Theilleitern bestand, trotzdem ließen sich erhebliche Stromverluste durch schlechte Isolation gegen die Erde (die Rückleitung) nicht umgehen, die dann Störungen in den an und für sich schon mislichen Stromschluß-Vorrichtungen in den geschlossenen, unterirdischen Kästen zur Folge hatten. Besondere magnetisch bethätigte Hülfeinschalter erfordern zwar kleinere Wagenmagnete, dafür aber um so mehr Theile in den Stromschlußkästen.

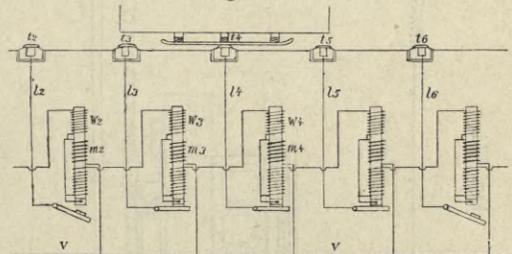
Die Leitungsart kam erst durch die von Claret in Lyon ausgestellte Tiefleitung mit Sammelkästen wieder in Aufschwung, weil die Vereinigung der einzelnen, bisher inmitten der Strafe liegenden Stromschlußkästen zu einem Sammelkasten und dessen Verlegung in leicht zugängliche Strafsentheile eine entschiedene Verbesserung bedeutet. Die Einschaltung des jeweils vom Wagen befahrenen Theil-

Fig. 372.



Unterirdische geschlossene Stromzuführung (Benack) Stromlauf.

Fig. 373.



Unterirdische geschlossene Stromzuführung (Benack). Widerstands- und Magnetanordnung.

leiters der Zuleitungsschiene erfolgte selbstthätig vom Wagen mittels einer magnetisch-mechanischen Einrichtung im Vertheilerkasten. Die von Claret und Wuilleumier ausgearbeitete verbesserte Leitung ist in den Textabb. 370 und 371 dargestellt²³⁹⁾. Sie wirkt in der Weise, daß ein vom letztbefahrenen Theilleiter ausgehender Zweigstrom einen Sperranker g auslöst, wodurch ein zweiter Zweigstrom hergestellt wird. Dieser bringt einen zweiten Sperranker aus dem Rade F zur Auslösung und zugleich einen kleinen Antrieb G in Gang, wodurch der nächste Theilleiter unter Strom gesetzt wird. Besondere Vorrichtungen ermöglichen es, daß der Wagen im Rücklaufe die vor ihm liegenden Theilleiter selbstthätig stromführend macht.

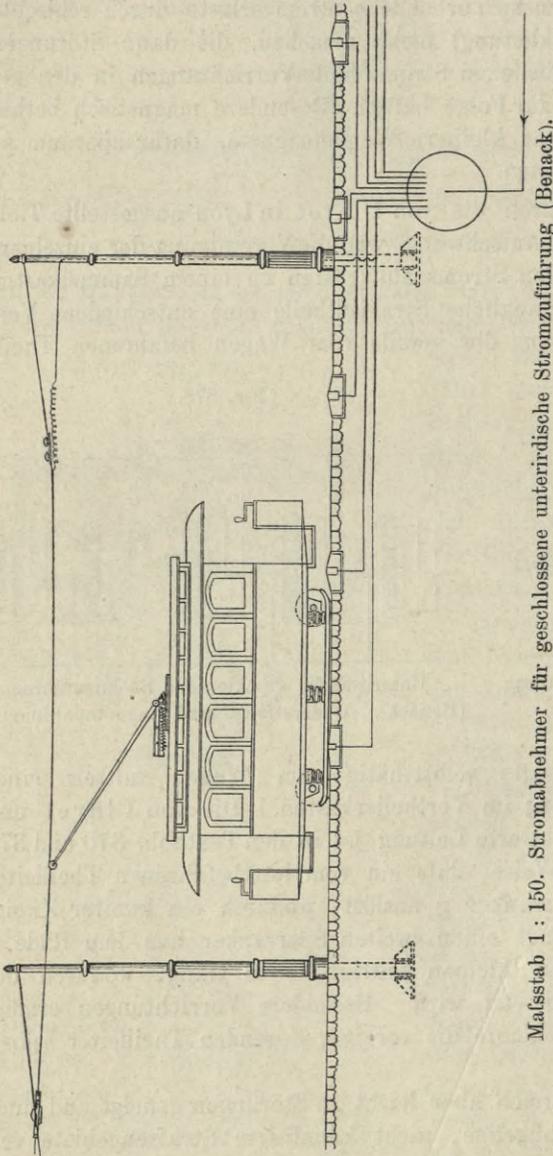
Die Anordnung ist sehr sinnreich aber leicht zu Störungen geneigt und auch nicht billig, gleichwohl aber für hügelige, nicht kanalisirte Strafsengebiete verwendbar.

Eine von Wheless und Westinghouse bearbeitete Leitungsart unterscheidet sich von der Claret'schen dadurch, daß die Einschaltung der Knöpfe selbstthätig vom Wagen mittels einer kleinen Speicherreihe erfolgt.

²³⁹⁾ Siehe Patentschrift Nr. 89788, Kl. 20.

Eine weitere Neuerung endlich wurde von Benack, Nürnberg, angegeben und von Schuckert im Probebetriebe vorgeführt. Sie ist in Textabb. 372, 373 und 374 dargestellt und besitzt gleichfalls Sammelkasten und Zuleitungsknöpfe; ihre Wirkungsweise und Einrichtung zeichnet sich jedoch vor der Claret'schen Leitung durch größere Einfachheit aus. Der Sammelkasten besteht aus einer Reihe von

Fig. 374.



Mafsstab 1 : 150. Stromabnehmer für geschlossene unterirdische Stromzuführung (Benack).

Elektromagneten. Der Strom verzweigt sich über die Magnete $m_1, m_2 \dots m_5$, die Widerstände $w_1, w_2 \dots w_5$ und kehrt durch Wagenantrieb und Schienen zurück. In Folge dieser Verzweigung ist der Strom in demjenigen Elektromagneten am stärksten, welcher zu der vom Wagen befahrenen Abtheilung gehört. Die Magnete ziehen deshalb nur in der unmittelbaren Nähe des Wagens ihre Anker an und schalten damit den entsprechenden Zuleitungsknopf in den Stromkreis. Die Widerstände sind so berechnet, daß außer dem berührten Knopfe noch der vor und hinter diesem liegende Knopf unter Strom stehen. Bei Wagenstillstand werden jedoch auch diese zwei Theilleiter mit der Stromunterbrechung in den Antrieben stromlos gemacht, so daß der Wagen gefahrlos umgangen werden kann. Die Widerstände können als nützliche Ampèrewindungen auf die Magnete gewickelt werden. Von einem Sammelkasten wird eine etwa 100 m lange Strecke beherrscht, was den Mindestkosten an Kasten und Leitungen entspricht.

Die Erfahrung muß zeigen, ob die zwangsläufige Unterbrechung des Betriebs- d. h. Erregerstromes der Stromschlüsse entbehrt werden kann. Mit Rücksicht auf die kleinen Stromstärken in den wirksamen Nebenschlüssen und die unvermeidlichen Stromübergänge im Straßendamme erscheint diese Unterbrechung nothwendig.

Die geschlossenen Tiefleitungen von Claret und Benack können als

unselbstständig bezeichnet werden, weil der durch mangelhaften Schlufs an einem Theilleiter unterbrochene Strom in dem seitlich der Strafsse liegenden Sammelkasten von Hand wieder eingeschaltet werden mufs. Die Theilleiter sollten deshalb bei diesen Leitungsarten als Schienen und nicht als Knöpfe ausgebildet werden.

Die Bauart Westinghouse ist selbstständig und erregt immer ihre Stromschlüsse, wenn auch der Wagen stromlos über einige Theilleiter hinfahren sollte. Die dritte Rückleitungs-Stromschlufsschiene dieser Bauart ist trotz des mit ihr verbundenen Vortheiles einer mehrfachen Unterbrechung entbehrlich.

Das
Eisenbahn-Bauwesen
für
Bahnmeister und Bauaufseher
als

Anleitung für den praktischen Dienst und zur Vorbereitung für das Bahnmeister-Examen

gemeinfasslich dargestellt von

weil. **A. J. Susemihl,**

Grossherzoglich Mecklenburg-Schwerin'schem Baumeister,
Vorsteher der Hinterpommer'schen Eisenbahn-Bauinspection zu Stargard.

Fünfte wesentlich vermehrte Auflage.

Nach des Verfassers Tod weiter bearbeitet und herausgegeben von

Ernst Schubert,

Königlich Preussischem Eisenbahn-Director, Vorstand der K. Eisenbahn-Betriebs-Inspection zu Sorau.

Mit 244 Abbildungen im Text und 7 lithogr. Tafeln.

Preis: Mark 6,80. Geb. Mark 7,30.

Bei dieser neuen Bearbeitung ist der durch seine vielseitige literarische Thätigkeit auf diesem Gebiete, sowie durch seine mehr als zwanzigjährige Erfahrung im Eisenbahnbau- und Eisenbahnerhaltungsdienste wirkende Verfasser bestrebt gewesen, überall die praktisch wichtigen Gesichtspunkte noch besonders hervorzuheben und die in der langen Reihe von Jahren selbst gesammelten Erfahrungen mitzutheilen und in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

Der Umfang wurde um fast die Hälfte der vorigen Auflage vermehrt und sind 244 ganz neue Abbildungen im Text, sowie sieben lithographirte Tafeln aufgenommen worden, der heutigen Entwicklung des Eisenbahnwesens entsprechend.

Das Werk bildet infolgedessen ein

vollständiges Lehrbuch des gesammten Eisenbahn-Bauwesens

und wird daher nicht nur zur Vorbereitung für die Bahnmeister-Prüfung dienen, sondern auch den bereits angestellten und im Bahnerhaltungsdienste thätigen Beamten von erheblichem Nutzen sein.

C. W. KREIDEL's Verlag in WIESBADEN.

Preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Eisenbahnwörterbuch.

Bau, Betrieb, Verwaltung.

Technisches Wörterbuch

der

deutschen und französischen Sprache

zum Gebrauche

für Eisenbahnverwaltungen, Beamte, Fabrikanten, Studirende
u. s. w. u. s. w.

Zweite, durchgesehene und stark vermehrte Auflage.

Ergänzungswörterbuch zu allen bestehenden technologischen Wörterbüchern.

Bearbeitet von

Julius Rübenach.

Deutsch-französischer Theil.

612 Spalten. — Preis 10 Mark 65 Pfg.

Das „Eisenbahnwörterbuch“ verfolgt den Zweck, das Studium der deutschen und französischen Fachliteratur und die Verständigung unter den Fachgenossen der beiden Sprachgebiete zu erleichtern. In das Werk sind nur solche Ausdrücke aufgenommen worden, welche sich aus dem unmittelbaren Studium der besten deutschen und französischen Fachliteratur ergeben hat. Jeder Ausdruck kann auf eine bestimmte Quelle zurückgeführt werden, es enthält das Werk somit keine vom Verfasser selbst gebildeten Ausdrücke, Uebersetzungen oder Umschreibungen. In wenigen Fällen sind Uebersetzungen längerer Sätze den Quellen entnommen worden, weil ein entsprechender französischer Ausdruck für das in Betracht kommende deutsche Wort nicht zu ermitteln war.

Dem in weitern Kreisen vorhandenen Bestreben, die deutsche Sprache von überflüssigen Fremdwörtern zu reinigen, hat der Verfasser durch Aufnahme der bereits eingebürgerten Verdeutschungen nach Thunlichkeit Rechnung getragen. Die oben begründete Rücksichtnahme auf die vorhandene Literatur verbot jedoch die Entfernung aller Fremdwörter, für welche bereits ein entsprechender Ausdruck allgemein eingeführt ist, aus dem deutschen Theile dieses Werkes.

Mit diesen Darlegungen übergibt der Verfasser nunmehr das Werk den geehrten Fachgenossen zur gefälligen Benutzung. Die auf Quellenstudium beruhende Art der Bearbeitung hat dazu geführt, neben den rein eisenbahnfachlichen Ausdrücken eine grosse Anzahl von Bezeichnungen aus verwandten technischen Gebieten aufzunehmen, welche sich bislang in keinem anderen Wörterbuche vorfinden. Diese Ausdrücke mussten aufgenommen werden, weil man ihnen in der Eisenbahnliteratur sehr häufig begegnet, dann, weil erhofft werden darf, dass durch die Ausgestaltung des Buches als „*Ergänzungswörterbuch*“ zu den bestehenden technologischen Wörterbüchern der bisherige Kreis der Abnehmer des Werkes sich vergrössern dürfte.

Fortschritte im Bau
der
Eisenbahn-Betriebsmittel.

Herausgegeben
vom
Technischen Ausschusse
des
Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

(Zugleich Ergänzungsband X zum Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
in technischer Beziehung.)

**Ein Quartband von zweiundzwanzig Druckbogen mit Abbildungen im Texte und
einem Atlas von achtundsiebzig lithographirten Tafeln.**

Preis 44 Mk.

Das Erscheinen eines Ergänzungsbandes zum Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens bedeutet jederzeit eine gewichtige Marke in der Geschichte der Entwicklung des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung, sei es, dass darin die Fortschritte der Eisenbahntechnik in ihren verschiedenen Zweigen, während der vergangenen Zeitperiode übersichtlich zusammengestellt werden, sei es, dass der zeitliche Standpunkt eines bestimmten Gebietes der Eisenbahntechnik zur Darstellung gebracht wird. Dem letzteren Zwecke dient der vor Kurzem erschienene zehnte Ergänzungsband, behandelnd die Fortschritte im Bau der Betriebsmittel.

Das reichhaltige Material ist in zwei stattliche Theile vom Format und in der bekannten gediegenen Ausstattung des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens gegliedert, der erste Theil die Locomotiven, Tender und deren Einzeltheile, der zweite Theil die Personenwagen, die Post- und Gepäckwagen, die Güterwagen und die Einzelheiten dieser Wagen umfassend. Soweit irgend thunlich, ist der Wortlaut der Beschreibungen für die einzelnen Betriebsmittel, welcher von den Verwaltungen gewählt ist, beibehalten worden; die Beigabe von Tabellen mit den hauptsächlichsten Abmessungen der Betriebsmittel gleicher Gattung, sowie von Zusammenstellungen der Grundformen derselben in verkleinertem Maasstab erleichtern die Uebersicht in hohem Grade, während das eingehende Studium durch die ausgezeichnete Klarheit der Einzelzeichnungen gefördert wird.

Auf die grosse Menge interessanter Einzelheiten beim Bau der neueren Betriebsmittel hier einzugehen, muss Verzicht geleistet werden. Auch erscheint es kaum nöthig, das eingehende Studium des Werkes hier noch besonders zu empfehlen; das Werk bildet eben ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Eisenbahntechniker, insbesondere den Maschinentechniker.

Die
Nordamerikanischen 
 Eisenbahnen
in
technischer Beziehung.

Von

T. Büte,
Kgl. Eisenbahn - Direktor
in Magdeburg.

und

A. von Borries,
Kgl. Eisenbahn - Bauinspektor
in Hannover.

*Ein Quartband von 40 Druckbogen mit 74 Abbildungen im Text und einem
Atlas von 33 Quart- und 22 Folio-Tafeln in Lithographie.*

Preis: Mk. 40.—

Bei der hervorragenden Bedeutung, welche der wirtschaftliche Betrieb der Eisenbahnen besitzt, verdient ein vor Kurzem erschienenenes stattliches Werk über die nordamerikanischen Eisenbahnen umso mehr die Beachtung der beteiligten Kreise, als gerade die Betriebsmittel und Betriebseinrichtungen der amerikanischen Eisenbahnen nach dieser Richtung hin vielfach nachahmenswerthe Muster bieten. Wenn auch in einzelnen Berichten und zerstreuten Abhandlungen der Gegenstand mehrfach behandelt worden ist, so werden doch die an Ort und Stelle gemachten Wahrnehmungen der Verfasser den willkommenen Anlass bieten, bereits bewährte und erprobte Betriebs-einrichtungen mit schnellerem Entschluss in dem deutschen Eisenbahnbetriebe nutzbringend zu verwerthen. Zudem bietet das Werk einen ausserordentlich reichhaltigen Stoff, der vielfach bis in werthvolle Einzelheiten vertieft ist, die bisher nur wenig bekannt waren.

Centralblatt der Bauverwaltung.

Die
Sicherungswerke im Eisenbahn-Betriebe.

Ein Lehr- und Nachschlagebuch für

enthaltend:

**Elektrische Telegraphen, Lätewerke, Contact-Apparate, Blockeinrichtungen,
Signal- und Weichenstellwerke und sonstige Sicherungseinrichtungen**

von

E. SCHUBERT,

Königl. Preuss. Eisenbahn-Director, Vorstand der K. Eisenbahn-Betriebsinspection zu Sorau.

Mit einer lithographirten Tafel und 285 Abbildungen im Texte.

Zweite völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage.

Preis: Mark 3,80.

Inhalt:

I. Grundzüge der Electricitätslehre. Reibungselectricität. — Erzeugung und Erkennung der Electricität. — Positive und negative Electricität. — Ausgleich der Electricitäten. — Leiter und Nichtleiter. — Influenz-Erscheinungen. — Electricirmaschine. — Condensator und Leydener Flasche. Galvanische Electricität. — Galvani's und Volta's Beobachtungen. — Die electriche Spannungsreihe. — Die Volta'sche Säule. — Galvanische Batterie, galvanischer Strom. — Electriche Wirkungen. — Constante Batterien. — Daniell's Element. — Meidinger's Element. — Batterie-Verbindungen. — Stromwender, Umschalter. Vom Electromagnetismus. Ampère's Regel. — Galvanoscop, Multiplicator. — Tangentenbussole. — Vertical-Galvanometer. — Der Electromagnet. — Die electriche Schelle. Galvanische Induction. — Faraday's Beobachtungen. — Inductionsgesetze. — Inductionsrollen. — Inductionsmaschine mit Batteriestrom. — Gegenströme. Magnetinduction. — Entstehung und Richtung der Ströme. — Inductionsströme im Hufeisenmagneten. — Magnet-Inductionsmaschine. — Cylinder-Inductor von Siemens & Halske. **II. Der electriche Telegraph.** Die Drahtleitung. — Steinheil's Erfindung. — Herstellung der Erdleitung. — Verschiedene Leitungsarten. — Oberirdische Leitung. — Isolatoren. — Spannen und Befestigen des Drahtes. Der Blitzableiter. — Platten-Blitzableiter. — Blitzableiter mit Ausschalter. Die ältesten Telegraphen-Apparate. — Geschichtliches. — Apparat von Gauss und Weber. — Steinheil's Telegraphen-Apparat. Der Morseschreiber und die dazu gehörigen Hilfsapparate. — Geschichtliches. — Morse-Apparat mit Stiftschreiber. — Der Taster zum Morseapparat. — Stationen mit Morse-Betrieb. — Farbschreiber von Siemens & Halske. — Taster neuerer Bauart. — Das Uebertragungsprincip. — Das Relais von Morse. — Das Dosenrelais von Siemens & Halske. — Das polarisirte Relais von Siemens & Halske. — Der polarisirte Morseschreiber. — Stromschaltungen. — Ruhestrom und Arbeitsstrom. — Die Apparatverbindungen und Stromläufe des Morse-Systems. — Endstation ohne Relais für Arbeitsstrom. — Endstation einer Arbeitsstromschaltung mit Relais. — Ruhestromschaltung für eine Zwischenstation mit Batterie und mit Relais. — Ruhestromschaltung für eine Zwischenstation mit Batterie, Relais, Wecker, Läuteinductor und Umschalter. **III. Die electriche Lätewerke.** Erklärung. Die electriche Klingel. — Eintheilung. — Die einfache Klingel ohne Stromunterbrechung. — Die einfache Klingel mit unterbrochenem Strom. Das Glockenlätewerk. — Erklärung. — Lätewerk von Kramer. — Lätewerk von Siemens & Halske. Lätewerk von Hattemer. **IV. Die Blockwerke.** Erklärung. **V. Radtaster.** Erklärung. — Radtaster älterer Anordnung. — Radtaster von Siemens & Halske. — Registriruhr. — Ermittlung der Geschwindigkeit. **VI. Weichen- und Signalstellwerke.**

Strassenbaukunde.

Von

Ferdinand Loewe,

Ord. Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der Königl. Bayer. Technischen Hochschule zu München.

Mit 124 Abbildungen im Texte.

Preis 12 Mark 60 Pfg., gebunden 14 Mark.

Das vorliegende Werk soll in erster Linie ein Lehrbuch für Studierende sein, doch auch den in der Praxis thätigen Männern neben den bestehenden Handbüchern als Nachschlagebuch dienen.

In demselben wird Entwurf, Bau und Unterhaltung von Wegen und Strassen, mit Einschluss der wichtigsten Abschnitte aus der Boden-, Fuhrwerks- und Brückenbaukunde behandelt.

Der Stoff ist ein vielseitiger und schwer zu bewältigender. Einerseits verlangt das umfangreiche, zerstreut veröffentlichte oder in Akten vergrabene Erfahrungsmaterial zur gründlichen Durcharbeitung einen sehr beträchtlichen Zeitaufwand; andererseits aber kommen Materien vor, welche sich überhaupt wenig zur Aufnahme in ein Lehrbuch eignen, weil die Ansichten über sie noch nicht genügend geklärt sind, bei welchen es sich deshalb um eine besonders sorgfältige Prüfung der schwankenden Meinungen handelt.

Inhalts-Verzeichniss.

- I. Bodenkunde.** *Acussere Gestaltung des Erdbodens. Innere (geognostische) Beschaffenheit des Erdbodens.*
- II. Fuhrwerkskunde.** *Strassenfuhrwerke. Bewegungswiderstände. Leistung der Zugtiere.*
- III. Entwurf (Projectirung) der Strassen.**
A. Grundsätze und Regeln für die Linienführung (das Traciren) der Strassen. Linienführung nach Verkehrsgesichtspunkten (Commercielle Tracirung). Linienführung nach technischen Gesichtspunkten (Technische Tracirung). a) Strassen ausserhalb der Städte. b) Ausarbeitung des Bau-Entwurfs.
- IV. Bau der Strassen.** *A. Unterbau der Strassen (Dämme und Einschnitte).* a) Construction der Böschungen. b) Construction der Gräben und Rinnen. *B. Kunstbauten.* Brücken. Durchlässe. Stütz- und Futtermauern. *C. Oberbau der Strassen.* I. Bauweise der Strassen. A. Fahrbahnen. Schotterstrassen (Steinschlag u. Kiesstrassen). Steinpflasterstrassen. a) Naturstein-Pflaster. b) Kunststein-Pflaster. Strassen besonderer Art. Cementstrassen. Asphaltstrassen. Asphaltbeton-Strassen, Pechschotterstrassen. Holzpflasterstrassen. Vergleich zwischen Asphalt und Holz. Strassen mit Eisenconstruction. B. Sommer u. Fuss-(Geh-)wege. C. Strassenkreuzungen, Seitenfahrten u. dgl. II. Gütebestimmung der Strassen-Materialien. a) Untersuchung der Materialien in Prüfungsanstalten. b) Gütebestimmung der Materialien durch Erprobung auf Versuchsstrassen. c) Werthziffern (Qualitätskoeffizienten) für Schotterstrassen. *D. Nebenanlagen der Strassen.*
- V. Unterhaltung der Strassen.** A. Strassenreinigung. B. Wiederersatz der abgenützten Fahrbahntheile. C. Unterhaltung der Sommerwege, Bermen, Böschungen, der Kunstbauten und Nebenanlagen.

Die
Drahtseilbahnen
der
SCHWEIZ.

Ergebnisse einer auf Veranlassung des Kaiserlichen Ministeriums
für Elsass-Lothringen unternommenen Studienreise.

Von

K. Walloth,

Kaiserlicher Regierungs- und Baurath in Colmar.

Quart. Mit einem Atlas von 10 lithographirten Tafeln.

In Mappe. — Preis: 11 Mark.

Inhalts-Verzeichniss.

Allgemeines über die bei den Drahtseilbahnen der Schweiz zur Anwendung gebrachten Bewegungssysteme. 1. Drahtseilbahn Biel-Maggingen. 2. Drahtseilbahn Ecluse—Plan in Neuchâtel. 3. Drahtseilbahn vom Bahnhof Serrières nach der Fabrik Suchard. 4. Drahtseilbahn Lausanne—Ouchy. 5. Drahtseilbahn Lausanne—Bahnhof. 6. Drahtseilbahn Territet—Glion. 7. Drahtseilbahn im Steinbruch bei St. Triphon im Rhônethal. 8. Die Marziliseilbahn in Bern. 9. Die Seilbahn Thuner See—Beatenberg. 10. Die Drahtseilbahn Lauterbrunn—Grütsch. 11. Die Giessbachbahn. 12. Drahtseilbahn nach einem Steinbruch bei Ennetmoos am Stanserhorn. 13. Die Drahtseilbahn nach dem Stanserhorn. 14. Die Drahtseilbahn nach dem Bürgenstock. 15. Die Gütschbahn bei Luzern. 16. Die Drahtseilbahn Lugano—Bahnhof. 17. Die Drahtseilbahn nach dem Monte Salvatore bei Lugano. 18. Die Drahtseilbahn in Zürich. 19. Drahtseilbahn Ragaz—Wartenstein.

Dieses Werk enthält ausführlichere, durch eingehende bildliche Darstellungen erläuterte Mittheilungen über **Baukosten — Motoren — Richtung und Längenprofile — Wasserverbrauch — Gleiseinrichtung und -Construction — Ausweichen — Zahnleiterstange — Oberbau — Kunstbauten — Zugseil — Wagen — Bremsen — Betriebswasser — Hochbauten — Erbauer — Personal — Betriebsergebnisse etc.** der besichtigten Drahtseilbahnen und bietet damit den Technikern ein direct für die Praxis verworthbares Material bei Neuanlage derartiger Bahnen.

Fortschritte
der
Technik des deutschen Eisenbahnwesens
in den letzten Jahren.

Sechste Abtheilung.

Nach den Ergebnissen der am 9., 10. und 11. Juni 1893 in Strassburg i. E. abgehaltenen
XIV. Techniker-Versammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

(Zugleich Ergänzungsband XI zum Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung.)

Ein Quartband von 484 Druckseiten mit Abbildungen im Text und 13 lith. Tafeln.

Preis in Mappe 32 Mk. 60 Pfg.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Bau der freien Strecke. 1. Materialbeschaffenheit und Verhalten der Schienen. — 2. Messung der Schienenabnutzung. — 3. Schienenbiegmaschinen. — 4. Verstärkung des Oberbaues. — 5. Schwellentränkung. — 6. Schraubennägel. — 7. Wandern der Schienen. — 8. Keilförmige Unterlagsplatten. — 9. Eiserner Oberbau. — 10. Messung der Schienendurchbiegung. — 11. Verdingung der Oberbauerhaltung. — 12. Material der eisernen Brücken. — 13. Oberbananordnung auf eisernen Brücken. — 14. Schutz der eisernen Brücken gegen Rauch- und Gasentwicklung der Locomotive. — 15. Brücken und Durchlässe aus Beton. — 16. Vorrichtungen gegen das Einbrechen entgleister Fahrzeuge auf Brücken. — 17. Dilatationsvorrichtungen. — 18. Rosten des Oberbaues in Tunnels. — 19. Beleuchtungswagen. — 20. Wegeschraken. — 21. Schneeschutzanlagen.

II. Bahnhofsanlagen. 1. Eiserne Weichen. — 2. Weichen ohne Unterbrechung des Hauptgleises. — 3. Fahrgeschwindigkeit durch Weichen. — 4. Schienenneigung in Weichen. — 5. Herzstücke. — 6. Gleiskreuzungen. — 7. Sicherung von Hand bedienter Weichen. — 8. Weichenleitungen. — 9. Entfernung der Weichen vom Stellwerke. — 10. Auffahren von Weichen. — 11. Sicherung gegen unzeitiges Weichenumstellen. — 12. Haltsignal bei Drahtbruch. — 13. Signalblockung. — 14. Holzcement-Dächer. — 15. Rauchabzug in Locomotivschuppen. — 16. Verständigungen im Stellwerks- und Vershubdienst. — 17. Wiegevorrichtungen. — 18. Umladevorrichtungen. — 19. Elektrische Beleuchtung. — 20. Schiebebühnen.

III. Locomotiven und Tender. 1. Kesseldruck von mehr als 10 at. — 2. Locomotivkessel besonderer Bauart. — 3. Amerikanische Rauchkammern. — 4. Locomotivfeuerungs-Anlagen. — 5. Schutzmittel gegen Anfressen der Kesselbleche. — 6. Reinigung des Speisewassers. — 7. Verbund- Locomotiven. — 8. Ricour'sches Luftventil. — 9. Schiebersteuerungen. — 10. Schmiervorrichtungen für Kolben und Schieber. — 11. Anwendung von Drehgestellen und Lenkachsen. — 12. Triebradbremsen. — 13. Sandstreuvorrichtungen. — 14. Verwendung von mineralischen Schmiermitteln. — 15. Anwendung von Flusseisen im Locomotivbau.

IV. Wagen. 1. Bauart der Wagen für Schnellzüge. — 2. Dampfheizung der Personenwagen. — 3. Heiz- und Bremskuppelungen aus Metall. — 4. Verwendung von Flusseisen zum Wagenbau.

V. Werkstätten. 1. Grössenverhältnisse der Werkstätten. — 2. Bedachung der Werkstätten. — 3. Heizung und Lüftung der Werkstättenräume. — 4. Beleuchtung der Werkstätten und Heizhäuser. — 5. Kraftübertragung. — 6. Abstellen der Betriebsmaschine. — 7. Besondere Hilfsmaschinen zur Metallbearbeitung. — 8. Ausmusterung der Achsen. — 9. Prüfung der Ketten an Hebevorrichtungen. — 10. Wohlfahrtseinrichtungen für Werkstättenarbeiter.

VI. Bahndienst. 1. Dienst der Streckenwärter. — 2. Schneeeseitigung. — 3. Aufhalten der Wagen.

VII. Fahrdienst. 1. Neigungszeiger. — 2. Krümmungen vollspuriger Local- und gewerblicher Anschlussbahnen. — 3. Kohlenbahnhöfe. — 4. Sicherungseinrichtungen bei Kopfstationen. — 5. Vershubbahnhöfe. — 6. Sicherung beim Verschieben bezüglich der Merkzeichen. — 7. Verschieben mittels Dampfschiebebühnen. — 8. Zuförderung auf Steilrampen. — 9. Zuggeschwindigkeit beim Durchfahren von Stationen. — 10. Innere Anordnung der Personenwagen. — 11. Entbehrlichkeit der Bremshäuschen. — 12. Tragfähigkeit der Güterwagen. — 13. Radstand der Güterwagen. — 14. Elektrische Beleuchtung. — 15. Elektrische Beleuchtung der Personenwagen. — 16. Sicherung einfahrender Züge bezüglich der Merkzeichen. — 17. Wechselnde Locomotivbedienung. — 18. Mechanischer Betrieb von Drehscheiben, Schiebebühnen u. s. w. — 19. Wagenschieber.

VIII. Signalwesen. 1. Ausfahrtsignale. — 2. Knallsignale in Verbindung mit den Einfahrtsignalen. — 3. Blaues Licht. — 4. Weichen- und Signalstellung auf kleineren Stationen. — 5. Mechanisches Blocken bei Stellwerken. — 6. Blockwerke, im Besonderen selbstthätige. — 7. Signalisirung des Zugschlusses. — 8. Signalisirung von Zugtrennungen. — 9. Weichensignale. — 10. Wegesignale. — 11. Verständigung zwischen Station und Strecke.

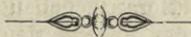
DE DIETRICH & C^{IE}. in Niederbronn (Elsass).

Prämiirt in London, Paris u. s. w.

Wien (Mitglied der Jury) — Ehren-Medaillen, Gold- und Silber-Medaillen in jeder Ausstellung seit 1827.

**Maschinenwerkstätte und
Waggonfabrik**
in Reichshofen (Elsass).

**Hammer- und Walzwerk für
Eisen und Stahl**
in Mutterhausen (Lothringen).



Eisenbahn- und Industrie-Bedarf:

Eiserne Brücken — Drehscheiben — Krähne
— Weichen-Signale — Schiebebühnen —
Barriären — Wasserstationen — Reser-
voirs — Dachconstructions — Eiserne
Treppen und Geländer.
Personenwagen — Post- und Gepäckwagen
— Draisinen — Güterwagen jeder Gattung
— Bahnmeisterwagen.
Biertransportwagen — Kippwagen — Low-
rys u. s. w.
Trambahnwagen für Dampf- und Pferde-
betrieb.
Complete Satzachsen für Normal- u. Schmal-
spur-Bahnen — Complete Satzachsen für
Lowrys, Draisinen u. s. w. — Radgestelle

und lose Achsen für Normalsatzachsen
für Lowry-Satzachsen u. s. w.
Schmiedestücke und Wagenbeschläge jeder
Art.
Strassen- und Chausseewalzen.
Pressstücke in Schmiedeeisen für Lokomo-
tiven — Weichenstühle — Radsegmente
u. a. (unter der Hasswell'schen Schnellschmied-
presse erzeugt) — Brems- und Gleitschuhe.
Transmissionen — Pumpen — Hebevorrich-
tungen — Chargen-Aufzüge — Ventila-
toren — Bandagen und Achsen aus Fein-
korneisen, Flusseisen und Flussstahl für
Locomotiven, Tender und Wagen.

Ostpreussische

Holz-Commandit-Gesellschaft

ALBRECHT & LEWANDOWSKI

Königsberg i. Pr. und Tilsit

unterhält bedeutende Lager

kieferner und eichener Eisenbahnschwellen

aller Dimensionen für Normal- und Schmalspur

roh und imprägnirt.

C. W. KREIDEL's VERLAG in WIESBADEN.

Fortschritte im Bau
der
Eisenbahn-Betriebsmittel.

Herausgegeben
vom

Technischen Ausschusse des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Zugleich Ergänzungsband X zum Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung.)

Ein Quartband von 22 Druckbogen mit Abbildungen im Texte und einem Atlas
von 78 lithographirten Tafeln.

Preis 44 Mark.

Maschinenfabrik „Deutschland“, Dortmund

empfiehlt ihre langjährigen Specialitäten

Weichen jeder Bauart

für Normal-, Klein- und Strassenbahnen,

Kreuzungen, Signale, Drehscheiben, Schiebebühnen, Krahe.

Werkzeugmaschinen,

Gasbandagenfeuer, Bremschuhe bewährter Konstruktion.

C. Stahmer,

Fabrik für Eisenbahn-, Bergbau- und Hüttenbedarf
GEORGMARIENHÜTTE bei Osnabrück.

Central-Weichen- und Signal-Stellwerke.

Draht- und Schienenbruch-Verbände.

== Wegeschraken aller Art. ==

Dachconstructions.

Neigungszeiger, Fahrbare eiserne Viehrampen.

Prellböcke, Waggons, Güterkarren.

Rollendes Material für Kleinbahnen.

Elektrolytische Verzinkerei.

Prämiirt Chicago 1893.

ADRESSE FÜR TELEGRAMME HOERDERVEREIN DORTMUND.



liefert an Fabrikaten

des Stahlwerkes: Thomas- und Siemens-Martin-Rohblöcke und Brammen in allen Härtegraden und für alle Verwendungszwecke, vorgeblockte Blöcke und Brammen, Knüppel, Platinen, Breiteisen und Breitstahl in Thomas- und Siemens-Martin-Qualität.

der Walzwerke: Stabeisen, Universaleisen L, T, U-Eisen, I, L und J Bulbs aus Thomas- und Siemens-Martin-Flusseisen und Stahl.

Kessel, Schiffs-, Reservoir-, Riffel- und Feinbleche, Locomotiv- und Tender-Rahmenplatten, Panzerplatten, Eisenbahnschienen, Grubenschienen, Strassenbahnschienen, Lang- und Querschwellen, Laschen, Unterlagsplatten, Radreifen (Bandagen), Winkelringe, gewalzte Scheibenräder.

Sämmtliches Material für transportable und feste schmalspurige Feld- und Industriebahnen, als: Schienen, Schwellen, Kleineisenzeug, event. fertig montirtes Geleise, Weichen, Drehscheiben und Wagen aller Art.

Specialität:

Strassenbahn-Oberbau aus Rillenschienen,

D. R.-P. 44637.

In grossen Quantitäten im In- und Auslande verlegt.

Weichen ganz aus Rillenschienen.

des Hammerwerkes: Schmiedestücke in allen Formen und Gewichten, Kurbelwellen, Achsen, Pleuelstangen, roh und bearbeitet, geschmiedete Scheibenräder und Speichenräder.

der Stahlfaçongießerei: Räder jeder Art, gegossene Radsterne, Stahlfaçongussteile für den Locomotiv- und Eisenbahn-Wagenbau, Schiffsschrauben, Schiffssteyen, Herz- und Kreuzungsstücke, Glühtöpfe, Press-Cylinder.

des Presswerkes: Gepresste Böden aus einem Stück bis zu 3 m Durchmesser, Dome, flusseiserne Locomotiv-Feuerbüchsen, Drehgestelle, Press- und Stanztheile jeder Art für Eisenbahnfahrzeuge, Lafettenwände.

der Räderfabrik: Alle Sorten Radsätze, fertig montirt, für Locomotiven, Eisenbahnen, Strassenbahnwagen.

Pneumatische Radsätze, nach Patent Lau, (D. R.-P. No. 60730) für Strassenbahnwagen.

Jahresproduction 400 000 Tonnen Fertigfabrikate.

• 6000 Arbeiter. •

Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein **OSNABRÜCK.**

Eisenbahn-Oberbau für Hauptbahnen
nach bewährten Systemen.

— Schienen aus Bessemerstahl. —

Seit 1890 bewährte Hauptspecialität ist der

Wechselsteg-Verblatt-Oberbau.

1. Auf Querschwellen mit Hakenplatten- oder Zapfenplattenbefestigung
für offene Gleise.

Die Wechselstegverblattung hat am Stoss 2 volle Stege neben einander und theilt die
Stossfuge in zwei Hälften.

2. Herkules-Schienen ohne Querschwellen
für Bahnübergänge, Hafengebäuden etc. im Pflaster.

*Durch diesen Schwellenschienen-Oberbau wird eine vorzügliche Lage des
Strassenpflasters gewährleistet.*

Oberbau für Strassen- und Kleinbahnen.

Wechselsteg-Verblatt-Oberbau,

besonders empfehlenswerth für motorischen Betrieb.

Im Pflaster besondere Schutzschiene.

Rationelle Erweiterung der Spurrille in Kurven.

Grosse vertikale und seitliche Widerstandsfähigkeit.

— Weichenbau. —

Verblattung der Stösse auch an den Herzstücken.

Umstellvorrichtungen, welche kein Aufklappen des Kastendeckels verlangen.

Eigene neueste Konstruktion der Zungenwurzel.

Kleinbahnwagen

für Güter und Personen, mit besonders construirten Drehgestellen.

Feld-, Forst- und Förderbahnen.

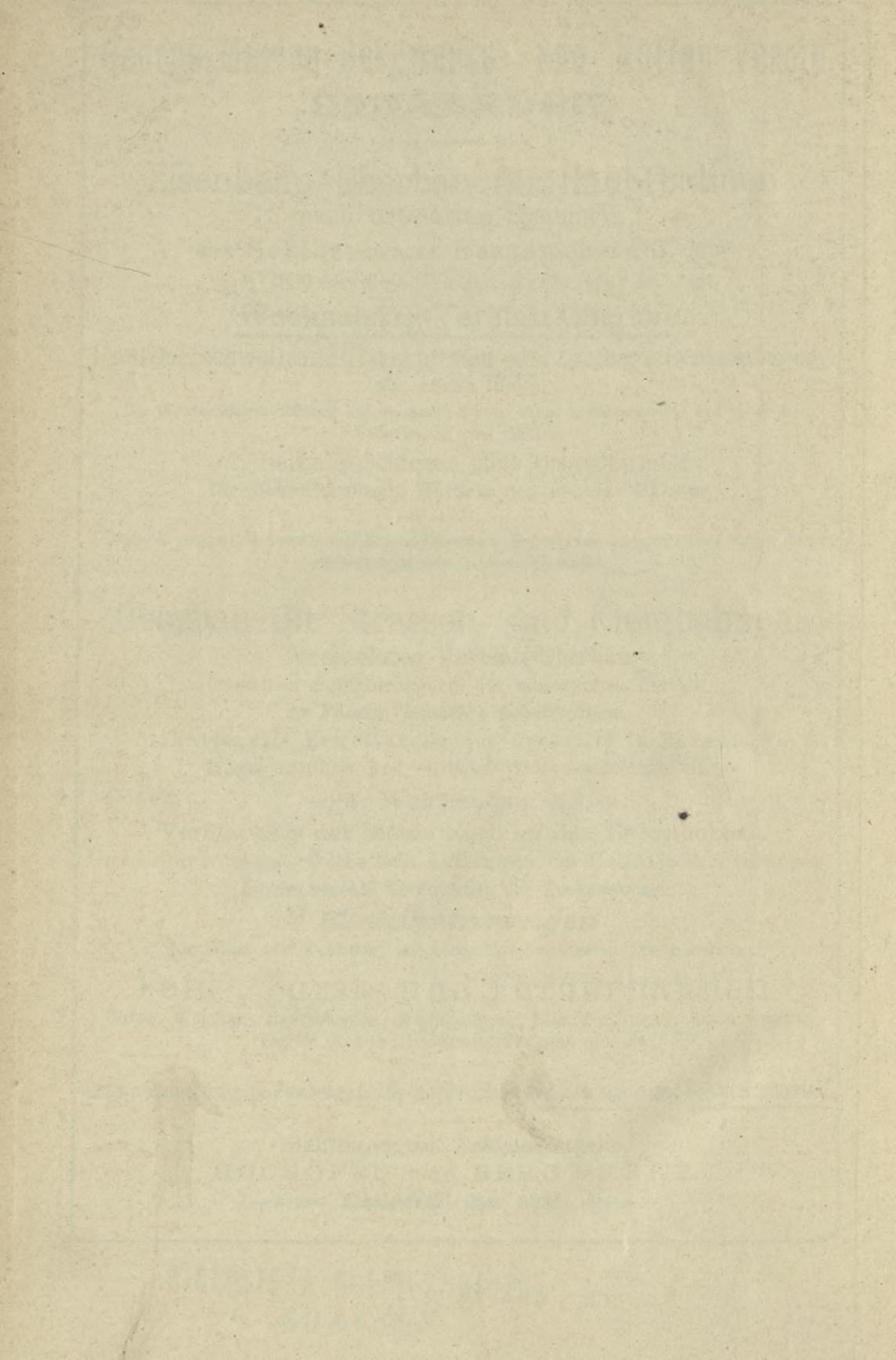
Gleise, Weichen, Drehscheiben, Muldenkipper, Plattformwagen, Kastenwagen,
Ziegel-, Rüben-, Holztransportwagen etc. etc.

Unsere Steinbrüche am Piesberge bei Osnabrück liefern Pflastersteine und Schottermaterial.

Stahlfaçonguss, Schmiedestücke.

HOCHÖFEN und BERGWERKE.

Arbeiterzahl über 5000.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE

BIBLIOTEKA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306523

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305493