Wegner

Preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

DIE EISENBAHN-TECHNIK DER GEGENWART.

UNTER MITWIRKUNG VON

ABT, LUZERN; ANGER, BERLIN; BATHMANN, STETTIN; BERNDT, DARMSTADT; † VON BEYER, POSEN; BIBER, MÜNCHEN; A. BLUM, BERLIN; O. BLUM, BERLIN; BORCHART, BERLIN; † VON BORRIES, BERLIN; BRÜCKMANN, BERLIN; BUSSE, KOPENHAGEN; CLAUSNITZER, FRANKFURT A. M.; COURTIN, KARLSRUHE; DIETZ, ESSEN; DOLEZALEK, BERLIN; EBERT, MÜNCHEN; FRAENKEL, BERLIN; GARBE, BERLIN; GÖLSDORF, WIEN; † GRIMKE, CASSEL; GROESCHEL, MÜNCHEN; GROSSMANN, WIEN; HALFMANN, ST. JOHANN; HEFFT, KARLSRUHE; HIMBECK, BERLIN; JÄGER, AUGSBURG; KOHLHARDT, WITTENBERGE; KUMBIER, ERFURT; KUNTZE, MÜNSTER I. W.; LAISTNER, STUTTGART; LEHNERS, HALBERSTADT; † LEISSNER, CASSEL; LEITZMANN, DARMSTADT; VON LEMMERS-DANFORTH, SPELDORF; VON LITTROW, TRIEST; NITSCHMANN, BERLIN; PATTÉ, KATTOWITZ; † PAUL, LIPPSTADT; † REIMHERR, BERLIN; RIMROTT, KÖNIGSBERG; SCHOLKMANN, BERLIN; SCHRADER, FALKENBERG; † SCHUBERT, BERLIN; SCHUGT, NEUWIED; SCHUMACHER, POTSDAM; SOMMERGUTH, BERLIN; STABY, LUDWIGSHAFEN; TROSKE, HANNVOER; UNGER, BERLIN; WAGNER, BRESLAU; WALZEL, VILLACH; WEHRENFENNIG, WIEN; WEISS, MÜNCHEN; ZEHME, BERLIN.

HERAUSGEGEBEN VON

BARKHAUSEN
GEHEIMEM REGIERUNGSRATE,
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE HANNOVER.

BLUM
GEHEIMEM OBER-BAURATE,
BERLIN.

† VON BORRIES
GEHEIMEM REGIERUNGSRATE,
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN
HOCHSCHULE BERLIN.

COURTIN
BAURATE, KARLSRUHE.

WEISS
MINISTERIALRATE, MÜNCHEN.

ZWEITER BAND

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

DER EISENBAHN-BAU.

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXTE UND LITHOGRAPHIERTEN TAFELN.

WIESBADEN
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1908.

DER
EISENBAHN-BAU
DER GEGENWART.

HERAUSGEGEBEN VON

BARKHAUSEN
GEHEIMEM REGIERUNGSRATE,
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE HANNOVER.

BLUM
GEHEIMEM OBER-BAURATE,
BERLIN.

† VON **BORRIES**
GEHEIMEM REGIERUNGSRATE,
PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN
HOCHSCHULE BERLIN.

COURTIN
BAURATE, KARLSRUHE.

WEISS
MINISTERIALRATE, MÜNCHEN.

ZWEITER ABSCHNITT

OBERBAU UND GLEISVERBINDUNGEN.

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

BEARBEITET VON

A. BLUM, BERLIN; †SCHUBERT, BERLIN; HIMBECK, BERLIN; FRAENKEL, TEMPELHOF.

MIT 440 ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 2 LITHOGRAPHIERTEN TAFELN.

WIESBADEN
C. W. KREIDEL's VERLAG.
1908.

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

Inhaltsverzeichnis*).

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

Verzeichnis der Herausgeber und Mitarbeiter.

Abt, Ingenieur in Luzern.
Anger, Eisenbahn-Bauinspektor in Berlin.
*) Barkhausen, Geheimer Regierungsrat, Professor in Hannover.
Bathmann, Oberbaurat in Stettin.
Berndt, Geheimer Baurat, Professor in Darmstadt.
† von Beyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D. in Posen.
Biber, Oberregierungsrat in München.
*) Blum, Geheimer Ober-Baurat in Berlin.
Blum, Dr. Ing., Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor in Berlin.
Borchart, Regierungs- und Baurat in Berlin.
*) † von Borries, Geheimer Regierungsrat, Professor in Berlin.
Brückmann, Direktor der Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft von L. Schwartzkopff in Berlin.
Busse, Eisenbahndirektor in Kopenhagen.
Clausnitzer, Oberbaurat in Frankfurt a. M.
*) Courtin, Baurat in Karlsruhe.
Dietz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Essen.
Dolezalek, Geheimer Regierungsrat, Professor in Berlin.
Ebert, Oberregierungsrat in München.
Fraenkel, Regierungs- und Baurat in Tempelhof-Berlin.
Garbe, Geheimer Baurat in Berlin.
Gölsdorf, Oberbaurat in Wien.
† Grimke, Eisenbahn-Bauinspektor a. D. in Cassel.
Groeschel, Dr., Regierungsrat in München.
Grofsmann, Oberinspektor in Wien.
Halfmann, Eisenbahn-Bauinspektor in St. Johann a. d. Saar.
Hefft, Dr., Regierungsbaumeister in Karlsruhe.
Himbeck, Regierungsbaumeister a. D. in Berlin.
Jäger, Eisenbahn-Präsident in Augsburg.
Kohlhardt, Eisenbahn-Bauinspektor in Wittenberge.
Kumbier, Eisenbahn- Bau- und Betriebs-Inspektor in Erfurt.
Kuntze, Regierungs- und Baurat in Münster i W.
Laistner, Baurat in Stuttgart.
Lehners, Eisenbahn-Bauinspektor in Halberstadt.
† Leifsner, Eisenbahn-Bauinspektor a. D., Direktor der Lokomotiv-Bauanstalt von Henschel und Sohn, in Cassel.
Leitzmann, Geheimer Baurat a. D. in Darmstadt.
von Lemmers-Danforth, Regierungs- und Baurat in Speldorf.
von Littrow, Oberinspektor in Triest.
Nitschmann, Geheimer Ober-Baurat in Berlin.
Patté, Regierungs- und Baurat in Kattowitz.
† Paul, Regierungs- und Baurat z. D. in Lippstadt.
† Reimherr, Regierungsbaumeister a. D. in Berlin.
Rimrott, Eisenbahndirektions-Präsident in Königsberg.
Scholkmann, Geheimer Oberbaurat in Berlin.
Schrader, Kaiserlicher Regierungsrat in Falkenberg.
† Schubert, Geheimer Baurat in Berlin.
Schugt, Regierungs- und Baurat in Neuwied.
Schumacher, Geheimer Baurat in Potsdam.
Sommerguth, Regierungs- und Baurat in Grunewald-Berlin.
Staby, Direktionsrat in Ludwigshafen.

*) Herausgeber.

Troske, Professor in Hannover.
Unger, Regierungs- und Baurat in Berlin.
Wagner, Geheimer Baurat in Breslau.
Walzel, Ober-Ingenieur in Villach.
Wehrenfennig, Zentralinspektor in Wien.
*) Weifs, Ministerialrat in München.
Zehme, Ober-Ingenieur, Schriftleiter der Elektrotechnischen Zeitschrift in Berlin.

* Herausgeber.

Abkürzungen.

V. D. E. V. = Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.
U. G. W. = Uebereinkommen über gegenseitige Wagenbenutzung im V. D. E. V.
T. V. = Technische Vereinbarungen des V. D. E. V. über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt-Eisenbahnen.
T. E. = Technische Einheit im internationalen Eisenbahn-Verkehre.
Grz. f. L. = Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen.
B O. = Eisenbahn- Bau- und Betriebs-Ordnung für die deutschen Eisenbahnen.
Nrm. = Normen für den Bau und die Ausrüstung der Haupteisenbahnen Deutschlands, aufgehoben.
Bt. O. = Betriebsordnung für die Haupteisenbahnen Deutschlands, aufgehoben.
Sg. O. = Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands.
Bhn. O. = Bahnordnung für die Nebeneisenbahnen Deutschlands, aufgehoben.
Bhn. P. O. = Bahn-Polizei-Ordnung.
Kl. G. = Kleinbahn-Gesetz.
Bt. V. f. K. = Betriebsvorschriften für Kleinbahnen.
A. A. 98. = Ausführungsanweisung zum Kleinbahngesetze.
D. V. f. M. = Deutscher Verband für Materialprüfung.
Gr. f. M. = Grundsätze des Deutschen Verbandes für Material-Prüfung.
S. O. = Schienen-Oberkante.
S. U. = Schienen-Unterkante.
Akm. = Achskilometer.
Lkm. = Lokomotivkilometer.
Organ = Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.
Zentr. d. B. = Zentralblatt der Bauverwaltung,
Z. f. B. = Zeitschrift für Bauwesen.
Z. V. D. I. = Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
D. Bztng. = Deutsche Bauzeitung.
Glaser = Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen.
Revue d. ch. d f. = Revue générale des chemins de fer.
Röllsche Enzycl. = Encyclopädie des gesamten Eisenbahnwesens, von Dr. V. Röll.
Handb. d. Ing. = Handbuch der Ingenieurwissenschaften
Handb. f. sp. E. = Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik von Heusinger von Waldegg.
Haarmann Eisenb. Gl. = Das Eisenbahngleis. Geschichtlicher und kritischer Teil, von Haarmann.
Lueger, Lex. = Lexikon der gesamten Technik von O. Lueger.

Bezeichnungen.

„Heizrohre“: Rohr mit Wasser aufsen.
„Siederohr“: Rohr mit Wasser innen.
„Achsstand“: Achsmittenabstand.
„Radstand“: Abstand der Räder einer Achse.
„Schraubenfeder“: Nach zylindrischer Schraubenlinie gewundene Rundfeder.
„Wickelfeder“: Kegelförmig gewundene Plattfeder.
„Zahnstangen-Bahn“ und „Zahnradlokomotive“ sind auseinander gehalten, für beide wird jetzt „Zahnbahn“ und „Zahnlokomotive“ gebraucht.
„Unterlageplatte“: zwischen Schiene und Schwelle gelegte Platte.
„Heizstoff“ ist der Zweckbezeichnung wegen statt Brennstoff gesetzt.
„Endbühne“ „Bühne“ steht statt Plattform.
„Bordloser Wagen“ ist statt Plattform-Wagen gesetzt.
„Schwinge“ steht statt Coulisse.
„Speicher“ (Elektrizitäts-) ist für Accumulator,
„Zelle“ für Element,
„Triebmaschine“ und „Antrieb“ für Motor,
„Trieb“-Wagen, -Gestell für Motorwagen, -Gestell,
„Reihen“-Schaltung für Serien-Schaltung,
„Neben“-, Nebeneinander-Schaltung für Parallelschaltung,
„Stromschliefser“ für Contact eingeführt.

Band II, Abschnitt B. Oberbau und Gleisverbindungen.

B. I. Oberbau.

I. a) Allgemeine Grundlagen für die Anordnung des Oberbaues; die verschiedenen Oberbauanordnungen.

Bearbeitet von **A. Blum.**

a) 1. 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 grofse Fläche des Unterbaues übertragen. Damit dies unabhängig von den Witterungsverhältnissen in möglichst gleichmäfsiger Weise geschieht, und das Gleis fest und trocken in der Bettung liegt, soll diese aus durchlässigem Kiese oder Steinschlage, Kleinschlage, bestehen.

Das Gleis besteht in der Regel aus den Schienen, auf denen die Räder der Fahrzeuge laufen, und die 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 Hauptteil besondere Befestigungsmittel nötig. Die seitliche Führung der Räder auf den Schienen erfolgt durch innen laufende Spurkränze an den Rädern, während bei älteren Anordnungen glatte Räder durch Leisten der Schienen geführt wurden.

Die Gleisgestaltung zeigt im Übrigen verschiedene zum Teil in dem Zwecke der Bahn begründete Unterschiede. Zunächst sind die in Aussicht genommene Betriebsweise und der erwartete Verkehrsumfang von Einflufs. Je stärker die Verkehrsbelastung ist, um so fester mufs das Gleis gebaut werden, man unterscheidet daher Gleise für Haupt-, Neben- und Kleinbahnen. Gleise auf selbstständigem Bahnkörper werden nach anderen Grundsätzen gestaltet, als Gleise, die in Strafsen liegen, denn bei diesen mufs sowohl auf die möglichst ungestörte Befestigung der Strafsenfahrbahn, als auch auf die ungehinderte Benutzung der Gleise durch das Strafsenfuhrwerk Rücksicht genommen werden. Von weiterm Einflusse ist die für den Betrieb gewählte bewegende Kraft, wie Dampf, elektrische Übertragung,

tierische Kraft, und die Art der Kraftausnutzung: Reibungsbahnen mit glatter Bahn, Zahnstangenbahnen, Seilbahnen, sowie die Lage der Fahrzeuge zum Gleise.

Die nachfolgenden Erörterungen über den Oberbau beziehen sich, soweit keine andere Bahngattung ausdrücklich genannt ist, vorzugsweise auf Eisenbahnen mit selbstständigem Bahnkörper, bei denen die mit Dampfkraft bewegten Fahrzeuge auf den Schienen stehen. Für Haupt- und Nebenbahnen kommen vorzugsweise solche Bahnen in Frage, und sie machen auch einen nicht unbeträchtlichen Teil der Kleinbahnen aus.

---

a) 2. Gesetzliche und unter den Eisenbahnen vereinbarte Grundlagen.

Um den Übergang der Fahrzeuge zwischen den verschiedenen Eisenbahnen zu sichern, hat sich bald die Notwendigkeit ergeben, über die Entfernung der Räder und Schienen, den Raddruck und ähnliche Grundlagen einheitliche Bestimmungen zu treffen, die 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 verschiedenen, vom Bundesrate erlassenen Bau- und Betriebs-Vorschriften Gesetzeskraft, und endlich erfolgte zwischen dem Deutschen Reiche, Österreich-Ungarn, Frankreich, Italien und der Schweiz über verschiedene hierher gehörige Punkte die Vereinbarung einer „technischen Einheit im Eisenbahnwesen“ (T. E.). Die für Bau und Betrieb für das Deutsche Reich erlassenen Vorschriften, die bisher nach Haupt- und Nebenbahnen und nach Bau und Betrieb getrennt waren, sind nunmehr in eine einheitliche „Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung“ (B. O.) zusammengefafst, die seit dem 1. Mai 1905 in Kraft ist. Im Nnachstehenden sind die Bestimmungen dieser B. O. berücksichtigt.

2. *a*) Raddruck.

Über den gröfsten zulässigen Raddruck, der mafsgebenden Einflufs auf die Sicherheit eines Gleises hat, ist in der T. E. nichts festgesetzt, ohne dafs sich diese Lücke bisher für den Wagenübergang störend bemerkbar gemacht hätte. Für das Gebiet des V. d. E. V. ist für Hauptbahnen und Nebenbahnen, deren Fahrzeuge 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 festgelegt. Demgemäfs ist auch in den T. V. 6 für den Oberbau eine solche Tragfähigkeit verlangt, dafs jede Stelle der Schiene 7 t rollende Last mit Sicherheit tragen kann, während die Grz. f. L. diese Last auf 4,3 t, wo tunlich 5 t beschränken, falls die Wagen von Hauptbahnen auf sie übergehen; bei Ausschlufs des Wagenüberganges wird dem gröfsten vorkommenden Raddrucke entsprechende Tragfähigkeit des Oberbaues verlangt.

Ein Raddruck von 7 t hat sich aber tatsächlich als nicht mehr ausreichend erwiesen. In der B. O. 16 ist daher für alle von Lokomotiven befahrenen Gleise eine Tragfähigkeit für einen Raddruck von 7,5 t, und für neue und umzubauende Hauptgleise eine solche für 8 t Raddruck vorgeschrieben. Auf besonders stark beanspruchten Strecken soll die Tragfähigkeit sogar einem Raddrucke von 9 t entsprechen.

In Nordamerika kommen noch höhere Raddrücke, besonders bei Lokomotiven vor.

Für Kleinbahnen empfiehlt es sich, den Raddruck nicht zu hoch zu wählen, um nicht genötigt zu sein, ein übermäfsig schweres Gleis anzulegen. Haarmann[117]) empfiehlt als Grenzwerte für 1000, 750 und 600 mm Spur 3,5, 3 und 2,5 t.

2. β) Spurweite.

Unter Spurweite versteht man den lichten Abstand zwischen den Schienenköpfen; sie ist in den T. V. 2 und der B. O. 9 für vollspurige Bahnen und gerade Gleise zu 1435 mm festgesetzt; eine gröfsere oder geringere Schienenentfernung bezeichnet man als 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, Rufsland und Spanien herrscht allerdings die Breitspur von 1600 mm, 1524 mm und 1676 mm fast allein. Die letztere Spurweite ist auch auf den ostindischen Bahnen weit verbreitet. Schmalspurbahnen haben sich mit der fortschreitenden Aufschliefsung von Gebirgsländern und dünn bevölkerten Landstrichen in allen Erdteilen mehr und mehr verbreitet, und nehmen neuerdings besonders im Kleinbahnwesen rasch an Ausdehnung zu. Hauptsächlich kommen Spurweiten von 1000, 750 und 600 mm in Frage, von denen die beiden ersten in der B. O. 9 auch für Nebenbahnen zugelassen sind, es finden sich aber auch viele andere Mafse[118]).

Bei allen Spurweiten müssen geringe Abweichungen gestattet sein, weil selbst bei sorgfältigster Verlegung und Unterhaltung eines Gleises vollkommen genaue Einhaltung der Spurweite im Betriebe unmöglich ist. Die B. O. 9 und die T. V. 2 lassen für die Vollspur eine solche von — 3 mm und + 10 mm zu.

2. γ) Spurerweiterung.

In gekrümmten Gleisen mit kleineren Halbmessern ist eine Spurerweiterung nötig, damit die Spurkränze der Fahrzeuge mit zwei und mehr gleichlaufenden Achsen den nötigen Spielraum finden[119]).

Darüber, bis zu welchem Krümmungshalbmesser noch eine Spurerweiterung nötig ist, gehen die Ansichten auseinander. Man glaubte früher bei Vollspurbahnen bis zu Bogen mit 1000 m Halbmesser gehen zu müssen und manche Bahnen

---

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

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

119) Band I, 2. Auflage, S. 94.

halten noch an dieser Grenze fest. Anderseits wird in Übereinstimmung mit der B. O. 9 und den T. V. 2 eine Spurerweiterung nur in Krümmungen mit Halbmessern unter 500 m für nötig gehalten.

Auch über das Mafs der Spurerweiterung sind die Ansichten geteilt. Als gröfster Grenzwert ist allerdings in den T. V. 30 mm und in der B. O. 9 für Hauptbahnen 30 mm, für Nebenbahnen 35 mm festgesetzt, auch ist die Spurweite in der T. E. auf mindestens 1435 und höchstens 1465 mm bemessen, aber die Zwischenabstufung erfolgt nach sehr verschiedenen Grundsätzen. Auf rechnerischem Wege kann die Frage nicht allgemein gelöst werden, weil die Spurerweiterung vorzugsweise von dem Achsstande der Fahrzeuge abhängt und dieser in sehr weiten Grenzen wechselt. Andere Gesichtspunkte, wie die Neigung der Kegelflächen der Radreifen 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 Höchstwerte. Solche Formeln sind:

Gl. 43) . . $e^m = \frac{6}{R^m} - 0{,}012$ bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen,

Gl. 44a) u. b) $e^{mm} = (0{,}02 \text{ bis } 0{,}03)\ (1000 - R^m)$ bei einigen deutschen Bahnen,

Gl. 45a) u. b) $e^{mm} = \frac{11339}{R^m}$ oder $\frac{13302}{R^m} - 10$ bei österreichisch-ungarischen Bahnen.

Dabei kommen jedoch, besonders bei den Gl. 45a und 45b, willkürliche Abweichungen von den Rechnungsergebnissen vor. Nach theoretischen Erwägungen sollte eine Formel gewählt werden, in der R in einem geometrischen Verhältnisse zu e steht. Als solchen Ausdruck hat ein Unterausschufs des Technischen Ausschusses des V. d. E. V. die Formel

Gl. 46) . . . . . $e^{mm} = \frac{(1000 - R^m)^2}{27000}$

vorgeschlagen. Wie aus Zusammenstellung IX zu ersehen ist, gibt sie bis zu Bogen von 1000 m Halbmesser Werte, die zwischen denjenigen der anderen mitgeteilten Formeln liegen.

Zusammenstellung IX.

Die Spurerweiterung beträgt nach Gl. 43 bis 46 in mm

R^m.	43	44b	45a	45b	46
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

Die Verwaltungen des V. d. E. V. haben dann auch mit Spurerweiterungen, die nach Gl. 46), nach der Gl. 44a und endlich nach den bisher bei der betreffenden Bahn maſsgebenden Grundsätzen gebildet waren, Versuche gemacht, über die J. Sandner ausführlich berichtet[120]). Die Versuche haben zwar zu keinem bestimmten Ergebnisse geführt, sie lassen aber, wie aus der Zusammenstellung X hervorgeht, immerhin erkennen, daſs eine reichliche Spurerweiterung nicht ungünstig wirkt.

Zusammenstellung X.

Zahl der Versuchsergebnisse.

17	12	19
Günstigste Spurerweiterung mit Rücksicht auf		
gleichmäſsige Flächenabnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleisunterhaltung
7 mal gröſster Wert, 9 mal kleinster Wert, 1 mal 0	7 mal gröſster Wert, 5 mal beide Werte gleich gut	9 mal gröſster Wert, 4 mal kleinster Wert, 6 mal beide Werte gleich gut
23 mal gröſster Wert, 14 „ kleinster Wert, 11 „ beide Werte gleich.		

Bei Aufstellung einer Formel für die Spurerweiterung sollte auch darauf gesehen werden, daſs sie für die kleinsten Krümmungshalbmesser noch nicht die äuſserst zulässige Spurerweiterung ergibt, damit die im Betriebe vorkommenden, unvermeidlichen Abweichungen noch möglich sind.

Je mehr Lenkachsen und Drehgestelle bei langen Wagen zur Anwendung kommen, um so weniger ist die Anordnung einer groſsen Spurerweiterung nötig. Wenn manche Bahnen, wie einzelne französische, von der Herstellung einer Spurerweiterung in Krümmungen ganz absehen, so hat das zum Teil auch darin seinen Grund, daſs dort vielfach schon in der 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 vorderen Auſsenrädern als Leitkante dienenden Auſsenschiene keine Störung eintritt.

Wo Übergangsbogen vorhanden sind[121]), pflegt man die Spurerweiterung in diesen allmälig auf ihr volles Maſs anwachsen zu lassen. Bei unmittelbarem Übergange aus der Geraden in den Kreisbogen kann man die Zunahme der Spur je nach den Umständen ganz in die Gerade legen, oder auf Gerade und Kreisbogen verteilen.

---

120) Organ 1899, S. 238.

121) Band II, 2. Auflage, S. 28.

2. δ) Spurrinne.

Mit Rücksicht auf die Breite und Höhe der Spurkränze und ihren Spielraum gegen die Schienen mufs immer neben der Schiene eine Spurrinne frei bleiben, die bei Vollspurbahnen nach den T. V., den Grz., den Nrm., der Bt. O. und der B. O., auch bei gröfster Abnutzung der Schienen, 67 mm breit und 38 mm tief sein mufs (Textabb. 84, S. 116). Hierauf ist besonders bei Anordnung der Befestigungsmittel zu achten.

Bei Zwangschienen der Weichen und Kreuzungen (Band II, B. II) ist allgemein nur 41 mm Rinnenbreite üblich, für Wegeübergänge läfst die B. O. gleichfalls eine Einschränkung der Breite bis 45 mm zu.

2. ε) Schienenüberhöhung.

Um der Fliehkraft der Fahrzeuge bei der Fahrt durch Krümmungen entgegenzuwirken und der Gefahr der Entgleisung, sowie zu starker Abnutzung der Aufsenschiene vorzubeugen, wird der äufsere gegen den innern Schienenstrang in schärferen Krümmungen überhöht. Während die früher gültige Nrm. 6 eine solche Überhöhung verlangten, „dafs die Krümmungen bei der gröfsten für die betreffende Strecke zugelassenen Geschwindigkeit mit Sicherheit durchfahren werden können", stellen die T. V. 7 die Forderung: „dafs mit Berücksichtigung der auf der betreffenden Strecke vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten von den Spurkränzen der Räder ein tunlichst geringer Angriff auf die inneren Schienenkanten beider Stränge ausgeübt wird".

Diese voneinander abweichenden Forderungen der früheren Nrm. und der T. V. bringen verschiedene Anschauungen über die Notwendigkeit und die Gründe der Überhöhung zum Ausdrucke. Während man sie ursprünglich vorzugsweise zur Wahrung der Betriebsicherheit für nötig hielt, hat die Erfahrung immer deutlicher gelehrt, dafs die Betriebsicherheit bei ausreichend breiter Schienenauflagerung schon durch diese Breite gewahrt wird. Da aber die Abnutzung der Schienen beider Stränge wesentlich von dem Mafse der Überhöhung abhängt und die wirtschaftliche Ausnutzung des Gleises möglichst gleichmäfsige Abnutzung beider Schienen verlangt, so ist die Frage der Schienenüberhöhung nach neueren Anschauungen weniger nach Gesichtspunkten der Betriebsicherheit, als nach solchen der Wirtschaftlichkeit, vor allen Dingen aber danach zu beurteilen, dafs bei der Fahrt durch den Bogen die für die Insassen des Zuges höchst lästigen Seitenkräfte möglichst aufgehoben und besonders Seitenstöfse vermieden werden[122]).

Für Lokal- und Kleinbahnen gestatten die Grz. f. L. bei Anwendung von Radlenkern an der Innenschiene das Auflaufen der Spurkränze auf die Aufsenschienen.

Für eine einzelne Achse, die frei mit einer Geschwindigkeit von V km/St. durch einen Bogen des Halbmessers R und des Schienenabstandes s läuft, wird der Seitenangriff der Fliehkraft auf die Aufsenschiene aufgehoben bei einer Überhöhung:

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

Für Vollspur wird also, je nachdem man s = 1500 mm oder 1435 mm setzt:

Gl. 47) . . . . $h^{mm} = 11{,}8 \frac{(V^{km/St.})^2}{R^m}$ oder $11{,}28 \frac{(V^{km/St.})^2}{R^m}$.

---

122) Zentr. d. B. 1901, S. 462.

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

Gl. 48) . . . . . $h^{mm} = \frac{K}{R^m}$,

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

Die Gl. 47) ist aber theoretisch nicht richtig, weil freilaufende Achsen im Eisenbahnbetriebe nicht vorkommen, sie gibt daher bei grofsen Krümmungshalbmessern und hohen Geschwindigkeiten nach praktischen Gesichtspunkten zu grofse, bei kleinen Geschwindigkeiten zu geringe Überhöhungen. Ihre Ergebnisse werden daher von den Verwaltungen, die ihr folgen, nach Bedarf abgeändert, besonders wird fast allgemein ein Höchstmafs für die Überhöhung festgesetzt. Noch willkürlichere Abweichungen sind bei Anwendung der Gl. 48) nötig, weil bei dieser auch die Geschwindigkeit, die ja nach den Krümmungen verschieden bemessen werden sollte, willkürlich festgesetzt ist.

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

Nach der deutschen B. O. darf die Geschwindigkeit in Krümmungen von 180, 200, 300 und 400 m Halbmesser 45, 50, 65 und 75 km/St. nicht überschreiten, sie steigt dann bis 1300 m Halbmesser nach einer Geraden bis 120 km/St. Bei flacheren Bogen ist keine Geschwindigkeitsgrenze vorgeschrieben. In Belgien ist der Ausdruck üblich:

Gl. 49) . . . . . $V^{km/St.} = 3\sqrt{R^m}$,

und in Österreich-Ungarn ist die zulässige Geschwindigkeit

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

Bei Bemessung des Höchstwertes für h ist zu berücksichtigen, dafs es nicht erwünscht ist, die Überhöhung so weit zu treiben, dafs 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 lotrecht. Mit der Überhöhung weiter als bis 100 oder 125 mm zu gehen, empfiehlt sich daher nicht. Die bei den Bahnverwaltungen des V. d. E. V. tatsächlich gebräuchlichen Überhöhungen überschreiten diese Mafse allerdings teilweise erheblich und steigen bis zu 250 mm, auch bei französischen Bahnen kommen Überhöhungen bis zu 200 mm vor, und als besonders auffallend mufs es bezeichnet werden, dafs in einzelnen Fällen dieselbe Verwaltung bei Krümmungshalbmessern von 180 m, die auf deutschen Haupt- und Nebenbahnen gleichmäfsig mit höchstens 45 km/St. Geschwindigkeit durchfahren werden dürfen, bei Hauptbahnen eine fast doppelt so starke Überhöhung 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 vorgeschlagen, die sich schon auf den linksrheinischen und

hannoverschen Strecken der preufsischen Staatsbahnen bewährt hatte. Sie lautet:

Gl. 51) . . . . . $h^{mm} = m \frac{V^{km\,St.}}{R^m}$,

wobei für V zweckmäfsig der Wert aus Gl. 50) und m gleich 500 bis 700 zu setzen ist, je nach der Gestaltung der Bahn. Die Formel gibt für mittlere Geschwindigkeiten von 50 bis 60 km/St. annähernd dieselben Werte, wie Gl. 47).

Mit dieser Formel und der sogenannten theoretischen (Gl. 47) sind dann im Gebiete des V. d. E. V. ausgedehnte Versuche gemacht und 1899 abgeschlossen worden. Bezüglich dieser hebt J. Sandner[123]) hervor, dafs sich aus den Ergebnissen über den Einflufs der Schienenüberhöhung auf den Zustand und die Unterhaltung des Gleises keine Gesetzmäfsigkeit nachweisen lasse. Dieser Anschauung können wir aber nicht beitreten, vielmehr geht unserer Meinung nach aus den in Zusammenstellung XI enthaltenen Endergebnissen hervor, dafs in Rücksicht auf die gleichmäfsige Abnutzung beider Schienen in Gleisen mit vorwiegendem Personenverkehre und nahezu gleichem Personen- und Güter-Verkehre die gröfseren Überhöhungen m = 700 und mehr die günstigeren sind. Auch bei Gleisen mit

Zusammenstellung XI.

Günstigste Überhöhung $\left(h = \frac{mv}{r}\right)$ bei								
mehr als 55 % Personenverkehr			mehr als 55 % Güterverkehr			nahezu gleichem Personen- und Güter-Verkehre		
mit Rücksicht auf								
gleichmäfsige Flächenabnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleisunterhaltung	gleichmäfsige Flächenabnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleisunterhaltung	gleichmäfsige Flächenabnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleisunterhaltung
1mal m=354 1 „ „ 472 7 „ „ 700 2 „ „ 500 2 „ „ 500 und 700 gleich gut	1mal m=590 und 700 gleich gut 1mal m=500 und $\frac{3600}{r}$ gleich gut 6mal alle Formeln gleich gut	4mal m=700 3 „ „ 500 1 „ „ 885 1 „ „ 300 7mal alle Formeln gleich gut	1mal m=885 1 „ „ 800 und „=500 gleich gut 2mal m=700 1 „ „ 700 und 500 gleich gut 2mal m=500	1mal m=700 1 „ „ 500 8mal alle Formeln gleich gut	2mal m=802 1 „ „ 700 5 „ „ 600 1 „ „ 246 3mal alle Formeln gleich gut	2mal m=708 2 „ „ 826 2 „ „ 700 1 „ „ 500 1 „ „ 800	1mal m=826 1 „ „ 700 6mal alle Formeln gleich gut	2mal m=708 1 „ „ 700 1 „ „ 826 3 „ „ 500 1 „ „ 600 4mal alle Formeln gleich gut
7mal m=700 4 „ „ $\lesseqgtr$ 500 2 „ „ gleichgültig		5mal m $\geqq$ 700 4 „ „ $\lesseqgtr$ 500 7 „ „ gleichgültig	3mal m $\geqq$ 700 3 „ „ = 500 2 „ „ gleichgültig		3mal m $\geqq$ 700 6 „ „ $\leqq$ 500 3 „ „ gleichgültig	7mal m $\geqq$ 700 1 „ „ = 500		5mal m $\geqq$ 600 3 „ „ = 500 4 „ „ gleichgültig
13	8	16	8	10	12	8	8	12

Zahl der Versuchsergebnisse.

[123]) Organ 1899, S. 238.

vorwiegendem Güterverkehre haben sich die stärkeren Überhöhungen nicht ungünstiger gezeigt, als die niedrigeren, und auch aus den Kosten der Gleisunterhaltung lassen sich keine Schlüsse zu Gunsten der kleineren Werte der Überhöhung ziehen. Aus den Ergebnissen der Versuche ist daher doch wohl zu schliefsen, dafs die gröfseren Überhöhungen zweckmäfsiger sind, als die kleineren, obgleich die aus der verhältnismäfsig kurzen Dauer der Versuche entspringende Unzuverlässigkeit zu erwähnen und in Übereinstimmung mit Sandner hervorzuheben ist, dafs die sonstigen auf die Kosten der Gleisunterhaltung einwirkenden Umstände von viel gröfserer Bedeutung sind, als die Gröfse der Schienenüberhöhung, und dafs auch in Rücksicht auf die Flächenabnutzung der Schienen zweifellos andere sehr wesentliche Einflüsse mitwirken.

Die Ausführung der Überhöhung wird meistens durch Hebung der Aufsenschiene bewirkt. Gleichzeitiges Senken der Innenschiene vermindert in der Regel die Bettungshöhe unter der einen Gleishälfte zum Schaden der festen Gleislage 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.

In der Geraden müssen die einander winkelrecht gegenüber liegenden Punkte der Oberkanten der beiden Schienen in gleicher Höhe liegen (B. O. 10, T. V. 7). Der Übergang aus dieser Lage in die Überhöhung in der Krümmung ist durch eine Überhöhungsrampe zu bewirken, deren kleinste Neigung in der B. O. zu 1 : 300 und in den T. V. zu 1 : 200 bestimmt ist. Diese letztere Neigung reicht aber kaum aus, um Entgleisungen entlasteter Räder mit Sicherheit zu verhüten. Einzelne österreichische, französische und amerikanische Bahnen gehen bis zu 1 : 500, ja selbst bis 1 : 1000. Wenn zwischen der Geraden und Krümmung Übergangsbogen vorhanden sind, so legt man die Überhöhungsrampe in diese, andern Falles soll sie in die Gerade geschoben werden.

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

Bei Gleisen vor Bahnhöfen eine Ermäfsigung der Überhöhung auf die Hälfte bis vier Fünftel eintreten zu lassen, wenn alle Züge auf dem Bahnhofe anhalten, ist zwar vielfach üblich, empfiehlt sich aber nicht, weil hier die Geschwindigkeit häufig noch unvermindert ist. Dagegen kann man in solchen Fällen in den Bahnhofshauptgleisen selbst von der Überhöhung absehen, oder sie bis auf die Hälfte herabmindern, während die Hauptgleise in Stationen, die besonders von schnell fahrenden Zügen ohne Halt durchfahren werden, zweckmäfsig mit voller Schienenüberhöhung ausgestattet werden. Bei Bahnhofsnebengleisen ist eine Schienenüberhöhung nicht üblich.

a) 3. Die verschiedenen Oberbauanordnungen; Berücksichtigung der technischen Grundlagen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte.

Man teilt die Gleise je nach der Lage der Schwellen quer oder gleichlaufend zur Gleisachse ein in Querschwellen- und Langschwellen-Gleise. 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 und die Langschwellengleise als überwunden zu betrachten sind, so ist das vorzugsweise darin begründet, dafs sich bei jenen die vorerörterten technischen und wirtschaftlichen Grundlagen für den Gleisbau leichter, einfacher und wirksamer durchführen lassen, als bei Gleisen letzterer Art.

Bei Querschwellengleisen wird sowohl die Spurweite, als auch die Regelung der Spurerweiterung in einfachster Weise unmittelbar durch die Befestigung der Schienen auf den Schwellen gesichert, während hierzu bei Langschwellen-, Schwellenschienen- und Einzelstütz-Gleisen besondere Zwischenglieder nötig 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 sicher zu stellen, während bei den anderen Gleisformen hierfür im wesentlichen nur die Bettung zu Gebote steht. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dafs die genaue Höhenlage der Schienen bei Unterstützung beider Schienenstränge durch dieselben Querschwellen nicht in solchem Mafse von der Güte der Bettung und der Geschicklichkeit der Arbeiter abhängt, wie bei den anderen Gleisarten. Ferner sind Einzelauswechselungen der Schwellen bei Querschwellengleisen leichter zu bewirken, als bei Langschwellengleisen.

Alle diese Tatsachen, zu welchen noch weitere, später unter I. d. zu erörternde hinzutreten, erschweren die gute Erhaltung der Langschwellen-Gleise und beeinträchtigen ihre Widerstandskraft und Dauerwirkung.

Schon 1893 hat daher der technische Ausschufs des V. d. E. V. erklärt, dafs der Langschwellenoberbau im Allgemeinen dem Querschwellenoberbaue nachstehe[124]), und auch die T. V. 14,2 geben dieser Anschauung mit den Worten Ausdruck: „Die Anwendung von Querschwellen ist der von Langschwellen unbedingt vorzuziehen.“

Die zu Gunsten der Querschwellengleise sprechenden Gesichtspunkte treten allerdings um so mehr zurück, je geringer die Betriebsbeanspruchung der Strecke ist, besonders aber bei Bahnen, die in Strafsen liegen. Hier sind namentlich Schwellenschienen besonders deshalb von Vorteil, weil Querschwellen zu störend in die Befestigung der Strafsenfahrbahn eingreifen, und sich die Unterhaltungsarbeiten an beiden Verkehrswegen bei ihrer Verwendung gegenseitig in hohem Mafse behindern.

Aufser den genannten Gleisformen sind diese auch nach der Gestalt der Schiene in Breitfufs- und Doppelkopf- oder Stuhlschienen-Gleise zu

---

124) Organ, XI. Ergänzungsbd. 1893.

unterscheiden, je nachdem die Schiene einen breiten und flachen Fuſs besitzt, der unmittelbar auf der Schwelle befestigt werden kann, oder einen dem Fahrkopfe ähnlichen Unterkopf hat, so daſs sie zur Auflagerung auf der Schwelle eines Stuhles bedarf. Die letztere Schienenform kommt aber nur bei Querschwellen- und Einzelstütz-Gleisen vor, während bei Langschwellen-Gleisen nur Breitfuſsschienen zur Verwendung gelangen. Die Sicherung der Richtung und Höhenlage der Schienen weicht bei den genannten beiden Schienenformen nicht grundsätzlich ab.

Die unter a) 2. behandelten technischen Grundlagen sollen zwar in erster Linie den Übergang der Fahrzeuge ermöglichen und die Betriebsicherheit wahren, sie kommen aber neben weiteren noch zu erwähnenden Gesichtspunkten auch in wirtschaftlicher Hinsicht wesentlich in Betracht. Im Allgemeinen decken sich die Forderungen der Betriebsicherheit und der Wirtschaftlichkeit, ja letztere verlangt oft ein noch höheres Maſs von Widerstandskraft des Gleises, als erstere. Denn während die Betriebsicherheit 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 Betriebsicherheit noch voll Genüge leistet, kann daher aus wirtschaftlichen Gründen ungenügend sein. Anderseits kann auch bei Bahnen mit geringem Verkehre, bei denen keine regelmäſsige Bewachung nötig ist und auch ständige Arbeiter zur Bahnerhaltung in der für Oberbauarbeiten nötigen Zahl aus sonstigen Gründen nicht regelmäſsig beschäftigt werden müssen, also etwa bei Kleinbahnen, die Wahl eines unverhältnismäſsig kräftigen Oberbaues wirtschaftlich gerechtfertigt sein, um auch ohne stetige sorgfältigste Unterhaltung Gewähr für sichern und ungestörten Betrieb zu haben.

Weiter ist es erwünscht, daſs die Hauptteile 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, ergibt sich aus der Tatsache, daſs die Anlagekosten für den Oberbau die erste Stelle unter allen anderen Bauausgaben einnehmen. Sie betrugen 1904 auf den Haupt- und Nebenbahnen Deutschlands etwa 22,0 % der Anlagekosten, steigen aber bei einfachen Nebenbahnen bis zu 50 % und können besonders bei Kleinbahnen einen noch höhern Anteil ausmachen. Ebenso beliefen sich die Kosten für Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues im genannten Jahre mit fast 157 Millionen Mark auf 67,2 % der Ausgaben für Bahnunterhaltung und auf 21,5 % aller sächlichen Betriebsausgaben.

I. b) Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen über Berechnung des Oberbaues.

Bearbeitet von **A. Blum.**

b) 1. Einleitung.

Die Spannungen, die in Schiene und Langschwelle infolge der Nachgiebigkeit der Bettung beim Befahren eintreten, sind zuerst von Winkler[125]) berechnet worden. Er nahm an, dafs 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:

Gl. 52) . . . . . $p^{kg/qcm} = C \cdot y^{cm}$;

y ist also zugleich die Abweichung der elastischen Linie von der ursprünglichen Geraden und C ein von der Beschaffenheit der Bettung abhängiger Festwert, 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 Änderung des Druckes entspricht, Annahmen, die beim Oberbaue gemacht werden dürfen, ist es jedenfalls anwendbar, und daher bis jetzt beibehalten worden. Das gröfste Bedenken gegen die allgemeine Anwendung liegt in der Erstreckung auch auf angehobene Schwellen.

Die Grenzen der Belastung der Bettung können nur durch Versuche bestimmt werden und sind noch nicht sicher ermittelt. Engesser[126]) setzt in der Annahme, dafs weder der Bettungsdruck, noch die Schwellensenkung ein gewisses Mafs überschreiten dürfen, bei

gewöhnlicher Bettung $p = 1{,}5$ kg/qcm, $y = 0{,}5$ cm, also $C = 3$ kg/cm³
für beste Bettung . . $p = 3{,}0$ kg/qcm, $y = 0{,}1$ cm, also $C = 30$ kg/cm³
und im Mittel. . . . . $p = 2{,}0$ kg/qcm, $y = 0{,}3$ cm, also $C = 6\,^2/_3$ kg/cm³

Aus umfangreichen Versuchen der Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen hat Häntschel[127]) die Bettungsziffer für Kies im Durchschnitte zu $C = 3$ kg/cm³ und für Kies auf Packlage oder auf Felsboden zu $C = 8$ kg/cm³ ermittelt, und ihren gröfsten Wert für Kleinschlag auf Packlage zu 15,4 festgestellt, also nur halb so hoch, wie Engessers Annahme; den Berechnungen werden meist die Werte $C = 3$ und $C = 8$ zu Grunde gelegt.

Abweichend von diesen Annahmen will Schröter[128]) 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

---

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

126) Organ 1888, S. 99, 147 und 184.

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

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

gleichen Lasten in gleichen Abständen besetzt sei, und Hoffmann[129]), Lehwald und Riese[130]), Schwartzkopf[131]) haben diese Voraussetzung beibehalten, teilweise 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 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 Stützenlage[132]) gemacht. Für das gröfste Biegungsmoment hat er den Wert

Gl. 53) . . . . . $M = 0{,}1888\ Ga$

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

Gleichzeitigen Arbeiten von Schwedler[133]) und Zimmermann, von denen aber nur die erstere alsbald veröffentlicht wurde, ist es gelungen, beim Langschwellenbau den Einflufs verschiedener, in beliebigen Abständen verteilter Lasten zu berücksichtigen, und letzterer hat dann in seinem unten genannten Werke[134]), das den weiteren Darlegungen als Grundlage dienen soll, die bisherigen Ergebnisse nicht nur zusammengefafst, sondern namentlich auch auf den Querschwellen-Oberbau unter der Annahme nachgiebiger Stützen und auf die Laschenverbindungen ausgedehnt. Schliefslich ist noch auf die Franckeschen[135]) Untersuchungen der beim Oberbaue vorkommenden Lastzustände hinzuweisen.

Für den Widerstand eines Gleises kommt dessen Tragfähigkeit und Steifigkeit in Betracht. Erstere findet Ausdruck in den Spannungen, die unter Einwirkung der äufseren Kräfte in den einzelnen Gleisteilen hervorgerufen werden, letztere dagegen in den Einsenkungen und Verdrückungen, denen das Gleis und seine Teile unterworfen sind. Als Mafs der Tragfähigkeit dient das Widerstandsmoment der Träger, als das der Steifigkeit das Trägheitsmoment.

Bei der Berechnung geht man vom Langschwellenoberbaue aus, und wendet dann dessen Rechnungsergebnisse auf den Querschwellenbau an.

---

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

130) Der eiserne Oberbau, Berlin 1881.

131) Der eiserne Oberbau, Berlin 1882.

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

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

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

135) A. Francke, Träger mit elastischer Unterlage, Zeitschrift des Arch. u. Ing.-Vereines zu Hannover 1896, S. 287. Organ 1900, S. 89 und 228; 1895, S. 234; 1902, S. 12, 34, 47, 67; 1903, S. 154, 186, 203, 227.

b) 2. Langschwellenoberbau.

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

Gl. 54) . . . . . $E J \frac{\delta^4 y}{\delta x^4} = - bp.$

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 äufserer Kräfte links vom untersuchten Querschnitte soll positiv gelten.

Aus Gl. 52) und 54) wird:

Gl. 55) . . . . $\frac{\delta^4 y}{\delta x^4} = - 4 y \frac{Cb}{4 EJ} = - 4 y \kappa^4 = - \frac{4 y}{L^4}$, wenn

Gl. 56) . . . . . $\sqrt[4]{\frac{Cb}{4 EJ}} = \kappa = \frac{1}{L}$ gesetzt wird.

Aus Gl. 55) lassen sich für einen endlosen, eine Einzellast P tragenden Stab für das Biegungsmoment M, die Senkung y und den Bettungsdruck p an beliebiger Slelle die Formeln entwickeln:

Gl. 57) . . . . . $M = \frac{P}{4 \kappa} \mu; \; y = \frac{\kappa P}{2 Cb} \eta; \; p = \frac{\kappa P}{2 b} \eta.$

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

Gl. 58) . . . . . $M = M_0 \mu; \; y = y_0 \eta; \; p = p_0 \eta.$

Für einen in seiner Mitte eine Einzellast P tragenden endlichen Stab von der Länge 2 l werden die Hülfswerte μ und η allgemein durch die Bezeichnungen (μ) und (η) ersetzt, diese gehen aber für den Lastangriffspunkt nicht in den Wert 1, sondern in die Gröfsen (μ_0) und (η_0) über. Wie die Hülfswerte μ und $\eta < 1$ sind, so sind auch die Gröfsen (μ) und $(\eta) < (\mu_0)$ und (η_0), so dafs auch die den letzteren entsprechenden Kraftwirkungen die überhaupt vorkommenden Höchstwerte darstellen. Die Hülfsgröfsen (μ), (η), (μ_0), (η_0) hängen aufser von ξ auch von der Stablänge ab, die nach der Gleichung:

Gl. 59) . . . . . $\lambda = \kappa . l$

eingeführt wird.

Ruhen auf dem endlosen Stabe beliebig viele Lasten P_1, P_2, P_3 . . . in Abständen x_1, x_2, x_3 . . . . von einem Punkte A, so ergeben sich für jede Last Hülfsgröfsen μ_1, μ_2, μ_3 . . . . η_1, η_2, η_3 . . . . und es wird für den Punkt A:

Gl. 60) . . . . . $M = \frac{1}{4 \kappa} \Sigma P \mu; \; y = \frac{\kappa}{2 Cb} \Sigma P \eta.$

Sind alle Lasten gleich P, und ist deren Abstand gleichmäfsig $= 2\,l$, so ist:

Gl. 61) .

an beliebiger Stelle: in jedem Lastpunkte:

$$M = \frac{P}{4\,\varkappa}\{\mu\};\quad y = \frac{\varkappa P}{2\,Cb}\{\eta\};\qquad M_0 = \frac{P}{4\,\varkappa}\{\mu_0\};\ y_0 = \frac{\varkappa P}{2\,Cb}\{\eta_0\};$$

in der Mitte des Lastenzuges:

$$M_1 = \frac{P}{4\,\varkappa}\{\mu_\lambda\};\ y_1 = \frac{\varkappa P}{2\,Cb}\{\eta_\lambda\}.$$

Auch hier sind die Werte M_0 und y_0 die gröfsten, die überhaupt vorkommen können.

Der Wert $\{\eta_\lambda\}$ wird für $\lambda = {}^3/_4\,\pi$ annähernd Null und für gröfsere Werte von λ negativ, die Schwelle hebt sich in diesem Falle also von der Bettung ab.

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

Gl. 62) . . . . . $\operatorname{tang} \nu = \frac{\varkappa^2 P}{Cb}\,\eta^1$ und $Q = \frac{P}{2}\,\mu^1$

worin η^1 und μ^1 den Hülfsgröfsen η und μ verwandte Werte sind.

Zur Erleichterung der Rechnung hat Zimmermann die Werte zusammengestellt, teils auch zu zeichnerischer Darstellung gebracht. Nach der Quelle sind in Textabb. 122 die Werte von

(μ) $\{\mu_0\}$ $\{\mu_\lambda\}$, sowie die zugehörigen von

(η_0) $\{\eta_0\}$ $\{\eta_\lambda\}$ in ihrer Abhängigkeit von λ dargestellt.

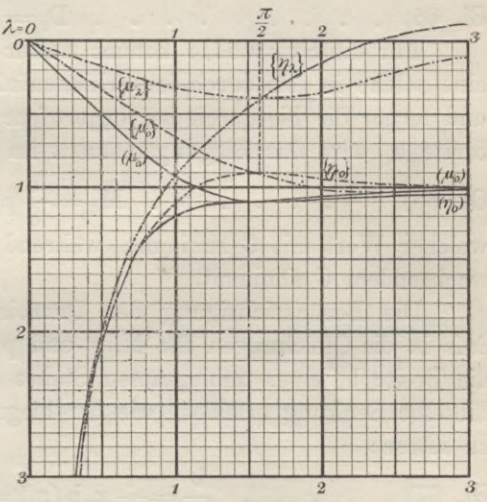
Die Darstellung dieser Hülfswerte zeigt, dafs der Beiwert der Momentengleichung nur um ein geringes über 1 steigt, der gröfste Wert ergibt sich

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

„ $\{\mu_0\}$ „ $\lambda = {}^3/_4\,\pi$ „ 1,0178.

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

Abb. 122.



Darstellung der Hülfsgröfsen für die Berechnung von Langschwellen-Oberbau.

Die Schnittpunkte der elastischen Linie mit der Achse der x, in denen also weder eine Hebung noch eine Senkung stattfindet, liegen da, wo $\xi = {}^3/_4\,\pi$, ${}^7/_4\,\pi$, ${}^{11}/_4\,\pi$ . . . wird, also in gleichen Abständen π; in denselben Abständen liegen die gröfsten Hebungen und Senkungen und die Wendepunkte der elastischen Linie für $M = 0$, sowie die Höchstwerte der Momente für $Q = 0$. Die vier Funktionen η, η^1, μ und μ^1 unterliegen also demselben Bildungsgesetze, die vier Linien, die diese Funktionen darstellen, sind nicht der Art nach verschieden, sondern nur hinsichtlich des Mafsstabes der Höhen und des Punktes, von dem aus die unabhängige Veränderliche gemessen wird.

Ein vollkommen unbiegsamer, gerader Stab von der Länge 2 L 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. 63) . . . . . $q = \frac{1}{2bL} = \frac{\varkappa}{2b}$

und erleidet im Lastpunkte ein Biegungsmoment von

Gl. 64) . . . . . $N = qb\frac{L^2}{2} = \frac{L}{4} = \frac{1}{4\varkappa}$.

Ersetzt man die Last 1 durch P, so gehen die Ausdrücke für q und N über in $\frac{\varkappa P}{2b}$ und $\frac{P}{4\varkappa}$, sie nehmen also die Werte der Gl. 57) an, wenn dort μ und η für den Lastpunkt gleich 1 sind. Die Wirkungen einer Einzellast P in ihrem Angriffspunkte auf einen endlosen biegsamen Stab sind also gleich denen, die sie auf einen unbiegsamen Stab gleicher Breite von der Länge 2 L hervorbringt. Dieser Bedeutung von L entsprechend hat Schröter für L und 2 L die Bezeichnungen Grundmafs des Langschwellenoberbaues und wirksame Stützlänge eingeführt[136]) und die Gröfse 2 Lb 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. 57)

Gl. 65) . . . . . $D_1 = 2\,L\,Cb$.

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

Gl. 66) . . . . . $M_q = \frac{1}{8} p_0 (b - b_1)^2$,

welcher Wert mit C zunimmt, während das Biegungsmoment im Querschnitte mit wachsendem C abnimmt.

Die Berücksichtigung der Querbiegung geschieht am einfachsten dadurch, dafs 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 Belastung dieselbe Senkung erleidet, wie der biegsame Stab von der Breite b. Es ist also zu setzen:

Gl. 67) . . . . . $\frac{b}{b_0} = \frac{1}{2}\varkappa_0 b(\eta_0) = \beta(\eta_0)$ und $b_0 = \frac{b}{\beta(\eta_0)}$,

wobei $\beta = \frac{1}{2}\varkappa_0 b$ bezüglich der Breite eine ähnliche Bedeutung hat, wie λ bezüglich der Länge, und $\varkappa_0$ bei einer Schwellenstärke d

Gl. 68) . . . . . $\varkappa_0 = \sqrt[4]{\frac{3\,C}{E\,d^3}}$ wird.

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

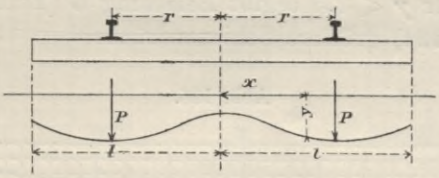
---

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

b) 3. Querschwellenoberbau.

Die Berechnung der Querschwelle kann annähernd nach den für die Langschwelle gültigen Formeln ausgeführt werden; sie ist ein endlicher Stab mit zwei in festem Abstande und symmetrisch zur Mitte stehenden gleichen Lasten (Textabb. 123).

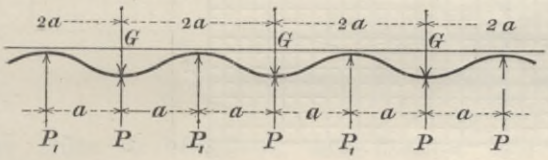
Abb. 123.



Lastzustand der Querschwelle.

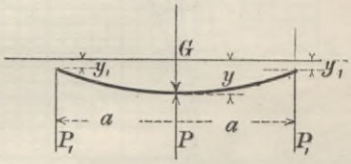
Der Wert $\xi = \varkappa x$ wird daher für die Schwellenmitte $= 0$, für den Lastpunkt $\varrho = \varkappa r$ und für das Schwellenende $\lambda = \varkappa l$. Für die ungünstigste Belastung der Schwelle kommen die in Textabb. 124 und 125 dargestellten Lastanordnungen in Betracht.

Abb. 124.



Belastungsfall a der Querschwelle.

Abb. 125.



Belastungsfall b der Querschwelle.

Der Schienendruck auf die Schwelle hängt von der Steifigkeit der Schiene und der Schwelle ab.

Die Steifigkeit der Schiene findet Ausdruck durch den Schienensenkungsdruck:

Gl. 69) . . . . . $B = \frac{6EJ}{a^3}$,

das ist die Kraft, die sie bei einem Schwellenabstande a um 1 cm zu biegen vermag. Ebenso wird die Steifigkeit der Schwelle durch den Schwellensenkungsdruck, die Kraft, die sie in ihrem Angriffspunkte um 1 cm in die Bettung eindrückt, gemessen. Diese erhält man durch Ableitung aus Gl. 60), wenn man einen Stab von endlicher Länge mit zwei gleichen und gleichweit von der Mitte abstehenden Lasten annimmt, zu:

Gl. 70) . . . . . $D = \frac{C\,b\,l}{\varkappa[\eta]}$.

In Gl. 70) haben die Gröfsen C, b und $\varkappa$ unter Bezugnahme auf die Querschwelle dieselbe Bedeutung wie in Gl. 55) und der Hülfswert $[\eta_\varrho]$ entspricht der Hülfsgröfse (η) (S. 158).

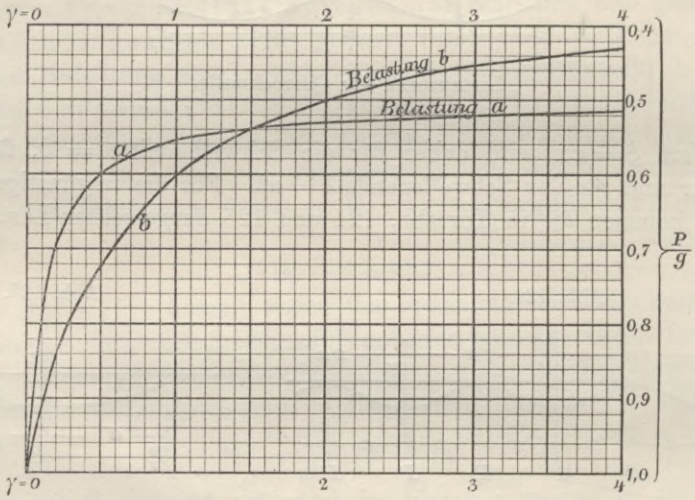
Der durch den Raddruck G hervorgerufene Schienendruck P ist von dem Verhältnisse: $\gamma = \frac{B}{D}$ abhängig, dessen Wert bei den gebräuchlichen Oberbauanordnungen in ziemlich weiten Grenzen schwankt. Der Schienendruck wird:

für den Belastungsfall a (Textabb. 124) für den Belastungsfall b (Textabb. 125)

Gl. 71) . . . $P_a = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} G$ $\qquad P_b = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G.$

Aus Textabb. 126) ist die Abhängigkeit des Verhältnisses P/G von dem Werte γ zu ersehen; für $\gamma < 1{,}5$ ergibt Belastung b (Textabb. 125), für $\gamma > 1{,}5$ Belastung a (Textabb. 124) gröfsere Schienendrücke.

Abb. 126.



Abhängigkeit des Schienendruckes von der Last.

Aus Gl. 60) lassen sich ferner bei oben genannter Belastungsannahme unter Einsetzung des jeweiligen Höchstwertes für P aus Gl. 71), für die Senkung, den Bettungsdruck und das Biegungsmoment der Schwelle die folgenden Gleichungen ableiten.

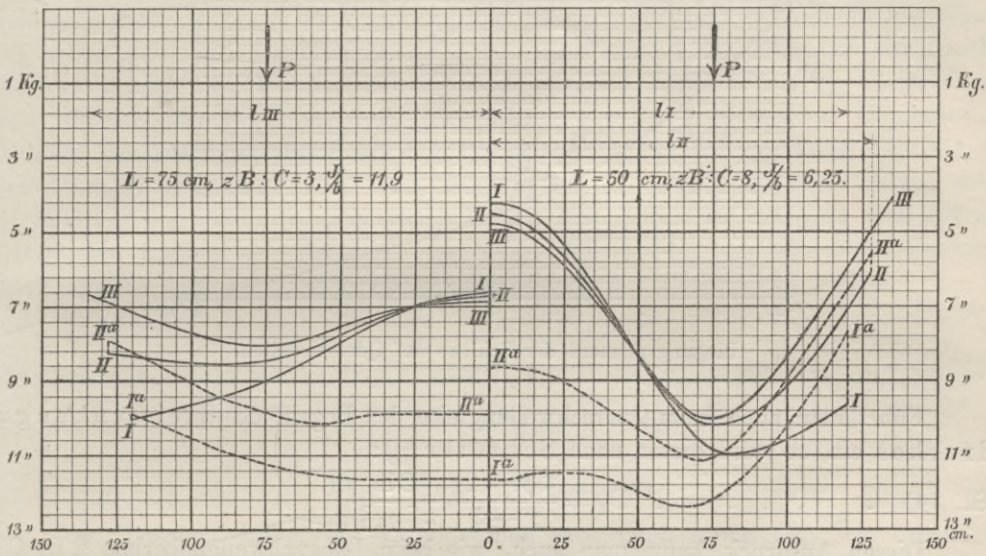
Es wird:

	in der Mitte für $\xi = \kappa x = o$	im Lastpunkte $\varrho = \kappa r$	am Ende der Schwelle $\lambda = l\kappa$
Gl. 72) . . die Senkung:	$y_o = \frac{\kappa P}{Cb} [\eta_o]$;	$y_r = \frac{\kappa P}{Cb} [\eta_\varrho]$	$y_l = \frac{\kappa P}{Cb} [\eta_\lambda]$
der Druck:	$p_o = \frac{\kappa P}{b} [\eta_o]$;	$p_r = \frac{\kappa P}{b} [\eta_\varrho]$	$p_l = \frac{\kappa P}{b} [\eta_\lambda]$
das Moment:	$M_o = \frac{P}{2\kappa} [\mu_o]$;	$M_r = \frac{P}{2\kappa} [\mu_\varrho]$	$M_l = o.$

In Textabb. 127) sind die nach den Gl. 72) ermittelte Druckverteilung und die 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 L = 50, also für feste Bettung und biegsame Schwellen. Die aus-

gezogenen Linien stellen die Biegungsverhältnisse der gleichmäfsig unterstopften, die gestrichelten die der in der Mitte hohl liegenden kürzeren Schwellen dar; sie lassen den wohltätigen Einflufs einer Schwellenverlängerung auf die Druckverminderung im Lastpunkte, besonders aber am Schwellenende erkennen. Bei kurzen gleichmäfsig unterstopften Schwellen wird der Druck am Schwellenende gegenüber

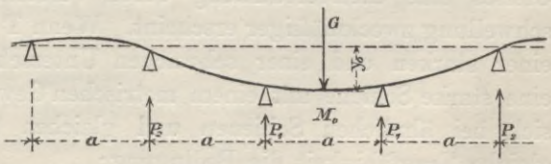
Abb. 127.



Druckverteilung und elastische Linie der Querschwellen.

der Mitte so bedeutend, dafs daselbst bald bleibende Verdrückungen eintreten werden, die unruhige Gleislage und Spurerweiterungen nach sich ziehen. Diesem Überwiegen des Druckes am Schwellenende kann zwar durch das Nichtunterstopfen der Schwellenmitte abgeholfen werden, es geschieht dies aber unter Steigerung des Druckes auf vorher weniger belastete Teile und unter erheblicher Vermehrung des Höchstdruckes, so dafs die Sachlage dadurch um so weniger gebessert wird, als die Bettung nach der nicht gestopften Mitte ausweichen kann. Das sicherste Mittel für ruhige Schwellenlage ist somit die Wahl einer auskömmlichen Schwellenlänge.

Abb. 128.



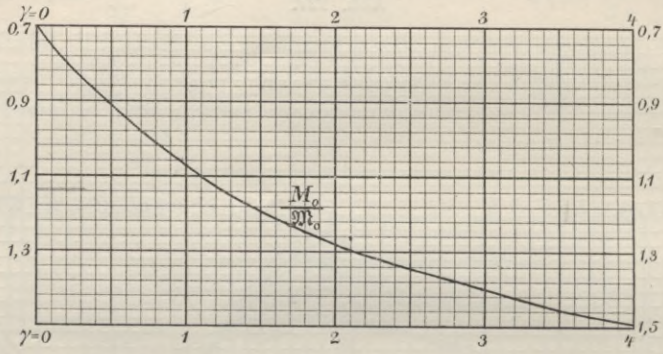
Ungünstigste Belastung der Schiene.

Die Beanspruchung der Schiene wird bei der in Textabb. 128 dargestellten Belastung am gröfsten. Biegungsmoment und Durchbiegung im Lastpunkte werden:

$$\text{Gl. 73)} \quad \left| \begin{array}{l} M_0 = \dfrac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot G \dfrac{a}{4} = \dfrac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \mathfrak{M}_0 \\[2ex] y_0 = \dfrac{16\gamma^2 + 112\gamma + 11}{32\gamma(2\gamma + 5)} \cdot \dfrac{G}{D}, \end{array} \right.$$

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. 129 erkennen läfst, mit γ, also mit steifer Schiene und biegsamer Schwelle zu.

Abb. 129.



Biegungsmoment der Schiene auf Querschwellen.

Führt man auch beim Querschwellengleise den Begriff des Gleissenkungsdruckes ein, so wird dieser nach Schröter[137]):

Gl. 74) . . . . . $D_q = \frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} \cdot \frac{Cb}{\varkappa[\eta_\varrho]}$.

Diesen Ausdruck kann man auch, wie beim Langschwellenoberbau $2\,L_q\,Cb$ schreiben, wenn man den Wert

Gl. 75) . . . . . $\frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} \cdot \frac{1}{2\,\varkappa[\eta_\varrho]} = L_q$

setzt. Die Gröfsen L_q, $2\,L_q$ und $2\,L_q b$ sind dann das Grundmafs, 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 zweckmäfsiger erscheint. Wenn T und t das schienenmetrische Gewicht einer starken und einer schwachen Unterschwellung ist, die eine schwache und eine starke Schiene mit einem metrischen Gewichte r und R unterstützen, so ergibt sich bei ähnlichen Schienen und gleichen Schienen- und Schwellen-Preisen für gleiche Tragfähigkeit die Bedingung:

Gl. 76) . . $\left(\frac{T}{t} - 1\right) 100 > \left(\frac{R}{r} - 1\right) 100$ und für gleiche Steifigkeit:

Gl. 77) . . $\left(\frac{T}{t} - 1\right) 100 < \left(\frac{R}{r} - 1\right) 100$.

Für die Erhöhung der Tragfähigkeit eines Gleises ist also Schienenverstärkung, zur Erhöhung der Steifigkeit Schwellenvermehrung zweckmäfsiger. Da, soweit die Gestaltung des Gleises in Betracht kommt, die aus der Bewegung der

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

Betriebslasten hervorgehenden zusätzlichen Belastungen vorzugsweise durch ungenügende Steifigkeit verschuldet werden, demnächst aber auch die von der Tragfähigkeit der Schienen abhängenden Spannungen erhöhen, so ist Verstärkung der Unterschwellung im Allgemeinen der Schienenverstärkung vorzuziehen.

Mit diesem Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen stimmen allerdings die Ergebnisse der von Wasiutynski unter fahrenden Zügen ausgeführten Messungen nicht ganz überein, denn dieser Fachmann fand, dafs der Einflufs einer Schienenverstärkung auf die Verminderung der Schwellensenkung erheblich gröfser ist, als es sich nach der Theorie ergibt[138]). Nach seinen Messungen ist zwar auch die Verstärkung der Unterschwellung von gröfserm Einflusse auf die Gleissteifigkeit, als nach der Rechnung; die Abweichung von den theoretischen Ergebnissen ist aber bei der Verstärkung der Schiene gröfser, als bei Verstärkung der Unterschwellung. Wasiutynski fand nämlich bei Untersuchung von Gleisen mit 31,45 kg/m und 38 kg/m schweren Schienen und Schwellen von 2,44 und 2,70 m Länge den Einflufs der Schienenverstärkung um 30,5 %, den der Schwellenverstärkung aber nur um 8,74 % höher, als er nach der Theorie sein sollte.

---

b) 4. Schienenlaschen.

Die Laschen sollen die Verschiebung und Verdrehung der Schienenenden gegen einander verhüten, damit auch am Stofse eine stetige Bahn erhalten bleibt. Vollkommen läfst 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 dieser Längenveränderungen wegen in der Richtung der Schienenachse liegen, die fraglichen Kräfte aber rechtwinkelig dazu gerichtet sein. Die Laschen sind somit zur Übertragung der von Biegungsmomenten erzeugten Längsspannungen nicht geeignet, denn zur Übertragung 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, die zu übertragen wäre, beträgt bei mäfsiger Beanspruchung etwa 15000 kg, während der Reibungswiderstand zwischen Schiene und Laschen im günstigsten Falle zu 3200 kg anzunehmen ist[139]). Selbst bei festem Laschenschlusse wird also die Stetigkeitsunterbrechung am Stofse nur gemildert, nicht aufgehoben werden, und schon bei geringer Abnutzung der Laschenanlageflächen sinken die Biegungsmomente an den Schienenenden bis zu Null herab.

Eine genaue Berechnung der Laschen ist bisher noch nicht gelungen, weil das Gesetz der Druckverteilung über die Anlageflächen noch nicht erforscht ist.

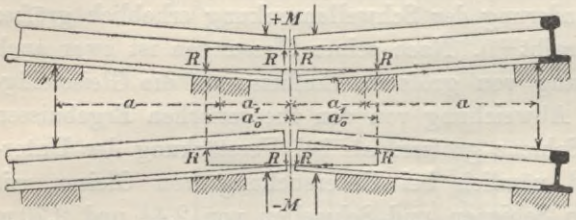
---

138) Bulletin de la commission intorn. du congrès des chemins de fer, 1898, S. 1437; Organ. 1899. S. 62; 293.

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

Jedenfalls greifen aber die zu übertragenden Kräfte selbst bei dichtem Laschenschlusse vorzugsweise an den Enden der Schienen und der Laschen an, bei Vorhandensein von Spielräumen zwischen den Anlageflächen ist das in verstärktem Maſse der Fall. Hierauf gründet Zimmermann sein Verfahren zur Berechnung der Laschen, bei dem der Einfluſs der Spielräume berücksichtigt, und angenommen wird, die Laschendrücke wirkten als Einzelkräfte nahe den Enden der Schienen und Laschen (Textabb. 130). Die ungünstigste Beanspruchung der Laschen tritt ein, wenn eine Einzellast unmittelbar am Stoſse wirkt.

Abb. 130.



Beanspruchung der Schienenlaschen.

Wenn die Werte b, C, L, J, P und E die Bedeutungen, wie in den Gl. 52 bis 57 behalten, und an Stelle der Hülfswerte μ und μ^1 aus den Gl. 57 und 62 für die Laschenverbindung der Hülfsgröſsen μ_a und μ_a^1 gesetzt werden, die in derselben Weise von einem Werte $a = \frac{a_0}{L}$ abhängig sind, wie jene Gröſsen von ξ, so wird der Laschendruck an den Enden und in der Mitte der Laschen bei ungünstigster Belastung beim Langschwellenoberbau:

$$\text{Gl. 78)} \quad . \; . \; . \quad R = \frac{\frac{1+\mu_a^1}{4a^2} P - \frac{1}{a^2} \frac{EJ}{L^3} \varepsilon}{\frac{5+8\mu_a^1+2\mu_a^{1\,2}+\mu_a^2}{8a^2} + \frac{a}{3} \frac{J}{i}}$$

und das Biegungsmoment in der Laschenmitte:

$$\text{Gl. 79)} \quad . \; . \; . \quad M_I = R a_0 = \frac{\frac{1+\mu_a^1}{a} \cdot \frac{PL}{4} - \frac{1}{a} \frac{EJ}{L^2} \varepsilon}{\frac{5+8\mu_a^1+2\mu_a^{1\,2}+\mu_a^2}{8a^2} + \frac{a}{3} \frac{J}{i}}.$$

Dabei ist i das Trägheitsmoment der Laschen und ε der mittlere Spielraum zwischen Laschen und Schienen oben und unten zusammengenommen. In Gl. 79) ist der Ausdruck PL : 4 gleich dem Biegungsmomente M_0 aus Gl. 58).

Für Querschwellenoberbau werden die Gröſstwerte von Laschendruck und Biegungsmoment, wenn $\gamma = \frac{B}{D}$ und G die für Gl. 71) und ε und i die bei Gl. 78) und 79) gegebene Bedeutung behalten:

$$\text{Gl. 80)} \quad . \; . \quad R = \frac{\frac{(1+2a_1)\gamma + (2+3a_1)a_1 - a_0^2}{4a_0} G - \frac{\varepsilon}{2a_0^2} B}{1+\gamma+3a_1 - a_0\left(2 - \frac{J}{i}\right)}$$

$$\text{Gl. 81)} \quad . \; . \quad M_I = R \,.\, a_0 = \frac{[(1+2a_1)\gamma + (2+3a_1)a_1 - a_0^2]\, G \frac{a}{4} - \frac{\varepsilon}{2a_0} B \,.\, a}{1+\gamma+3a_1 - a_0\left(2 - \frac{J}{i}\right)}$$

wobei $\alpha_0 = \frac{a_0}{a}$ und $\alpha_1 = \frac{a_1}{a}$ das Verhältnis der halben Laschenlänge und des halben Abstandes der Stofsschwellen zum Abstande der benachbarten Schwellen darstellen (Textabb. 130).

Für die Berechnung neuer Laschen sind die Spielräume gleich Null zu setzen, so dafs die Ausdrücke mit ε ausfallen und die Werte R und M_I ihre Höchstgrenze erreichen. Mit zunehmendem ε wird aber die Wirksamkeit der Laschen beeinträchtigt und schliefslich von einem Grenzwerte ε_0 an ganz aufgehoben. Zwischen $\varepsilon = 0$ und $\varepsilon = \varepsilon_0$ gibt es eine Grenze des unschädlichen Spielraumes ε_g, bei der sich das Ende der Anlaufschiene unmittelbar vor dem Übertritte des Rades noch fest gegen die obere Laschenfläche legt, sodafs das Niederhämmern des vorstehenden Schienenkopfes auf die Lasche noch eben vermieden wird. Zimmermann berechnet den Wert ε_g unter verschiedenen Annahmen und zeigt, dafs er mit der Last P abnimmt und bis auf 0,03 mm herabsinkt. Der tatsächlich bemerkbare, unverhältnismäfsig starke, schädliche Einflufs der Wagenachsen von vergleichsweise geringem Raddrucke auf die Haltbarkeit der Stofsverbindungen ist also auch wissenschaftlich zu erklären.

Bei langen Laschen ist zwar das Biegungsmoment 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 müssen, wenn der Winkel beim Übergange eines Rades Null, also die Stetigkeit der Bahn gewahrt sein sollte. Für Langschwellengleise wird nämlich für den Wert $\alpha = 0$ 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 schädliche Neigungswinkel:

Gl. 82) . . .
$$\nu_1 = -\frac{\frac{1}{2}G}{Ba}\left\{(1 + 2\alpha_1)\gamma + (2 + 3\alpha_1)\alpha_1\right\} + \frac{2Ra_0}{B.a}\left\{1 + \gamma + 3\alpha_1 - {}^3/_2\,\alpha_0\right\}.$$

Das erste Glied dieser Gleichung stellt die Neigung der unverlaschten, am Stofse mit G belasteten Schiene dar, während das zweite Glied den die Unstetigkeit vermindernden Einflufs der Laschen ausdrückt. Setzt man für das erste Glied ν_1, und für das zweite $\Delta\nu_1$, so kann Gl. 82) geschrieben werden:

Gl. 83) . . . $\nu_I = \nu_1 + \Delta\nu_1 = \nu_1(1 - \mathfrak{w})$ wenn $\frac{\Delta\nu_1}{-\nu_1} = \mathfrak{w}$

gesetzt wird. Der Wert $\mathfrak{w}$ ist bei den üblichen Laschenanordnungen kleiner, als 1, erreicht er diesen Wert, so wird ν_I Null, dann herrscht also volle Stetigkeit. Man kann die Gröfse $\mathfrak{w}$ daher den Wirkungsgrad der Laschen nennen.

b) 5. Einflufs der bewegten Last.

Die Wirkungen der ruhenden Last, die den Oberbauberechnungen zu Grunde gelegt zu werden pflegt, werden durch die lotrechten, aus der Lastbewegung hervorgehenden Kräfte mannigfach verändert. Die Bewegungswirkungen äufsern sich in drei Beziehungen:

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 äufsern sich nach Versuchen von Michel und Brière[140]) in Schwankungen der Achsbelastung bis zur Gröfse von $\pm$ 0,63 des Raddruckes.

2. Die lotrechten Schwingungen des biegsamen Gleises bringen ebensolche Schwingungen der Räder hervor; ihr Einflufs ist theoretisch von Phillips, Winkler und Löwe[141]) mit zunehmender Geschwindigkeit anwachsend bis zu 22 % des Raddruckes ermittelt worden.

3. Die Druckveränderungen der Lokomotivräder in Folge Einwirkung der Fliehkräfte der Gegengewichte[142]) erreichen ein Mafs von $\pm$ 0,50 des Raddruckes[141]).

Hiernach würde unter Einrechnung der Ruhelast ein bewegtes Rad eine lotrechte Belastung von 2,35 der Ruhelast ausüben können, ein Mafs, das aber in Wirklichkeit kaum vorkommen wird.

Da diese Einwirkungen zu nicht geringem Teile von der Nachgiebigkeit des Gleises und der Bettung abhängen, so werden sie durch ein steifes Gleis wesentlich vermindert.

Die Bewegung der Last äufsert sich aufserdem 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, als auch von der Seitensteifigkeit des Gleises ab, und werden endlich auch durch den Lauf der Fahrzeuge durch Gleisbogen hervorgebracht. Selbst wenn man mit Fuchs[143]) und Wöhler[144]) eine Seitenkraft von 0,52 und 0,67 der Achsbelastung annehmen will, eine Annahme, die vielfach als zu hoch angesehen wird[145]), so ist doch zu beachten, dafs solche hohen Seitenkräfte durch entlastete Achsen hervorgebracht, die stärksten lotrechten 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 Schienenfufs wirken, zu widerstehen vermögen. Die Berechnung des erforderlichen Widerstandes erfolgt in bekannter Weise nach dem Hebelgesetze.

---

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

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

142) Band I, 2. Auflage, S. 328.

143) Organ 1886, S. 10, 87 u. 120.

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

145) Ast, Beziehungen zwischen Gleis und rellendem Material, S. 12, 13.

b) 6. Zahlen-Beispiele.

6. *a*) Langschwellen-Oberbau.

Bei den Hilfschen und Hoheneggerschen Langschwellen-Oberbauten mit 118 mm und 125 mm hoher Schiene ist die Schwellenbreite $b = 300$ mm und die Schwellendicke $d = 8$ und 9 mm; die Trägheits- und Widerstandsmomente sind:

Zusammenstellung XII.

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

Setzt man $E = 2000000$ kg/qcm, so wird die wegen der Querbiegung einzusetzende verminderte Schwellenbreite b_0 (Gl. 67), wenn man die Werte für (η_0) den Zimmermannschen Tabellen entnimmt

Zusammenstellung XIII.

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

Diese Werte von b_0 sind nun in die Gl. 55) und 57) einzusetzen, um Moment, Eindrückung und Bettungsdruck zu erhalten. Für eine Einzellast auf endlosem Stabe werden diese Werte im Lastpunkte am gröfsten, also für $\mu = \eta = 1$, und zwar wird aus

$L = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{Cb_0}} =$	91,92	73,95	97,40	$79{,}06^{cm}$

für einen Raddruck $P = 7000$ kg

$M_0 = \frac{PL}{4} =$	160 860	129 430	170 450	$138390^{cm\,kg}$
$y_0 = \frac{P}{2LCb_0} =$	0,460	0,239	0,399	$0{,}213^{cm}$
$p_0 = C\,y_0 =$	1,380	1,912	1,197	$1{,}704^{kg}$

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

$\sigma_{si} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{si}}{W_{si}} =$	1408	1132	1083	$879^{kg/qcm}$
$\sigma_{sw} = \frac{M_0}{J} \cdot \frac{J_{sw}}{W_{sw}} =$	1047	842	941	764 „

6. β) Querschwellen-Oberbau.

β) A. Berechnung der Schiene.

Der Berechnung soll der preufsische Staatsbahn-Oberbau Nr. 8b (Textabb. 171) und der Belgische Staatsbahn-Oberbau (Textabb. 179) zu Grunde gelegt werden. Ersterer hat eine Schiene von 41 kg/m Gewicht mit einem Trägheitsmomente von $J = 1352\ cm^4$, die auf 2,70 m langen, rechteckigen Schwellen von 26 zu 16 cm Stärke ruht. Der gröfste Schwellenmittenabstand betrage je nach der von der Streckenbelastung und dem Untergrunde abhängenden Schwellenzahl auf eine Schienenlänge 853 mm, oder 770 mm. Die Goliath-Schiene der belgischen Staatsbahn ist 52 kg/m schwer, hat ein Trägheitsmoment von 1707 cm^4 und liegt auf halbkreisförmigen, 2,60 m langen Schwellen von 28 cm Breite mit einem gröfsten Mittenabstande von 800 mm

Zusammenstellung XIV.

Es ist also in:	Preufsen				Belgien	
der Schwellenbestand $a = \ldots$	85,3		77,0		80,0 cm	
und es wird $B = \frac{6\,E\,J}{a^3} = \ldots$	26168		35537		40007 kg	
für die Bettungsziffer $C = \ldots$	3	8	3	8	3	8
wird D nach den Zimmermannschen Tafeln $= \frac{C\,b\,l}{\varkappa\,[\eta_\varrho]} = \ldots$	10000	25000	10000	25000	9710	22800 kg
und $\gamma = \frac{B}{D} = \ldots\ldots$	2,62	1,05	3,55	1,42	4,12	1,76

Unter Einsetzung dieser Werte für γ in die Gl. 73) erhält man für das gröfste Biegungsmoment, die gröfste Faserspannung und die gröfste Durchbiegung der Schiene die Werte:

$M_0 = \ldots\ldots\ldots\ldots$	202270	161900	196730	157800	207760	173600 cmkg
$\sigma = \ldots\ldots\ldots\ldots$	1042	838	1014	817	886	748 kg/qcm
$y_0 = \ldots\ldots\ldots\ldots$	3,39	1,60	3,11	1,52	3,10	1,67 mm

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

β) B. Berechnung von Querschwellen.

Es sollen eiserne Querschwellen der preufsischen und badischen Staatsbahnen in Vergleich gestellt werden, erstere vom Oberbau 8b (Textabb. 171) 2,70 m lang, 58,3 kg schwer, mit einem Trägheitsmomente $J_{sw} = 147{,}9\ cm^4$ und einer untern Breite $b = 232$ mm, letztere vom Oberbau von 1893, 2,40 m lang, 70 kg schwer mit einer untern Breite $b = 242$ mm und einem Trägheitsmomente $J_{sw} = 302\ cm^4$. Die zugehörige Schiene hat ein Gewicht von 43,8 kg/m, ein Trägheitsmoment $J_{si} = 1485\ cm^4$ und der gröfste Schwellenmittenabstand a beträgt 78 cm.

Zusammenstellung XV.

	Preufsen				Baden	
Es ist $a =$	85,3		77,0		78 cm	
$\frac{J_{sw}}{b} =$	6,37		6,37		12,48 cm³	
und $B = \frac{6\,E\,J_{si}}{a^3} =$	26168		35537		37552 kg|cm	
Für die Bettungsziffer $C =$ . . .	3	8	3	8	3	8
ergibt sich D aus Zimmermanns Tafeln zu	8100	18300	8100	18300	8000	19600
und hiernach wird $\gamma = \frac{B}{D} =$ . . .	3,23	1,43	4,39	1,94	4,69	1,92

Für die Bestimmung des Schienendruckes ist also nur für den preufsischen Oberbau mit 85,3 cm Schwellenabstand und die Bettungsziffer 8 der Belastungsfall b (Textabb. 125 und 126) in Betracht zu ziehen, für alle anderen Fälle der Belastungsfall a (Textabb. 124). Der Schienendruck wird aus Gl. 71):

$P =$	3,64	3,84	3,58	3,72	3,59	3,62 t
und daraus $\frac{P}{b} =$	0,157	0,166	0,154	0,160	0,148	0,150
ferner wird $L =$	64,0	49,8	64,0	49,8	75,7	59,4 cm

Aus Gl. 72) folgen sich hiernach unter Benutzung der Zimmermannschen Tabellen die Senkungen und aus den Momenten die Spannungen in der äufsersten Faser:

Senkung	in der Mitte	3,22	1,00	3,17	0,96	3,30	1,00 mm
	im Lastpunkte . . .	4,25	2,09	4,17	2,01	4,47	1,84 „
	am Ende	3,09	0,84	3,03	0,81	4,88	1,92 „
Spannung	in der Mitte	787	712	774	690	858	699 kg|qcm
	im Lasspunkte . . .	1584	1559	1559	1507	800	859 „

Man ersieht auch hieraus den schon in Textabb. 127, S. 163 gezeigten, grofsen Einflufs 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 preufsischen, die Senkung am Ende die entsprechenden Werte im Lastpunkte nicht nur der badischen, sondern auch der preufsischen Schwellen übersteigt, und auch die Schwellenspannung in der Mitte nicht nur gröfser ist, als bei den preufsischen Schwellen, sondern auch die eigene Spannung im Lastpunkte übersteigt.

β. C) Berechnung einer Laschenverbindung.

Die Stofsverbindungen der preufsischen Staatsbahnen, OberbauNr. 6 e (Textabb. 171, S. 199) und 8 b (Textabb. 171, S. 199) werden mit denjenigen der bayerischen Staatsbahnen (Textabb. 174, S. 199) und der Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen (Textabb. 172, S. 199) 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.

Es ist bei den:

Zusammenstellung XVI.

	preufsischen Staatsbahnen		bayerischen Staatsbahnen	Reichs-Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen	
	6 e	8 b		mit weiter Stofsteilung	mit enger Stofsteilung
das Trägheitsmoment der Schiene $J = cm^4$	1036,6	1352	1457	1092	1092
das Trägheitsmoment eines Laschenpaares $i =$ . . . . . cm^4	839,6	1206,6	620	980	980
das Verhältnis $\frac{J}{i}$	1,23	1,12	2,35	1,11	1,11
der Stofsschwellenabstand $2a_1 =$ mm	500	530	420	600	340
„ Abstand der benachbarten Schwellen $a =$ . . . . . mm	600	600	500	760	498
die Laschenlänge $2a_0 =$ . . . mm	790	820	850	880	650
hiernach wird $B =$	57600	75111	139800	29850	106105
und $D =$	25000	25000	25000	25000	25000
woraus $\gamma = \frac{B}{D} =$	2,30	3,00	5,59	1,19	4,24
ferner ist $\alpha_0 = \frac{a_0}{a} =$	0,658	0,683	0,85	0,58	0,65
und $\alpha_1 = \frac{a_1}{a} =$	0,417	0,442	0,42	0,39	0,34

Danach erhält man für neue, dicht schliefsende Laschen, bei welchen $\varepsilon = 0$ und daher Laschendruck und Moment am gröfsten werden, aus den Gl. 80), 81) und 83)

den Laschendruck R zu . . . . kg	3386	3607	2763	3213	3664
das Moment der Laschen am Schienenstofse M_I . . . . . kg cm	116820	147890	117430	141360	119080
endlich ergibt sich aus dem Momente die gröfste Laschenspannung zu . . . . . .kg/qcm	1036	959	1398	924	778

Man ersieht aus diesen Zahlen, einen wie wohltätigen Einflufs grofse Laschenlänge auf die Ermäfsigung des Laschendruckes ausübt, und wie zweckmäfsig auch eine enge Schwellenlage ist; zur Herabminderung der Laschenspannung ist es aber durchaus nötig, das Trägheitsmoment der Laschen möglichst ebenso hoch zu bemessen, wie das der Schienen.

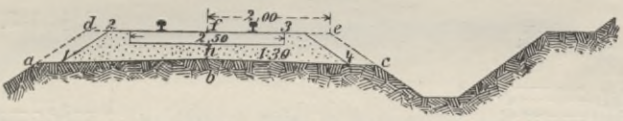
I. c) Herstellung und Entwässerung der Unterbaukrone, der Bettung und der Bahnkrone auf der freien Strecke und auf den Bahnhöfen.

Bearbeitet von **Schubert.**

c) 1. Erklärung.

Unter Unterbaukrone einer Eisenbahn versteht man die Oberfläche des Erdkörpers zwischen den beiderseitigen Böschungsflächen (a, b, c Textabb. 131); sie bildet die Unterlage für den Bettungskörper (1, 2, 3, 4), die Bettungsohle. Der Bettungskörper soll aus durchlässigem und frostsicherm Stoffe bestehen, er hat die Aufgabe zu erfüllen, den von den Betriebslasten ausgehenden

Abb. 131.



Maſsstab 1 : 125. Unterbaukrone.

Druck vom Gleise auf den Erdkörper möglichst gleichmälsig zu übertragen. Die Oberfläche des Bettungskörpers (2, 3) nennt man die Bahnkrone und die Länge der durch die Schienenunterkante gelegten Linie d e zwischen ihren Schnittpunkten mit den beiderseitigen Böschungslinien die Kronenbreite.

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

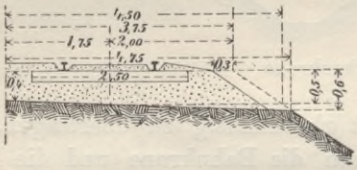
c) 2. Gestaltung der Unterbaukrone und der Bettung.

Die Breite der Bahnkrone richtet sich nach der Spurweite des Gleises und der Länge der Schwellen. Für die Breite der Unterbaukrone kommt auch die Höhe des Bettungskörpers in Betracht. In der B. O. 8, sowie in den T. V. 3, 31 und 32 ist für Hauptbahnen festgesetzt, daſs die Breite f e (Textabb. 131) mindestens 2 m betragen soll, in den T. V. ist weiter bestimmt, daſs die Höhe h mindestens 20 cm betragen und die Bettungsohle entwässert sein muſs. Es empfiehlt sich aber dringend, gröſsere Bettungshöhe zu wählen, was neuerdings auch ziemlich allgemein geschieht. Für die Breite der Bahnkrone zwei- und mehrgleisiger Bahnen gelten die Vorschriften der T. V. 30 und der B. O. 12 wonach der Mittenabstand zweier Gleise der freien Strecke 3,5 m betragen soll; bei mehr als zwei Gleisen 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 $\geqq$ 4,5 m, wo Zwischenbahnsteige vorhanden sind, $\geqq$ 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, die man im Allgemeinen bei ein- und zweigleisigen Bahnen von der Mitte nach den beiden Seiten abfallen läfst. Bei mehrgleisigen Anlagen und auf den Bahnhöfen wird jedoch in der Regel die Grundfläche der Bettung wagerecht ausgeführt und die Entwässerung durch besondere Sickerschlitze, gemauerte Kanäle oder Entwässerungsröhren bewirkt (S. 180, Textabb. 153 und S. 187).

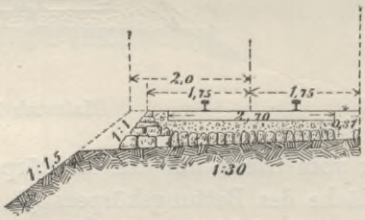
Die Form des Bettungskörpers wird bei zweigleisigem Bahnkörper meistens so gewählt, dafs die geringste für zulässig erachtete Bettungshöhe an dem der Mitte zugekehrten Schwellenende vorhanden ist, und die Oberfläche des Erdkörpers nach der Mitte zu mit 1 : 25 bis 1 : 30 steigt, nach den Böschungen hin ebenso abfällt. Die Textabb. 132 und 133 stellen solche Querschnitte mit und ohne Überdeckung der Schwellen dar. Bei Anordnung einer Packlage soll über dieser bis zur Unterkante der Schwellen eine Stopfhöhe von mindestens 10 cm aus Kies oder Kleinschlag vorhanden sein.

Abb. 132.



Mafsstab 1 : 125. Bettungsquerschnitt.

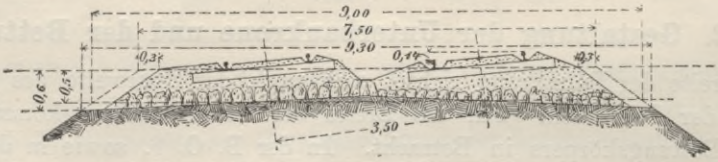
Abb. 133.



Mafsstab 1 : 125. Bettungsquerschnitt.

In scharfen Krümmungen pflegt man die Entwässerung eingleisiger Erdkörper bei starker Überhöhung von 50 mm und mehr 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. 134 dargestellten Bauweise. Bei letzterer Anordnung hat man aufser-

Abb. 134.



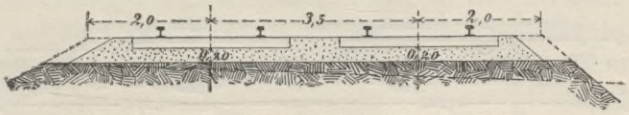
Mafsstab 1 : 125. Zweigleisige Bahn in Krümmung

dem noch den Nachteil, dafs 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. 135 und 136 verdienen in dieser Hinsicht den Vorzug, und zwar erstere bei geringerer Überhöhung, während letztere, bei der die benachbarten Schienen der beiden Gleise in gleiche Höhe gelegt sind, bei stärkerer Überhöhung zu wählen ist. Der Längenschnitt des Wegeüberganges wird auf diese Weise durch Einlegung der 2 m langen Wagerechten zwischen den Gleisen günstiger gestaltet.

Wo keine Wegeübergänge vorkommen, fallen diese Gesichtspunkte weg.

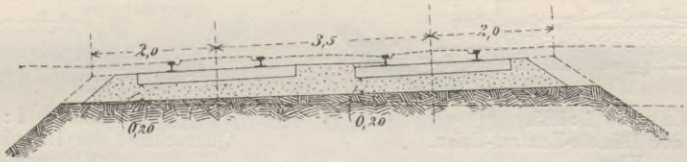
Höhere Aufträge, die in den oberen Teilen aus widerstandsfähigem und frostsicherm Stoffe geschüttet sind, kann man mit Rücksicht auf das Setzen des Erdkörpers entsprechend höher schütten, den Bettungskörper also von vornherein in

Abb. 135.



Mafsstab 1 : 125. Zweigleisige Bahn in Krümmung.

Abb. 136.

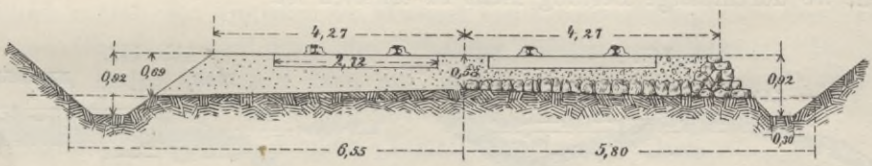


Mafsstab 1 : 125. Zweigleisige Bahn in Krümmung und Wegeübergang.

geringerer Höhe ausführen, um ihn nach und nach mit dem fortschreitenden Setzen des Dammes zu erhöhen; doch ist als geringstes Mafs für die Bettungshöhe 10 cm einzuhalten.

In England gibt man dem Bettungskörper eine gröfsere Höhe, wie aus Textabb. 137 zu ersehen ist. Die seitliche Abdachung des Unterbaues beträgt 16 cm,

Abb. 137.



Mafsstab 1 : 124. Bettungsquerschnitt, England.

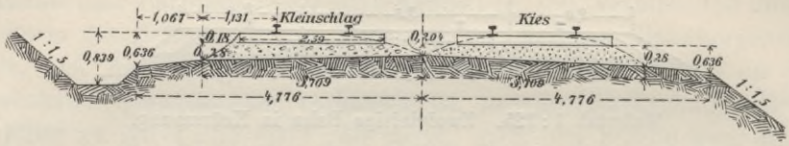
die Bettungshöhe bis Schwellenoberfläche in der Mitte 53 cm und an den Seiten 69 cm, so dafs bei 12,7 cm Schwellenstärke unter der Schwelle eine durchschnittlich 48,3 cm hohe Unterbettung, mithin reichlich doppelt so viel vorhanden ist, als das bei den Bahnen des V. d. E. V. vorgeschriebene Mindestmafs. 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. Auf dem internationalen Eisenbahn-Kongresse von 1900 wurde eine Bettungshöhe von 25 bis 30 cm unter den Schwellen für nötig erklärt[146]). In Nordamerika werden dagegen 15 bis 20 cm für ausreichend gehalten[147]), viele amerikanische Bahnverwaltungen geben dem

[146]) Generalbericht, Brüssel 1901, Beschlufs 4 zu Frage IX.

[147]) Railroad Gazette 1904, S. 231.

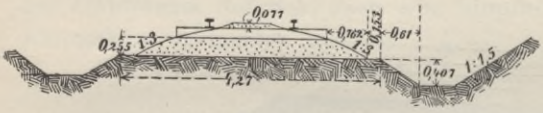
Bettungskörper aber eine Höhe von 20 cm bis 25 cm unter Schwellen-Unterkante, sie gestalten dessen Oberfläche aber vielfach anders als in Europa, (Textabb. 138, 139 und 140). Man legt dort insbesondere in der Regel keinen grofsen Wert auf die Verfüllung der Schwellenköpfe, läfst vielmehr den Bettungskörper behufs möglichst rascher Oberflächenentwässerung nach beiden Seiten flach abfallen, zumal

Abb. 138.



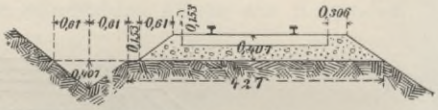
Mafsstab 1 : 125. Querschnitt der Pennsylvania-Bahn.

Abb. 139.



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

Abb. 140.

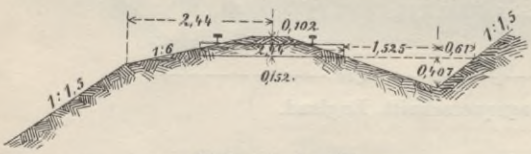


Mafsstab 1 : 125.
Querschnitt der Illinois-Zentral-Bahn.
Kleinschlag.

wenn nur wenig durchlässiger Bettungstoff zu Gebote steht. Auf vielen, besonders westlichen Strecken wird das Gleis sogar ohne jede Bettung in den Erdkörper selbst hineingelegt und eine Verfüllung der Schwellen zur Ausführung gebracht, die ebenfalls wieder einen möglichst raschen Abflufs des Niederschlagwassers sichert (Textabb. 141).

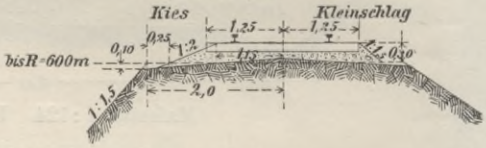
Diese Anordnungen, welche man in der ersten Zeit der Eisenbahnen in Europa ebenfalls angewendet hat, können aber nur da zur Nachahmung empfohlen werden, wo durchlässige Bettung nicht zu erhalten ist.

Abb. 141.



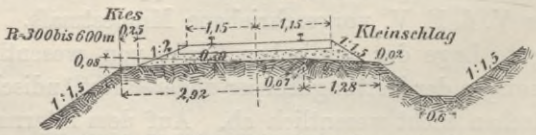
Mafsstab 1 : 125.
Querschnitt amerikanischer Bahnen ohne Bettung.

Abb. 142.



Mafsstab 1 : 125.
Nebenbahn-Querschnitt.

Abb. 143.



Mafsstab 1 : 125. Nebenbahn-Querschnitte.

Vollspurigen Nebenbahnen sollte man eine Kronenbreite von mindestens 2 . 1,75 m (T. V. 31), vollspurigen Kleinbahnen eine solche von wenigstens 2 . 1,50 m geben, und dieses Mafs auf hohen Dämmen und in scharfen Krümmungen angemessen vergröfsern. Die Textabb. 142 und 143 stellen zwar Querschnitte mit noch

geringeren Abmessungen für Nebenbahnen dar, die in Preufsen für Bahnen mit ganz geringem Verkehre zeitweise zur Anwendung gekommen sind, aber nicht empfohlen werden können.

Die Höhe der Bettung darf nach den T. V. 3 und den Grz. f. L. 3. für Neben- und Lokalbahnen auf 15 cm und 10 cm verringert werden, was jedoch nur bei gutem Untergrunde, Felsen, Kies, Sand, als zulässig erachtet werden kann, oder bei einer entsprechend engern Schwellenlage, da sich sonst die Bewegungen im Kieskörper bis auf eine gröfsere Tiefe unter Schwellenunterkante erstrecken, und dann bei geringerer Bettungshöhe Verdrückungen der Oberfläche des Erdkörpers zu erwarten sind.

---

c) 3. Die Veränderungen der Oberfläche des Erdkörpers bei ungenügender Höhe der Bettung.

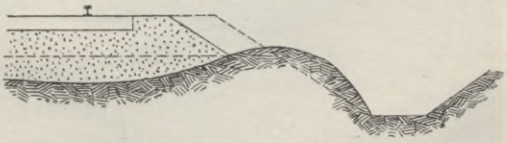
Je gleichmäfsiger die Bettung den Gleisdruck verteilt, desto weniger wird die Unterbaukrone in ihrer Form geändert, desto besser also die Entwässerung erhalten und Frostschaden verhütet. Da die Inanspruchnahme des Untergrundes meist gröfser ist, als bei anderen Bauwerken, so mufs man das Gleisbett und den darunter liegenden Erdkörper aus solchem Stoffe wählen und so herstellen, dafs der Frost keine nachteiligen Wirkungen ausüben kann.

Diesen Anforderungen genügt die für Haupteisenbahnen in den T. V. festgesetzte Mindesthöhe der Bettung von 20 cm und die gebräuchliche Abdachung der Oberfläche des Erdkörpers jedoch nicht, wenn dessen oberer Teil aus Tonboden 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 gibt dann dem Drucke unter den Eisenbahnschwellen mehr und mehr nach, so dafs sich unter jeder Schwelle eine trogförmige Vertiefung bildet (Textabb. 144 und 145).

Abb. 144.

Verdrückung des Erdkörpers.

Abb. 145.



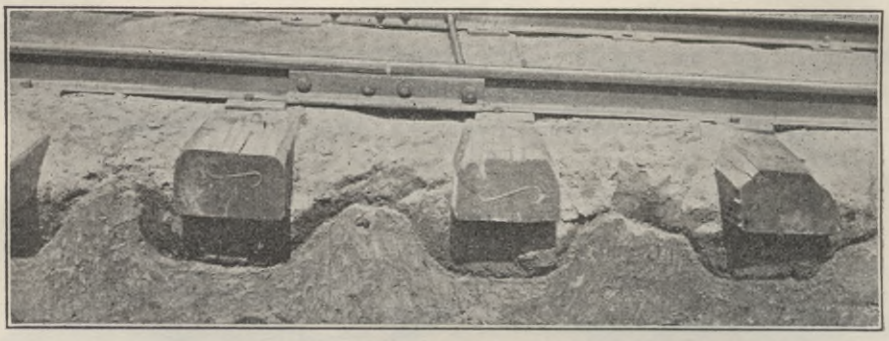
Verdrückung des Erdkörpers.

Wenn diese Vertiefungen anfänglich auch nur klein sind, so werden sie doch zu Sammelstellen für das durch die Bettung sickernde Wasser, das den Boden mehr und mehr aufweicht und dessen Tragfähigkeit verringert.

Je nach der Menge der Niederschläge und der über das Gleis bewegten Last tritt diese Störung der Entwässerung, und somit die Veränderung der Unterbaukrone langsamer oder rascher ein.

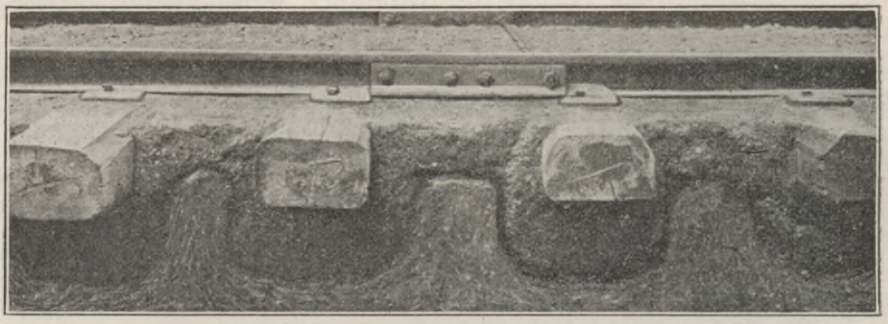
Textabb. 146 gibt den Längenschnitt der aus Ton bestehenden Unterbaukrone einer eingleisigen Bahn, die sich nach der kurzen Zeit von etwa 10 Monaten soweit umgewandelt hat, wie aus Textabb. 147 zu erkennen ist, trotzdem der Ton nicht sonderlich weich war. Wie weit aber derartige Aufquellungen bei weichem Tone

Abb. 146.



Unterbaukrone aus Ton.

Abb. 147.



Unterbaukrone Textabb. 146 nach 10 Monaten.

Abb. 148.

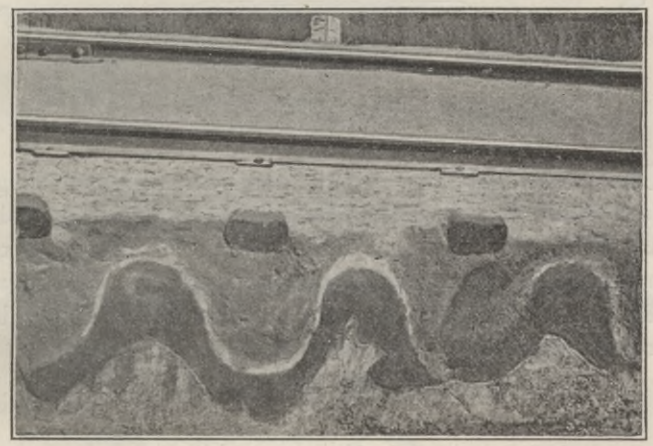
Aufgequollene Unterbaukrone aus Ton.

gehen können, läfst Textabb. 148 erkennen, die einen verdrückten Tondamm nach Wegspülung der Sandbettung durch Hochwasser zeigt.

Der Ton, aus dem dieser Damm geschüttet war, quoll während des Betriebes zwischen den Schwellen empor, er war dann ausgegraben und darauf das Gleis mit neuer Bettung wieder angehoben worden. Ein Hochwasser überflutete den Damm, spülte die Sandbettung fort und liefs die zerrissene Gestalt der Bettungsohle deutlich erkennen.

In einem benachbarten Einschnitte, in dem der Ton vorher ausgegraben und durch feinen Sand ersetzt war, gewährte dieser ebenfalls kein festes Lager, denn der von den Schwellen ausgehende Druck setzte sich senkrecht nach unten fort, ohne sich seitlich zu verteilen. Ton nnd Sand bewegten sich vielmehr zwischen den Schwellen wieder nach oben (Textabb. 149).

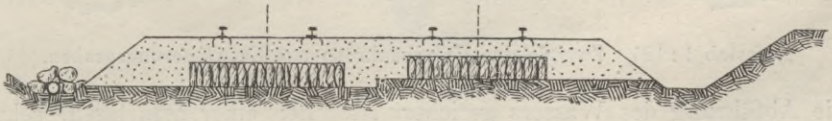
Abb. 149.



Aufquellen von Ton in einem aufgefüllten Sandkörper.

Zur Vorbeugung gegen derartige Übelstände hat man bei Toneinschnitten die Bettungsohle 15 cm bis 20 cm tiefer gelegt und sie mit starker Packlage überdeckt, damit aber einen dauernden Erfolg nicht in allen Fällen erzielt. Denn einerseits wurde die frostsichere Tiefe noch nicht erreicht, anderseits bohrten sich die meist 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 Bettungsohle.

Abb. 150.



Mafsstab 1 : 125. Bettung mit neuer Packlage 1879.

Textabb. 150 zeigt den Querschnitt einer im Jahr 1879 in einem Toneinschnitte einer zweigleisigen Eisenbahn mit lebhaftem Betriebe auf einer kräftigen, allerdings seitlich nicht versteiften, also fehlerhaft angelegten Packlage hergestellten

Bettung und Textabb. 151 deren Gestalt im Jahre 1888. Ein Zeitraum von neun Jahren hatte somit genügt, die ganz bedeutende Umwandlung zu schaffen[148]).

Abb. 151.

Maſsstab 1 : 125. Bettung der Textabb. 150 im Jahre 1888.

Der in Textabb. 152 dargestellte Querschnitt einer eingleisigen, seit 1873 im Betriebe befindlichen Bahn läſst erkennen, wie sich auch beim Querschwellenbau die Umbildung vollzieht, im Besondern, wie der tonige Untergrund seitlich in die Gräben gedrängt wird.

Abb. 152.

Maſsstab 1 : 125. Verdrückte eingleisige Unterbaukrone.

Solchen Übelständen hat man durch Anlage einer grabenförmigen Vertiefung mitten unter dem Gleise vorzubeugen gesucht, in die man Sickerrohre legte, und von der aus man Stichrohre nach den Seitengräben[149]) führte, (Textabb. 153), 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.

Abb. 153.

Maſsstab 1 : 150. Eingleisige Unterbaukrone mit Entwässerungsgraben.

Bei zweigleisigen Bahnen traf man die Anordnung so, wie in Textabb. 154 angegeben ist, und führte das Entwässerungsrohr mit Gefälle nach den beiderseitigen Enden des Einschnittes. Letztere Anordnung ist als die zweckmäſsigere zu bezeichnen, da bei ihr, falls der Graben hinreichend tief angelegt wird, eine

Abb. 154.

Maſsstab 1 : 125. Zweigleisige Unterbaukrone mit Entwässerungsgraben.

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

---

148) Zeitschrift für Bauwesen 1889, S. 558.

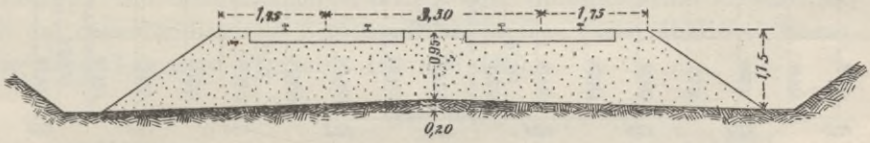
149) Heusinger, Handbuch f. sp. E.-T. Band I, S. 83.

Einer Umbildung der Bettungsohle wirken aber auch derartige Anordnungen bei sehr weichem Tonboden nicht ganz sicher entgegen.

Zur Erreichung einer möglichst gleichmäfsigen Verteilung des von der Zuglast ausgehenden Druckes und zur vollständigen Verhütung von Oberflächen-Umbildungen auch bei schlechtestem Untergrunde ist es vielmehr nach eingehenden, vom Verfasser durchgeführten Versuchen geboten, zu der Mindest-Bettungshöhe von 20 cm noch das Mafs des Zwischenraumes zwischen zwei benachbarten Schwellen hinzu zu schlagen. Bei einem Schwellenabstande von 85 cm und 26 cm Schwellenbreite müfste die Bettungshöhe somit $20 + 85 - 26 = 79$ cm betragen, wodurch sich dann bei 16 cm Schwellenhöhe die Höhe bis zur Bahnkrone zu 95 cm ergibt, die frostsichere Tiefe also annähernd erreicht werden würde. Bei Langschwellenbau mufs man des gröfsern Schwellenabstandes ($150 - 30 = 120$ cm) wegen die Bettungsohle bis auf 140 cm unter Schwellenoberkante hinablegen [150]).

Will man bei dieser Anordnung die sonst gebräuchlichen tiefen Seitengräben beibehalten, so mufs man ihnen beim Querschwellenbau eine Tiefe von 115 cm geben, den Erdkern zwischen ihnen vollständig entfernen und der so gebildeten Bettungsohle nur das nötige Gefälle nach beiden Seiten erteilen (Textabb. 155).

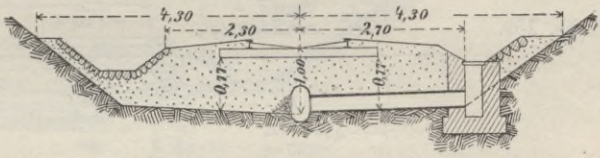
Abb. 155.



Mafsstab 1 : 12,5. Unterbaukrone für starke Bettung.

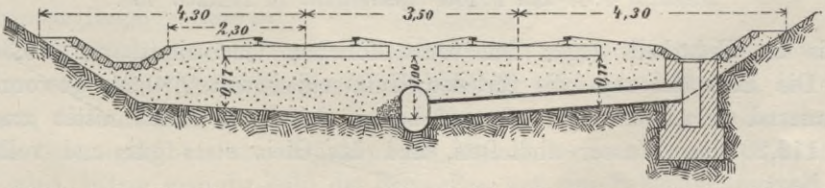
Wenn man dann zur Verringerung der Erdarbeiten die halbe Kronenbreite statt 2 m auch nur 1,75 m annimmt, so wird bei auch nur 0,25 m Sohlenbreite der Gräben die Einschnittsbreite doch noch sehr bedeutend, und das kann in manchen Fällen Anlafs geben, die in Textabb. 156 und 157 dargestellten Formen zu wählen. Diese schliefsen jede Umbildung der Bettungsohle vollständig aus, gewährleisten frostsichere Ableitung des Wassers und schliefsen aufserdem noch eine erhebliche Verminderung der Erdarbeiten in sich, da die Breite des Einschnittes um fast 3 m geringer angenommen werden kann.

Abb. 156.



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

Abb. 157.

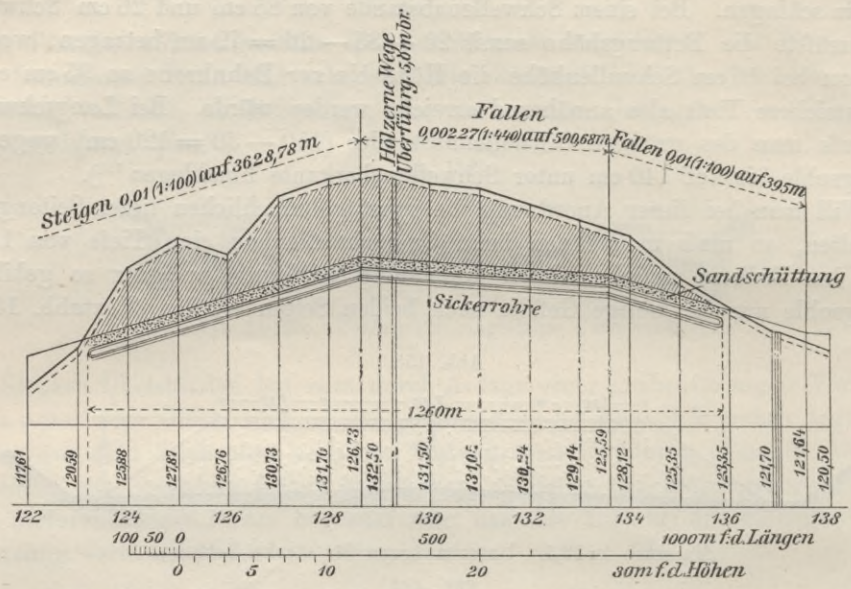


Mafsstab 1 : 125. Verringerung der Einschnittsbreite bei zweigleisiger Bahn.

150) Zeitschrift für Bauwesen 1889, S 571.

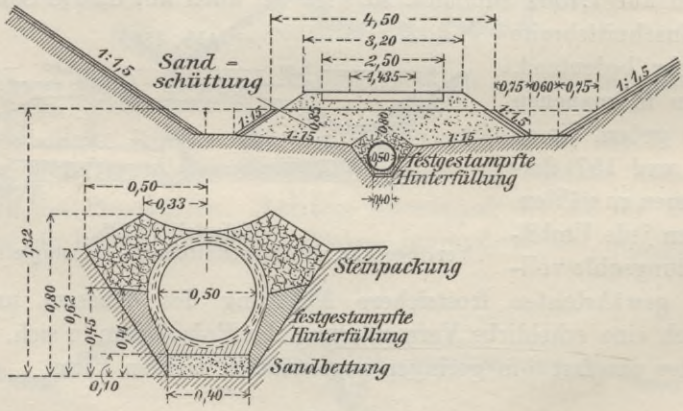
Als Beispiel einer gröſsern Ausführung möge hier die Trockenlegung des wasserreichen Toneinschnittes bei km 130 der Strecke Braunschweig-Oebisfelde [151]) angeführt werden, dessen Längenschnitt in Textabb. 158 und dessen Querschnitt in Textabb. 159 wiedergegeben ist. Die Abmessungen des auf der Sohle verlegten Rohres gibt Textabb. 159. Die Kosten dieser Entwässerung, die andauernd günstigen Erfolg hat, haben im ganzen 13,10 M. m betragen, wogegen sich eine

Abb. 158.



Maſsstab 1 : 500. Längenschnitt durch einen wasserreichen Toneinschnitt.

Abb. 159.



Maſsstab 4 : 15 und 1 : 150. Querschnitt zu Textabb. 158.

Ersparnis an Erdarbeit gegen den sonst üblichen Querschnitt von 10,30 M./m ergab. Die Entwässerung, die für den Unterschied von 2,80 M. gewonnen ist, wirkt dauernd so zuverlässig, daſs auf beiden Seiten des Einschnittes zusammen täglich 119,28 cbm Wasser abflieſsen, und das Gleis stets gut und vollständig trocken liegt.

151) Mitteilung von Riemann, Zentr. d. B. 1903, S. 45 und 46.

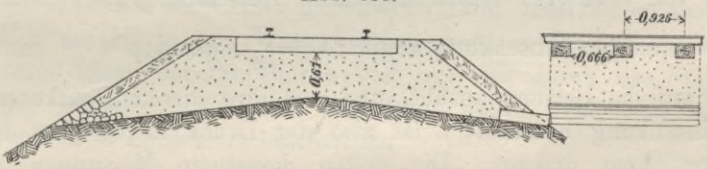
Die Herstellung der Oberfläche der Dämme erfordert ähnliche Rücksichten, nur ist die Erreichung des Zweckes durch die mögliche Auswahl des Schüttungstoffes wesentlich erleichtert. Der obere Teil der Dämme soll, wenn irgend erreichbar, nur aus trockenem, oder durchlässigem und vollständig frostsicherm Boden geschüttet werden, da sonst ähnliche Veränderungen der Dammoberfläche eintreten, wie bei den Einschnitten. Der in Textabb. 160 dargestellte Querschnitt eines Tondammes einer etwa 23 Jahre im Betriebe befindlichen Eisenbahn läfst erkennen, in welcher Weise hier die Veränderungen der Bettungsohle vor sich gegangen sind und auch, in wie viel stärkerm Mafse der Langschwellen-Oberbau solche Umbildungen hervorruft.

Abb. 160.

Mafsstab 1 : 125. Verdrückter Tondamm.

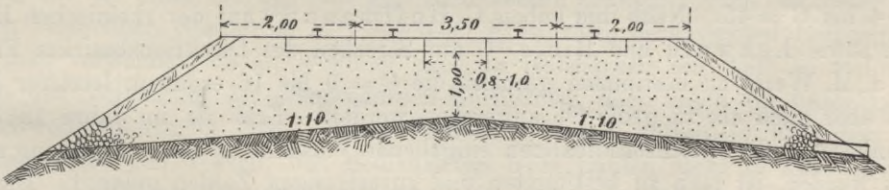
Am besten ist es daher, den obern Teil des Dammes von 1,25 m unter Schienenunterkante ab bis 36 cm unter Schienenunterkante aus Sand oder anderen durchlässigen und frostbeständigen Boden- oder Gesteins-Arten herzustellen, wobei jedoch der darunter liegende Erdkörper, sei es Ton oder ähnlicher Boden, zuvor gehörig abzuwässern ist (Textabb. 161 und 162).

Abb. 161.



Mafsstab 1 : 125. Eingleisiger frostfreier Dammkopf.

Abb. 162.



Mafsstab 1 : 125. Zweigleisiger frostsicherer Dammkopf.

Auf der oben genannten Neubaustrecke von Oebisfelde nach Braunschweig wurde bei den aus Ton geschütterten Aufträgen mit bestem Erfolg ebenfalls nach vorstehender Regel verfahren.

Da die Höhe der bei toniger Beschaffenheit des Bahnkörpers erforderlichen Bettungstärke vom Abstande der Querschwellen abhängt, hat man in der Verringerung dieses Abstandes durch Vermehrung der Schwellen ein einfaches Mittel, auch die Bettungshöhe einzuschränken, ein Mittel, das in neuerer Zeit häufig angewandt wird, indem man die Zahl der Schwellen auf eine Schienenlänge bei tonigem Erdkörper gröfser wählt, als bei wasserdurchlässiger Beschaffenheit.

c) 4. Beschaffenheit der Bettung.

Die Bettung soll nicht nur dem Gleise feste Unterlage bieten und gleichmäfsige Verteilung des Druckes auf den unter ihr liegenden Erdkörper gewährleisten, sondern sie soll auch ermöglichen, die Schwellen bei den in Folge des Betriebes eintretenden Senkungen wieder auf richtige Höhe zu bringen, indem man sie mit der Stopfhacke fest anstopft.

Hiernach kann man die Bettung in zwei Teile zerlegen: den untern, der die Übertragung der Last auf den Untergrund bewirkt, und den obern, der zum Unterstopfen der Schwelle dient. Beide Teile müssen wetterbeständig und durchlässig sein. Daher verwendet man zum obern Teile, dem eigentlichen Stopfkörper, zweckmäfsig nur Kies oder Steinschlag aus hartem Gesteine, 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 mufs aus festen, druck- und frostsicheren Steinen bestehen, dicht gesetzt und gut verzwickt, auch womöglich durch Trockenpackung begrenzt sein, damit sie die erforderliche Seitenverspannung besitzt (Textabb. 133).

Die Tragfähigkeit und Elastizität der Bettung ist abhängig von ihrer Höhe und der Beschaffenheit des verwendeten Stoffes. Kies mit Sandunterbettung ist elastischer als Kies mit Packlage; Steinschlag mit Packlage fährt sich am härtesten. Der Grad der Elastizität wird zum Ausdrucke gebracht durch die Bettungsziffer (S. 156), eine von Winkler zuerst aufgestellte Rechnungsgröfse, die das Verhältnis der Last zur elastischen Einsenkung angibt: $C = \frac{p}{y}$, worin $p^{kg/qcm}$ den Druck, den die Schwelle auf die Bettung ausübt, und y^{cm} ihre diesem Drucke entsprechende elastische Einsenkung bedeutet; C ist also der Druck in kg/qcm, der die Eindrückung von 1 cm erzeugt. Die ersten derartigen Messungen wurden von M. M. v. Weber im Jahre 1869 angestellt [152]); er fand jedoch wegen des angewendeten mangelhaften Beobachtungsverfahrens sehr schwankende Werte von $C = 4$ bis $C = 45$. Nach ihm haben C. Hoffmann [153]) auf der rheinischen Eisenbahn sowie Lehwald und Riese [154]) auf Strecken des Direktionsbezirkes Frankfurt a./M. Werte zu bestimmen gesucht, die $C = 9$ bis 16 ergaben, letzterer Wert mufs aber auch als zu grofs [155]) angesehen werden. 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 ergeben [156]): für Kies ohne Packlage $C = 3$, Kies mit Packlage $C = 8$ und Kleinschlag mit Packlage $C = 15$.

Wasiutynski ist allerdings bei ausgedehnten Messungen von Gleisdurchbiegungen unter dem fahrenden Zuge [157]) für Grubenkies auf Sanddamm zu höheren

---

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

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

154) Der eiserne Oberbau Berlin 1881.

155) Organ 1888, S. 186.

156) Organ 1888, S. 184 und Organ 1889, S. 141.

157) Bulletin de la commission internationale des congrès des chemins de fer, 1898, Nr. 11 S. 1437; Organ 1899, S. 62 und 293.

Zahlen gekommen; er fand hierfür C = 4,2 bis 5,8, also im Durchschnitte C = 5,0. Es wird aber, um sicher zu gehen, doch zweckmäfsig sein, an der bei den Versuchen von Häntschel gefundenen niedrigern Zahl C = 3 festzuhalten.

Da sich die elastischen Einsenkungen umgekehrt wie die Bettungziffern verhalten, so ist reine Kiesbettung, gleich gute Schwellenunterstopfung vorausgesetzt, fast dreimal so nachgiebig, als Kiesbettung mit Packlage und fünfmal nachgiebiger, als Kleinschlag mit Packlage. Da aber auch die bleibenden Einsenkungen bei der nachgiebigen Bettung stärker sind, als bei der weniger nachgiebigen, so besitzt die letztgenannte Bettung, Steinschlag mit Packlage, die gröfste Widerstandsfähigkeit nicht nur in Bezug auf die feste Lage des Gleises, sondern auch in Bezug auf den Verbrauch an Bettungstoff. Ein Gleis mit solcher Bettung verursacht daher auch die geringsten Unterhaltungskosten.

In diesem Sinne ist also die Bettung aus Kleinschlag von wetterfesten, zähen, innig gemengten Hartgesteinen als die beste anzusehen, und zwar müssen in erster Linie genannt werden: Diabas, Gabbro oder Grünstein, Basalt, blaue Grauwacke, sowie einige Arten Porphyr und Kohlensandstein. In zweiter Reihe kommen Melaphyr, Quarzit, Diorit, die innig gemengten Granit- und Hornblende-Gesteine, sowie bessere Porphyrarten, denen sich dann Hochofenschlacken, Kalksteine und die gewöhnlichen grobkörnigen Granite und Porphyre, die der grofsen Feldspatkristalle wegen weniger brauchbar sind, anschliefsen. Diese Reihenfolge des Wertes der Gesteinsarten steht übrigens, da diese in verschiedenen Gegenden von verschiedener Beschaffenheit sind, nicht ganz fest. Man sollte daher das Gestein vor der Auswahl stets einer genauen Prüfung unterziehen, und zwar nicht nur bezüglich seiner Härte und Wetterbeständigkeit, sondern auch in Bezug auf seine Haltbarkeit unter der Stopfhacke und auf das durch das Stopfen erzielte feste Lager der Schwelle. Wie dies ausgeführt werden kann, ist in den unten genannten Quellen[158]) eingehend beschrieben.

Der Steinschlag soll möglichst gleichmäfsig 3 bis 5 cm Korngröfse haben; gröfsere Steine sind schwer zu unterstopfen, da sie meist erst zerschlagen werden müssen, ehe sie unter die Schwelle getrieben werden können. Auch den unter dem Namen Feinschlag, Steingrufs in 1 bis 3 cm Korngröfse hergestellten Bettungstoff kann man verwenden, da er, wenn er auch an Haltbarkeit nur halb so viel wert ist, als der Steinschlag der erstgenannten Korngröfse, doch rasch ein festes Lager der Schwelle gewinnen läfst. Dieser Feinschlag bietet aufserdem besonders auf den Bahnhöfen den Vorteil, den Bediensteten beim Laufen nicht so hinderlich zu sein, wie der Steinschlag gröbern Kornes. Bei Schnellzugstrecken und bei Linien mit eisernen Querschwellen sollte man nur Steinschlag bester Beschaffenheit nehmen. Die Holzschwellen brauchen, ihres zweckmäfsigen Querschnittes wegen, nicht so viel gestopft zu werden, deshalb genügt für diese weicheres Gestein oder ton- und lehmfreier Flufskies von 6 bis 8 mm Korngröfse. Der Flufskies hat jedoch den Nachteil, dafs wegen des runden Kornes zur Erzielung eines festen Lagers unter der Schwelle mehrfaches Stopfen nötig wird. Denn erst nach dem Zerkleinern wird eine gröfsere Menge der Kieskörner scharfkantig, und diese erst

---

158) Band III, 1. Hälfte, S. 173; Zeitschrift für Bauwesen 1896, S. 97 und 1897, S. 207, auch im Sonderdrucke: Schwellenquerschnitt, Schwellenabstand und Bettungstoff, Planum, Bettung, Schwellenform; Organ 1897, S. 116 und 133.

verleihen dem sich unter jeder Schwelle bildenden Koffer den nötigen innern Zusammenhang.

Nächst dem Flufskiese ist Grubenkies als brauchbare Bettung zu nennen, sofern er von Lehm und Ton befreit, und gut gesiebt wird. Für die Korngröfse kann man 3 bis 4 mm als geringstes Mafs ansehen, man kann jehoch zur Beschleunigung des Entstehens eines festen Lagers einen Sandzusatz von 10 % zulassen.

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

Wenn auch bei Steinschlagbettung aus bestem Hartgesteine gegenüber Kiesbettung nur 16 % an Bettungstoff und nur 33 % an Arbeitslohn zur Gleisunterhaltung erforderlich sind, so darf man doch nicht daraus folgern, dafs es unter allen Umständen besser sei, Steinschlag aus Hartgestein zu wählen, da der Preis des Gesteines, sowie die Stärke des Verkehres auf der betreffenden Bahnlinie mit in Betracht gezogen werden müssen. Unter der Annahme eines Preises von 6,0 M./cbm für Steinschlag aus bestem Hartgesteine, 4,0 M./cbm für Gestein mittlerer Güte, wie Diorit, Quarzit, Melaphyr, und 2,0 M./cbm für gesiebten Kies ergibt sich nach einer überschläglichen Berechnung, dafs bei einem Verkehre von 2000 Achsen und mehr täglich Steinschlag bester Güte am vorteilhaftesten ist, bei 1000 bis 2000 Achsen täglich würde Steinschlag mittlerer Güte zu wählen sein, während bei noch geringerm Verkehre gesiebter Kies, sogar Grubenkies am Platze ist.

Ist der Steinschlag billiger, so tut man gut, ihn auch auf Strecken mit geringem Verkehre anzuwenden, wie anderseits bei niedrigen Kiespreisen dieser den Steinschlag zurückdrängen wird.

Die Güte des Kieses, namentlich die Festigkeit seines Kornes mufs dabei ebenfalls berücksichtigt werden, da es ein Unterschied ist, ob der Kies einem Sandsteingebirge entstammt, oder einem Niederschlagsgebiete, das vorwiegend Urgestein enthält.

Zur Prüfung der Güte der einzelnen Bettungstoffe richtet die preufsische Staatseisenbahn-Verwaltung eine Versuchsanstalt ein, in der die Stoffe genau der vorkommenden Inanspruchnahme entsprechend untersucht, und nach ihrem Werte eingeteilt werden sollen.

Wo keine geeigneten Bettungstoffe 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. (Textabbildung 141). Man hat sich in solchen Gegenden auch dadurch zu helfen gesucht, dafs man künstliche Steine gebrannt und diese zu Kleinschlag zerkleinert hat [159]).

Bei der Herstellung hoher Bettungskörper in Toneinschnitten oder auf Dämmen von ähnlichem Boden nach den in den Textabb. 155 bis 162 angegebenen

---

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

Abmessungen ist es nicht nötig, dazu ausschliefslich Steinschlag oder Kies zu wählen. Es genügt vielmehr, den obern zum Stopfen dienenden Teil bis 20 cm unter Schwellenunterkante aus Kies oder Steinschlag zu nehmen, den untern aber aus gutem, reinem Sande herzustellen. Sand kann sogar eine gleichmäfsigere Druckverteilung bewirken und die Oberfläche des Tonkörpers eher unverletzt erhalten, als etwa grober Steinschlag, oder Packlage.

---

c) 5. Entwässerung der Bahnhöfe.

Die Unterbaukrone 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 Tonschichten vor, so müssen diese ebenso behandelt werden, wie es auf freier Strecke geschieht, der Ton mufs, so weit die Gleise reichen, bis zu der dem Abstande der Schwellen entsprechenden Tiefe entfernt und dafür geeigneter, frostsicherer und durchlässiger Stoff eingebracht werden. Für Entwässerung der ausgegrabenen Stellen ist Sorge zu tragen.

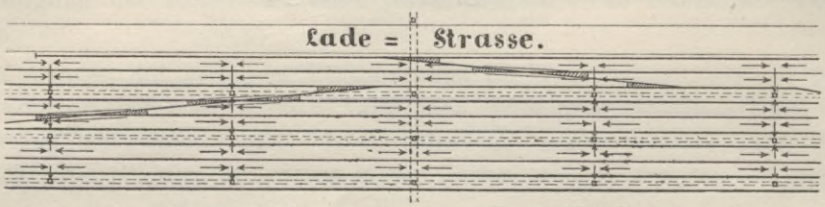
Es ist ein schwerer Fehler, wenn gegen diese Regel beim Neubau aus Ersparnis-Rücksichten verstofsen wird, indem man nur eben die geringst zulässige Höhe für die Bettung vorsieht, und das weitere der Betriebsverwaltung überläfst. Denn nach Eröffnung des Betriebes kostet die Beseitigung derartiger Mängel häufig mehr, als das zehnfache des anfangs nötigen Aufwandes.

Sofern der obere Teil des Erdkörpers aus frostsicherm 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 Teile zwischen den Gleisen nach und nach festgetreten, so dafs 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 ratsam bei sehr durchlässigem, kiesigem Untergrunde, doch verstopfen sich auch diese leicht durch die Erd- und Schlammteile, welche die meisten Abwässer mit sich führen, wenn sie nicht durch Sickerröhren, oder sorgfältig angelegte Sickerdohlen wirksam erhalten werden. Auf gröfseren Bahnhöfen ist es zweckmäfsig, gleich beim Baue die nötige Entwässerung in Gestalt einer planmäfsig verzweigten Kanalanlage vorzusehen, die bis zum nächsten öffentlichen Wasserlaufe, oder bis zur Kanalanlage der Stadt weiterzuführen ist. Man legt je nach der Gleisanlage die nötige Anzahl kleiner Kanäle zwischen die Gleise und zwar so, dafs zwischen zwei Kanälen jedesmal zwei, drei

auch vier Gleise, und über den Kanälen Einfallschächte liegen (Textabb. 163), 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

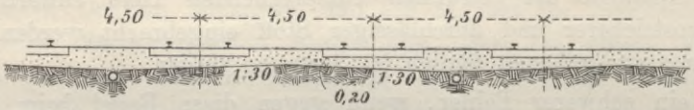
Abb. 163.



Maſsstab 1 : 2000. Bahnhofsentwässerung mit offenen Mulden und Kanälen.

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 Sickerröhren anlegen, unter gleichzeitiger Abdachung der Unterbaukrone zwischen diesen (Textabb. 164). Die

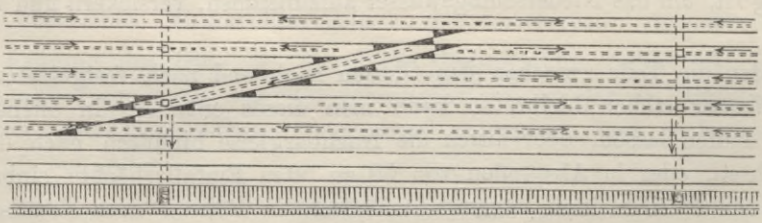
Abb. 164.



Maſsstab 1 : 200. Bahnhofsentwässerung mit Sickerrohren und Querkanälen.

Rohre entwässern nach Querkanälen, die in 100 m bis 200 m Abstand anzulegen sind (Textabb. 165). Zweckmäſsig legt man an der Einmündungstelle Einfallschächte an, und nach Bedarf kann auch hier eine Oberflächenentwässerung mit der unterirdischen Entwässeruug verbunden werden.

Abb. 165.



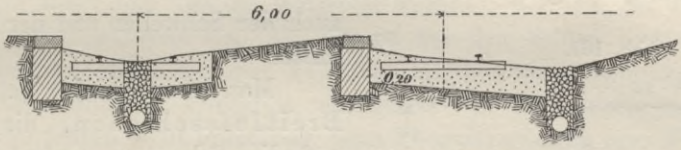
Maſsstab 1 : 2500. Grundriſs zu Textabb. 164.

Besonders wichtig ist die Entwässerung der Weichenstraſsen und des Teiles des Bahnhofes, auf dem die Verschiebearbeit ausgeführt wird. Hier 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 bei den Einfallschächten der Strafsen einer Stadt gebräuchlich sind. Da die Gleise der Bahnhöfe oft bis wenige Zentimeter 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 einem aufserhalb des Bahnhofes anzulegenden Graben, oder gröfseren Kanale weiter geleitet.

Besondere Sorgfalt erfordert die Entwässerung der Gleise zwischen den nicht überdeckten Bahnsteigen, damit die Reisenden das Gleis jederzeit trockenen Fufses überschreiten können. Da das Wasser von den Bahnsteigen nach den Gleisen zusammenläuft, so wird die Bettung sehr leicht verschlämmt, es ist dann eine Oberflächen- und unterirdische Entwässerung geboten. Diese kann in der Weise

Abb. 166.



Mafsstab 1 : 150. Entwässerung offener Bahnsteiggleise.

bewirkt werden, dafs man einen 30 cm bis 50 cm breiten Graben zwischen den Schienen, wie in Textabb. 166 links, oder seitlich des Gleises, wie in Textabb. 166 rechts angegeben ist, bis zur frostsichern Tiefe aushebt, Sickerrohre mit gehörigem Gefälle hineinlegt und den Graben dann mit Steinschlag bis obenhin ausfüllt. Die Rohre müssen nach der Seite hin weiter entwässert werden.

Die Ableitung des von den Gebäuden des Bahnhofes abfliefsenden 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 Löschgruben und Wasserkräne bedarf insofern besonderer Beachtung, als den Einfallschächten und Leitungen hinreichend grofse Querschnitte und starkes Gefälle gegeben werden müssen. In letzterer Beziehung sei allgemein bemerkt, dafs kleinere Kanäle mit stärkerm, gröfsere mit schwächerm Gefälle anzulegen sind. Offenen Mulden gebe man nicht mehr Gefälle, als 1 : 300 bis 1 : 200, Sickerröhren und Kanälen bis 0,60 m Weite etwa bis 1 : 400 und den gröfseren Kanälen 1 : 800 bis 1 : 1000. Für die Herstellung der Kanäle wählt man in neuester Zeit mit Vorliebe Ton- oder Zement-Röhren.

I. d) Der Bau des Gleises.

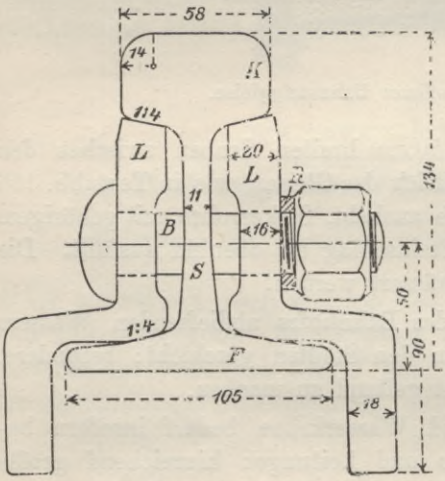
Bearbeitet von **A. Blum.**

d) 1. Die Schiene.

1. *a*) Einleitung.

Von den drei Hauptteilen des Gleises, der Schiene, der Unterschwellung und den Befestigungsmitteln (siehe I. a, S. 145), 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, als auch der Schwellen und der Befestigungsmittel.

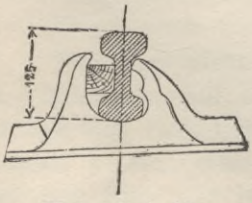
Abb. 167.



Mafsstnb 1 : 3. Breitfufsschiene Form 6 der preufsischen Staatsbahnen.

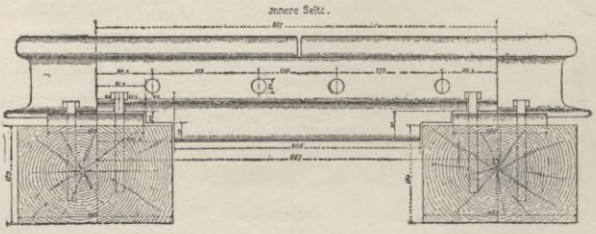
Man unterscheidet jetzt nur noch Breitfufsschienen, die unmittelbar auf die Schwellen aufgelagert werden (Textabb. 167), und Doppelkopf- oder Stuhl-Schienen, die wegen des Unterkopfes zur Auflagerung auf den Schienen besonderer Stühle und zur Befestigung in den Stühlen besonderer Keile bedürfen (Textabb. 168). 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 nur noch ausnahmsweise Verwendung. In Mitteleuropa wird die Breitfufsschiene fast ausschliefslich verwendet. In Textabb. 167 ist K der Kopf, S der Steg und F der Fufs der Schiene, L sind die Laschen für die Deckung des Schienenstofses (Textabb. 169), die durch die Schraubenbolzen B verspannt werden.

Abb. 168.



Mafsstab 1 : 10. Doppelkopfschiene.

Abb. 169.



Mafsstab 1 : 12,5. Stofs der Breitfufsschiene.

1. β) Stoff; allgemeine Mitteilungen über Herstellung, Zurichtung und Abnahme der Schienen[160]).

Die Schienen werden gegenwärtig nur noch aus Flufsstahl[161]) hergestellt, während die Befestigungsmittel und die Metallschwellen meistens aus Flufseisen gemacht werden. Schweifsstahl hat sich den Betriebsbeanspruchungen ebenso wenig gewachsen gezeigt, wie Schweifseisen; die Schienen wurden in Folge ungleicher Dichte und von Schweifsmängeln vorzeitig abgängig, auch war Schweifseisen zu weich. Das in der ersten Zeit verwendete Gufseisen erwies sich gleichfalls als ungeeignet.

Der Flufsstahl 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 sauere, das Thomas-Verfahren das basische; das Martin-Siemens-Verfahren kann sauer und basisch betrieben werden. Bei ihm ist eine besondere Wärmequelle nötig, während sich die Wärme bei den beiden anderen Verfahren durch den Vorgang selbst aus der Verbrennung der Verunreinigungen des Roheisens, wie Kohle, Silizium, Phosphor, entwickelt[162]). Phosphorhaltiges Eisen ist beim Bessemerverfahren nicht brauchbar, beim Thomasverfahren aber Voraussetzung. Da die meisten deutschen Eisenerze phosphorhaltig sind, spielt das Thomasverfahren in Deutschland besonders von volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten aus eine sehr wichtige Rolle.

Das in der Birne oder dem Flammofen geschmolzene Metall wird in Gufspfannen zu Blöcken gegossen, und diese werden in einer Hitze, neuerdings an einzelnen Stellen gleich in der Schmelzhitze ausgewalzt. Zu heifses Walzen ergibt Schienen mit zu niedriger Streckgrenze; es ist am besten, die Schienen in Rotglut zu walzen, wobei die fertige Schiene die Walze bei beginnender Dunkelglut verläfst[163]). Der technische Ausschufs des V. d. E. V. betont die Notwendigkeit, das Fertigwalzen bei nicht zu hohen Wärmegraden vorzunehmen, ganz besonders[164]).

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

Bei Herstellung der Schienen im Schweifsverfahren konnte man ihre Zusammensetzung diesen Bedürfnissen einigermafsen anpassen. Bei der Herstellung von Flufsstahlschienen ist das aber nicht durchführbar, es mufs also ein Stahl erstrebt werden, der sowohl die nötige Härte und Zähigkeit, als auch die erforderliche

---

160) Siehe auch Band V.

161) In Frankreich, England und anderen Ländern ist der in Deutschland übliche Unterschied zwischen Flufsstahl und Flufseisen in der Regel nicht gebräuchlich, es wird vielmehr alles Flufsmetall als Stahl, hart oder weich, bezeichnet.

162) Encyclopädie d. gesamten Eisenbahnwesens v. Röll, Wien 1891—1894, S, 1346.

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

164) Organ, XIII Ergänzungsband, 1903.

Gleichmäfsigkeit in Zusammensetzung und Gefüge besitzt. Dabei spielt die chemische Zusammensetzung des Stahles naturgemäfs eine grofse Rolle.

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

In der Annahme, dafs ein verhältnismäfsig weicher Stahl reiner herzustellen sei, als ein harter, und dafs grade in der Reinheit die beste Gewähr für gleichmäfsiges Verhalten gegenüber allen Betriebsbeanspruchungen und der vielgefürchteten Bruchgefahr liege, eine Annahme, die durch viele Untersuchungen und Versuche in verschiedenen Ländern bestätigt erschien[165]), war man in Deutschland und Österreich-Ungarn mit der vom Schienenstahle verlangten Festigkeit, die vielfach auch als Mafs der Härte gilt, bis auf 50 kg/qmm herabgegangen, während in England eine Festigkeit von 50 bis 65, in Belgien eine solche von 60 und 70 und in Frankreich sogar von 85 kg/qmm gefordert wurde[166]). Allerdings betrug dieser Forderung gegenüber die im Gebiete des V. d. E. V. bei der Schienenabnahme tatsächlich 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 harten, gleichmäfsig zähen Stahles anfangs auf Schwierigkeiten stiefs, sie war aber zweifellos ein Fehler, denn die betreffenden Schienen haben nicht nur raschen Verschleifs aller Berührungsflächen mit den Rädern gezeigt, sondern auch Verdrückungen des Kopfes, Verbiegungen des Steges und sonstige Formänderungen.

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, als auch gegen Bruchgefahr für den geeignetsten erklärt[167]), 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, dafs sich weicher Stahl in Tunneln und auf Bremsstrecken, also da, wo die Schienen besonders stark beansprucht werden, besser halte, als harter Stahl, auch wurde von anderer Seite die Erklärung des Kongresses zu Gunsten des härtesten Stahles bemängelt[168]).

Die Frage ist auch auf den späteren Kongrefstagen weiter erörtert worden und führte im Jahre 1900 zu der Erklärung, dafs es noch nicht möglich sei, die Art des für die Schienenherstellung geeignetsten Stahles genau zu bestimmen. Daher wurde eine Fortsetzung der Erhebungen und Versuche empfohlen, um baldmöglichst zu bestimmten Festsetzungen und zu einheitlichen Vorschriften über die Zusammensetzung und Beschaffenheit des Schienenstahles und über die Bestimmung

---

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

166) Stané, Theorie und Praxis des Eisenbahngleises, Wien 1893, Taf. III.

167) Organ 1890, S. 135 bis 137.

168) Engineering News 1890, S. 163 u. 167. Ansichten des französischen Oberingenieurs Musy und des Ingenieurs Sandberg, siehe auch „Organ“ 1891, S. 86.

der Güte der Schienen zu kommen; aber auch der Kongrefs in Washington, 1905, mufste die Verfahren zur Gütebestimmung, namentlich auch zur Feststellung von Blasen, noch für verbesserungsbedürftig erklären[169]), und auch die Anschauungen über die zweckmäfsigste chemische Zusammensetzung des Schienenstahles stimmen noch nicht überein.

Auch im V. d. E. V. ist die Frage wiederholt eingehend erörtert worden, ohne jedoch bisher einen Abschlufs gefunden zu haben. Der technische Ausschufs des Vereines erklärte 1893[170]):

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

Im Jahre 1903 wird das allseitige Bestreben nach einer weitern Verbesserung des Stahles festgestellt und eine noch sorgsamere Überwachung der Schienenherstellung empfohlen[171]).

Jedenfalls ist eine Festigkeit von nur 50 kg/qmm für Schienenstahl zu gering, für Festigkeit und Härte mufs vielmehr ein höherer Wert gefordert, zugleich aber in den Lieferungs- und Abnahme-Bedingungen dafür gesorgt werden, dafs die Zähigkeit des Stahles nicht zu gering ist. Die preufsisch-hessische Staatsbahnverwaltung und auch andere Eisenbahnen in Deutschland und Österreich-Ungarn sind inzwischen zu einer Festigkeit von 60 kg/qmm übergegangen, und einzelne Bahnen fordern eine Festigkeit von 65 kg/qmm[171]), die auch bei anderen Bahnen der europäischen Festlande üblich ist. In Frankreich wird eine Festigkeit von 70 kg/qmm gefordert und in England schwankte sie bis zum Jahre 1900 zwischen 63 und 78,8 kg/qmm, meist war sie dort 70,9 kg/qmm[169]). Ein von den englischen Bahnen später eingesetzter Ausschufs zur Festlegung von Lieferungsbedingungen für Schienen schlägt aber eine Zerreifsfestigkeit von nur 59,9 bis 70,9 kg/qmm vor und macht auch bestimmte Vorschläge über die chemische Zusammensetzung des Schienenstahles[172]).

Die Frage, ob Thomasstahl erhöhten Ansprüchen genügt, mufs nach den sehr eingehenden Untersuchungen Tetmajer's bejaht werden, denn dieser Forscher fand Thomasstahl bezüglich der Gleichmäfsigkeit der Zusammensetzung sogar vielfach dem Bessemerstahle überlegen[173]). Wenn daher manche, besonders englische, französische und nordamerikanische Eisenbahnen nur Schienen aus Bessemer- oder Martin-Stahl zulassen, und auch der technische Ausschufs des V. d. E. V. 1893 erklärte, Schienen aus Bessemer- und Martin-Stahl schienen sich nach den bisherigen Erfahrungen besser zu verhalten, als solche aus Thomasstahl[174]), so ist zu beachten, dafs sich die mit Thomasschienen gemachten ungünstigen

---

169) Verhandlungen des intern. Eisenbahn-Kongresses, Paris 1900, Bd. 1 des Generalberichtes, Frage 1, Brüssel 1901; Washington 1905, Bericht zu Frage 2, Revue générale des chemins de fer, 1905, 2. Halbjahr, S. 29.

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

171) Organ, XIII Ergänzungsband, 1903.

172) Glasers Annalen, 1905, 56. Bd., S. 135, Bericht von Frahm.

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

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

Erfahrungen fast ausschliefslich auf Schienen aus der ersten Zeit des Verfahrens bezogen, als noch nicht Stahl von solcher Güte erzeugt wurde, wie gegenwärtig.

Nicht nur in den Anforderungen an die Festigkeit des Schienenstahles, sondern auch in den Bestimmungen über die Ermittelung dieser Festigkeit gehen die Anschauungen und Vorschriften weit auseinander; in dieser Verschiedenheit mag mit ein Grund für die grofsen Schwankungen in den geforderten Festigkeitswerten liegen. Denn man kommt zu sehr verschiedenen Ergebnissen, je nachdem man die Festigkeit durch Zerreifsversuche, oder durch Biege- oder Schlag-Proben, oder endlich nur durch Härteproben ermittelt. Die durch Biegeproben festgestellten Festigkeitswerte sind im Allgemeinen höher, als die bei Zerreifsversuchen ermittelten, und zwar um reichlich 20 %[175]). Nun wird grade in Frankreich mit seinen hohen Festigkeitszahlen auf die Feststellung der Zugfestigkeit, Dehnung und Zusammenschnürung nur wenig Wert gelegt, und dafür werden neben Biege- und Schlag-Versuchen besondere Härteproben vorgenommen, während die Festigkeitsziffer in Deutschland und Österreich-Ungarn durch Zerreifsversuche festgestellt wird.

Man legt aber im Gebiete des V. d. E. V. und neuerdings auch in England, nicht nur auf die reine Zugfestigkeit, sondern auch auf bestimmte Zähigkeit, gemessen durch die Dehnung des Stabes, oder die Einschnürung seines Querschnittes vor dem Zerreifsen, grofsen Wert. So fordern die Vereins-Bahnen, dafs die Summe von Festigkeit in kg/qmm und Einschnürung in % des ursprünglichen Querschnittes mindestens 85 ausmacht, wobei erstere mindestens 50 kg/qmm, letztere mindestens 20 % betragen mufs, und in England werden mindestens 15 % Dehnung verlangt[176]). In der Schweiz wird, theoretisch richtiger, seit 1891 für das Produkt aus Zugfestigkeit und Dehnung ein Mindestwert verlangt, und zwar soll die Dehnung so grofs sein, dafs dieser Wert bei einer Zugfestigkeit von mindestens 55 kg/qmm mindestens 90 beträgt.

Aufser Zerreifsversuchen werden aber auch in Mitteleuropa die Biege- und Schlagproben, neuerdings auch Härteproben, gebührend gewürdigt, sie sind in den Lieferungs- und Abnahme-Bedingungen der Bahnen genau vorgeschrieben. In der gleichzeitigen Anwendung dieser Verfahren, besonders auch in der Ausführung von Zerreifsversuchen mit Stücken, die 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 grofsem Einflusse ist.

Bei unreinen Stahlsorten empfiehlt der technische Ausschufs des V. d. E. V. auch die Vornahme von Rotbruchproben des Kernstahles[177]).

Je gleichförmiger die Massen in den verschiedenen Querschnittsteilen sind, um so gleichmäfsiger wird die Stoffdichtigkeit der ausgewalzten Schiene sein. Dagegen ist bei Schienen mit hohen, massigen Köpfen, breiten, dünnen Füfsen und schmalem Stege aufser ungleichmäfsiger Dichtigkeit auch ungleiche Abkühlung zu

---

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

176) Glasers Annalen, 1905, 56. Bd., S. 135, Bericht v. Frahm.

177) Organ, XIII. Ergänzungsband, 1903.

befürchten, durch die 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 rotwarmem Zustande durch Bearbeiten mit Holzhämmern, sowie nach Bedarf durch Kaltrichten nach vollständigem Erkalten der Schiene. Um diese letztere gewaltsame Behandlung, die schädliche Spannungen erzeugt, zu vermeiden, sucht man in neuerer Zeit das Warmrichten zu vervollkommnen. Man läfst beispielsweise die Schiene durch drei Paare senkrechter Walzen gehen, zwischen denen alle kurzen Knicke ausgerichtet werden, und die Schiene zugleich so aufgebogen wird, dafs 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 gewalzt, die gegenwärtig bis zu 15 m beträgt, und gleich beim Verlassen der letzten Walze unter Zugabe des Schwindmafses 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 ausfallen[178]) und sind nicht mafsgebend für die Eigenschaften der fertigen Schienen.

Die fertig gewalzten, abgeschnittenen und gerichteten Schienen sind an den Enden noch auf genaue Länge abzufräsen, wobei aber Längenungenauigkeiten von $\pm$ 2 mm auf eine Schienenlänge von 12 m geduldet werden. Ferner werden die oberen und seitlichen Kanten der Kopfendflächen mit der Feile unter 45° auf etwa 2 mm abgeschrägt[179]), die Laschenbolzenlöcher, über die beim „Lochen der Schienen“ Näheres angegeben wird, eingebohrt und endlich alle scharfen Grate und Kanten abgefeilt.

Bei der Abnahme der Schienen ist darüber zu wachen, dafs die Arbeiten sorgfältig ausgeführt sind, und dafs die fertigen Schienen genau der dem Werke übergebenen und abgestempelten Lehre entsprechen. Dabei pflegt man aber kleine, unvermeidliche Herstellungs-Ungenauigkeiten bis zu gewissen Grenzen zuzulassen, so bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen $\pm$ 0,5 mm in der Schienenhöhe und der Breite des Schienenkopfes, $\pm$ 1 mm in der Breite des Schienenfufses und + 3 % bis — 2 % im Gewichte. Die abgenommenen Schienen werden an einer Kopfendfläche gestempelt.

1. γ) Querschnittsform der Schiene.

γ. A. Der Schienenkopf.

Die Gestalt des Kopfes ist im Allgemeinen bei Breitfufs- und Stuhl-Schienen gleich und steht in enger Beziehung zur Form der Radreifen. Der Schienenkopf trägt den Radreifen und führt den Spurkranz, mufs also eine der Hohlkehle zwischen beiden entsprechende seitliche Abrundung haben. Behufs ungehinderten Wagenüberganges und Schonung der Betriebsmittel und Schienen wären internationale

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

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

Bestimmungen über die Formung der Kopfabrundung und der Radhohlkehle dringend erwünscht[180]), wie sie für viele audere 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. bestimmt, dafs die innere seitliche Abrundung des Schienenkopfes mit einem Halbmesser von 14 mm beschrieben sein mufs. In den T. V. 5,1 ist auch für die Kopfbreite ein Mindestmafs 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 Preufsen und Österreich-Ungarn vereinbart, die Hohlkehle der Spurkränze an ihren Betriebsmitteln mit1 5 mm Halbmesser auszurunden und dem Radreifen eine kegelförmige Gestalt von $^1/_{20}$ Neigung zu geben[181]).

Die obere Wölbung der Schienenlauffläche wurde früher, zum Teil aus walztechnischen Gründen, vielfach zu stark genommen, neuerdings zieht man eine breite, flache Lauffläche mit grofser Druckfläche für das Rad vor, um die Abnutzung der Schiene, wie des Rades zu vermindern. Der Schienenkopf ist in Europa seitlich fast allgemein durch lotrechte ebene Flächen begrenzt, während in Nordamerika Schienenköpfe mit nach unten zunehmender Breite besonders früher vielfach vorherrschten (Textabb. 184 S. 203). Derartige Formen haben vereinzelt auch in Europa, neuerdings auch in Indien, Eingang gefunden (Textabb. 172 und 186). Man erreicht dadurch eine möglichst weitgehende Verbreiterung der oberen Laschenanlageflächen, auch erhält man für den seitlichen Angriff der Schienen durch die Räder, besonders bei der Aufsenschiene in Krümmungen, gröfsere Berührungsflächen, also geringere gegenseitige Abnutzung. Es ist daher auch wohl der Vorschlag gemacht, nur zu den Aufsenschienen der Bahn derartige Köpfe zu verwenden, falls man dort nicht besonders harte Schienen verwenden will[182]). Die in Textabb. 182 dargestellte Querschnittsform der vom nordamerikanischen Ingenieur-Vereine entworfenen Schiene, sowie andere neue amerikanische Schienen zeigen aber lotrechte Begrenzungen des Kopfes.

Neben der Form der obern und seitlichen Begrenzung des Schienenkopfes ist auch der Übergang in den Schienensteg und das Verhältnis der Höhe des Kopfes zu seiner Breite von grofser Wichtigkeit. Man glaubte früher zur Erzielung leichter Walzbarkeit einen allmäligen Übergang des Kopfes in den Steg, also Birnenform, verwenden zu müssen. Da man aufserdem besonders die Höhenabnutzung der Schienen fürchtete, so gab man den Köpfen grofse Höhe bei mäfsiger Breite. Die heutige Walztechnik gestattet aber die Herstellung oben flacher und unten scharf unterschnittener breiter Köpfe, die zudem beim Auswalzen eine gleichmäfsigere Durcharbeitung des ganzen Kopfes, also gleichmäfsigeres Gefüge sichern, als die hohen Köpfe[183]). Da letztere auch eine ungleichmäfsigere Ab-

---

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

181) 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 Zentr. d. B. 1881, S. 181, 1884, S. 177 von Wöhler, sowie in dem Werke von Boedecker, die Wirkungen zwischen Rad und Schiene, Hannover 1887.

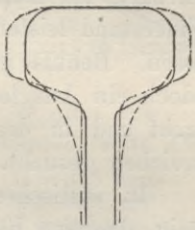
182) Engineering News, 1904, 1. Halbj., S. 329.

183) Glasers Annalen 1890, I. S. 271; Deutsche Bauzeitung 1890, S. 198, Urteile von Wedding und Reulaux; Railroad Gazette 1889, S. 425; Organ, XIII. Erg.-Bd. 1903, S. 8.

kühlung der Schiene mit sich bringen, so gelten sie zur Zeit als weniger zweckmäfsig. Breite Köpfe leisten auch dem seitlichen Verschleifse, der oft viel stärker ist, als der Höhenverschleifs und nach neueren Erfahrungen als die Hauptursache der Schienenauswechselung angesehen werden mufs[184]), längern Widerstand. Auch sichern sie die für die Stofsanordnung wichtige Gewinnung breiter Laschenanlageflächen, die man durch möglichst kleine Halbmesser der unteren Kopfabrundungen noch vergröfsern kann; in Nordamerika geht man darin schon bis 1,6 mm herab[185]) (Textabb. 182).

In Textabb. 170 ist die Entwickelung der Form des Schienenkopfes mit verschiedenen Linien 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, ist aber meist gröfser und steigt bei der preufsischen Form 8 b auf 1 : 1,85, bei Schienen deutscher Nebenbahnen und nordamerikanischer Bahnen sogar annähernd 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 verhältnismäfsig breitesten Köpfe bei den Schienen der nordamerikanischen Hauptbahnen, wo auf diesen Punkt besonderes Gewicht gelegt wird, (Zusammenstellung XVII, S. 200, 201).

Abb. 170.



Mafsstab 1 : 3.
Verschiedene Formen des Schienenkopfes.

Alte Birnenform

Preufsische Staatsbahnen 1885.

Nordamerikanische Bahnen und Preufs. St. E. 1890

In inniger Beziehung zum Verhältnisse zwischen Höhe und Breite des Schienenkopfes steht der Winkel, den die Laschenanlageflächen mit einer Winkelrechten zur lotrechten Mittellinie des Querschnittes bilden. Dieser Winkel hat sich mit der fortschreitenden Entwickelung der Schienenform verringert. Man trifft zwar auch bei neuesten Schienenformen noch Winkel der Neigung 1 : 2, aber besonders in Deutschland, Belgien und Nordamerika überwiegen kleinere Neigungen von 1 : 3, 1 : 4, ja selbst 1 : 5.

Auch bei den Stuhlschienen, wo man besonders zäh an der steilen Neigung der älteren Formen festhielt, macht sich neuerdings das Bestreben nach flacherer Neigung geltend (Textabb. 193 und 195).

Der Schienenkopf und der untere Teil der Schiene werden zur Stegmittelachse meistens symmetrisch gestaltet, damit man die Schiene beliebig im Gleise umdrehen kann. Dies ist namentlich bei aufsergewöhnlicher Abnutzung der Innenkante des Kopfes an den Aufsenschienen scharf gekrümmter Gleise erwünscht, um eine volle Ausnutzung der Schienen durch Umkehrung der Innen- und Aufsenseiten zu erreichen. Vielfache Vorschläge und Versuche, die Neigung, die man den Schienen in Europa nach innen zu geben pflegt (Band II, B Ia, S. 151), bei lotrechter Stellung der Schienen durch unsymmetrische Gestalt des ganzen Schienenkopfes, oder der ganzen Schiene zu ersetzen, blieben ohne Erfolg.

---

184) Railroad Gazette 1903, S. 177; Verhandlungen des intern. Eisenbahn-Kongresses in Washington 1905, Bulletin du congrès intern. des chemins de fer 1905, S. 791, Bericht von Dudley.

185) Organ 1892, S. 157.

γ. B. Breitfufsschienen.

Das unterscheidende Merkmal der Breitfufsschiene von anderen Schienenformen ist der breite Fufs mit ebener Grundfläche, der die unmittelbare Lagerung auf der Unterstützung ermöglicht. Die Schiene ist 1830 in Nordamerika von Stevens entworfen und durch den Engländer Vignoles in Europa eingeführt worden[186]). Sie wird daher vielfach, aber zu Unrecht, auch Vignoleschiene genannt.

Möglichst grofse Tragfähigkeit und Steifigkeit der Schiene gegenüber den lotrechten äufseren Kräften wird am besten durch grofse 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 mufs, so hat man bisher stets die Masse des Kopfes überwiegen lassen. Behufs gleichmäfsiger Abkühlung der Schienen nach dem Walzen wird jedoch ein Ausgleich zwischen der Masse des Kopfes und des Fufses eifrig angestrebt und in der schon erwähnten Herstellung breiter und niedriger Köpfe zu erreichen gesucht.

In statischer und wirtschaftlicher Hinsicht ist eine grofse Fufsbreite nicht nötig, 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 Mafs sinken, kann aber um so geringer gemacht werden, je wirksamer durch gute Befestigung der Sehiene auf der Unterlage dem Kippen um den Fufsrand vorgebeugt und je besser eine zwischen Schiene nnd Schwelle einzuschaltende Unterlageplatte als Verbreiterung des Schienenfufses nutzbar gemacht wird.

Auch die Stegstärke kann aus statischen Gesichtspunkten gering bemessen werden, die Erfahrung zeigt aber, dafs ein zu dünner Steg besonders am Schienenstofse Verbiegungen begünstigt, welche die Lauf- und Führungs-Fläche unstetig machen, also starke Stöfse der Fahrzeuge veranlassen.

Die Laschenanlageflächen des Schienenfufses erhalten dieselbe Neigung, wie die des Kopfes, in den Raum zwischen diese geneigten Flächen, die Laschenkammer, greifen die Stofslaschen keilförmig ein (Textabb. 167). 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 XVII, S. 200 enthält die Abmessungen und die Massenverteilung zwischen Kopf, Fufs und Steg für mehrere Schienenformen, auch zeigen die Textabb. 171 bis 186 einige Schienenquerschnitte für Hauptbahnen.

Während die ersten Breitfufsschienen in Deutschland, Leipzig-Dresden, nur eine Höhe von 63,5 mm besafsen, werden bei neueren Schienen auch die in 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.

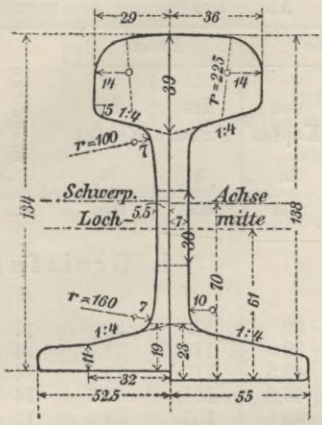
Für dieses Verhältnis stellte der internationale Eisenbahnkongrefs zu Paris 1889 die Zahl 0,9 als erwünscht hin[187]). In Amerika ist sogar das Verhältnis 1,0

---

186) Haarmann, Das Eisenbahngleis; Geschichtlicher Teil S. 53 u. ff.

187) Organ 1890, S. 215.

Abb. 171.



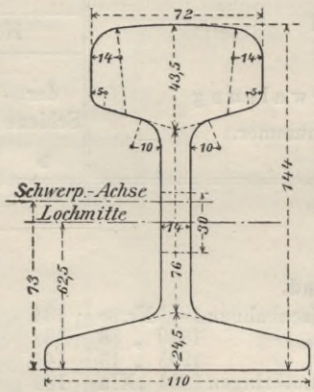
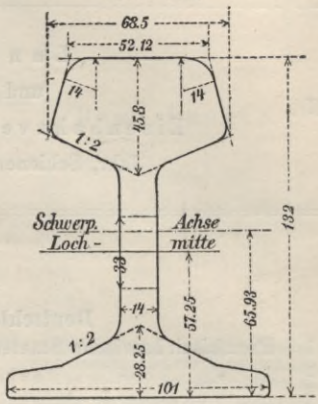


Abb. 172.



Mafsstab 1 : 3.
Preufsisch-hessische Staatsbahnen:

a) Nr. 6e 1885 für schwach befahrene Hauptbahnen und für Nebenbahnen.
G = 33,4 kg/m
J = 1036,6 cm⁴
W = 154 cm³

b) Nr. 8b 1890 für stark befahrene Hauptbahnen.
41 kg/m
1351,6 cm⁴
193,1 cm³.

c) Nr. 15a 1905 für besonders stark befahrene Streken.
45,05 kg/m
1582,9 cm⁴
216,8 cm³

Mafsstab 1 : 3.
Reichseisenbahnen Nr. XIa 1894
G = 37,8 kg/m
J = 1092 cm⁴
W = 165 cm³.

Abb. 173.

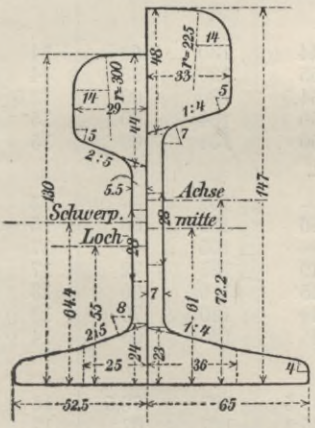


Abb. 174.

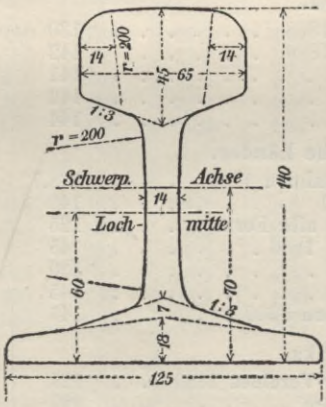
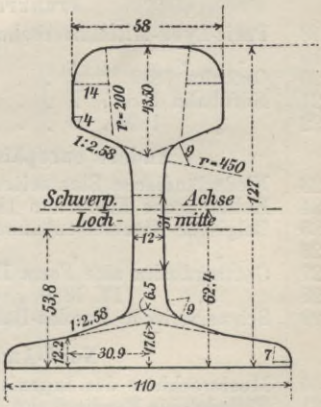


Abb. 175.



Mafsstab 1 : 3.
Sächsische Staatsbahnen:

a) ältere Form für schwach befahrene Hauptbahnen und Nebenbahnen
G = 34,4 kg/m
J = 10001,3 cm⁴
W = 152,6 cm³

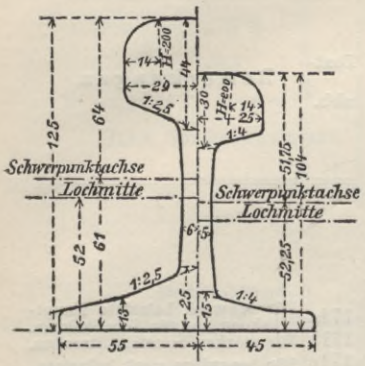
b) Nr. VII, 1890 für stark befahrene Hauptbahnen
45,7 k/gm
1700 cm⁴
230,4 cm³.

Mafsstab 1 : 3.
Bayerische und württembergische Staatsbahnen 1898 für stark befahrene Hauptbahnen
G = 43,5 kg/m
J = 1457 cm⁴
W = 202 cm³.

Mafsstab 1 : 3.
Kaiser Ferdinands-Nordbahn Nr. D 1886
G = 35,34 kg/m
J = 951,4 cm⁴
W = 147,2 cm³.

1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Nr.	Land und Eisenbahnverwaltung Jahr, Schienennummer.	Abmessungen der Schienen: Höhe der Schiene h	Höhe des Kopfes h_1	Breite des Fufses b	Breite des Kopfes b_1	Stegdicke	Neigung der Laschenanlageflächen	Verhältniszahlen $\frac{b}{h}$	$\frac{b_1}{h_1}$	Massenverteilung auf Kopf	Fufs	Steg	Der Schiene: Gewicht G.	Trägheitsmoment J.	Widerstandsmoment W.	Güteverhältnis $\frac{J}{G}$	$\frac{W}{G}$	Textabb.	Bemerkungen.
		mm	mm	mm	mm	mm				%	%	%	kg m	cm⁴	cm³				
	I. Breitfufsschienen für Querschwellen.																		
	Deutschland.																		
1	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 1885 Nr. 6e	134	39	105	58	11	1:4	0,78	1,5	45,5	32,2	22,3	33,4	1036,6	154	31,04	4,61	171a	Für schwach belastete Hauptbahnen und für Nebenbahnen.
2	„ „ „ 1890 „ 8b	138	39	110	72	14	1:4	0,80	1,85	44,5	33,4	22,1	41	1352	193,1	33	4,71	171b	Für stärker belastete Strecken.
3	„ „ „ 1905 „ 15	144	43,5	110	72	14	1:4	0,76	1,66	45,8	33,1	23,1	45,05	1582,9	216,8	35,1	4,81	171c	Für besonders stark belastete Strecken.
4	Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen 1894 „ XIa	132	45,8	101	68,5	14	1:2	0,77	1,5	46,8	34,8	18,4	37,8	1092	165	28,9	4,37	172	
5	Bayerische Staatseisenbahnen 1892	135	39	105	58	13	1:4	0,78	1,5	43,1	32,5	25,4	34,87	1071,7	156,5	30,7	4,49	—	Die Schiene ist Nr. 1 sehr ähnlich.
6	Bayerische und württembergische Staatseisenbahnen 1898	140	45	125	65	14	1:3	0,89	1,44	44,3	36,1	19,6	43,5	1457	202,0	33,5	4,56	174	Wie zu Nr. 2.
7	Sächsische Staatseisenbahnen ältere Form . .	130	44,2	105	58	11	1:2,5	0,81	1,31	47,9	35,7	16,4	34,35	1001,3	152,6	29,1	4,44	173a	
8	„ „ 1890 Nr. VI . .	147	48	130	66	14	1:4	0,88	1,38	46,0	33,6	20,4	45,71	1700	230,38	37,2	5,04	173b	Wie zu Nr. 2.
9	Badische Staatseisenbahnen ältere Form . . .	129	43,5	105	60	14	1:2	0,81	1,38	43,9	37,3	18,8	36,2	1002	150,2	27,7	4,15	—	
10	„ „ 1893	140	45	125	65	14	1:3	0,89	1,44	44,2	35,4	20,4	44,0	1485	206,3	33,75	4,69	—	Wie zu Nr. 2.
11	Bayerische Staatseisenbahnen	105	34	90	52	10	1:2,5	0,86	1,53	43,8	36,9	19,3	24,98	466,5	85,9	18,7	3,44	—	Für schwach belastete Nebenbahnen.
	Österreich-Ungarn.																		
12	Österreichische Staatseisenbahnen gewöhnliche Form	125	44	110	58	12	1:2,5	0,88	1,32	47,0	36,9	16,1	35,6	925	144,6	26,0	4,06	176	
13	„ „ 1903	140	45	112	68	14	1:4	0,89	1,51	46,6	33,6	19,3	44,15	1441,5	205,3	32,6	4,65	177	Wie zu Nr. 2.
14	„ „ 1903	104	30	90	50	10	1:4	0,87	1,67	44,3	32,1	23,6	21,8	409	78,6	18,8	3,61	176	Wie zu Nr. 11.
15	Ungarische Staatseisenbahnen	128	43	104	57	12	1:2,5	0,81	1,33	46,6	33,1	20,3	33,25	910,6	141,6	27,4	4,26	—	
16	Kaiser Ferdinands-Nordbahn 1886 Nr. D . . .	127	43,5	110	58	12	1:2,58	0,87	1,33	46,5	35,5	18,0	35,34	951,4	147,2	26,9	4,17	175	
17	Österreichische Nordwestbahn	125	41,5	104	57	12	1:2,5	0,83	1,37	43,9	35,5	20,7	33,0	860	133,5	26,1	4,04	186	Die Schiene wird auch für den Langschwellen-Oberbau von Hohenegger benutzt.
	Frankreich.																		
18	Paris-Lyon-Mittelmeerbahn 1868	130	44	130	60	14	1:2	1,0	1,36	—	—	—	39,0	1140	164	29,2	4,21	178	
19	„ „ „ 1889	142	55	130	66	14	1:2	0,91	1,20	48,4	36,7	14,9	47,0	1585	223	33,7	4,74	178	
20	Ostbahn 1889	141	54,5	130	60	13,5	1:2	0,90	1,11	47,5	38,5	14,0	44,21	1476	201	34,4	4,55	—	Die älteren Schienen hatten nur 120 und 125 mm Höhe, 99 und 97 mm Fufsbreite und 30 kg/m Gewicht.
21	Nordbahn 1888	142	50	134	60	15	1:2	0,94	1,20	43,5	38,6	18,5	43,21	1466	197	33,9	4,56	—	
22	„ 1894	144	50	134	60	15	1:2	0,93	1,20	41,8	40,5	17,7	45	1630	215	36,2	4,67	—	
	Andere europäische Länder.																		
23	Niederländische Staatseisenbahnen 1886 . . .	138,7	—	102	—	13	1:2	0,74	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	
24	Holländische Eisenbahn 1891	140	56	130	66	15	1:1,75	0,93	1,18	49,0	36,3	14,7	47	1488	207	31,7	4,4	—	
25	Belgische Staatseisenbahnen alte Form	125	—	105	—	17	1:1,83	0,84	—	—	—	—	38	959	147,4	25,3	3,88	179	
26	„ „ 1886	145	49	135	72	17	1:5	0,93	1,47	46,6	33,4	20,0	52	1707	232	32,8	4,46	179	
27	Gotthardbahn alte Form III	130	45	110	60	13	1:2	0,85	1,33	45,5	37,5	17,0	37	1044	159	28,2	4,30	180	
28	„ IV 1890	145	49	130	70	13	1:3	0,90	1,43	50,0	32,0	18,0	46	1635	222	35,5	4,83	180	
29	Schweizerische Bundes-Bahnen 1902	145	45	125	65	14	1:4	0,86	1,44	42,2	38,5	19,3	45,93	1623	215,5	35,4	4,69	181	
	Nord-Amerika.																		
30	Musterschiene des Ingenieur-Vereines 1889 . .	127	37,5	127	63,5	16	1:4,33	1,0	1,7	40,3	37,4	22,3	39,7	—	—	—	—	182	
31	Philadelphia-Readingbahn 1888	127	45,2	127	67	17	1:4,33	1,0	1,48	42,0	36,7	21,3	44,6	—	—	—	—	—	
32	Pennsylvaniabahn 1887	127	44,4	127	65,1	13,5	1:4,33	1,0	1,47	47,0	36,0	17,0	42,0	—	—	—	—	184	
33	„ 1889	114,3	40,5	114,3	62,0	12,7	1:4,33	1,0	1,53	47,0	34,5	18,5	34,6	—	—	—	—	184	
34	Illinois Zentralbahn	146	43,3	146	69,8	14,4	1:4,33	1,0	1,61	42,0	37,0	21,0	49,8	—	—	—	—	183	
35	Boston-Albany-Eisenbahn	139,7	39,8	139,7	76,2	16	1:4	1,0	1,91	40,3	38,3	21,4	47,1	—	—	—	—	185	
	II. Stuhlschienen.																		
36	Englische Nordwestbahn	139,7	50	—	69,9	20,6	1:1,78	—	1,4	—	—	—	44,6	1242	160	27,8	3,6	192	
37	„ Midlandbahn alt	143	54	—	67	18	1:1.78	—	1,24	—	—	—	42,3	1245	160	29,5	3,79	194a	
38	„ „ neu	148	56	—	72	21	1:2,14	—	1,29	—	—	—	49,8	1490	194	29,9	3,90	194b	
39	„ Great-Western-Bahn	146	52,5	—	70	19	1:2,64	—	1,33	—	—	—	48,4	1435	189	29,6	3,90	193	
40	Vom englischen Ausschusse empfohlene	137	43	—	65.2	16,8	1:2,75	—	1:1,52	—	—	—	39,8	—	—	—	—	195b	
41	Formen, 1904	145	48	—	69,9	19,1	1:2,75	—	1:1,46	—	—	—	47,3	—	—	—	—	195a	
42	Französische Westbahn 1846	130	—	—	62	18	—	—	—	—	—	—	38,75	940	144	24,3	3,72	196a	
43	„ „ 1889	142	53,25	—	62	18	1:2	—	1,16	—	—	—	44	1264	164,2	28,7	3,73	196b	

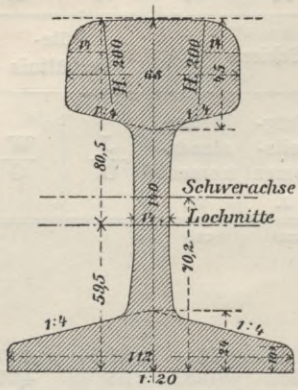
Abb. 176.



Maſsstab 1 : 3.
Österreichische Staats-Eisenbahnen

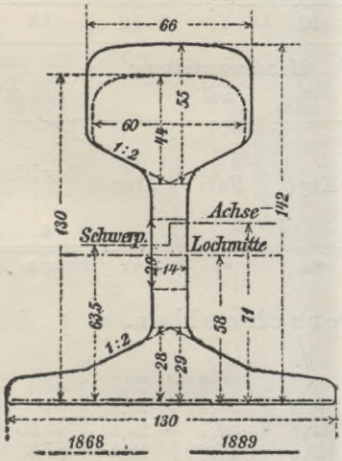
Bahnen ersten Ranges mit schwächerm Verkehre	Bahnen zweiten Ranges
G = 35,6 kg/m	21,8 kg/m
J = 925 cm⁴	409 cm⁴
W = 144,6 cm³	78,6 cm³.

Abb. 177.



Maſsstab 1 : 3.
Österreichische Staats-Eisenbahnen 1903 für stark befahrene Hauptbahnen
G = 44,15 kg/m
J = 1441,5 cm⁴
W = 205,3 cm³

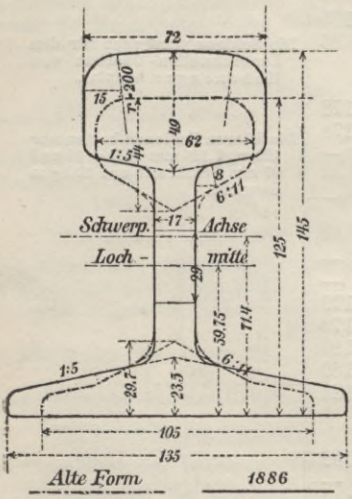
Abb. 178.



Maſsstab 1 : 3.
Paris-Lyon-Mittelmeerbahn

1868	1889
G = 39 kg/m	47 kg/m
J = 1140 cm⁴	1585 cm⁴
W = 164 cm³	223 cm³.

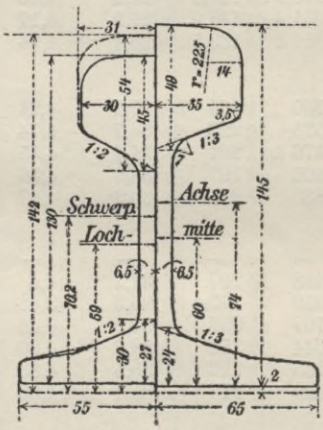
Abb. 179.



Maſsstab 1 : 3.
Belgische Staats-Eisenbahnen

Alte Form	1886
G = 38 kg/m	55 kg/m
J = 959 cm⁴	1707 cm⁴
W = 147,4 cm³	232 cm³.

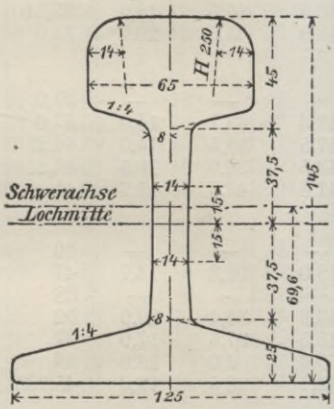
Abb. 180.



Maſsstab 1 : 3.
Gotthardbahn

ältere Form		neuere 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 cm⁴
W = 159	205	222	239 cm³

Abb. 181.

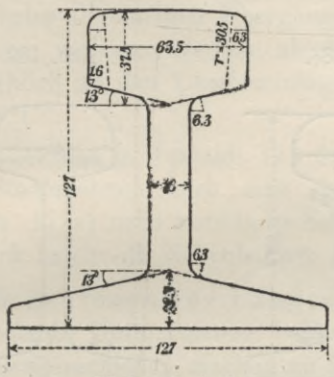


Maſsstab 1 : 3.
Schweizerische Bundesbahnen
G = 45,93 kg/m
J = 1623 cm⁴
W = 215,5 cm³

üblich, ohne daſs sich hieraus die von manchen Seiten befürchteten Schwierigkeiten beim Auswalzen ergäben. In Amerika und bei den auf dem Pariser Kongresse vertretenen Bahnen sind aber eiserne Unterlageplatten, die in Deutschland allgemein

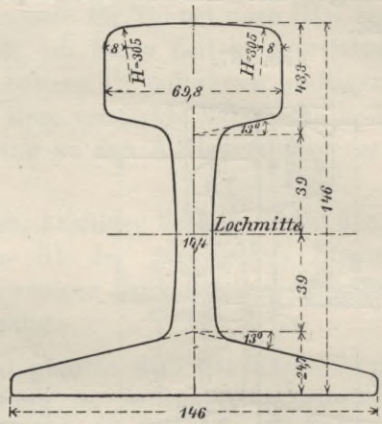
üblich und in Österreich-Ungarn weit verbreitet sind, nicht, oder nur selten anzutreffen. Es ist daher sehr erklärlich, dafs die Schienenhöhe in Deutschland behufs Förderung der statischen und wirtschaftlichen Ausnutzung des Stahles gegen die Schienenfufsbreite bevorzugt wird. Die so zu erreichenden Vorteile kann man

Abb. 182.



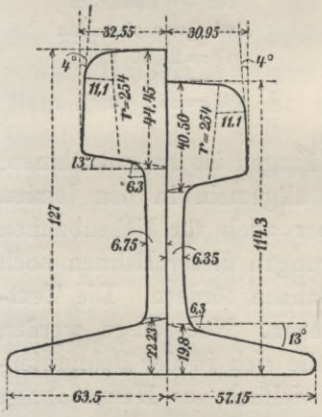
Mafsstab 1 : 3.
Musterschienen des nordamerikanischen Ingenieur-Vereines.
G = 39,7 kg/m.

Abb. 183.



Mafsstab 1 : 3.
Jllinois-Zentral-Bahn, Nordamerika.
G = 49,8 kg/m

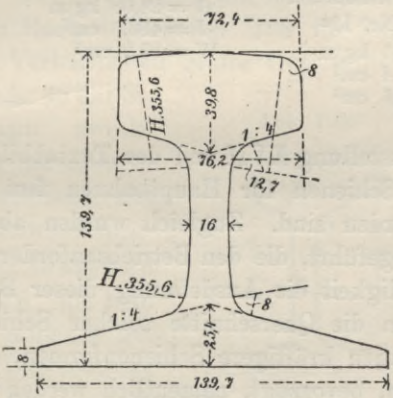
Abb. 184.



Mafsstab 1 : 3
Pennsylvaniabahn:

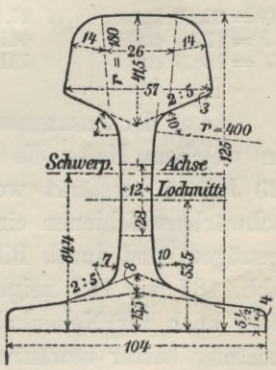
a) 1897 für stärker belastete Bahnen	b) 1889 für schwächer belastete Bahnen
G = 42 kg/m	34,6 kg/m

Abb. 185.



Mafsstab 1 : 3.
Boston-Albany-Bahn, Nordamerika
G = 47,1 kg/m

Abb. 186.



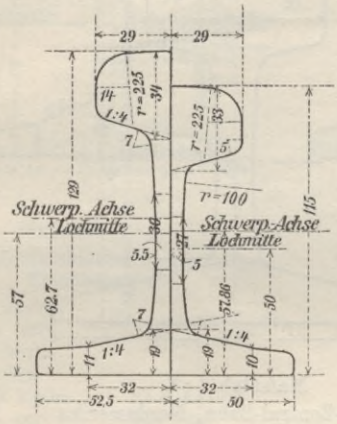
Mafsstab 1 : 3.
Österreichische Nordwestbahn
G = 33 kg/m
J = 860 cm⁴
W = 133,5 cm³

unbedenklich ausnutzen, da selbst die unter Nr. 1 der Zusammenstellung XVII aufgeführte schmalfüfsige Schiene mit $\frac{b}{h} = 0{,}78$, sogar bei loser Auflagerung auf der Schwelle ohne Unterlageplatten nach zahlreichen von Bräuning unter fahrenden Zügen vorgenommenen Versuchen schon durch ihre Form allein gegenüber allen

im gewöhnlichen Betriebe auftretenden Seitenkräften ausreichende Standfestigkeit besitzt[188]).

Das in Deutschland übliche Verfahren, den Schienenfufs unter allgemeiner Anwendung von Unterlageplatten zu Gunsten einer bessern Ausnutzung der Schienenmasse verhältnismäfsig schmal zu halten, erscheint selbst auf die Gefahr hin richtig, dafs dadurch die Kopfmasse im Vergleiche zur Fufsmasse etwas anwächst.

Abb. 187.



Mafsstab 1 : 3.
Schienen für schwach belastete Nebenbahnen

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

Abb. 188.

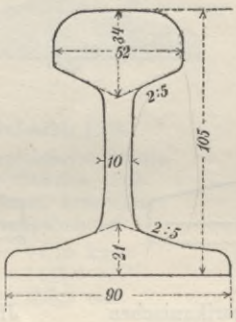
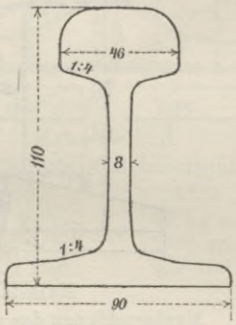


Abb. 189.



Mafsstab 1 : 3.
Schienen für Nebenbahnen.

Pfalzbahn für 7t Raddruck	Bayerische Staatseisenbahnen für 5 t Raddruck bei Querschwellen
G = 24,08 kg/m	G = 21,96 kg/m
J = 466,5 cm⁴	J = 475 cm⁴
W = 85,9 cm³	W = 85,1 cm³

Aus der Zusammenstellung XVII und den Textabbildungen ist zu entnehmen, in welchem Mafse die Schienen für Hauptbahnen fast allgemein in den letzten 20 Jahren verstärkt worden sind. Zugleich wurden aber auch für Nebenbahnen schwächere Schienen eingeführt, die den Betriebsanforderungen dieser Bahnen noch genügen, und durch Billigkeit die Ausdehnung dieser Bahnen fördern. Die Textabb. 187 bis 189 zeigen die Querschnitte solcher Schienen. Neuerdings werden aber auch für Nebenbahnen kräftigere Schienenformen, die sich in der Bahnunterhaltung besser bewähren, bevorzugt, namentlich werden vielfach aus Hanptbahnen ausgebaute, aber für Nebenbahnen noch brauchbare Schienen hier verwendet. So werden die früher auf Nebenbahnen der preufsisch-hessischen Staatsbahnen benutzten Schienen von nur 31,16 und 27,55 kg/m Gewicht (Textabb. 187) neuerdings nur noch ausnahmsweise verwendet.

Die Schienenverstärkung ist vorzugsweise durch gröfsere Höhenentwickelung erreicht. Dabei zeigt sich vielfach das Bestreben, die Laschenkammerhöhe der schwächern Schiene bei der verstärkten Schiene beizubehalten, um bei dieser die alten Laschen weiter benutzen zu können, so bei den preufsisch-hessischen Staats-Eisenbahnen (Textabb. 171), bei der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn (Textabb. 178).

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

Wird dabei auch die alte Schienenkopfhöhe unverändert beibehalten (Textabb. 171, a und b), so sind bei ungleicher Kopfbreite nur seitlich, nicht auch der Höhe nach gekröpfte Übergangslaschen zur Verbindung der beiden Schienenarten nötig. Die Gotthardbahn hat bei ihrer Tunnelschiene IVa nur den Fufs verstärkt, der hier besonders rasch rostet, sonst aber (Textabb. 180) auch die Kopfbreite der Schiene IV für die freie Strecke beibehalten, sodafs besondere Übergangslaschen überhaupt entbehrlich sind. Die alte Schienenform III wurde für Tunnel nach IIIa besonders im Kopfe verstärkt, dies Verfahren war aber nur kurze Zeit in Anwendung und konnte beim allgemeinen Übergange 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 Fufses eintritt [189]).

Aufser der in Textabb. 174 dargestellten, kräftigen Schiene ist auf den bayerischen Staatsbahnen noch eine der Schiene 6b der preufsischen Staatsbahnen (Textabb. 171a) nahe verwandte Schiene für weniger stark befahrene Hauptbahnen und stark befahrene Nebenbahnen in Benutzung.

Die Schienen für Langschwellen glaubte man mit Rücksicht auf die durchlaufende Unterstützung behufs Ersparung an Anlagekosten schwächer, als Querschwellenschienen machen zu können. Hilf ging ursprünglich sogar bis zu 110 mm Höhe und 25,7 kg/m Gewicht herab. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dafs dies unrichtig war. Die einzige Verwaltung, welche die Versuche mit Langschwellenoberbau auf Hauptbahnen noch fortsetzt, die österreichische Nordwestbahn, benutzt für Lang- und Querschwellenbau dieselbe Schiene (Textabb. 186).

Die Schienen für Nebenbahnen mit geringer Belastung zeigen je nach der zugelassenen höchsten Radlast (Textabb. 188 für 7 t, Textabb. 189 für 5 t), sowie nach den sonstigen Verhältnissen grofse Unterschiede. Bei stark belasteten Nebenbahnen und mehr als 30 km/St. Geschwindigkeit wird man zweckmäfsig Hauptbahnschienen der älteren, schwächeren Formen, vielleicht mit geringerer Schwellenzahl anwenden.

Auch bezüglich der Schienen für Schmalspurbahnen, die man manchmal ungewöhnlich schwach gehalten hat, bricht die Überzeugung durch, dafs bei lebhaftem Betriebe aus wirtschaftlichen Gründen eine Schienenverstärkung am Platze ist; so hat die sächsische Staatsbahn 1888 an Stelle der früher verwendeten nur 15,6 kg/m schweren, der bayerischen (Textabb. 190) fast gleichen Schiene trotz der nur 75 cm weiten Spur, eine Schiene von 17,63 kg/m eingeführt (Textabb. 191).

Abb. 190.

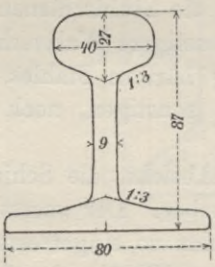
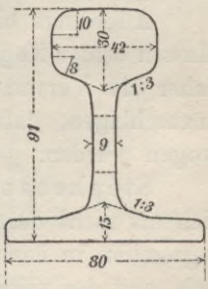


Abb. 191.



Mafsstab 1 : 3. Schienen für Schmalspurbahnen.

Bayerische Staatseisenbahnen	Sächsische Staatseisenbahnen
Spur 1000 mm	750 mm
G = 15,6 kg/m	17,63 kg/m

[189]) Zentr. d. B. 1889, Nr 16, 1895, S. 422, Stahl u. Eisen 1889, Nr. 10, Organ 1890, S. 172, 205; 1891, S. 1; D. Bztng. 1889, S. 508.

γ. C. 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 (S. 190). Die neue Schienenform sollte die Befestigung der Schiene im Stuhle vervollkommnen und vereinfachen, sowie bessere Ausnutzung der Schiene dadurch ermöglichen, dafs die beiden genau gleich geformten Köpfe das Umdrehen ermöglichten und nach einander als Fahrkopf verschlissen werden konnten. Aufserdem besafs die Doppelkopfschiene durch ihre statisch richtige Form eine erheblich gröfsere 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 Breitfufsschiene verdrängt, deren einfachere Auflagerung und gröfsere statische Leistung sie der Stuhlschiene gegenüber wirtschaftlich überlegen erscheinen liefs. Nur im westlichen und südlichen Frankreich hat sich die Doppelkopfschiene bis zur Gegenwart gehalten. In den letzten zwanzig Jahren wurden mit ihr aber auch in Deutschland und Österreich-Ungarn wieder Versuche angestellt[190]), nachdem in manchen Kreisen die allerdings vielfach entschieden bestrittene Ansicht laut geworden war, dafs der Oberbau mit Stuhlschienen den Betriebsbeanspruchungen mit seinen dynamischen Wirkungen besser zu widerstehen vermöge, als das Gleis der Breitfufsschiene[191]).

Diese namentlich von den preufsischen und badischen Staatsbahnen ausgeführten Versuche haben aber nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt, namentlich hat sich die Befürchtung bestätigt, dafs sich die Keile bei unserer oft anhaltend trockenen Witterung lockern würden. Die Versuche sind daher von den genannten Bahnen wieder aufgegeben.

Allerdings bieten die Stuhlschienen vermöge der annähernden Gleichheit der Massen beider Köpfe günstigere Walzverhältnisse als Breitfufsschienen, und gestatten daher die Verwendung härtern Stahles. Dieser Vorzug ist aber kaum so hoch anzuschlagen, dafs 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 Auflagestellen in den Stühlen so eingefressen, dafs er keine geeignete Fahrbahn mehr gab, und der verschlissene Oberkopf pafste nicht mehr in die Stühle. Die neueren Stuhlschienen besitzen nach diesen Erfahrungen neben schwachem Unterkopfe einen kräftigen Fahrkopf, bull head, (Textabb. 192 bis 196). In der Zusammenstellung XVII, S. 200 sind auch einige Stuhlschienenquerschnitte aufgeführt.

Da die Doppelkopfschienen von jeher verhältnismäfsig massiger hergestellt wurden, als die Breitfufsschienen, ist hier das Bedürfnis nach Verstärkung weniger

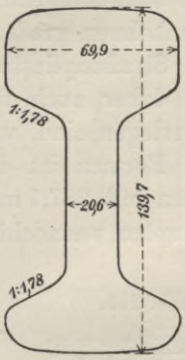
---

190) Organ 1895, S. 36 u. 51.

191) Organ 1890, S. 215, Verhandl. d. internationalen Eisenbahnkongresses; Stane, Theorie und Praxis des Eisenbahngleises, Wien 1892, nebst Besprechung im „Organ“ 1893, S. 81, Zentr. d. B. 1890, S. 157 u. 1891, S. 24; 1895, S. 442.

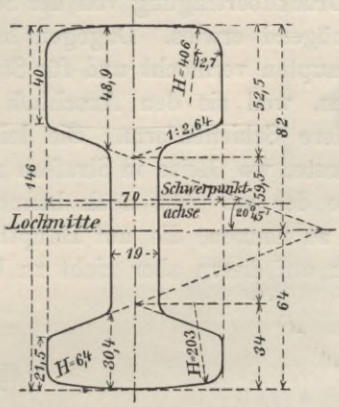
allgemein aufgetreten und die durchgeführten Verstärkungen sind weniger durchgreifend; immerhin sind neuerdings auch in England bemerkenswerte Verstärkungen zu verzeichnen, wobei zugleich die Laschenanlageflächen eine flachere Neigung erhalten haben (S. 197).

Abb. 192.



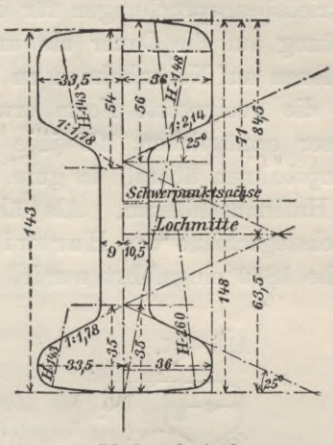
Maſsstab 1 : 3.
Englische
Nord-West-Bahn
G = 44,6 kg m
J = 1242 cm⁴
W = 160 cm³

Abb. 193.



Maſsstab 1 : 3.
Englische Great-Western-Bahn
G = 48,4 kg/m
J = 1435 cm⁴
W = 189 cm³

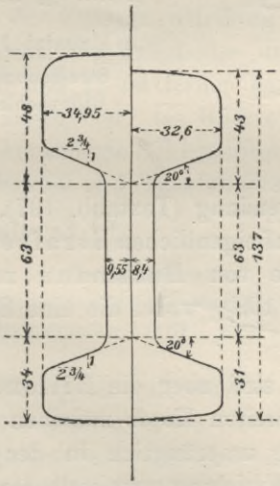
Abb. 194.



Maſsstab 1 : 3.
Englische Midland-Bahn

a) alt	b) 1897
G = 42,3 kg/m	49,8 kg/m
J = 1245 cm⁴	1490 cm⁴
W = 160 cm³	194 cm³

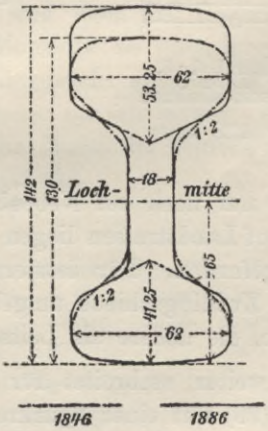
Abb. 195.



Maſsstab 1 : 3.
Ausschuſs der englischen Bahnen.

a)	b)
G = 47 kg/m	39,8 kg/m

Abb. 196.



Maſsstab 1 : 3.
Doppelkopfschienen.
Französische Westbahn.

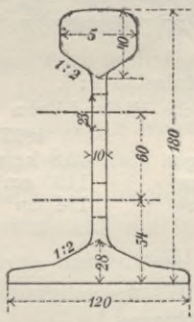
a) 1846	b) 1886
G = 38,75 kg/m	44 kg/m
J = 940 cm⁴	1264 cm⁴
W = 144 cm³	164,2 cm³

Der auf S. 193 genannte, von den englischen Bahnen eingesetzte Ausschuſs hat sich auch damit befaſst, einheitliche Schienenformen vorzuschlagen. In Textabb. 195 sind zwei dieser Querschnitte dargestellt, von denen a für sehr stark belastete, b für weniger stark befahrene Strecken bestimmt ist.

γ. D. Schwellenschienen, Strafsenbahnschienen.

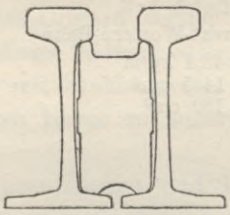
Wiederholte Versuche, die Schienen und ihre Unterschwellung zu einem Ganzen zusammenzufassen, also das Gleis aus Schwellenschienen herzustellen, sind auf Hauptbahnen meist mifsglückt, weil sich die Schwellenschiene bei hohen Betriebsbeanspruchungen für die Druckübertragung von der Schiene auf die Unterbettung auf die Dauer als ungenügend erwies. Dagegen haben sich Schwellenschienen auf Nebenbahnen zu behaupten vermocht und für Strafsenbahnen gradezu als die geeignetste Form erwiesen, weil sie den Anschlufs des Strafsenpflasters besser ermöglichen, als jede andere Schienenform. Sie leisten daher auch für Hauptbahnen überall da gute Dienste, wo Gleise in Strafsen zu verlegen sind, wie in Hafenanschlüssen. Als älteste der zur Zeit noch benutzten Formen ist die Hochstegschiene von Hartwich zu nennen, die auf Hauptbahnen mit 287,7 mm Höhe 1865 eingeführt wurde, sich auf diesen aber nicht zu behaupten vermochte.

Abb. 197.



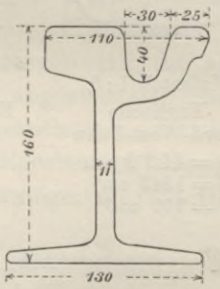
Mafsstab 1 : 5.
Reichseisenbahnen
G = 36,38 kg/m

Abb. 198.



Mafsstab 1 : 5.
Zwillingschine.

Abb. 199.



Mafsstab 1 : 5.
Strafsenbahn-
Rillenschiene

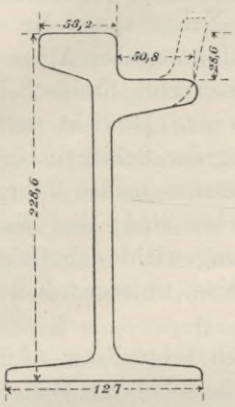
Sie kommt nur noch auf Nebenbahnen zur Verwendung (Textabb. 197), besonders wo diese auf Landstrafsen liegen und hat auch auf eigentlichen Strafsenbahnen Eingang gefunden. Für letztern Zweck ist sie von Haarmann zur unsymmetrischen Zwillingschiene umgebildet (Textabb. 198), wobei die eine Schiene als Fahrschiene, die andere als Leitschiene dient.

Viel weiter verbreitet für Strafsenbahnen sind aber die Rillenschienen (Textabb. 199) mit einer Spurkranzrille in dem breiten Kopfe zwischen Fahr- und Leitkopf. Bei den Rillenschienen lag der Steg ursprünglich in der Mitte der ganzen Kopfbreite, er ist aber später behufs Erzielung unmittelbarer Lastübertragung auf den Fufs und die Bettung unter den Fahrkopf verschoben worden. Eine in Nordamerika vielfach verwendete Schienenform, die Stufenschiene, Nasenschiene, ist in Textabb. 200 dargestellt.

Die zweiteilige Schwellenschiene von Haarmann, die seit 1882 auf Hauptbahnen eingeführt wurde, sich hier aber nicht bewährte, ist bei Gleisen in Strafsen, so bei Hafenbahnen vielfach mit Erfolg zur Anwendung gekommen, wobei die Spurrille durch eine besondere Schutzschiene gebildet wird. Die beiden

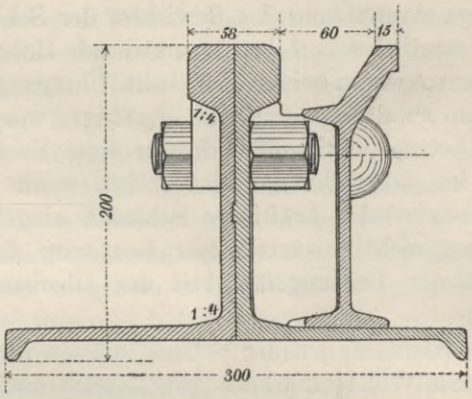
Halbschienen waren ursprünglich vernietet, werden zur Zeit aber verschraubt (Textabb. 201), auch ist neuerdings mehrfach die Verzahnung im Stege wegge-

Abb. 200.



Mafsstab 1 : 5.
Amerikanische Strafsenbahnschiene.

Abb. 201.



Mafsstab 1 : 5.
Haarmann'sche Schwellenschiene für Hafenbahnen.

lassen. Der breite Fufs sichert eine wesentlich bessere Drucküberragung auf die Bettung, als bei der Hartwichschiene (Textabb. 197).

1. δ) Gewicht, Trägheits- und Widerstands-Moment.

Aus der Zusammenstellung XVII (S. 200) sind auch die Gewichte für die Längeneinheit, die Trägheits- und Widerstands-Momente zu entnehmen. In den Spalten 16 und 17 ist ferner das auf das Einheitsgewicht entfallende Mafs jener Momente angegeben, das Güteverhältnis der Schiene, um zu zeigen, wie weit es durch die betreffende Schienenform geglückt ist, die Masse der Schiene zu Gunsten ihrer Steifigkeit und Tragfähigkeit nutzbar zu machen.

Annähernd ist:

	bei Breitfufsschienen	bei unsymmetrischen Doppelkopfschienen
das Widerstandsmoment:	0,25 bis 0,27 . F^{qcm} . h^{cm}	0,21 . F^{qcm} . h^{cm}
das Trägheitsmoment:	0,13 . F^{qcm} . $(h^{cm})^2$	0,105 . F^{qcm} . $(h^{cm})^2$

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

Tatsächlich war bisher auch die Höhe der Stuhlschienen gröfser, als die der Breitfufsschienen. Durch Steigerung der Höhe der letzteren und bessere Durchbildung der Querschnittsform ist aber die statische und wirtschaftliche Überlegenheit der Breitfufsschienen wieder scharf ausgeprägt, indem die kräftigsten Stuhlschienen im Güteverhältnisse selbst von leichteren und niedrigeren Breitfufsschienen übertroffen werden: vergleiche die Nr. 1, 5 und 18 mit Nr. 36 bis 43, ferner Nr. 2, 3, 6, 10, 13, 19 bis 22, 26, 28, 29 mit Nr. 38 und 39 der Zusammenstellung XVII (S. 200). Ein Vergleich der Breitfufsschienen unter sich zeigt, wie falsch es ist,

ediglich in der Erhöhung des Schienengewichtes die Verbesserung und Verstärkung des Oberbaues zu suchen: vergleiche Nr. 2, 3, 6, 8, 10, 28, 29 mit Nr. 24 und 26 der Zusammenstellung XVII, wie wichtig vielmehr gute Durchbildung des Querschnittes, besonders ausreichende Höhe ist. Die verhältnismäfsig ungünstige Ausnutzung des Gewichtes der Schienen für Nebenbahnen Nr. 11, 14 ist im Wesentlichen auf ihre unzureichende Höhe zurückzuführen. Die Abmessungen der Schienen waren seiner Zeit beim Übergange von Eisen zum Stahle bei vielen Eisenbahnverwaltungen soweit ermäfsigt worden, dafs 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 urteilsloser Erhöhung des Schienengewichtes bestehen, da dieses in der Leistungsfähigkeit des Oberbaues nur eine untergeordnete Rolle spielt [192]).

Die Abmessungen der Schiene müssen ihr auch noch bei vollster Abnutzung ausreichende Widerstandskraft geben, auch mufs durch Überschufs an Widerstandskraft eine wirtschaftliche Dauerwirkung gesichert sein [193]). Diese ist den Witterungseinflüssen und den bei stetigem und sehr raschem Wechsel der Belastungsweise wechselnden Spannungen gegenüber nötig, deren Einflufs von Löwe [194]) auf eine Verdoppelung des ruhenden Raddruckes bemessen wird. Endlich tritt durch das erfahrungsmäfsig stetige Wachsen der Betriebslasten bei abnehmendem Gleiswiderstande eine Zunahme der statischen und dynamischen Betriebsbeanspruchungen auf. Die Dauerleistung eines Gleises hängt in hohem Grade von der Leistung der Schiene ab, deren gute Durchbildung um so wichtiger erscheint, als sie meist der kostspieligste Teil des Gleises ist.

Bei der Abnutzung kommt neben der Höhe des Schienenkopfes namentlich auch seine Breite in Betracht, ja dieser wird neuerdings ganz besonderer Wert beigelegt, weil die Seitenabnutzung der Schienen, namentlich in den Bogen, eine viel stärkere ist, als die Höhenabnutzung [195]). Daher zeigen die meisten neueren Schienenformen auch eine mehr oder minder starke Verbreiterung des Kopfes.

1. ε) Länge und Lochung der Schienen.

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

Der Schienenstofs ist die schwächste Stelle im Gleise, die besonderer, die Gleiskosten erhöhender Deckungs- und Befestigungs-Mittel bedarf, und den Lauf der Fahrzeuge ungünstig beeinflufst. Je geringer die Zahl der Schienenstöfse ist,

---

192) Stockert, Organ 1890, S. 258.

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

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

195) Railroad Gazette 1903, S. 177.

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. Coüard 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 Einflufs der Seitenkräfte durch gleichmäfsigere Lastverteilung 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 [196]).

So wünschenswert aber auch möglichst grofse Länge der Schienen ist, so findet sie doch eine Grenze in der Wärmelücke, die mit zunehmender Schienenlänge wächst, und nötig ist, um die Ausdehnung der Schienen bei Wärmezunahme zu ermöglichen. Man hat bei Strafsenbahnen allerdings mit Erfolg die Schienenenden verschweifst, verschmolzen oder umgossen, also auf die Wärmelücke und die Möglichkeit einer Verlängerung der Schienen bei Wärmezunahme verzichtet. Ein solches Verfahren ist aber bei gewöhnlichen, nicht in Strafsen eingebetteten Gleisen nicht anwendbar, weil die dabei unvermeidlichen Spannungen der Schienen viel zu grofs werden und starke Gleisverwerfungen herbeiführen würden. Die Wärmelücke darf nun zur Vermeidung zu tiefen Einsinkens der Räder ein gewisses Mafs nicht überschreiten, ferner kommt zu der Wärmelücke vergröfsernd der Spielraum hinzu, der unvermeidliche Längenfehler und die Schieflage der Stöfse in Gleisbogen ausgleichen soll. Diese Schieflage 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 Bogen verschiedener Halbmesser Ausgleichschienen derselben Länge.

Der nach diesen Gesichtspunkten bemessene wirkliche Abstand der Schienenenden heifst Stofslücke, er sollte nicht mehr, als etwa 20 mm betragen.

Bei einem gröfsten Wärmeunterschiede von 85° C., + 60° C. Schienenwärme bei stärkstem Sonnenbrande und — 25° C. bei schärfster Kälte, ergibt sich für Schienen von der Länge l bei gröfster Kälte die erforderliche Wärmelücke zu:

Gl. 84) . . . . . $t_w = (0{,}001\ l^{mm} + 1)^{mm}$

wenn 1 mm Sicherheitsbetrag hinzugerechnet wird. Für 12 m lange Schienen wird t_w also gleich 13 mm. Der Zusatz zum Ausgleiche der Schieflage der Stöfse in den Gleisbogen hängt von dem Mafse der Kürzung der Ausgleichschienen gegenüber den Vollschienen ab. Die Kürzung k darf nicht zu grofs genommen werden, weil die Schieflage der Schwellen und die Stofslücken mit k zunehmen. Die Schieflage der Schwellen sollte nicht mehr als 0,5 k betragen, und auf höchstens sechs Schienenlängen ausgeglichen werden. Unter dieser Voraussetzung werden die Stofslücken bei 12 m langen Schienen und k = 40 mm Kürzung der Ausgleichschienen bei gröfster Kälte

Gl. 85) . . . $t_g = 0{,}001 \,.\, l^{mm} + 1 + \frac{k^{mm}}{2\,.\,6} + 2 =$ rund 18,3 mm

und bei 15 m langen Schienen 21,3 mm, wobei der letzte Zusatz von 2 mm der Abkantung der Schienenköpfe entspricht.

[196]) Coüard, Revue générale des chemins 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; Zentr. d. B. 1883, S. 429.

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

Gl. 86) . . . . . $r^m = \frac{1{,}5\ l^{mm}}{k^{mm}}$,

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

Man hat früher der Anwendung mehrerer Sorten in der Länge gegen die Vollschienen und unter einander nicht zu sehr abweichender Ausgleichschienen nicht genug Rechnung getragen, sondern die Kürzung oft zu grofs bemessen, um unter allen Verhältnissen mit einer Sorte von Ausgleichschienen auszukommen. In neuerer Zeit wird dieser Frage aber gröfsere Aufmerksamkeit geschenkt[197]), besonders Rüppel hat auf die Wichtigkeit der Sache hingewiesen[198]). Die deutschen und französischen Eisenbahnen verwenden nach Bedarf mehrere Sorten nur wenig gekürzter Ausgleichschienen. Es kommen aber auch noch Kürzungen von mehr, als 70, sogar bis zu 117 mm vor.

Aus den vorstehenden Betrachtungen ergibt sich, dafs auch ohne übermäfsige Vergröfserung der Stofslücke Schienenlängen bis zu 15 m unbedenklich sind, und tatsächlich sind auch viele europäische Bahnen zu Längen von 12 m und neuerdings bis zu 15 m übergegangen. Solche Längen erscheinen um so weniger bedenklich, als die vorstehend berechnete gröfste Stofslücke nur unter den ungünstigsten Verhältnissen eintreten kann, also nur sehr selten vorkommen wird. Anderseits entspringen aus solchen Längen durch die Verminderung der Zahl der Stöfse aber dauernd wesentliche Vorteile.

Auch in Nordamerika macht sich das Bestreben geltend, gröfsere Schienenlängen einzuführen, wenngleich sich der Verein der Bahnerhaltungs-Ingenieure im Jahre 1898 gegen gröfsere Längen als 9,14 m ausgesprochen hat, indem er namentlich die Gröfse der Stofslücke und die unbequemere Handhabung ins Feld führte[199]).

Gröfsere Längen, als solche von 15 m unter gewöhnlichen Verhältnissen und ohne etwaige Stofsüberblattung anzuwenden, empfiehlt sich wegen der Zunahme der Stofslücke nicht. Dagegen sind Schienen gröfserer Länge überall da zulässig, wo irgend welche Umstände die Wärmewirkungen beseitigen oder aufheben, also in Tunneln und unter Bahnhofshallen, wo man unbedenklich bis zu 18 m gehen kann. Auch auf ganz eingebetteten Wegeübergängen, auf denen die Schienen vor Wärmeeinflufs geschützt sind, sowie auf den gleiche Ausdehnung mit den Schienen annehmenden eisernen Brücken geht man bis zu 18 m Schienenlänge, weil die Vergröfserung des Stofsabstandes in beiden Fällen für die Ruhe des Betriebes sehr erwünscht ist.

Bei allen Oberbauarten, bei denen die Schienen am Stofse durch Laschen verbunden werden, müssen die Schienenenden zum Durchstecken der Laschenschrauben im Schienenstege gelocht werden. Die Schraubenlöcher müssen die

---

197) Organ 1889, S. 232.

198) Organ 1893, S. 61.

199) Railroad Gazette 1898, 16. Sept., S. 659, 660.

Ausdehnung und Zusammenziehung der Schienen bei wechselnder Wärme (T. V. 10,3), sowie die zusätzliche Erweiterung der Stofslücke in Gleisbogen zulassen, ohne dafs die Bolzen an die Lochwandungen anstofsen. Bei einer Stofslücke t_g und einer Laschenschraubenstärke b mufs also das Schienenloch eine wagerechte Weite haben von:

Gl. 87) . . . . . $d^{mm} = b^{mm} + \frac{1}{2} t_g^{mm}$

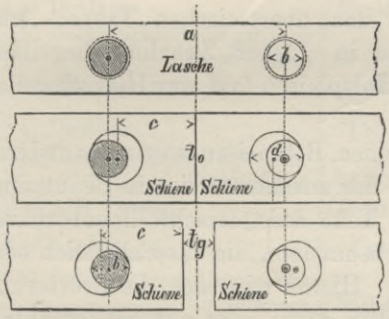
und der Abstand der Schienenlochmitte vom Schienenende mufs sein:

Gl. 88) . . . . $c^{mm} = \frac{1}{2} (a^{mm} + b^{mm} - d^{mm})$ (Textabb. 202).

Für die Bestimmung der Weite der Stofslücke t_g empfiehlt es sich aber, eine Ausgleichung der gröfsten Schieflage $\frac{k}{2}$ auf höchstens drei bis vier Schienenlängen vorzusehen, damit auf Bahnhöfen die rechtwinkelige Stofslage auf diese Entfernung wieder hergestellt werden kann. Es ist demgemäfs t_g zu setzen:

Gl. 89) . $t_g^{mm} = 0{,}001\, l^{mm} + \frac{1}{8} k^{mm} + 1{,}0.$

Abb. 202.



Stellung der Laschenbolzen-Löcher.

Auch der Feststellung des richtigen Abstandes c und ausreichender Lochweite d ist früher vielfach nicht die nötige Beachtung geschenkt worden[200]), zum Schaden des Verhaltens der Stofsverbindungen, die durch Pressungen zwischen Schienenloch und Laschenschraube ungünstig beeinflufst werden.

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

---

d) 2. Querschwellen-Oberbau.

2. *a*) Einleitung.

Der Querschwellenoberbau ist der jetzt am weitesten verbreitete und wichtigste. Die zum Schutze der alten Holzgleise verwendeten Flachschienen bedurften durchlaufender Unterstützung, und als man der Spurhaltung wegen anfing, Querschwellen unter die Langhölzer zu legen, ergab sich bald, dafs diese unter den allmälig kräftiger gewordenen Schienen auch allein genügten.

Gegenüber dem Nachteile unstetiger Unterstützung der Schiene hat das Querschwellengleis den wesentlichen Vorzug, dafs die Spur durch die Unterschwellung selbst sicher erhalten wird. Ferner kann das Gleis je nach den örtlichen und

[200]) Rüppell, Organ 1893, S. 88.

Betriebs-Verhältnissen durch Vermehrung, oder Verstärkung der Schwellen ohne Änderung 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 (Zusammenstellung XVIII, S 215), 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 ausschliefslich 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 Schweiz[201]) 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 bei den dortigen niedrigen Holzpreisen fast nur Holzschwellen verwendet.

Querschwellen aus natürlichen oder Kunst-Steinen, Betoneisen, sowie aus anderen Stoffen, Naphtharückständen und dergleichen, sind nur ausnahmsweise in Benutzung.

Die weitere Besprechung wird zunächst die Teile des Querschwellenoberbaues getrennt nach Holz-, Stein- und Eisen-Schwellen behandeln, die ausschliefslich oder vorzugsweise vom Stoffe der Schwellen abhängen. Hieran wird sich die Erörterung alles dessen anreihen, was vom Stoffe der Schwellen nicht oder nur nebensächlich beeinflufst ist, und einer einheitlichen Darlegung bedarf, wie die Anordnung und Ausrüstung des Schienenstofses, die Mafsregeln gegen das Wandern und dergleichen.

2. β) Holzquerschwellen.

β. A. Abmessungen und Gestalt der Schwellen. Herstellung und Zubereitung[202]).

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 jeher bei einer Stärke von nur 12,7 cm grofsen Wert auf grofse Länge, 2,72 m, gelegt, während in Deutschland und in Österreich-Ungarn früher Längen bis herab zu 2,20 m für ausreichend gehalten, aber Stärken von 15 bis 16 cm angewandt wurden. Neuerdings ist man aber auch in den letztgenannten Ländern für Hauptbahnen zu Längen von 2,70 m ohne Verminderung der Schwellenstärke übergegangen. Als Querschnittsform tritt der Halbkreis in Belgien und Frankreich, das Trapez in Österreich und Deutschland, und

---

[201]) Bei den fünf schweizerischen Hauptbahnen waren an durchgehenden Gleisen vorhanden:

	mit Eisenschwellen	mit Holzschwellen
1893	41 %	59 %
1898	48,6 %	51,4 %
1901	52,2 %	47,8 %
1903	57,1 %	42,9 %

[202]) Vergleiche Band V.

Zusammenstellung XVIII

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

Jahr	Bahngebiet	Länge aller Gleise: im Ganzen	auf Holzquerschwellen		auf eisernen Querschwellen		auf sonstigen Unterlagen*)		auf Querschwellen überhaupt		Bemerkungen
		km	km	%	km	%	km	%	km	%	
1880	a) Deutsche Eisenbahnen .	57 295	52 257	91,2	1 336	2,3	3 702	6,5	53 539	93,5	*) Vorwiegend Langschwellen aus Eisen.
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	24 577	24 547	99,9	4	0,0	26	0,1	24 551	99,9	
	c) Alle Vereins- „	88 304	83 016	94,0	1 541	1,8	3 747	4,2	84 557	95,8	
1885	a) Deutsche „	63 419	51 217	80,8	6 405	10,1	5 797	9,1	57 622	90,9	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	29 049	28 905	99,5	57	0,2	87	0,3	28 957	99,7	
	c) Alle Vereins- „	100 497	87 705	87,3	6 860	6,8	5 932	5,9	94 565	94,1	
1890	a) Deutsche „	71 804	53 674	74,8	11 881	16,5	6 249	8,7	65 555	91,3	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	34 242	33 952	99,2	188	0,5	102	0,3	34 140	99,7	
	c) Alle Vereins- „	115 601	96 570	83,5	12 516	10,8	6 515	5,7	109 086	94,4	
1894	a) Deutsche „	79 496	57 956	72,9	15 887	20,0	5 663	7,1	73 833	92,9	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	38 038	37 671	99,0	263	0,7	104	0.3	37 934	99,7	
	c) Alle Vereins- „	26 711	104 453	82,4	16 559	13,1	5 699	4,5	121 012	95,5	
1897	a) Deutsche „	84 691	60 791	71,8	19 084	22,5	4 816	5,7	79 875	94,3	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	41 838	41 417	99,0	304	0,7	117	0,3	41 721	99,7	
	c) Alle Vereins- „	137 140	112 303	81,9	19 762	14,4	5 075	3,7	132 065	96,3	
	Länge der durchgehenden Hauptgleise.										
1898	a) Deutsche Eisenbahnen .	64 275	45 101	70,2	16 003	24,9	3 171	4,9	61 104	95,1	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	36 074	35 825	99,2	152	0,5	97	0,3	35 977	99,7	
	c) Alle Vereins- „	108 147	88 359	81,8	16 509	15,3	3 279	2,9	104 863	97,1	
1900	a) Deutsche „	66 853	47 233	70,6	17 078	25,5	2 542	3,9	64 311	96,1	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	37 929	37 683	99,3	152	0.4	94	0,3	37 835	99,7	
	c) Alle Vereins- „	112 718	92 592	82,2	17 481	15,5	2 645	2,3	110 073	97,7	
1902	a) Deutsche „	69 247	49 386	71,3	17 948	25,9	1 913	2,8	67 334	97,2	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	37 907	37 655	99.4	152	0,4	100	0,2	37 807	99,8	
	c) Alle Vereins- „	116 428	96 111	82,5	18 295	15,7	2 022	1,8	114 406	98,2	
1904	a) Deutsche „	71 571	50 688	70,8	19 142	26,7	1 741	2,5	69 830	97,5	
	b) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	40 221	39 834	99,0	146	0,4	241	0,6	39 980	99,4	
	c) Alle Vereins- „	120 292	98 821	82,1	19 479	16,2	1 992	1,7	118 300	98,3	

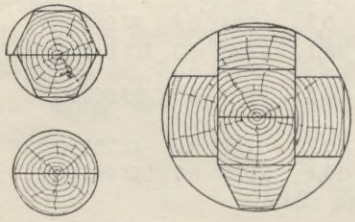
das Rechteck in Deutschland, England, Frankreich auf, letzteres mit mehr oder minder starker Abkantung, besonders der oberen Ecken, oder mit Abrundung der Seiten- und Ober-Fläche.

Die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Gleises verlangt eine grofse Auflagerfläche der Schwellen. Da trapez- und halbkreisförmige Schwellen diese im Verhältnisse zu ihrem Querschnitte in höherm Mafse besitzen, als rechteckige, so würden sie vorteilhafter sein, als letztere[203]). Bei diesen kommt aber das gröfsere Trägheitsmoment auch dem ganzen Gleise zu Gute. Aufserdem liegt bei trapez- und halbkreisförmigen Schwellen die Gefahr, dafs sie aus schwachem Holze geschnitten sind, näher, als bei rechteckigen, die zweckmäfsiger aus starken Stämmen geschnitten, und daher aus festerm Holze bestehen werden. Auch erfordern Schwellen mit gekrümmter Oberfläche ein für den Schwellenbestand nachteiliges Einarbeiten des Schienenlagers. Die rechteckigen Schwellen werden für stark befahrene Hauptbahnen daher bevorzugt.

In der Zusammenstellung XIX sind die Abmessungen einiger in Gebrauch befindlicher Schwellen angegeben; dazu ist zu bemerken, dafs manche Bahnen am Schienstofse längere und stärkere Schwellen verwenden, als zwischen den Stöfsen.

In welcher Weise die Schwellen aus dem Stamme geschnitten werden, ist aus Textabb. 203 zu ersehen. Auch bei rechteckigen Schwellen pflegt man an der obern Fläche Waldkanten von etwa 6 cm Schräge zuzulassen. Ebenso wird vielfach gestattet, dafs ein gewisser Teil der zu liefernden Schwellen gewisse Mindermafse haben darf. So lassen die preufsisch-hessischen Staatsbahnen bei Schwellen I. Klasse bis zu 10 % der Menge Mafse von 24 × 16 und 25 × 15 zu, wenn entsprechende Preisermäfsigung eintritt.

Abb. 203.



Mafsstab 1 : 25.
Holzschwellen-Schnitt.

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

Das Schienenlager der Holzschwellen mufs überall da, wo die den Schienen etwa zu gebende Neigung nicht durch entsprechend gestaltete Zwischenteile hergestellt wird, nach dieser Neigung gekappt, gedechselt, werden, wozu besondere Lehren Verwendung finden. Erhalten die Schienen keine Neigung, oder wird die Neigung bei wagerechter Schwellenoberfläche durch Zwischenteile hergestellt, so ist eine Bearbeitung des Schienenlagers nur bei Schwellen mit unebener Oberfläche nötig. Jedes tiefere Einarbeiten des Schienenlagers begünstigt die Zerstörung der Schwelle durch Fäulnis, weil sich das Wasser in die Vertiefung zieht. Diese Tatsache spricht gegen die Verwendung von Schwellen mit nicht ebener Oberfläche und für die in Deutschland immer allgemeiner werdende Anwendung keilförmiger Unterlageplatten zur Herstellung der Schienenneigung bei Breitfufsschienen. Bei Stuhlschienen wird die Schienenneigung allgemein durch die Stuhlform sichergestellt.

Die Schwellen sind für die Schrauben, mit denen die Schienen, Platten oder Stühle auf den Schwellen befestigt werden, vorzubohren, auch für die Nägel, wenn

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

diese 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. Wenn aber die Befestigungsmittel die Regelung der Spurweite gestatten, kann man die Schwellen für beide Schienen vorbohren (S. 238).

Es empfiehlt sich, jede Schwelle an beiden Kopfenden alsbald nach der Aufbereitung durch S-Klammern gegen Aufspalten beim Trocknen zu schützen.

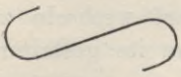
Zusammenstellung XIX.

Querschwellenabmessungen.

Nr.	Eisenbahnverwaltung	Länge der Schwelle cm	Breite der Schwelle cm	Dicke der Schwelle cm	Schwellenform	Bemerkungen
	Deutschland.					
1	Preufsische Staatseisenbahnen	270	26	16	Rechteck	Schwellen I. Klasse für Hauptbahnen.
2	„ „ .	250	25	14	„	Schwellen II. Klasse für Nebenbahnen.
3	Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen	270 250 u. 270	26 23—26	16 15—16	„ „	
4	Bayerische Staats-Eisenbahnen					
5	Sächsische „ „ .	250 u. 270	26	16	„	
6	Württembergische „ .	250 u. 270	26	16	„	
	Oesterreich-Ungarn.					
7	Österreichische Staatseisenbahnen	250 u. 270	26	16	„	auch Schwellen von 240, 15/20, 15 cm kommen zur Verwendung.
8	Österreichische Staatseisenbahnen	250	15 zu 25	15	Trapez	
9	Ungarische Staatseisenbahnen,	250	17 „ 25	15	„	
10	Österreichische Südbahn . .	240	13 „ 26	16	„	
11	Kaiser Ferdinands Nordbahn .	270	26	16	Rechteck	
12	„ „ „ .	240	17 zu 25	16	Trapez	
13	Österreichische Nordwestbahn	250	16 „ 25	15	„	auch Schwellen von rund 2,30 m Länge kommen vor.
	Sonstige Länder.					
14	Belgische Staatseisenbahnen .	260	28	14	Halbkreis	
15	Schweizerische Bundesbahnen .	270	25	15	Rechteck	
16	Frankreich. Ostbahn	250 u. 265	24	15	„	
17	„ Nordbahn . . .	250	25	15	„	
18	„ „ . . .	260	26	13	„	
19	„ Paris-Lyon-M. . .	260	21	14	„	
20	„ „ . .	260	28	14	Halbkreis	
21	„ Südbahn	265	25	13	Rechteck	
22	England. Midlandbahn . . .	272	25,4	12,7	„	für Stuhlschienen.
23	„ Great Western-Bahn	274	25,4	12,7	„	
24	Nordamerika. Pennsylvania-Bahn	258	25	16	—	
25	Nordamerika. gewöhnliche Schwelle	244	20,3	15,2	—	

(Textabb. 204.) Solche Klammern fertigt man aus Messereisen von etwa 19 cm Länge an[204]). Auch kann man eiserne Bänder um die Schwellenenden legen, oder Holzschrauben durchbohren, oder Schraubenbolzen mit Unterlegscheiben quer durch die Schwellenenden ziehen, oder auch Holzdübel eintreiben. Diese Maſsnahmen sind jedoch kaum wirksamer, aber wesentlich teuerer, als Klammern.

Abb. 204.



S-förmige Schwellenklammer.

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

β. B) 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 Weichhölzer. Nur Buchenholz macht hiervon eine bemerkenswerte Ausnahme, es gehört trotz seiner groſsen Härte zu den vergänglichsten aller Hölzer.

Die in den verschiedenen Ländern zur Verfügung stehenden Waldholzarten waren ursprünglich auch für die Holzart der Schwellen fast auschlieſslich 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 stark belasteten 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. Auſser Eichenholz kommen in Europa vorzugsweise in Betracht: Kiefern-, Fichten-, Tannen- und Lärchen-Holz, die aber alle getränkt werden sollten, endlich Buchenholz, das 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 Reichtume guter Hölzer, kamen 1884 neben der Weiſseiche, aus welcher 58,2 % der Bahnschwellen bestanden, noch vorzugsweise in Betracht: Zeder 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 Teil nur eine örtlich beschränkte Verbreitung hatten[205]) [206]).

---

204) Sarrazin, Zentrbl. d. Bauverw. 1887, S. 188; Organ XIII Erg.-Bd. S. 11.

205) Haarmann, das Eisenbahngleis, Geschichtlicher Teil 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 % usw.

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

Von Schwellenhölzern anderer überseeischer Länder sind zu nennen: Jarrah, Eucalyptus und Teakholz in Indien, Kampherbaum in Südafrika, Quebracho und Garabato in Südamerika. Dabei ist zu bemerken, dafs in den heifsen Landstrichen nur Hölzer von grofser Fäulnisbeständigkeit in Frage kommen können, und solche, die nicht von Ameisen und anderen Tieren zernagt werden. Nach einem Berichte von Spring sind übrigens die in diesen Ländern, besonders in Australien zu Gebote stehenden Harthölzer ohne Tränkung widerstandsfähiger, als fremde Weichhölzer in getränktem Zustande; dies gilt namentlich von Jarrahholz [207]).

Die Verbreitung der vorzugsweise in Betracht kommenden Holzarten und das Verhältnis der getränkten zu den ungetränkten Schwellen bei den Bahnen des V. d. E V. ist aus Zusammenstellung XX, S. 220 und 221 zu ersehen. Das Tränken hat namentlich bis 1898 erheblich zugenommen, besonders in Österreich-Ungarn, wo jedoch die Zahl der getränkten Schwellen immer noch geringer ist, als die der ungetränkten. Seit 1898 ist die Zunahme in Preufsen und Deutschland allerdings nur noch gering und in Österreich-Ungarn und allen Vereinsbahnen zeigt sich sogar wieder ein Rückgang, der namentlich auf die Abnahme des Tränkens von Eichenschwellen zurückzuführen ist. Der starke Rückgang in der Verwendung von Eichenholz in Preufsen und Deutschland steht in Wechselwirkung mit der Zunahme des Tränkens, denn die anderen Holzarten erreichen durch dieses Schutzmittel annähernd die Lebensdauer des rohen Eichenholzes, und mit der vermehrten Verwendung eiserner Schwellen [208]).

Auch ist die starke Zunahme der Nadelholzschwellen durch die stetige Vervollkommnung der Befestigungsmittel und des Schutzes der Schwellen gegen äufsere Angriffe begünstigt worden.

Es mufs dahin gestrebt werden, die Dauer der Schwellen unter den äufseren Angriffen und gegenüber innerm Verfalle gleich zu machen.

β. C) Tränken der Schwellen.

Das Holz besteht aus der Holzfaser und dem Holzsafte, dieser ist besonders durch seinen Gehalt an Eiweifs und anderen leicht zersetzlichen Stoffen der Träger der Fäulnis. Enthält das Holz selbst gröfsere Mengen fäulnishindernder Stoffe, wie Tannin und Gerbsäure, so wird es durch diese in beschränktem Mafse vor dem natürlichen Verderben geschützt.

Auslaugen oder Dämpfen, wodurch ein Teil 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, dafs 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

---

207) Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, 1904, S. 1815.
208) Vergl. Zusammenstellung XVIII, S. 215.

Zusammenstellung XX.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Jahr	Eisenbahnverwaltung	Eichenholz			Sonstige Laubhölzer			Nadelholz			Im Ganzen		Bemerkungen
		%	davon %		%	davon %		%	davon %				
			getränkt	nicht getränkt		getränkt	nicht getränkt		getränkt	nicht getränkt	getränkt %	nicht getränkt %	
	Für a und b auf die Jahresmengen, für c und d auf die Zahl der in Gleisen liegenden Schwellen bezogen:												
1880*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	74,0	62,1	37,9	0,6	89,5	10,5	25,4	90,0	10,0	69,4	30,6	*) 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.
	b) Deutsche Eisenbahnen	56,0	46,5	53,5	1,1	53,4	46,6	42,9	80,8	19.2	61,3	38,7	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	66,0	—	—	3,3	—	—	30.1	—	—	14,0	86,0	
	d) Alle Vereinsbahnen	59,3**)	—	—	1,7**)	—	—	36,5**)	—	—	44,1	55,9	
1885*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	69,4	63,1	36,9	1,3	97,0	3,0	29,3	89,6	10,4	71,3	28,7	
	b) Deutsche Eisenbahnen	55,0	53,4	46,6	1,2	75,3	24,7	43,8	91,0	9,0	70,1	29,9	
	c) Österreichisch-ungarische Eisenbahnen	68,1	—	—	5,0	—	—	26,9	—	—	20,3	79,7	
	d) Alle Vereinsbahnen	60,0**)	—	—	2,4**)	—	—	34,6**)	—	—	49,3	50,7	**) Bezüglich der Holzart sind die Angaben in der Vereinstatistik teilweise unvollständig, die Quersumme der % der Spalten 3, 6, 9 gibt bei d daher nicht 100.
1889*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	62,6	72,3	27,7	4 6	98,0	2,0	32,8	94,2	5,8	80,7	19,3	
	b) Deutsche Eisenbahnen	50,1	62,5	37,5	3,4	94,2	5,8	46,5	94,0	6.0	78,2	21,8	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	68,1	—	—	9,6	—	—	22,3	—	—	31,9	68,1	
	d) Alle Vereinsbahnen	58,4**)	—	—	5,3**)	—	—	33,8**)	—	—	56,9	43,1	
1894*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	55,2	77,8	22,2	5,4	98,4	1,6	39,4	97,5	2,5	86,8	13.2	
	b) Deutsche Eisenbahnen	44,8	67,7	32,3	4,8	95,7	4,3	50,4	96,3	3,7	83,4	16,9	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	65,9	—	—	13,0	—	—	21,1	—	—	37,9	62,1	
	d) Alle Vereinsbahnen	55,2**)	—	—	7,4**)	—	—	35,2**)	—	—	61,9	38,1	
1897*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	24,3	87,1	12,9	0,8	100	0	74,9	99,4	0,6	96,4	3,6	
	b) Deutsche Eisenbahnen	21,9	74,8	25,2	2,0	99.5	0,5	76,1	99,2	0,8	93,5	6,5	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	66,9	—	—	11.6	—	—	24,5	—	—	38,4	61,6	
	d) Alle Vereinsbahnen	52.8**)	—	—	6,9	—	—	38,1	—	—	64,7	35,3	
	Auf die Jahresmengen bezogen:												
1898*)	a) Preufsische Staatseisenbahnen . .	23,0	93,6	6,4	1,8	100	0	75,2	99,9	0,1	98,5	1,5	
	b) Deutsche Eisenbahnen	20,4	76,6	23,4	2,9	99,5	0,5	76,7	99,2	0,8	94,6	5,4	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen , ...	57,0	31,4	68,6	14,9	99,8	0,2	28,1	84,1	15,9	56,4	43,6	
	d) Alle Vereinsbahnen	43,9	35,3	64,7	8,9	99,7	0,3	47,2	95,0	5,0	69,2	30,8	
1900*)	a) Preufsisch-Hessische Staatseisenbahnen	20,6	92,0	8,0	0,4	74,7	25,3***)	79,0	100	0	98,2	1,8***)	***) Gröfserer Versuch mit ausländischen Hartholzschwellen.
	b) Deutsche Bahnen	19,0	72,3	27,7	2.6	99,5	0,5	78,4	99,4	0,6	94,2	5,8	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	58,7	27,0	73,0	16,3	97,7	2,3	25,0	75,4	24,6	50,6	49,4	
	d) Alle Vereinsbahnen	43,7	31,6	68,4	10,1	98,2	1,8	46,2	93,3	6,7	66,8	33,2	
1902*)	a) Preufsisch-Hessische Staatseisenbahnen	17,8	99.2	0,8	3.4	100	0	78,8	100	0	99,8	0,2	
	b) Deutsche Eisenbahnen	18,0	75,6	24,4	4,9	99,9	0,1	77,1	99,2	0,8	95,0	5,0	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	65,9	22,5	77,5	9.3	100	0	24,8	81,8	18,2	44,4	55,6	
	d) Alle Vereinsbahnen	47,6	28,3	71,7	6,9	100	0	45,5	94,7	5,3	63,4	36,6	
1904*)	a) Preufsisch-Hessische Staatseisenbahnen	12,9	99,7	0.3	5,0	100	0	82,1	99,7	0,3	99,8	0,2	
	b) Deutsche Eisenbahnen	13,7	73,7	26,3	8,1	100	0	78,2	99,9	0,1	96,4	3,6	
	c) Österreichisch-Ungarische Eisenbahnen	60,4	19,4	80,6	11,7	98,4	1,6	28,0	81,4	18,6	45,9	54,1	
	d) Alle Vereinsbahnen	45,4	23,8	76,2	10,1	99,0	1,0	44,4	93,8	6,2	62,6	37,4	

wirksamsten. Man unterscheidet die Verfahren daher sowohl nach der Art des Tränkungstoffes, als auch nach dem eingeschlagenen Vorgange.

Tränken mit Quecksilber-Sublimat, in England 1832 von Kyan erfunden, Kyanisieren.

Die fertig bearbeiteten Schwellen werden in lufttrockenem Zustande in grofse Holztröge gebracht und hier etwa zehn Tage in einer Sublimatlauge von 1 : 150 gelassen. Damit die Lauge alle Oberflächenteile 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 $^1/_{100}$ Verdünnung unter etwa 1 at. Druck ein und verdrängt allmälig den Saft, der am untern Ende ausfliefst. Wenn der Ausflufs 67 % an Einflufslauge enthält, gilt das Verfahren als beendet, was bei Eichenholz nach etwa 100, bei Buchenholz nach 48 Stunden eintritt. Das Verfahren hat bei Buchenholz besonders guten Erfolg gehabt und namentlich in Frankreich, Süddeutschland und Österreich Eingang gefunden. Von Nachteil ist, dafs die am meisten durchtränkten, äufseren Holzteile bei der Bearbeitung zu Schwellen verloren gehen, und dafs das Kupfervitriol später die Eisenteile angreift. Man würde daher gut tun, diese zu verzinken, wodurch aber weitere Kosten und Schwierigkeiten entstehen. Dieses Verfahren hat keine allgemeine Verbreitung gefunden. Ebensowenig das Tränken mit Kupfervitriol unter Hochdruck, das verschiedentlich zur Anwendung gekommen ist.

Weit verbreitet sind dagegen die Tränkungsweisen mit Zinkchlorid und mit Teeröl, vielfach fälschlich Kreosot genannt, nach dem Verfahren von Burnett und Bethell. Hierbei werden die Schwellen zu 120 bis 160 Stück in fertiger Bearbeitung in eiserne Zylinder von vierfacher Schwellenlänge gebracht. Die Zylinder enthalten ein schmalspuriges Gleis, sodafs 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 mindestens 1, at Überdruck im Kessel eine bis vier Stunden, letzteres bei Buchenholz, gedämpft, während sie beim Tränken mit Teeröl nach dem in Deutschland üblichen Verfahren bei 100 bis 130° acht Stunden lang gedörrt werden; nach dem bei der französischen Ostbahn eingeführten Verfahren bleiben die Schwellen dagegen 72 Stunden in besonderen Trockenöfen, in denen die Wärme beim Eintritte der Schwellen 30 bis 35° beträgt und allmälig bis zu 70 bis 80° steigt[209]). Beim Tränken mit Teeröl ist das Dämpfen der Schwellen 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 Tränkungszylinder wird während eines Zeitraumes von einer Viertel- bis zu einer Stunde eine Luftverdünnung von 55 bis 65 cm Quecksilbersäule erzeugt, sodafs Luft, Saft und Wasserdampf aus dem Holze entweichen. Nachdem dieses

[209]) Revue générale des chemins de fer 1898, S. 135.

dadurch zur Aufnahme der Tränkungsflüssigkeit besonders vorbereitet ist, wird diese unter 5 bis 8 at. Druck in den Tränkungs-Zylinder gepreſst und eine halbe bis eine Stunde in diesem gelassen.

Die geringere Dauer dieser Pressung gilt für Kiefern- und Buchen-, die längere für Eichen-Holz, dabei kommt Zinkchlorid in Lösungen von 3,0 bis 3,5° Beaumé, das heiſst mit 1,08 % bis 1,26 % metallischen Zinkes zur Verwendung. Man will allerdings beobachtet haben, daſs schwächere Lösungen tiefer in die Hölzer eindringen, demgemäſs sind besonders österreichische Bahnen bei Chlorzink von 3° zu 1,5° bis 1,7° Beaumé zurückgekehrt, die Pressung muſs dann aber länger, als eine Stunde dauern.

Die Bestimmungen über die Beschaffenheit des Steinkohlenteeröles sind bei den verschiedenen Verwaltungen verschieden. Bei den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen soll es nicht mehr, als 1 % bis zu einer Wärme von 125° siedende Öle enthalten, ferner soll es zwischen 150° und 400° sieden, der Siedepunkt von mindestens 75 % muſs aber über 235° liegen. Der Gehalt an sauern, in Natronlauge von 1,14 Gewicht löslichen, karbolsäuerehaltigen Stoffen soll mindestens 10 % und das Gewichtsverhältnis bei 15° 1,04 bis 1,10 betragen, auch soll es bei diesem Wärmegrade vollständig flüssig sein und kein Napthalin abscheiden.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist das Tränken mit Teeröl das wirksamste Mittel; es hat daher in den letzten Jahren stark zugenommen und trotz seines hohen Preises nicht nur im Westen Europas, namentlich seit 1890 in Frankreich, wo das Schwellenholz verhältnismäſsig teuer ist, die anderen Verfahren mehr und mehr verdrängt[210]), sondern auch in Mitteleuropa stark an Ausdehnung gewonnen. Das Tränken mit Chlorzink ist zwar erheblich billiger und an sich auch recht wirksam, da das Tränkungsalz aber in Wasser löslich ist, wird es ziemlich rasch wieder aus den Schwellen ausgelaugt, sodaſs die Wirkungsdauer namentlich in den äuſseren Teilen der Schwellen doch nur beschränkt ist.

Um nun die hohen Kosten des Tränkens mit reinem Teeröle zu vermeiden, und doch einen Teil seiner günstigen Wirkungen, die darauf beruhen, daſs das Öl die Poren und Risse schlieſst und dadurch das Holz besser vor dem Eindringen der Feuchtigkeit schützt, auch beim Tränken mit Zinkchlorid zu erzielen, hat man besonders bei den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen vielfach der Chlorzinklauge einen Zusatz von 6 bis 8 % Teeröl gegeben. Mit diesem Tränkungsverfahren sind gute Erfahrungen gemacht worden. Bei den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen werden die Eichenschwellen in der Regel mit reinem Teeröle, die Buchen- und Kiefern-Schwellen dagegen vielfach mit einer Mischung von Chlorzink und Teeröl getränkt.

Auch verschiedene andere Verfahren gehen davon aus, die günstige Wirkung der Tränkung mit Teeröl unter Verminderung der hohen Kosten zu erreichen, also die Menge des einzupressenden Teeröles zu vermindern. Als solche Verfahren sind zu nennen: das von Blythe, bei dem die Schwellen vor dem Einpressen des Teeröles in kreosothaltigem Wasserdampfe gedämpft werden; das Tränken mit erhitztem Teeröle, bei dem das vorgewärmte Teeröl schon während der Luftverdünnung in den Tränkkessel eintritt und dabei während drei Stunden auf 105 bis 115° erwärmt

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

wird, worauf dann das Einpressen erfolgt; das Emulsions-Verfahren, bei dem das Teeröl durch eine wässerige Harzseifenlösung von 15 % bis zu 30 % verdünnt wird; ferner verschiedene Verfahren, bei denen das eingepreſste Teeröl durch Preſsluft oder durch Dämpfung teilweise wieder ausgetrieben wird. Weiter ist verschiedentlich versucht worden, dem Steinkohlenteeröle oder auch der Mischung von diesem mit Zinkchlorid Holzteer zuzusetzen, wodurch Mischung und Aufnahme gleichmäſsiger werden; endlich werden die Schwellen nur in erwärmtes Teeröl gelegt, oder das Teeröl wird nur schwacher Pressung unterworfen, worauf durch starke Luftverdünnung ein Teil des Öles wieder herausgezogen und schlieſslich das vorzugsweise an der Oberfläche haftende Öl durch Einblasen gespannten Wasserdampfes in den luftverdünnten Kessel gleichmäſsig in dem Holze verteilt wird. Die Erfahrungen mit diesen Verfahren sind nicht ungünstig, sie sind aber noch nicht abgeschlossen.

Die Aufnahme an Tränkungstoff ist bei allen Verfahren gröſser, als die Abgabe an Saft, das Holz nimmt also an Gewicht zu. Es wird eine Aufnahme an Tränkungstoff verlangt:

Zusammenstellung XXI.

	Bei Eichen-	Buchen-	Kiefern-Holz
Bei den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen bei Schwellen I. Klasse für 1 Schwelle . .	11 kg Teeröl	36 kg { Teeröl und Zinkchlorid	36 kg { Teeröl und Zinkchlorid
bei Schwellen II. Klasse für 1 Schwelle	8 „ „	27 „ „	27 „ „
bei der französischen Ostbahn für 1 Schwelle	6 bis 7 l „	25 bis 28 l Teeröl	—

und eine Schwellengewichtszunahme[211]) gerechnet von:

bei österreichischen Bahnen für 1 Schwelle	7 bis 10 kg	20 bis 31 kg	18 bis 31 kg bei Zinkchlorid
	—	25 bis 30 „	— bei Kupfer
bei der französischen Südbahn für 1 cbm	—	—	50 bis 120 „ „ „
bei anderen französischen Bahnen für 1 Schwelle . .	4 bis 6 „	14 bis 16 „	12 bis 30 „ bei Teeröl
bei englischen Bahnen für 1 cbm	—	—	131 bis 154 „ „ „

Die Aufnahmefähigkeit des Buchen- und Kiefern-Holzes ist demnach erheblich gröſser, als die des Eichenholzes, manche Bahnen, beispielsweise die französischen, nutzen aber der Ersparnis wegen die volle Aufnahmefähigkeit der erstern Holzarten nicht aus, die Tränkung soll aber, namentlich bei Buchenholz vollkommen ausreichend sein.

In Folge der günstigen Ergebnisse des Tränkens nimmt es stetig zu (Zusammenstellung XX, S. 220 und 221) und keine Verwaltung, die es eingeführt hat, beabsichtigt die Aufgabe.

Die Verbreitung der verschiedenen Tränkungsarten im Gebiete des V. d. E. V. ist aus der Zusammenstellung XXII zu entnehmen[211]).

Von den auf dem internationalen Eisenbahnkongresse von 1900 vertretenen 87 Verwaltungen tränkten 64 die Holzschwellen, und zwar 18 mit Chlorzink, 38

[211]) Organ, Erg.-Bde. 1878, 1884, 1894, 1903.

mit Teeröl, 4 mit Chlorzink und Teeröl, 3 mit Kupfervitriol und 1 in anderer Weise[212]). Deutsche Bahnen waren dort nicht vertreten.

Zusammenstellung XXII.

Tränkungstoff	Zahl der Verwaltungen in den Jahren					
	1865	1868	1878	1884	1893	1903
Sublimat	3	6	8	4	3	2
Kupfervitriol	15	6	5	1	2	2
Chlorzink	8	7	20	22	21	13
Chlorzink und Teeröl . .	—	—	4	7	4	20
Teeröl	4	5	13	11	6	28

Die Kosten des Tränkens betrugen im Gebiete des V. d. E. V. durchschnittlich in M. für eine Schwelle bei[213]):

Zusammenstellung XXIII.

	Teeröl			Zinkchlorid		
	1884	1893	1903	1884	1893	1903
Eichenholz	1,0	0,93	0,75—1,20	0,37	0,43	0,33—0,50
Buchenholz	1,9	—	1,55—2,55	0,44	0,53	0,35—0,80
Kiefern-, Fichten- und Tannen-Holz	1,7	1,50	2,33	0,47	0,50	0,25—0,65

	Zinkchlorid und Teeröl			Sublimat			Kupfervitriol		
	1884	1893	1903	1884	1893	1903	1884	1893	1903
Eichenholz	0,61	—	0,62—1,20	—	0,40	—	—	—	—
Buchenholz	0,86	0,90	0,43—0,96	—	0,60	—	—	0,34	0,32
Kiefern-, Fichten- und Tannen-Holz	0,74	0,69	0,49—0,88	0,75	0,52	0,55	—	0,23	0,45

Für Frankreich werden sie 1895[214]) einschliefslich der Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten bei Tränkung mit Teeröl angegeben für

	Eichen-,	Buchen-,	Kiefern-Holz
zu:	0,90	1,62	2,18 fr[211])

und die französische Ostbahn gibt sie 1898[215]) für

	Eichen-,	Buchen-,	Kiefern-Holz
zu:	1,69	3,21	— fr an.

212) Bericht zur Frage VIII der Verhandlungen des internationalen Eisenbahnkongresses, Brüssel 1901.

213) Organ, Erg.-Bde. 1884 S. 22 und 1894 S. 56, 1903.

214) Revue générale des chemins de fer 1895 S. 90.

215) Revue générale des chemins de fer 1898 S. 135.

Da die einzelnen Bahnen des V. d. E. V. bezüglich der Anrechnung der Anlage- und Tilgungs-Kosten nach verschiedenen Grundsätzen verfahren, so sind die vorstehend gegebenen Durchschnittswerte nicht ohne Weiteres vergleichbar.

Die Lebensdauer der Schwellen wird durch das Tränken wesentlich erhöht, besonders die der Kiefern- und Buchen-Schwellen. Wenn über letztere auch bis in neuere Zeit neben guten auch schlechte Erfahrungen vorliegen[216]), so scheint die Vermutung berechtigt, dafs die Tränkung der Schwellen, die sich nicht gehalten haben, ungenügend, oder das Holz minderwertig war; vielleicht hat es zu lange vor der Verarbeitung und Tränkung auf dem Stamme gelegen, was bei Buchenholz vermieden werden mufs[217]).

Die Angaben der Verwaltungen über die Lebensdauer der Schwellen weichen sehr von einander ab, was nicht nur von der Beschaffenheit des Holzes und bei getränkten Schwellen von dem Tränkungsverfahren abhängt, sondern auch von den klimatischen Verhältnissen, dem Untergrunde, der Beschaffenheit der Bettung und anderen Ursachen Namentlich sind die Bettung und die klimatischen Verhältnisse von sehr grofsem Einflusse; je besser und durchlässiger die Bettung und je kühler und trockener der Landstrich, um so länger werden die Schwellen halten[218]).

Nach Erhebungen, die vom internationalen Eisenbahnkongresse veranlafst sind, beträgt die Dauer der Schwellen[218])

	bei Eichenholz,	Buchenholz,	Kiefernholz
roh	8 bis 25	3 bis 6	3 bis 10 Jahre
getränkt mit Teeröl	13 „ 30	15 „ 30	10 „ 20 „
„ „ Chlorzink	15 „ 17	7 „ 10	12 „ 17 „
„ „ Kupfervitriol	—	10	10 „ 15 „

und sie wird bei Teeröltränkung im Durchschnitte angenommen

	bei Eichenholz,	Buchenholz,	Kiefernholz
in Hauptgleisen zu	18	20	15 Jahren
worauf die Schwellen noch in Nebengleisen	7	10	5 Jahre

verwendbar sind.

Die französische Ostbahn nimmt nach 27jähriger Erfahrung bei Tränkung mit Teeröl eine Dauer an

	bei Eichenholz,	bei Buchenholz
von	25	30 Jahren[215]),

wobei sie auf Verwendung in Hauptgleisen je 15 bis 20 und 20 bis 25 Jahre und darauf in Nebengleisen je 10 Jahre rechnet.

Eine ganz erhebliche Verlängerung der Gebrauchsdauer namentlich der Kiefern- und Buchen-Schwellen ist also festgestellt, die bei letzteren bis zum fünffachen Betrage der Lebensdauer im rohen Zustande anwächst. Nach den bisher in Deutschland und Österreich-Ungarn mit der Tränkung durch eine Mischung von Chlorzink

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

217) Organ, 1880, S. 62. Zentrbl. d. B. 1885, S. 296; 1887, S. 188. Revue générale des chemins de fer 1895, S. 90.

218) Reilroad Gazette 1901, S. 614, wo auch Mitteilungen über die Lebensdauer der Schwellen in Amerika zu finden sind. Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, S. 559. Bericht zu Frage VIII der Verhandlungen des internationalen Eisenbahnkongresses von 1900, Brüssel 1901.

und Teeröl gemachten günstigen Erfahrungen ist zudem anzunehmen, dafs auch mit dieser Tränkungsweise ähnlich günstige Ergebnisse erzielt werden können, wie mit der Tränkung durch reines Teeröl[219]). Wie grofs der wirtschaftliche Erfolg der Tränkung und namentlich der Anwendung möglichst vollkommener Verfahren ist, möge aus folgenden Angaben ersehen werden.

Auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn 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 Teeröl getränkt waren. Auf der Strecke Paris-Lyon ist die Vermehrung der Dauer der Buchenschwellen aus demselben Anlasse zu 54 bis 76 %, auf der französischen Ostbahn zu 65 % ermittelt, während die Kostenvermehrung nur 31 % beträgt[220]) und dieses günstige Ergebnis ist, wie schon oben erwähnt, auch weiterhin festgestellt worden.

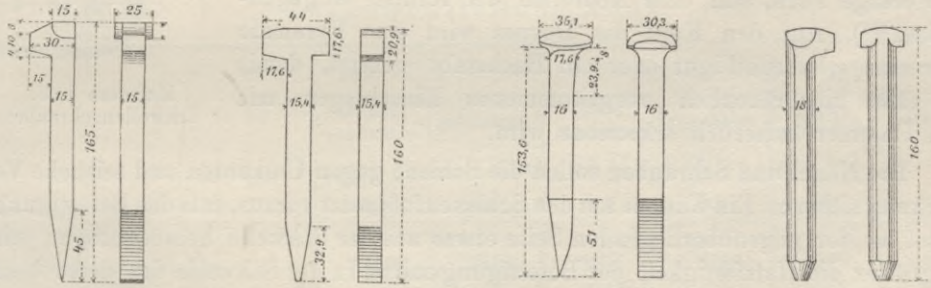
Nach Erfahrungen und Versuchen von Funk, Sarrazin und Susemihl schützt das Tränken die Schwellen übrigens nicht nur gegen die Fäulnis, sondern macht sie auch widerstandsfähiger gegen die äufseren Angriffe[221]).

Selbst im Osten von Nordamerika macht sich wegen steigender Holzpreise immer mehr das Bedürfnis geltend, die Dauer der Schwellen durch Tränken zu verlängern[222]).

β. D) Befestigung der Schienen auf den Holzwellen bei Breitfufsschienen.

Die Breitfufsschienen liegen entweder unmittelbar auf den Schwellen, oder behufs Verbreiterung der Auflagerfläche auf Unterlageplatten. In beiden Fällen wird die Schiene durch flufseiserne Nägel oder Schrauben, deren Kopf über den Schienenfufs greift, auf der Schwelle befestigt.

Abb. 205. Abb. 206. Abb. 207. Abb. 208.



Mafsstab 1 : 5. Nägel.

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen	Kaiser Ferdinands Nordbahn	Nordamerikanische Bahnen	Österreichische Nordwestbahn
G = 0,29 kg	0,32 kg	—	0,38 kg

Der hakenförmige Kopf der in den Textabb. 205 bis 208 dargestellten Schienennägel, Hakennägel, ermöglicht es, den Nagel mittels einer Klaue,

219) Organ, XIII, Erg.-Bd 1903.

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

221) Organ, 1880, S. 62. Deutsche Bauzeitung 1880, S. 55. Zentrbl. d. B. 1881, S. 103; 1883, S. 451; 1887, S. 188.

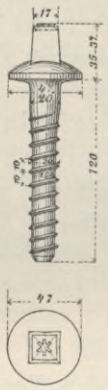
222) American society of civil engineers, Dezember 1899, Bericht von Curtis; Bulletin du congrès international des chemins de fer 1905, S. 659, Bericht von Kendrick.

Geifsfufs, auszuziehen, die unter die hinteren oder seitlichen Ansätze fafst. Für die verschiedenen Spielarten der Kopfform waren keine zwingenden technischen Gründe mafsgebend. 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, Tirefonds, sind im Schafte 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 (Textabb. 209, 210 und 211).

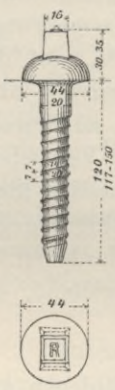
Über die zweckmäfsigste Form der Gewinde der Schwellenschrauben sind die Ansichten noch geteilt; in Deutschland und Frankreich sind die in Textabb. 209 und 211 dargestellten Formen am meisten vertreten, in Österreich-Ungarn ist dagegen teilweise noch die Form der Textabb. 210 üblich.

Abb. 209.



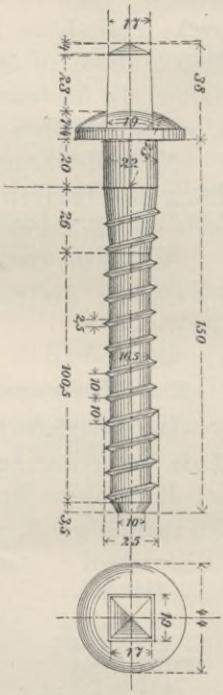
Mafsstab 1 : 5.
Schwellenschraube.

Abb. 210.



Mafsstab 1 : 5.
Schwellenschraube.

Abb. 211.



Mafsstab 1 : 3.
Schwellenschraube.

Die Kopfform der Schwellenschrauben zeigt meist einen quadratischen oder rechteckigen Dorn, der zum Aufstecken des Stockschlüssels beim Ein- und Ausdrehen dient; die rechteckige Form soll dem Abdrehen der Kanten entgegenwirken[223]). Auf den Kopf des Dornes wird eine Pyramide oder eine erhabene Figur oder ein Buchstabe gesetzt, damit ein etwa mifsbräuchlich vorgekommenes Einschlagen mit dem Hammer äufserlich erkennbar wird.

Die Nägel und Schrauben sollen die Schiene gegen Umkanten und seitliche Verdrückung sichern. Ein Kanten um den Schienenfufs setzt voraus, dafs das Befestigungsmittel an der gegenüberliegenden Seite etwas aus der Schwelle herausgezogen wird. Je gröfser 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 eher vermindert, weil die Holzfaser durch die eindringenden Schneiden zerstört werden kann. Glatte, möglichst breite Seiten-

223) Organ, Erg.-Bd. XI 1894, S. 59.

wandungen der Schäfte werden daher den im Betriebe häufig wiederkehrenden Seitenstöfsen am besten widerstehen, allerdings auf Kosten der Haftfestigkeit.

Die in früherer Zeit zur Erhöhung der Haftfestigkeit 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, pflegte man sie dagegen unter Berücksichtigung des oben dargelegten Unterschiedes zwischen Haftfestigkeit und Widerstand gegen Zusammendrücken, lange Zeit meist nur innen anzuordnen, während man aufsen Nägel beibehielt[224]) da die Seitenstöfse vorzugsweise von innen nach aufsen wirken. Auch die Techniker-Versammlung des V. d. E. V. von 1893 empfahl, innen Schrauben und aufsen Nägel anzuwenden[224]).

Die bei weiterer Anwendung von Schwellenschrauben gemachten Erfahrungen haben aber doch gezeigt, dafs ihre Verwendung auch auf der Aufsenseite von grofsem Werte ist, namentlich bei Hartholz. Hier beginnt bei gewaltsamer Auseinanderpressung der Schienen die Zerstörung innen, durch Abreifsen der Köpfe der Schwellenschrauben[225]), aber auch bei Weichholzschwellen ist die Gefahr des Eindrückens nicht so grofs, als man früher annahm, was sich auch dadurch zeigt, dafs die Abnutzung der Weichholzschwellen nach Versuchen von Bräuning im grofsen Durchschnitte bei Befestigung mit Schwellenschrauben nur halb so grofs ist, wie bei der Befestigung mit Nägeln[226]). Mehrere deutsche und andere mitteleuropäische Bahnen, so die preufsisch-hessischen Staatsbahnen, sind daher zur allgemeinen Verwendung der Schwellenschrauben übergegangen[227]).

Über die Gröfse der Haftfestigkeit haben Susemihl[228]) und Dunaj[229]) umfassende Versuche gemacht. Ersterer fand die Haftfestigkeit bei:

Zusammenstellung XXIV.

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

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

225) Bericht zu Frage VIII der Verhandlungen des internationalen Eisenbahnkongresses von 1900, Brüssel 1901.

226) Organ 1899, S. 143.

227) Organ, Erg.-Bd. XIII, 1903, S. 17.

228) Zentrbl. d. B. 1881, S. 103.

229) Organ 1886, S. 153 u. 161.

Ferner ergab sich bei Versuchen der französischen Ostbahn[225]) die zum Herausziehen erforderliche Kraft bei:

Zusammenstellung XXV.

	Eichenholz kg	Buchenholz kg	Kiefernholz kg
für 23 mm Schrauben-Durchmesser zu	5000	6000	3000
„ 19 „ „ „ „	4000	4500	2000
und bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen:			
bei den hier üblichen Schrauben (Textabb. 211) zu . .	6000	7300	3200

Aus den von Susemihl ermittelten Zahlen geht der schon früher hervorgehobene, die Haftfestigkeit erhöhende Einflufs des Tränkens der Schwellen hervor.

Der Widerstand gegen Seitenverdrückung scheint bei vierkantigen Nägeln gröfser zu sein, als beim Achtkantnagel[230]), dagegen wird letzterm von einigen Fachleuten eine gröfsere Haftkraft zugeschrieben[231]), weil er beim Eintreiben die Holzfaser nicht so ungleichmäfsig zerstört und prefst, wie der Vierkantnagel. Der Achtkantnagel mit seiner stumpfen Spitze macht ebenso, wie die Schwellenschraube ein Vorbohren der Schwellen nötig, das beim Vierkantnagel entbehrlich ist.

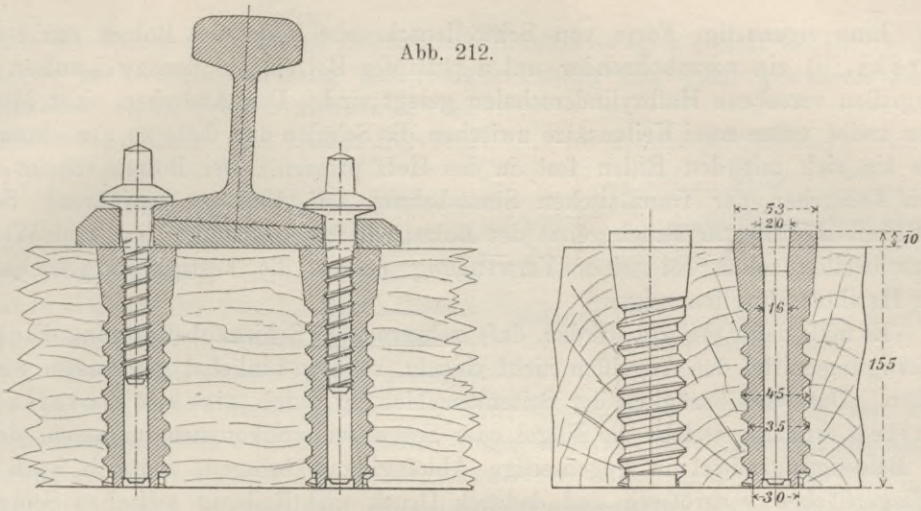
Schwellenschrauben sind in Ländern mit langen kalten Wintern weniger empfehlenswert, als in warmen Landstrichen[232]), anderseits haben sie bei Hartholzschwellen einen verhältnismäfsig höhern Wert, als bei Weichholzschwellen.

Dieser letztern Tatsache trägt ein Verfahren Rechnung, das zuerst in Frankreich angewendet, sich in den letzten Jahren auch in Mitteleuropa Eingang verschafft hat, und darin besteht, in die Weichholzschwellen Hartholzdübel in Holzschraubenform[233]) einzuschrauben, die dann weiter den Schienenbefestigungsmitteln zur Aufnahme dienen (Textabb. 212). Man kann entweder schon die neuen Weichholzschwellen mit Hartholzdübeln ausrüsten, oder erst die an den Befestigungstellen bereits verschlissenen Schwellen damit versehen. Der Widerstand gegen das Herausziehen der Schwellenschrauben wächst dadurch um 29 bis 39 % bei neuen und bis zu 80 % bei alten Weichholzschwellen[234]). In beiden Fällen wird die Gebrauchsdauer der Weichholzschwellen wesentlich verlängert, was ein weiterer grofser Vorzug des Verfahrens ist. Man hat statt der Holzschraubendübel auch glatte Dübel verwendet[235]) (Textabb. 213); das Verfahren empfiehlt sich aber nicht, weil sich die Dübel bei Trockenheit lockern können.

Dem Zwecke, alte, an den Schienenbefestigungstellen schon mitgenommene Schwellen wieder brauchbar oder auch windrissige Schwellen überhaupt verwendbar zu machen, dient auch die in Textabb. 214 dargestellte, von J. Thiollier eingeführte Futterschraube, die in die Wandung des alten schon erweiterten

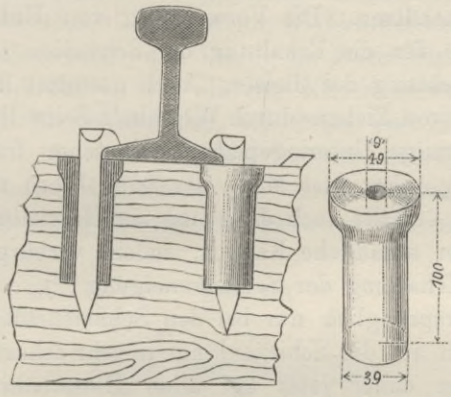
230) Susemihl, Zentrbl. d. B. 1881, S. 103.
231) Hohenegger, Organ 1878, S. 61.
232) Revue générale des chemins de fer 8889, S. 475.
233) Organ 1905, S. 9 und 47.
234) Organ 1900, S. 207.
235) Organ 1903, S. 235.

Abb. 212.



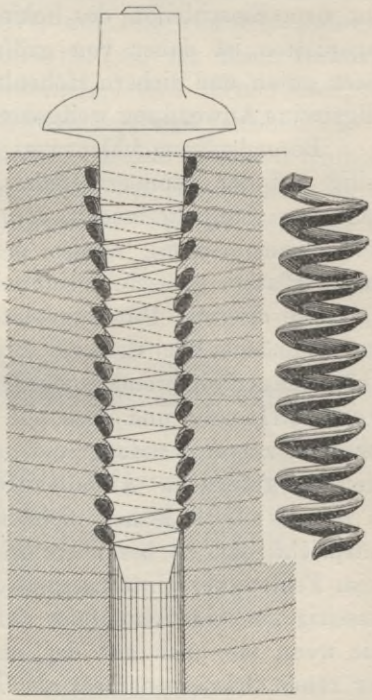
Mafsstab 1 : 5. Hartholzdübel.

Abb. 213.



Mafsstab 1 : 6 und 1 : 5.
Glatter Schwellendübel.

Abb. 214.



Mafsstab 1 : 2.
Futterschraube von Thiollier.

oder des zur Aufnahme der Schwellenschraube bestimmten, in windrissige Schwellen gebohrten Loches eingedreht wird und dann der Schwellenschraube zu vermehrtem Halte dient. Solche Futterschrauben sind namentlich auf französischen Bahnen in grofser Zahl und mit gutem Erfolge verwendet worden [236]).

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

[236]) Zeitschr. d. österr. Ing. u Archit.-Ver. 1906, S. 185. Bulletin des congrès international des chemins de fer, 1906, S. 680.

Eine eigenartige Form von Schwellenschraube bildet der Bolzen von Lahkovski,[237]) ein vorzubohrender unten stumpfer Bolzen, um den zwei aufsen mit Ringrillen versehene Halbzylinderschalen gelegt sind. Das Andrehen einer Mutter oben treibt unten zwei Keilansätze zwischen die Schalen und diese so aus einander, dafs sie sich mit den Rillen fest in das Holz pressen. Der Bolzen scheint sich nach Versuchen der französischen Staatsbahnen seit 1901 zu bewähren. Seine Haftkraft soll bis zur Bruchgrenze des Bolzenschaftes gesteigert sein, und Weichholzschwellen sollen bei seiner Verwendung nahezu die Festigkeitseigenschaften von Hartholzschwellen zeigen.

Es mufs dafür gesorgt werden, dafs mehrere einer Schienenbefestigung dienende Befestigungsmittel den Angriffen nicht einzeln, sondern tunlichst 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 die Auflagerflächen vergröfsern und dadurch Druck und Reibung zwischen Schienen und Schwellen und so 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 gröfstem Werte für die Erhaltung der Schwellen und einer guten und sichern Höhenlage und Richtung des Gleises. Auch gestattet ihre allgemeine Anwendung weitgehenden Ersatz von Eichen- durch Weichholz-Schwellen.

Besonders empfehlenswert sind keilförmige Unterlageplatten, die schon frühzeitig auf der Semmeringbahn Anwendung, aber erst Mitte der 80er Jahre allgemeinern Eingang fanden, denn durch sie entfällt auch das sonst zur Herstellung der Schienenneigung nötige, den Schwellen schädliche Kappen, zudem verbürgen solche Platten gröfsere Sicherheit in der Erhaltung der Schienenneigung[238]).

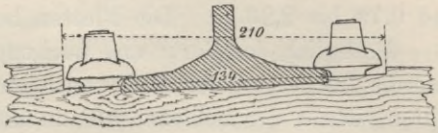
Die eisernen Unterlageplatten, die ursprünglich nur bei den Schienenstöfsen und demnächst höchstens bei zwei Schwellen auf die Schienenlänge in sehr scharfen Krümmungen verwendet wurden, kommen daher jetzt auf allen Hauptbahnen Deutschlands und auch auf vielen Nebenbahnen grundsätzlich auf jeder Holzschwelle zur Anwendung und haben auch in Österreich-Ungarn weite Verbreitung gefunden. Auffallenderweise haben sie dagegen bei den meisten Bahnen in Frankreich bisher nicht die Anwendung gefunden, die dem grofsen Werte entspricht, den sie besonders bei Anwendung der Schwellenschrauben haben. Denn beim Fehlen der Unterlageplatten mit Randleisten sitzen die Schraubenköpfe nur einseitig auf dem Schienfufse auf und erhalten daher zweifellos keine so feste Lage, wie wenn sie auch auf der entgegengesetzten Seite fest aufliegen. Auch wird der runde Schraubenschaft als Gegenlager des Schienenfufses durch dessen dünne Kante schnell angeschnitten. Der in Textabb. 215 dargestellte Notbehelf, die Wirkung der Plattenrandleiste durch tiefes Einschneiden der Schwelle zu ersetzen, gewährt nicht denselben seitlichen Halt und verkürzt die Dauer der Schwellen. Nur die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn verwendet allgemein eiserne Unterlageplatten, während die anderen Bahnen geteerte Filzunterlagen benutzen, ja sogar teil-

[237]) Organ 1906, Heft 9. Seite 177, mit Abbildungen.

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

weise die früher verwendeten Eisenplatten durch Filzlagen ersetzt haben[239]). Diese wirken ja zweifellos günstig auf ruhiges Fahren ein, auch gewähren sie den Schwellen etwas Schutz, nicht aber den Befestigungsmitteln und halten nur fünf bis sechs Jahre.

Abb. 215.



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

Über den grofsen Wert von Unterlageplatten und den raschen Verschleifs von Holzschwellen ohne solche hat Sarrazin auf der Strecke Deutz-Giefsen eingehende Untersuchungen angestellt. In etwa sechs Jahren wurden bei nur geringer Verwendung von Unterlageplatten in den Hauptgleisen nur 8,2 % der auszuwechselnden Schwellen durch Verfaulen, dagegen 91,8 % durch mechanische Angriffe abgängig, und selbst in den Nebengleisen waren diese Zahlen noch 46,6 % und 53,4 %[240]). Seit 1876 ordnete er in immer zunehmendem Mafse Unterlageplatten an, und konnte dabei gleichzeitig in scharfen Bogen von 377 m Halbmesser die Eichenschwellen durch Kiefernschwellen ersetzen. Dabei stieg das durchschnittliche Lebensalter der ausgewechselten Schwellen von 10,3 Jahren für Eichen- und von 12,8[241]) Jahren für Kiefern-Schwellen 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 Kiefernschwellen mit Unterlageplatten ebenso hoch, wie für Eichenschwellen, von denen erst ein Teil mit Unterlageplatten versehen war[242]).

In den Textabb. 216 bis 219 sind verschiedene neuere Formen einfacher Platten dargestellt. Die Gröfse schwankt in Deutschland bei Hauptbahnen in der Richtung der Schiene zwischen 105 und 210 mm, quer zur Schiene zwischen 120

Abb. 216.

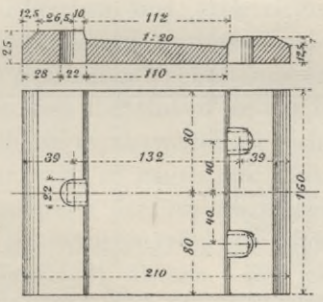
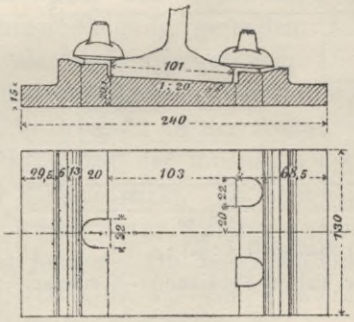


Abb. 217.



Mafsstab 1 : 6. Unterlageplatten.

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen. Platte für Schienen der Form 8.	Reichseisenbahnen.
G = 4,52 kg	4,6 kg

239) Bericht zur Frage VIII der Verhandlungen des internationalen Eisenbahnkongresses von 1900, Brüssel 1901; Revue générale des chemins de fer 1894, S. 135.

240) Deutsche Bauzeitung 1880, S. 55.

241) Die niedrigere Lebensdauer für Eichenschwellen erklärt sich daraus, dafs in den scharfen Bogen bis 1876 ausschliefslich solche und zwar meist ohne Unterlageplatten Verwendung fanden.

242) Zentrbl. d. B. 1883, S. 437.

und 240 mm mit einem Gewichte von 1,58 bis 4,62 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. auf Hauptbahnen 100 bis 180 mm, 109 bis 200 mm und 1,43 bis 3,01 kg, auf Nebenbahnen 100 bis 158 mm, 126 bis 185 mm und 0,79 bis 2,26 kg. Die Platten bestehen 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 der Schienenfufs an die Randleiste und nicht an die Befestigungsmittel anstöfst, sich also nicht in diese einschleifen kann. Die Breite der Platte zwischen den Randleisten mufs wegen unvermeidlicher Herstellungsfehler 1 bis 2 mm gröfser sein, als die des Schienenfufses. Nach der Zahl und Anordnung der Löcher unterscheidet man zuweilen Platten für Stofs- und für Mittel-Schwellen (Textabb. 218 und 219), einfacher ist es jedoch, alle Platten einheitlich nach der gröfsten vorkommenden Zahl der Befestigungsmittel zu lochen.

Abb. 219.

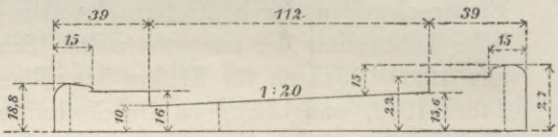
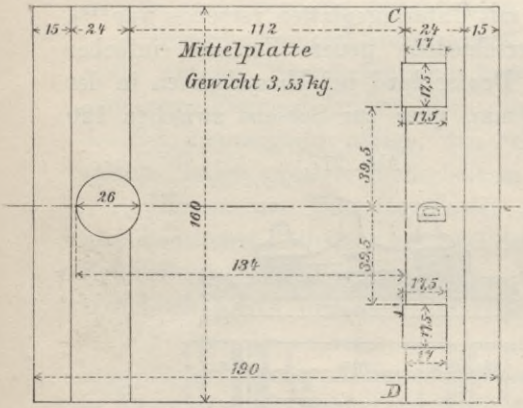
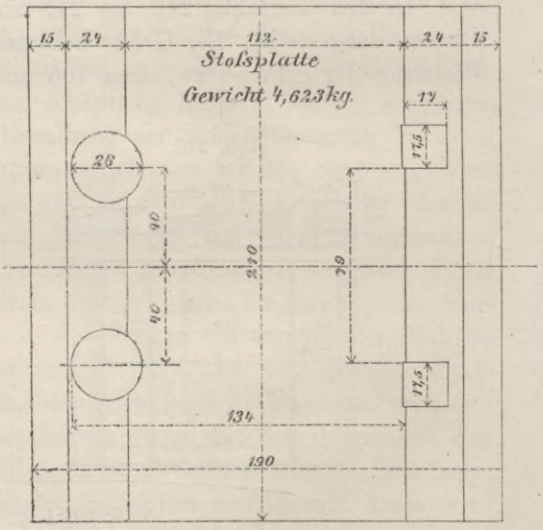


Abb. 218.



Mafsstab 1 : 3.

Mittelplatte der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn.



Mafsstab 1 : 3.

Stofsplatte der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn.

Schon früher wurden auf der Brennerbahn Unterlageplatten mit unterer Mittelrippe benutzt, um der Seitenverschiebung vorzubeugen. Demselben Zwecke dienen Platten mit Zähnen an der Unterfläche (Textabb. 220), die seit Mitte der 80er Jahre in den Niederlanden und in Deutschland versuchsweise verwendet werden, auch in Nordamerika Eingang gefunden haben, gegen deren

Zweckmäfsigkeit der Bericht der Techniker-Versammlung des V. d. E. V. von 1893[243]) aber berechtigte Zweifel ausspricht. Das Einpressen der Zähne in die Schwellen ist nur bei Zerstörung der Holzfaser möglich, die 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. 220 und 221 dargestellten Krempen- oder Hakenplatten haben schon 1850 auf der Semmering- und 1851 auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn Vorläufer gehabt, fanden damals aber wenig Nachahmung.

Abb. 220.

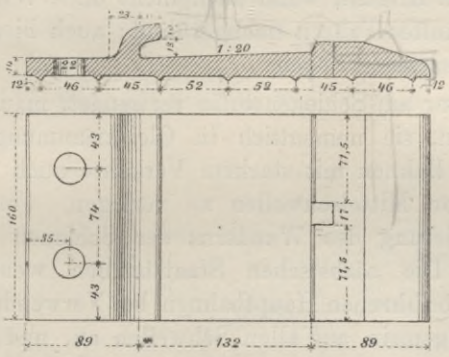
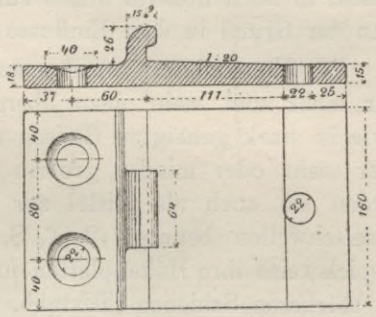


Abb. 221.



Mafsstab 1 : 6. Hakenplatten.

Sächsische Staatseisenbahnen.

G = 7,32 kg

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen.
Platte für Schienen der Form 8.

5,7 kg

Neuerdings sind sie 1890 von den sächsischen und 1893 von den preufsischen Staatsbahnen wieder zur Einführung gekommen und haben dann auch bei anderen deutschen und österreichischen Bahnen Eingang gefunden. Derartige Platten sind wesentlich gröfser und schwerer, als die vorangegebenen. Die Platten der beiden genannten Verwaltungen unterscheiden sich aber sehr wesentlich dadurch, dafs in Sachsen der Haken an der Innenseite, in Preufsen an der Aufsenseite sitzt. 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 dem Schienenfufse der unvermeidlichen Fehler wegen etwas Spielraum geben mufs, so kann die Schiene trotz des Hakens etwas kanten. Ob dies unbedenklich ist, mufs dahingestellt bleiben. Bis jetzt haben sich aber aus der Anwendung der sächsischen Platte mit Innenhaken keine Übelstände ergeben.

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

Es hat sogar nicht an ernsten Vorschlägen gefehlt, die bei jedem Oberbaue 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,

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

oder gar die Schwellen selbst von ihrem Lager abzuheben[244]), zum Nachteile 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 Teil etwa auf die Beweglichkeit beim Holzschwellengleise zurückzuführen ist, mufs dahingestellt bleiben. Dem Stuhlschienenoberbaue, welcher der Schiene eine vergleichsweise grofse Beweglichkeit läfst, wird von weiten Kreisen, wenn auch nicht ohne Widerspruch, in noch höherm Mafse ruhiges, sanftes Fahren nachgerühmt; auch hierfür kann der Grund in dem Einflusse der Spielräume liegen.

Die Hakenplatten wurden anfangs nur am Schienenstofse verwendet, man ist aber mehr und mehr dazu übergegangen, sie namentlich in Gleiskrümmungen, sowie in stark geneigten Gleisen und bei Bahnen mit starkem Verkehre auch auf einer mehr oder minder grofsen Zahl von Mittelschwellen zu verlegen. Ferner werden sie auch als Mittel zur Verhinderung des Wanderns der Schienen auf Mittelschwellen benutzt (2. ζ, S. 264). Die sächsischen Staatsbahnen wenden beispielsweise ihre Hakenplatten in stark befahrenen Hauptbahnen bei Verwendung der stärkeren Schienen (Textabb. 173) allgemein auf allen Schwellen an, und bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen finden sie bei Eichen- und Buchen-Schwellen auf den Mittelschwellen unter Stemmlaschen, (S. 266), sowie in Krümmungen von 500 m und weniger Halbmesser bei 15 m langen Schienen auf zehn Mittelschwellen, ferner bei Neigungen von mehr als 1 : 200 und Krümmungen mit Halbmessern von 250 m und weniger auf allen Mittelschwellen Anwendung; auch werden sie bei Kiefernholzschwellen allgemein verwendet. Für letztere ist aufserdem auf der Innenseite eine besondere Befestigungsweise mit Klemmplatten in Benutzung, die durch Schwellenschrauben festgehalten werden (Textabb. 222).

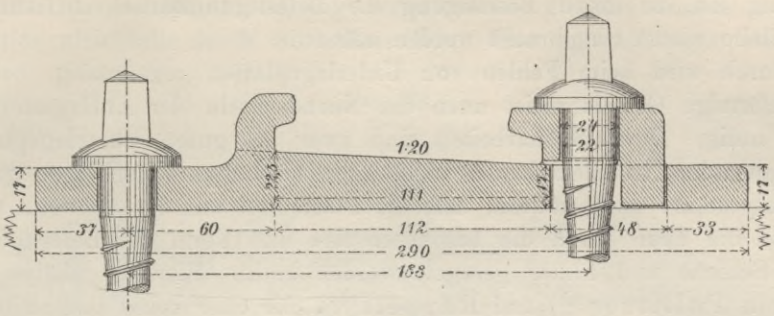
Auch die österreichischen Staatsbahnen haben eine Klemmplattenbefestigung eingeführt, und zwar auf beiden Seiten, die aber von der Befestigung der Unterlageplatten auf der Schwelle durch Schwellenschrauben unabhängig ist (Textabb. 223). Endlich ist hier noch die in Textabb. 224 dargestellte Befestigungsweise der österreichischen Südbahn zu nennen, bei der die Unterlageplatte, wie bei den sächsischen Staatsbahnen, mit Innenhaken versehen ist, und die Schiene an der Aufsenseite durch Klemmplatten und Schrauben niedergehalten wird, während die Unterlageplatte in der Schwelle durch Nägel befestigt ist.

Die Unterlageplatten werden zweckmäfsig für verschiedene Schienenformen derselben Verwaltung nach einheitlichem Querschnitte gewalzt und den verschiedenen Schienenformen nur nach Lochung und Hohlraum des durch Umbiegen herzustellenden Hakens angepafst. Beispielsweise wird die in Textabb. 221 dargestellte Hakenplatte der preufsisch-hessischen Staatsbahnen auch für die Schienenformen 6 und 10 verwendet.

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

[244]) Dr. Zimmermann, Zentrbl. d. B. 1892, S. 233. Schuler, Organ 1893 S. 184; 1895, S. 178, 199.

Abb. 222.

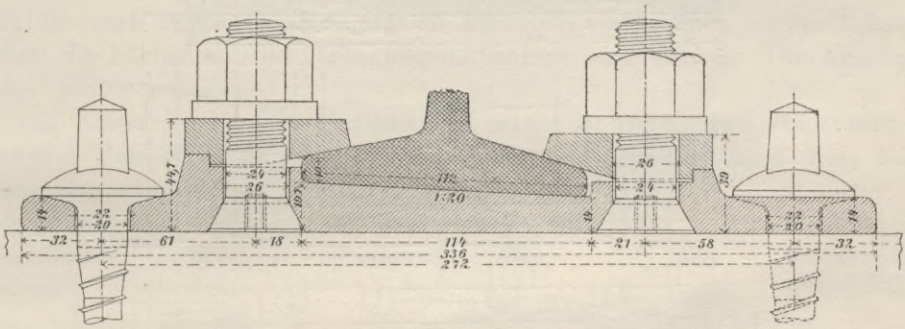


Mafsstab 1 : 3.

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen, Befestigung auf kiefernen Schwellen.

G = 6,63 kg.

Abb. 223.

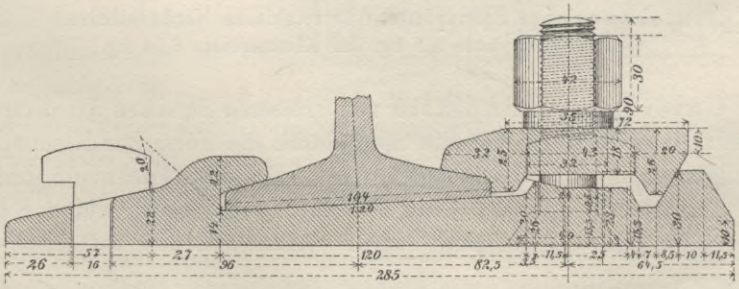


Mafsstab 1 : 3.

Österreichische Staatseisenbahnen, Klemmplatten-Befestigung auf Unterlageplatten.

G = 6,11 kg.

Abb. 224.



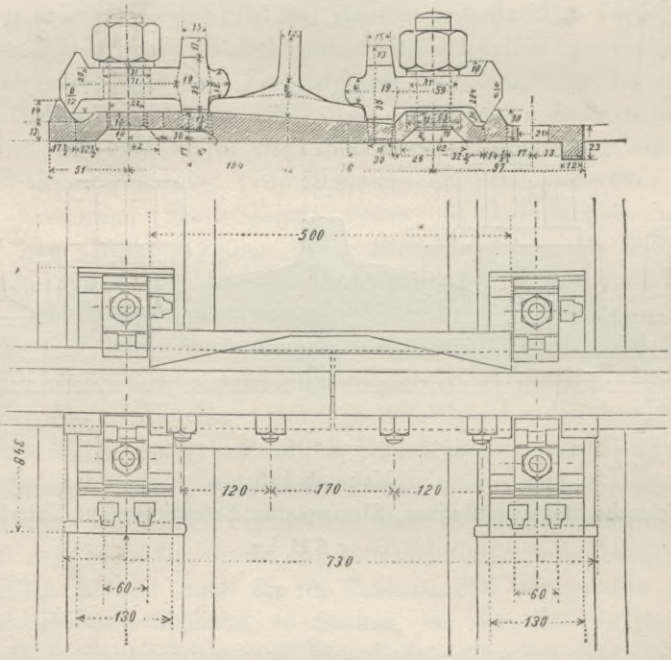
Mafsstab 1 : 3.

Österreichische Südbahn, Unterlageplatte. G = 5,39 kg.

Nachgiebigkeit der Holzschwellen tritt aber meistens nach und nach eine Spurerweiterung ein, zu deren Beseitigung die Befestigungsmittel entfernt und an anderer Stelle wieder angebracht werden müssen.

Dadurch wird beim Fehlen von Unterlageplatten regelmäfsig, bei Platten ohne keilförmige Gestalt meist auch ein Nachdechseln der Auflagestelle in der Schwelle nötig. Diese Nacharbeiten sind zwar bei guten Unterlageplatten viel seltener geworden, trotzdem hat es nicht an wiederholten Vorschlägen gefehlt, die Befestigung derart zu gestalten, dafs 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 Pollitzer[245]) und Rüppell[246]), die aber keine ausgedehntere Anwendung gefunden haben. Dagegen hat Hohenegger[247]) die in Textabb. 225

Abb. 225.



Mafsstab 1 : 10 nnd 1 : 5.

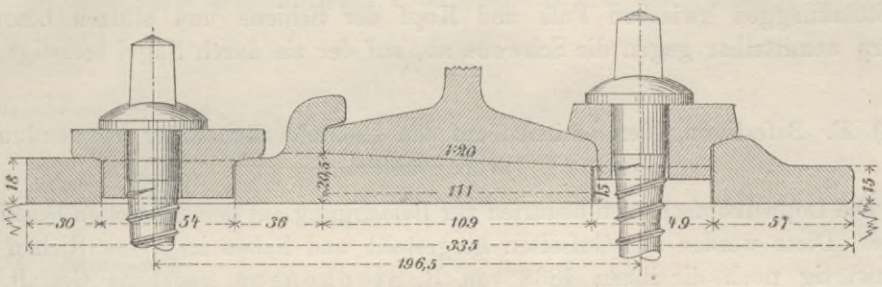
Hoheneggers Spannplatte, österreichische Nordwestbahn.
G der Spannplatte 5,1 kg, der Klemmplatte 0,84 kg.

dargestellte Unterlagespannplatte anf gröfseren Strecken der österreichischen Nordwestbahn eingeführt, bei der die Spur durch die Form der Klemmplatten und die keilförmigen Anlageflächen geregelt wird. Derselbe Fachmann hat versuchsweise auch eine Krempenplatte[248]) zur Einführung gebracht, auf der die Schiene durch wagerechte Keile eingespannt wird. Auch auf den preufsisch-hessischen

245) Löwe, der Schienenweg der Eisenbahnen, S 176.
246) Zentrbl. d. B. 1891, S. 10.
247) Organ 1888. S. 43.
248) Organ 1893, S. 127.

Staatsbahnen ist zur Befestigung der Schienen auf Buchenholzschwellen die in Textabb. 226 dargestellte Anordnung versuchsweise gewählt worden, bei der die Spurregelung gleichfalls durch die beiderseitigen Klemmplatten gegen die fest mit

Abb. 226.



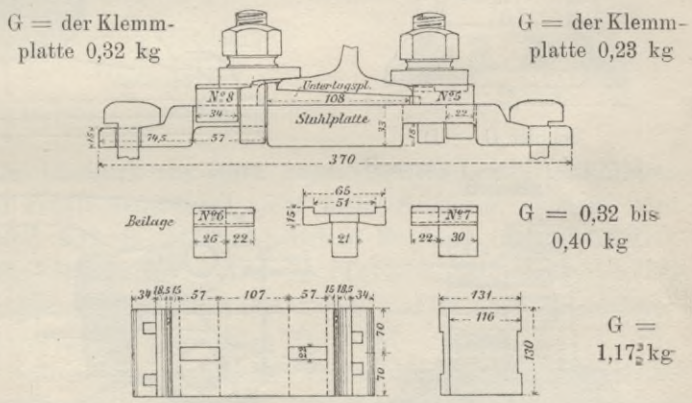
Maſsstab 1 : 3.

Preuſsisch-hessische Staatseisenbahnen, Unterlageplatte mit Spurregelung.
G = 6,92 kg.

der Schwelle verbundene Unterlageplatte erfolgt. Man beabsichtigte hierdurch namentlich auch zu ermöglichen, daſs die Buchenschwellen schon vor der Tränkung gebohrt, die Löcher also der Tränkung mit unterworfen werden. Die Anordnung ist aber wieder verlassen.

Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn hat eine Stuhlplatte eingeführt, die Rüppells Vorschlage nahe kommt (Textabb. 227), und verwendet diese behufs sicherer Einspannung der Schienenenden auf den Stoſsschwellen. Die Spurweite wird in ähnlicher Weise, wie bei der Befestigung von Heindl bei eisernen Schwellen (S. 260) durch die wechselnde Gröſse der verschiedenen Beilagen geregelt und die Schiene wird durch Klemmplatten und Schrauben auf der Stuhlplatte fest gehalten. Die Techniker-Versammlung des V. d. E. V. spricht sich in dem jüngsten Berichte über Fortschritte im Eisenbahnwesen günstig über solche Anordnungen aus[249]).

Abb. 227.



Maſsstab 1 : 6 und 1 : 12.

Stuhlplatte der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Bevor die heutigen vollkommenen Arten der Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen eingeführt waren, hat man in scharfen Krümmungen den Auſsenstrang durch Stützknaggen aus Eisen oder Holz zu sichern gesucht, die den

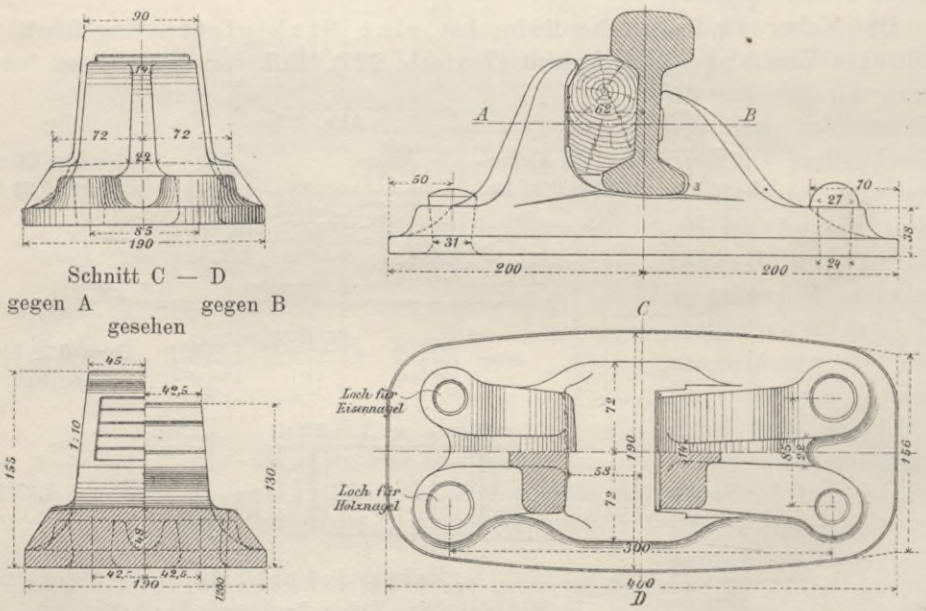
249) Organ, XIII. Erg.-Bd. 1903, S. 15.

Schienenkopf von aufsen abstützten, oder die beiden Schienen durch Spurstangen verbunden, die durch den Steg griffen. Derartige Hülfsmittel sind aber heute in Europa nur noch in seltenen Ausnahmen in Anwendung, in Nordamerika haben sich aber besondere gufseiserne Spurhalter (railbrace) an der Aufsenseite der Schiene in Bogen lange gehalten[250]) und sind zum Teil noch heute üblich. Sie greifen als Stützknaggen zwischen Fufs und Kopf der Schiene und stützen besonders letztern unmittelbar gegen die Schwelle ab, auf der sie durch Nägel befestigt sind.

β) E. Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen unter Verwendung von Stühlen.

Die Doppelkopfschienen bedürfen zur Befestigung auf den Schwellen besonderer Stühle. Diese werden aus Gufseisen hergestellt und haben im Wesentlichen auch gegenwärtig noch die ihnen 1838 von R. Stephenson gegebene Gestalt, nur haben mit den wachsenden Betriebsbeanspruchungen die Abmessungen zugenommen. Die in den Textabb. 228[251]) bis 234 dargestellten Stuhlformen stimmen bei vielen Unterschieden in den Einzelteilen darin überein, dafs der Stuhl dem Unterkopfe der Schiene als Auflager dient und diesen, wie den Steg an der Innenseite unmittelbar stützt. Der an der Aufsenseite zwischen Stuhlbacke und Schienensteg eingetriebene

Abb. 228.



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

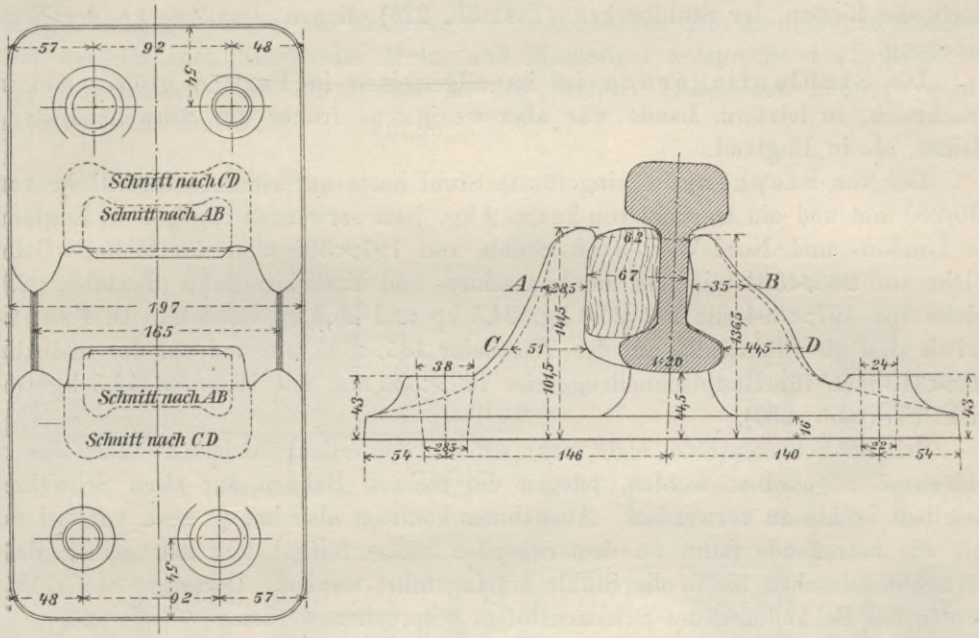
---

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

251) Der 1893 versuchsweise eingelegte Stuhlschienenoberbau der badischen Staatsbahnen ist dem Oberbaue der englischen Midlandbahn nachgebildet, der in England mustergültig ist. Die Stühle der englischen Bahn sind aber nicht mit Rippen versehen. Die Textabb. 226 ist, abgesehen von den Rippen und geringen Mafsunterschieden, auch für die Bauart der Midlandbahn mafsgebend. Die neuesten Stühle der Midlandbahn von 1896 haben eine Grundfläche von 394/203 mm und wiegen 24,5 kg.

Keil berührt häufig auch den Unterkopf und den Fahrkopf, er sichert in Verbindung mit der Stuhlform die Schienenneigung, ohne dafs ein Kappen der Schwellen nötig ist. Neuerdings sind von Urbanitzky[252]) bei den österreichischen Staatsbahnen auch Stühle für Doppelkopf- und breitfüfsige Schienen eingeführt, die dem Unterkopfe oder Fufse kein Auflager geben, sondern nur den Fahrkopf stützen.

Abb. 229



Mafsstab 1:5.

Schienenstuhl, Lancashire- und Yorkshire-Bahn. G = 25,4 kg.

Der Keil wird fast ausschliefslich aus stark geprefstem, in Leinöl getränktem Eichenholze hergestellt und erhält neuerdings nicht mehr Keilform, sondern wird prismatisch gestaltet (Textabb. 232, S. 244), er heifst in England auch nicht Keil, sondern Schlüssel (key). Ein Stahlkeil von David (Textabb. 233) soll sich bei Versuchen auf der französischen Südbahn bewährt haben und ist auch bei anderen französischen Bahnen zur Anwendung gekommen[253]).

Die Befestigung der Schiene im Stuhle ist wegen der Veränderlichkeit des Holzkeiles keine feste, aber die Erfahrung lehrt, dafs trotzdem der Stuhlschienenoberbau auf den Bahnen, die ihn auschliefslich oder vorzugsweise anwenden, den höchsten Betriebsanforderungen gewachsen ist. Dabei mufs allerdings in Betracht gezogen werden, dafs die betreffenden Gegenden, England, West- und Süd-Frankreich, Küstenklima mit geringer Schwankung der Luftfeuchtigkeit besitzen. Bei den in den beiden letzten Jahrzehnten in Deutschland, besonders in Baden und Preufsen gemachten Versuchen hat sich dagegen das Lockern der Keile bei anhaltend trockener Witterung als ein so ungünstiger Umstand bemerkbar gemacht, dafs

252) Organ 1906, S. 98.

253) Revue générale des chemins de fer 1906, S. 431.

die Versuche nicht ausgedehnt werden. Etwas günstiger lauten die Nachrichten von den österreichischen Staatsbahnen[254]), die dortigen Versuche sind aber noch nicht sehr lange in Gang.

Dafs die Holzkeilbefestigung übrigens auch an anderen Stellen nicht voll befriedigt, zeigen die häufig durch die Keile geschlagenen Nägel und andere dem Herausfallen oder Lockern entgegen wirkende Sicherungen, wie aufgespaltene und umgebogene Bleche, Eisenkeile oder Zwischenbleche mit Widerhaken (Textabb. 231). Auch die Rippen der Stuhlbacken (Textabb. 228) dienen dem Zwecke der Keilsicherung.

Die Stuhlauflagerung ist im allgemeinen in England gröfser, als in Frankreich, in letzterm Lande war aber wenigstens früher der Schwellenabstand kleiner, als in England.

Der von Stephenson eingeführte Stuhl hatte nur eine Auflagerfläche von 130/265 mm und ein Gewicht von knapp 9 kg, jetzt verwenden dagegen in England die London- und Nord-West-Bahn Stühle von 197×365 mm, die Midland-Bahn solche von 203×394 mm und die Lancashire- and Yorkshire-Bahn (Textabb. 229) solche von 197×394 mm mit 20,4 kg, 24,5 kg und 25,4 kg Gewicht. In Frankreich sind die Stuhlmafse auf der Westbahn 135×335 mm und auf der Südbahn 110×310 mm, für Hauptschnellzuggleise 130×350 mm mit 10,5 und 14,5 kg Gewicht (Textabb 233).

Seit die Schienenstöfse nicht mehr auf den Schwellen, sondern zwischen diesen schwebend angeordnet werden, pflegen die meisten Bahnen auf allen Schwellen dieselben Stühle zu verwenden. Ausnahmen kommen aber immer noch vor, sei es, dafs die betreffende Bahn an dem ruhenden Stofse festgehalten hat, sei es, dafs die Schienenlaschen bis in die Stühle hineingeführt werden. Derartige Stofsstühle werden bei Behandlung des Schienenstofses besprochen werden.

Auf den badischen Staatsbahnen werden die Stühle seit 1900 auch zur Befestigung von Breitfufsschienen auf Holzschwellen benutzt, aber in anderer Weise, als bei den österreichischen Staatsbahnen, und zwar in langen Tunneln, in denen wegen der starken Rostbildung Eisenschwellen, die in Baden sonst allgemein eingeführt sind, sehr schnell vergehen, und wo die Gefahr der Lockerung der Keile bei anhaltender Trockenheit nicht vorliegt. Um die Laschen an den Schienenstöfsen über die Schwellen greifen lassen zu können, und trotzdem die Beschaffung besonderer Stofsstühle zu vermeiden, sind die Stühle so geformt, dafs die Schiene in ihnen durch zwei Keile A und J (Textabb. 234) festgehalten werden. Am Stofse tritt dann an Stelle des Innenkeiles die Lasche und ein Eisenkeil (siehe Textabb. 322 bis 324, S. 288). Die mit dieser Gleisanordnung bisher gemachten Erfahrungen sind recht günstige.

Die Befestigung der Stühle auf den Schwellen erfolgte in England früher vorzugsweise durch vier Nägel, in Frankreich hauptsächlich durch zwei Schrauben; die Stuhlnägel haben aber nicht, wie die Schienennägel, Haken-, sondern Kugel-Köpfe. In Frankreich wird auch der Lahkowski-Bolzen[255]) benutzt.

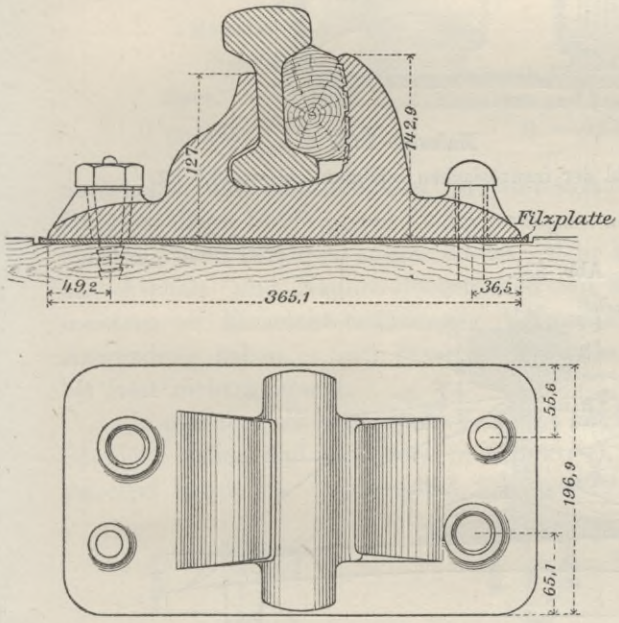
Der Schaft ist quadratisch oder rund. Die schweifseisernen Stuhlnägel zeigten an den Berührungstellen mit den gufseisernen Stühlen starken Verschleifs, und darunter litt die Genauigkeit der Spur, die auch beim Stuhlschienenoberbaue

[254]) Organ 1904, S. 151, 217, 248; 1906, S. 98.

[255]) S. 232. Organ 1906, Heft 9, S. 177 mit Abbildungen.

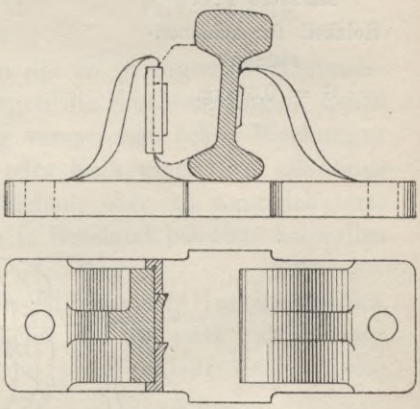
von der genauen Lage und Stärke der Befestigungsmittel abhängt. Auch waren die bei verschlissenen Nägeln in verstärktem Maſse möglichen Seitenstöſse der Stühle dem Bestande der geschwächten Nägel gefährlich. Man ist daher neuerdings in England ziemlich allgemein dazu übergegangen, gleichzeitig Holz- und Eisennägel anzuwenden, indem man diese übereck anbringt (Textabb. 228 und 229). Statt der Eisennägel bringt man auch Schwellenschrauben an, und erhält so eine sehr starke Befestigung, bei der die Holznägel den Seitenverschiebungen entgegenwirken, die Eisennägel oder Schrauben dem Kanten und Abheben. Der verschiedenen Stärke der Holz- und Eisennägel entsprechend (Textabb. 235 bis 238) müssen auch die Löcher in den Stühlen verschieden geformt werden (Textabb. 228 und 229).

Abb. 230.



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

Abb. 231.



Maſsstab 1 : 6.
Stuhl mit Keilsicherung.

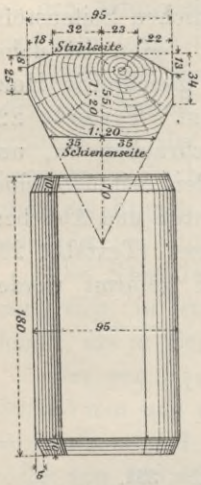
Da auch die eisernen Stuhlnägel in der Regel keine Schneide erhalten, müssen die Schwellen für alle Befestigungsmittel vorgebohrt werden. Man hat die Stühle verschiedentlich auch durch Schraubenbolzen auf den Schwellen befestigt, wobei die Muttern oben auf den Stühlen sitzen. Eine solche Befestigungsweise ist aber beim Verlegen und bei 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 Nord-West-Bahn, Textabb. 230).

2. γ) Aus mehreren Stoffen zusammengesetzte Querschwellen.

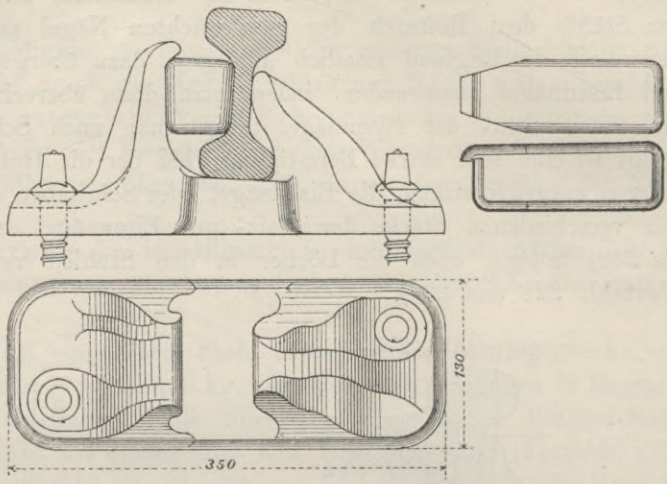
Es hat nicht an zahlreichen Vorschlägen und Versuchen gefehlt, die Schwellen ohne Verminderung der für ruhige Gleislage nicht unwichtigen Masse der Holzschwellen aus weniger vergänglichem Stoffe herzustellen. Die Herstellung aus

Abb. 232.



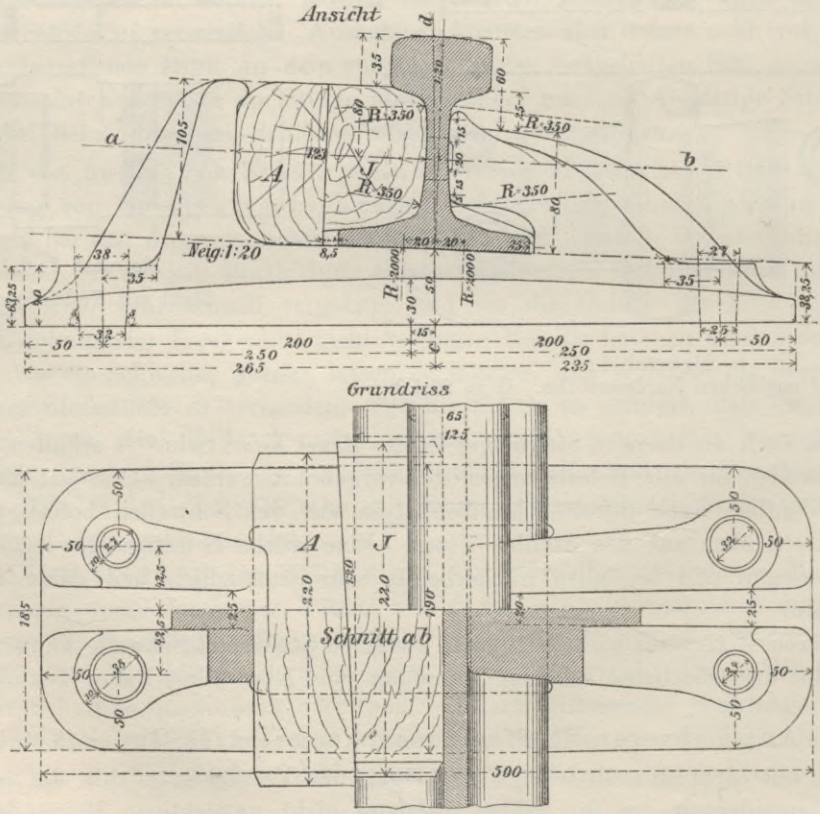
Mafsstab 1 : 5.
Holzkeil für Schienenstühle.
G = 0,66 kg.

Abb. 233.



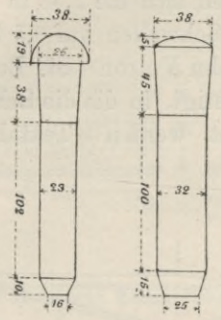
Mafsstab 1 : 6.
Stuhl der französischen Südbahn. G = 14,5 kg.

Abb. 234.



Badische Staatseisenbahnen, Schienenstuhl. G = 30 kg.

Abb. 235. Abb. 236.

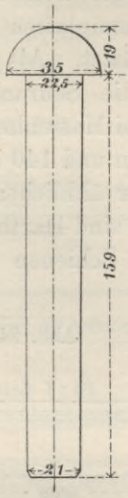


Mafsstab 1 : 5.

Stuhlnägel.

Eisen.	Holz.
G = 0,62	0,11 kg.

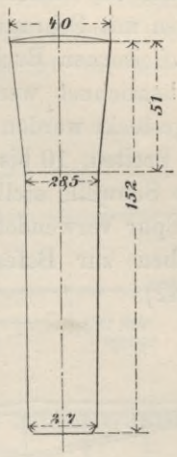
Abb. 237.



Mafsstab 1 : 3. Eisennagel, Lacashire- und Yorkshire-Bahn.

G = 0,51 kg.

Abb. 238.



Mafsstab 1 : 3.

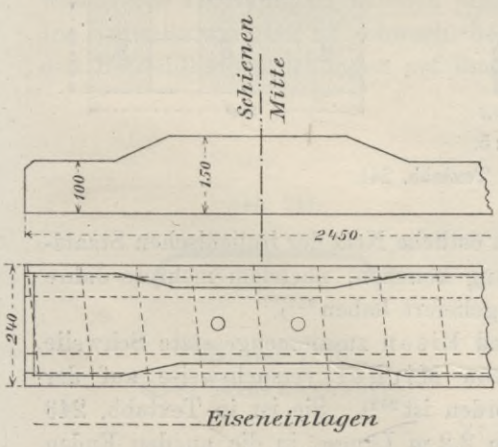
Holznagel.

Lacashire- und Yorkshire-Bahn.

natürlichen und Kunst-Steinen verbietet sich wegen der zu geringen Widerstandsfähigkeit dieser Stoffe gegen Zugspannungen und gegen die Erschütterungen, denen ein Gleis beim Befahren ausgesetzt ist. Mehr Erfolg versprechen schon Mischungen aus Asphalt- und Naphta-Rückständen mit Kies oder Kalkpulver, die allerdings meistens zu Einzelunterstützungen Verwendung fanden, aber zu ausgedehnterer Anwendung haben es auch derartige, versuchsweise in Rufsland benutzte Schwellen bis jetzt nicht gebracht.

In neuerer Zeit werden nun Versuche mit Beton-Eisenschwellen in Amerika, Spanien, Italien und besonders in Frankreich gemacht, die bis jetzt gute Erfolge geliefert haben [256]). In Textabb. 239 und 240 ist die seit Frühjahr 1900 auf den

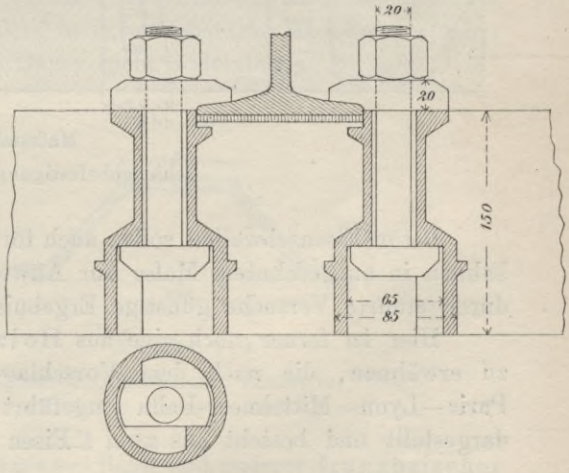
Abb. 239.



Mafsstab 1 : 15.

Verbund-Schwelle von Sarda, französische Staatsbahnen.

Abb. 240.



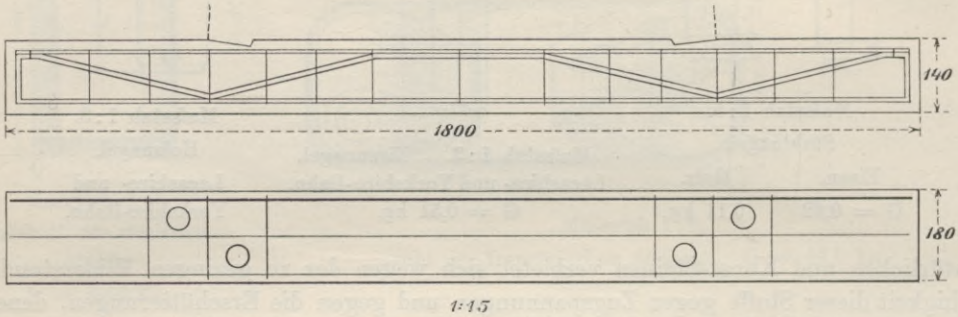
Mafsstab 1 : 5.

Schienenbefestigung zu Textabb. 239.

256) Organ 1902, S. 160.

französischen Staatsbahnen verlegte Schwelle von Sarda dargestellt. Um die Schienen mit Schrauben und Klemmplatten befestigen zu können, ist die Schwelle mit gufseisernen Buchsen ausgerüstet. Als ein Übelstand dieser Befestigungsweise mufs bezeichnet werden, dafs die Schrauben von unten durch die Schwellen durchgesteckt werden müssen. Bei Massenherstellung sollen sich die 2,45 m langen, 24 cm breiten, 10 bis 15 cm dicken und 140 kg schweren Schwellen auf 8,5 bis 9 M. für die Schwelle stellen. In einer ähnlichen, auf der Bahn Voiron—St. Beron für 1,0 m Spur verwendeten Schwelle sind Hartholzdübel befestigt, in die die Schwellenschrauben zur Befestigung der Schienen eingeschraubt werden (Textabb. 241 und 242).

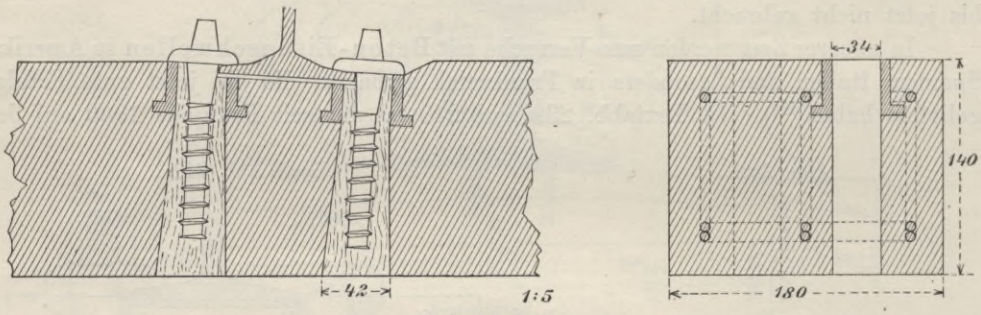
Abb. 241.



Mafsstab 1 : 15.

Verbundschwelle der Strecke Voiron—St. Beron für 1,0 m Spur.

Abb. 242.



Mafsstab 1 : 5.

Schienenbefestigung zu Textabb. 241.

Beton-Eisenschwellen sollen auch für das östliche Netz der italienischen Staatsbahnen in ausgedehntem Mafse zur Anwendung kommen, nachdem mehrere Jahre durchgeführte Versuche günstige Ergebnisse geliefert haben[257]).

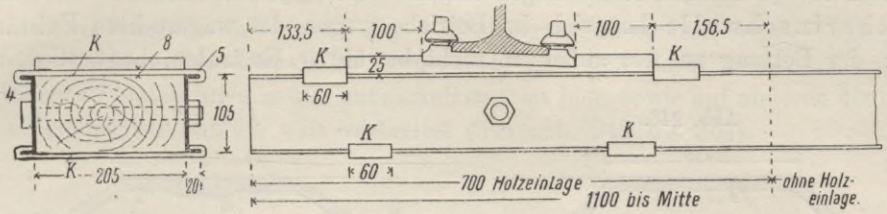
Hier ist ferner noch eine aus Holz und Eisen zusammengesetzte Schwelle zu erwähnen, die nach dem Vorschlage von Michel versuchsweise auf der Paris—Lyon—Mittelmeer-Bahn eingeführt worden ist[258]). Sie ist in Textabb. 243 dargestellt und besteht aus zwei [Eisen von 2,2 m Länge, in die an den Enden

257) Beton und Eisen 1906, S. 57.

258) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1906, S. 27.

zwei Holzeinlagen von je 700 mm Länge eingesetzt sind. Die ⊏ Eisen werden durch Klammern und Schrauben zusammengehalten. Die Schiene lagert auf Unterlageplatten und ist mit Holzschrauben auf den Holzeinlagen befestigt, die unter den

Abb. 243.



Maſsstab 1 : 10.

Aus Holz und Eisen zusammengesetzte Querschwelle, Paris—Lyon—Mittelmeer-Bahn.

Schienen über die oberen Rippen der ⊏ Eisen hervorragen. Bei einer etwas andern Ausführungsweise sind die oberen Rippen der ⊏ Eisen auf die Länge der Unterlageplatte ausgehobelt, so daſs die Holzeinlagen nicht nach oben überzugreifen brauchen.

2. δ) Eiserne Querschwellen.

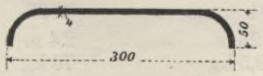
δ) A. Die Schwellenform.

A) 1. Querschnitt der Eisenschwellen.

Versuche, die vergänglichen Holzschwellen durch Eisenschwellen zu ersetzen, sind zwar schon alt, aber erst von 1858 ab ist eine stetige Entwickelung 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.

Le Crenier führte 1858 in Portugal eine aus 4 mm starkem Eisenbleche gepreſste Schwelle ein (Textabb. 244) und erfüllte mit dieser Schwellenform zwei wesentliche Forderungen, nämlich breites Auflager und Umschlieſsung der Bettung. Die Schwelle war aber zu schwach, besonders in der Blechstärke und konnte daher den Betriebsbeanspruchungen auf längere Dauer nicht widerstehen.

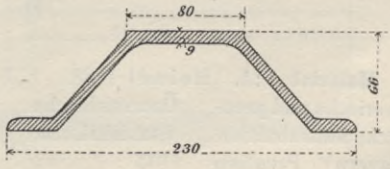
Abb. 244.



Maſsstab 1 : 10.

Querschwelle Le Crenier.

Abb. 245.



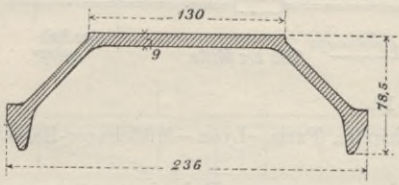
Maſsstab 1 : 5.

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

Versuche der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn und anderer französischer Bahnen, die 1864 und 1865 begannen, erstreckten sich zuerst auf die Verwendung von Zoreseisen, und demnächst, nach dem Vorschlage Vautherins, auf Schwellen

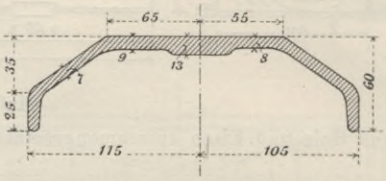
von trapezförmigem Querschnitte mit breiten wagerechten Fufsrändern. Die trapezförmige Schwelle ist weiterhin von 1868 ab vorzugsweise auf westdeutschen Eisenbahnen verwendet und weiter entwickelt worden (Textabb. 245) und hat hier endlich unter Ersatz der wagerechten durch keilförmige Fufsränder die in Textabb. 246 dargestellte Querschnittsform angenommen. Die Querschnittsform der ältern Vautherinschwelle hat sich im Betriebe wegen der wagerechten Fufsränder, die in der Bettung zu fest aufsitzen, nicht bewährt. Es traten, begünstigt durch

Abb. 246.



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

Abb. 247.



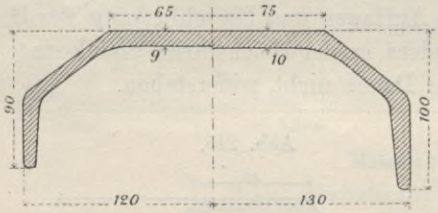
Mafsstab 1 : 5.
Bergisch-Märkische Bahn, 1878.

Hauptbahnen	Nebenbahnen
L = 2,3 bis 2.5 m	L = 2,3 m

G für L = 2,5 m 48,3 kg.

die Trapezform, Verbiegungen und Brüche an den oberen Kanten ein. Die Trapezform mit Keilfüfsen vermeidet zwar den Fehler zu festen Aufliegens der Fufsränder, die schrägen Seitenwandungen begünstigen aber Aufbiegungen und die Umschliefsung des Bettungskörpers ist nicht so vollkommen, wie bei der Trogform von Le Crenier, deren Ersatz durch die Trapezform als ein Rückschritt bezeichnet werdeu mufs. An diesem Urteile mufs auch gegenüber dem neuesten Vorschlage Haarmanns[259]) festgehalten werden, der bei seinem „Starkstofs-Oberbaue" (Textabb. 270, S. 259; 343 und 344) wieder die trapezförmige Schwelle, sogar mit Fufsrändern, anwendet.

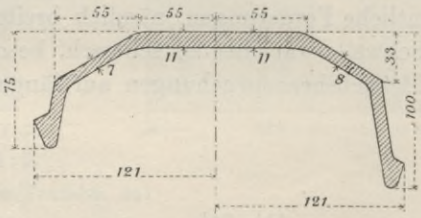
Abb. 248.



Mafsstab 1 : 5. Heindl 1888.

Bayerische und preufsische Staatsbahnen		Österreichische Staatsbahnen
Bayern	Preufsen	
L = 2.5 m	2,7 m	2,4 m
G = 63 kg	70,2 kg	71,5 kg

Abb. 249.



Mafsstab 1 : 5. Badische Staatsbahnen

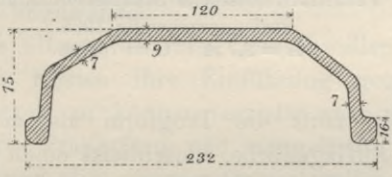
1891	1893
L = 2,25 m	2,4 m
G = 53,5 kg	70 kg.

Westdeutsche Eisenbahnen nahmen 1878 und 1879 die Trogform wieder auf. Die Bergisch-Märkische Eisenbahn, die auch mit Vautherin-Schwellen ausgedehnteste Versuche gemacht hatte, entlehnte die neue Gestalt (Textabb. 247)

259) Das Eisenbahngleis, Kritischer Teil, Leipzig 1902, S. 218; Zentrbl. d. Bauverw. 1902, S. 575.

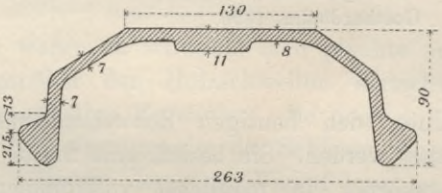
der inzwischen erprobten Hilfschen Langschwelle, aber unter Weglassung der Mittelrippe (Textabb. 373 bis 375). Die Schwellenform hat sich unter allmäliger Verstärkung bis in die neueste Zeit erhalten, Heindl gab ihr schliefslich besonders kräftige Abmessungen (Textabb. 248). Die aus der Hilfschen Schwelle entwickelte Trogform besitzt lotrechte 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 preufsischen Staatsbahnen weiter entwickelt und ist hier, sowie auf anderen deutschen und ausländischen Bahnen weit verbreitet (Textabb. 249 bis 254).

Abb. 250.



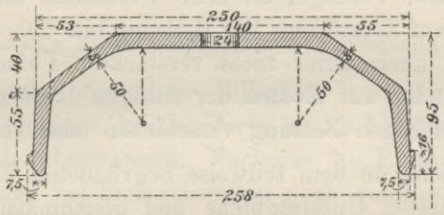
Mafsstab 1 : 5.
Preufsische Staatsbahnen, 1891
L = 2,7 m G = 58,3 kg

Abb. 251.

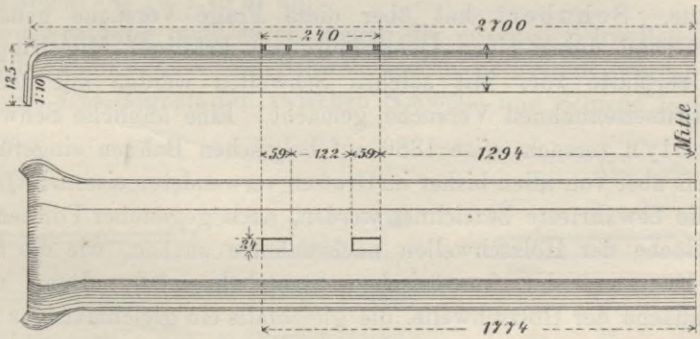


Mafsstab 1 : 5.
Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen
L = 2,7 m G = 75 kg

Abb. 252.



Mafsstab 1 : 5.

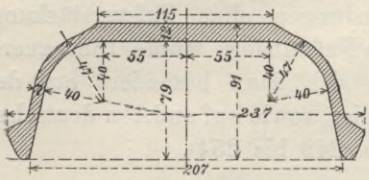


Mafsstab 1 : 15.
Eisenquerschwelle, württembergische Staatseisenbahnen.

Auf den preufsischen Staatsbahnen wurde auch eine, der Haarmannschen Langschwelle (Textabb. 379 bis 381) nachgebildete Querschwelle von Hutform längere Zeit in ausgedehntem Mafse versucht, diese Form hat sich aber nicht bewährt, sie umschliefst einen zu schwachen Bettungskörper und die breiten

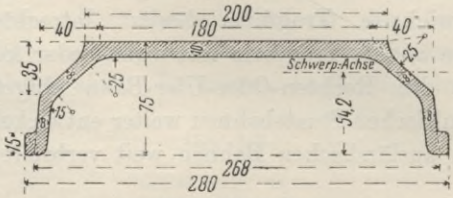
Flügel kommen bei ungleicher Korngröfse der Bettung in unvollkommener Weise zur Auflage. Diese Form gilt daher als verlassen.

Abb. 253.



Mafsstab 1 : 5.
Eisenquerschwelle,
Gotthardbahn, 1896.

Abb. 254.



Mafsstab 1 : 5.
Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen,
Stofsquerschwelle 1905
L = 2,7 m G = 75,8 m.

Unter den heutigen Schwellenformen mufs die Trogform als die beste bezeichnet werden. Sie besitzt eine breite Auflagefläche, umschliefst einen grofsen Bettungskörper in möglichst vollkommener Weise und erzeugt dadurch eine wirksame Reibung von Bettung auf Bettung. Über die Zweckmäfsigkeit der Fufsrandverstärkungen sind die Ansichten geteilt. Diese Wülste schützen den Fufs unzweifelhaft vor Verbiegungen beim Stopfen, oder bei örtlicher Auflagerung auf grofse und feste Steine der Bettung, auch wirken sie günstig auf Vergröfserung des Widerstandsmomentes, Vorzüge, die sehr wesentlich sind. Anderseits wirken sie in erhöhtem Mafse auf Zerstörung der Bettung hin[260]). 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 teilweise begründeten Einwande, die Trogform sei vom Standpunkte festen Unterstopfens und gleichmäfsigen Tragens unrichtig, weil sich der Hohlraum nicht mit Bettung gleicher Dichtigkeit und Tragfähigkeit erfüllen könne. Schubert hat über diese Frage Versuche gemacht[261]) und schlägt auf Grund dieser einen Querschnitt mit kräftiger Mittelrippe und flach gebogener Oberplatte vor. Mit solchen Schwellen werden auf den preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen Versuche gemacht. Eine ähnliche Schwellenform ist auch von Coblyn versuchsweise 1886 auf belgischen Bahnen eingeführt[262]). Die Trogform mufs aber von allen bisher im Grofsen verwendeten eisernen Querschwellenformen als die bewährteste bezeichnet werden, auch gegenüber Formen, welche die ebene Grundfläche der Holzschwellen nachzuahmen suchen, wie die Schwelle von Boyenval-Ponsart der französischen Staatsbahnen[263]). Denn nicht in der ebenen Grundfläche der Holzschwelle, die gleichfalls ein gleichmäfsiges Unterstopfen ausschliefst, liegt deren Vorzug, sondern in ihrer grofsen Tragfähigkeit und in ihrem breiten Auflager. Die an ihr erzeugte Reibung zwischen Holz und Bettung

---

260) Zentrbl. d. B. 1893, S. 17, 205, 300.

261) Zentrbl. d. B. 1893, S. 17; 1894 S. 184.

262) Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Teil S. 627.

263) Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Teil S. 632; Schubert, Zentrbl. d. B 1894 S. 184; Organ 1886, S. 143 und 164.

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 Teil der Schwellendecke, in dem die Löcher für die Befestigungsmittel eine Schwächung herbeiführen, gröfsere Stärke zeigt, als die Seitenteile (Textabb. 247 und 251). Die in Textabb 254 dargestellte, besonders kräftige Schwelle, die bisher nur als Weichenschwelle Verwendung fand, wird neuerdings von den preufsisch-hessischen Staatsbahnen auch als Stofsschwelle und versuchsweise auch als Mittelschwelle angewendet.

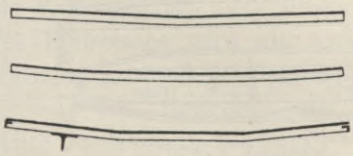
Die älteren eisernen Querschwellen waren zu schwach, man glaubte nur bei niedrigen Kosten ihre Einführung gegenüber den Holzschwellen wirtschaftlich rechtfertigen zu können, erzielte aber ungünstige Ergebnisse, die noch durch die fehlerhafte Trapezform und mangelhafte Befestigungsweise der Schienen verschärft wurden und die eisernen Querschwellen zeitweise derart in Verruf brachten, dafs ihre gänzliche Aufgabe ernstlich in Frage stand. Erst seit man zu kräftigen Schwellen zweckmäfsigerer Gestalt und zu besserer Befestigung überging, erzielte man wieder günstigere Ergebnisse, welche die Berechtigung der eisernen Schwellen auch in wirtschaftlicher Hinsicht dartun.

A. 2) Länge und Längenform der Eisenschwellen.

In dem Streben nach möglichster Billigkeit war man Ende der 60er und in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts bis zu Längen von 2,20 bis 2,30 m, ja sogar bis zu 2,00 m herabgegangen. Nachdem die Erfahrung aber gelehrt hat, dafs 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 mufs 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.

Abb. 255.



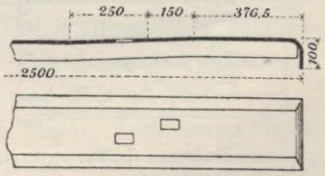
a) französische Ostbahn,

b) deutsche Bahnen,

c) Bergisch-Märkische Bahn.

Mafsstab 1 : 50.

Abb. 256.



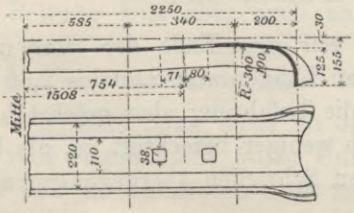
Mafsstab 1 : 25.
Hessische Ludwigsbahn
Viermal geknickte Schwelle.

Bei den Schwellen von Le Crenier war die Neigung eingeprefst, 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 Verfahren, die Neigung herzustellen, zu Gunsten gebogener und geknickter Schwellen, wie sie in Textabb. 255 dargestellt sind, verlassen.

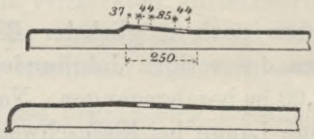
Gebogene oder geknickte Schwellen lassen sich weniger gleichmäfsig unterstopfen, als gerade, auch werden, wenn die Schwellenmitte nicht ganz ungestopft bleibt, ein Verfahren, das zwar bei solchen Schwellen vielfach üblich ist, aber mit Bezug auf die Tragfähigkeit der Schwellen nicht empfohlen werden 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. 256), so dafs sowohl die Mitte, als auch die Enden wagerecht liegen, und nur die Schienenauflagerstelle geneigt ist, oder man hat die Schwellenenden sogar mit entgegengesetzter Neigung versehen (Textabb. 257). Schwellen dieser Form haben zwar vor solchen mit aufgebogenen Enden den Vorteil, dafs die feste Unterstopfung der Köpfe sicherer zu erhalten ist, aber vollkommen gerade Schwellen verdienen doch den Vorzug (Textabb. 259 und 260). Denn jede Biegung oder Knickung kann in der Schwelle Spannungen hervorbringen, die deren Widerstand beeinträchtigt. Tatsächlich haben sich bei der Herstellung solcher Schwellen aus Schweifseisen auch öfter Risse und Brüche gezeigt, bei der jetzt allgemein üblichen Herstellung aus Flufseisen ist diese Gefahr zwar verringert, aber es

Abb. 257.



Mafsstab 1 : 25.
Badische Staatsbahnen, 1891.

Abb. 258.

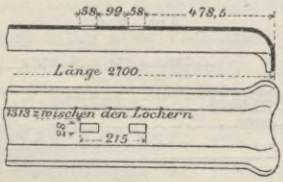


a) Eingeprefte Neigung, Main-Neckar-Bahn.

b) Eingewalzte Neigung, Niederländische Staatsbahn.

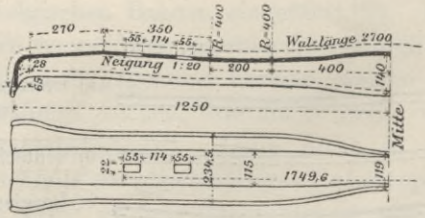
Mafsstab 1 : 25.

Abb. 259.



Mafsstab 1 : 25.
Reichseisenbahnen in Elsass Lothringen.

Abb. 260.



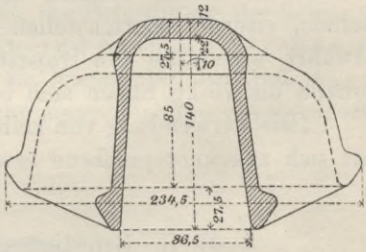
Mafsstab 1 : 25.
Gotthargbahn, 1891, Post.

erscheint immerhin zweckmäfsiger, sie durch Vermeidung jeder Biegung oder Knickung ganz auszuschliefsen. Bei geraden Schwellen hat man zur Vermeidung keilförmiger Unterlageplatten versuchsweise die Neigung nach dem Verfahren von Hösch-Lichthammer in die Schwellendecke eingeprefst (Textabb. 258a) oder

eingewalzt (Textabb. 258b), in letzterm Falle unter gleichzeitiger Verstärkung der Schwellenkopfplatte unter dem Schienenauflager. Nach beiden Verfahren sind von mehreren Verwaltungen ziemlich ausgedehnte Versuche angestellt, man ist aber immer mehr zu der Überzeugung gekommen, dafs es am richtigsten ist, die Schienenneigung auch bei den Eisenschwellen durch keilförmige Unterlageplatten herzustellen und zu sichern. Die geraden Schwellen lassen sich leicht gleichmäfsig fest unterstopfen und sind frei von Innenspannungen; die Platte ist zugleich ein vorzügliches Mittel, die Schwellendecke vor den unmittelbaren Angriffen des Schienenfufses zu schützen, und kann zweckmäfsig zur Regelung der Spur und zur Sicherung der Befestigungschrauben gegen das Einschleifen des Schienenfufses dienen.

Um die Befestigungsmittel durch die Schwellendecke stecken zu können, müssen die Schwellen gelocht werden. Dabei ist auf sorgfältige Abrundung der Ecken Bedacht zu nehmen, weil sich bei scharfen Ecken leicht von diesen ausgehende Risse bilden. Man ist schon sehr bald zu der Überzeugung gekommen, dafs 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 Breitfufsschiene 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. 256). Meist liegen aber alle Löcher in der Schwellenmittelachse (Textabb. 252, 257, 259 und 260), besonders bei der Befestigung auf Unterlageplatten.

Abb. 261.



Mafsstab 1 : 5.
Gotthardbahn, 1891, Post.

Die eisernen Querschwellen bieten an sich gegen Verschiebung in ihrer Längsrichtung keinen ausreichenden Widerstand, sie bedürfen der Querverschlüsse. Hierzu wurden früher Winkel- oder andere Form-Eisen in die Kopfenden oder unter die Schienenauflager der Schwellen genietet (Textabb. 255c), wodurch ein genügender Bettungskörper für den Widerstand gegen Seitenverschiebung nutzbar wurde. Die eingenieteten Querverschlüsse erwiesen sich als unzuverlässig, weil Niete unter den Erschütterungen des Eisenbahnbetriebes erfahrungsgemäfs nicht halten. Man ging daher später dazu über, die Schwellenköpfe aufzuschneiden und die Oberplatte als Endverschlufs niederzubiegen (Textabb. 256, 258). Seit allgemeiner Einführung des Flufseisens wird als wirksamster Kopfverschlufs das ganze Schwellenende in warmem Zustande niedergebogen (Textabb. 252, 257 und 259 bis 261).

In dem Bestreben, die Steifigkeit der Schwelle gegen Verbiegung in ihrer Mitte zu erhöhen, führte Post[264]) auf der niederländischen Staatsbahn 1887 Eisenschwellen ein, bei welchen die Höhe durch Zusammendrücken in der Mitte vergröfsert und die Auflagerfläche verringert wird. Solche Schwellen sind versuchsweise in ziemlicher Ausdehnung auch auf mehreren preufsischen Staatsbahnstrecken zur Einführung gekommen und wurden seit 1889 auch von der Gotthardbahn in der in den Textabb. 260 und 261 dargestellten Form verwendet. Diese eigentüm-

[264]) Organ 1885, S. 11; 1887, S. 108.

liche Formgebung bezweckt aufser der Erhöhung der Steifigkeit auch, dafs die Schwelle in der Mitte nicht, oder nur unbedeutend gestopft wird und hier überhaupt nicht in dem Mafse zum festen Aufliegen kommt, wie unter den Schienen und unter den Enden. Es soll dadurch einem vielfach gefürchteten Verbiegen der Schwellen um die fest aufsitzene Mitte vorgebeugt werden. Diese Befürchtungen werden aber bei ausreichend langen Schwellen sowohl durch die theoretischen Untersuchungen Dr. Zimmermanns[265]) (S. 161), als auch durch die langjährigen Erfahrungen auf den linksrheinischen Strecken der preufsischen Staatsbahnen widerlegt, wo die eiserne Querschwelle in den letzten Jahrzehnten alle anderen Oberbauarten fast vollkommen verdrängt hat und stets auch in der Mitte gestopft worden ist. Die genannte Form ist von der Gotthardbahn auch wieder verlassen worden.

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, und die auch nach den weiteren Erfahrungen noch zutreffend sind. Sie lauten[266]):

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

„Die neueste Bauart der preufsischen 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.“

δ) B. Befestigung der Schienen auf eisernen Schwellen.

B. 1) Befestigung der Breitfufsschienen auf Eisenschwellen.

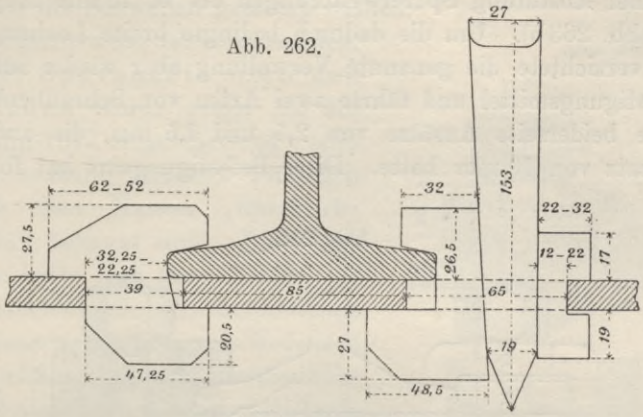
Le Crenier befestigte die Schienen auf den Schwellen durch Klemmplättchen, die auf der Schwellendecke lagen, über den Schienenfufs reichten und diesen mittels Schrauben mit Muttern festhielten. Die älteste bei der Vautherin-Schwelle angewandte Befestigung zeigte aufsen ein Niet mit hakenförmigem, den Fufs umfassendem Kopfe und innen einen Krampen, der die Schwellendecke und den Schienenfufs umfafste und durch einen lotrechten Keil festgetrieben wurde. Das äufsere Niet wurde später auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn dadurch entbehrlich, dafs die auf die Schwelle aufgenietete, keilförmige Unterlageplatte einen den Schienenfufs umfassenden Haken erhielt. Bei der weitern Ausbildung der Befestigung durch Krampen und Keil wurde unter Weglassung der keilförmigen Unterlageplatten auch an der Aufsenseite der Schiene ein Krampen angebracht und der lotrechte Keil zwischen zwei Krampen eingeschlagen (Textabb. 262). Durch

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

266) 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 weitgehende Regelung der wechselnden Spur erfolgen. Bei dieser Befestigungsweise, die in

Abb. 262.

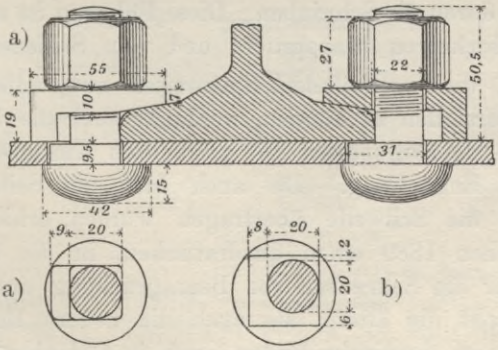


Mafsstab 1 : 3.
Keil- und Krampen-Befestiguqg, Vautherin.

Frankreich und im westlichen Deutschland weit verbreitet war, lockerten sich jedoch die Keile leicht. Ihr häufiges Nachtreiben griff aber die Schwellendecke stark an und führte zu Erweiterungen der ohnehin grofsen Löcher, sowie zu Brüchen und Rissen der Schwellen. Diese Befestigungsart ist daher verlassen.

Ziemlich gleichzeitig wurden Versuche angestellt, die Befestigung der Schienen bei einheitlicher Schwellenlochung durch Schrauben und Klemmplättchen zu bewirken, bei denen entweder die Schrauben, oder die Klemmplättchen mit Spuransätzen versehen waren, die in die Schwellendecke eingreifen und die Spurweite durch ihre verschiedene Stärke regeln und sichern.

Abb. 263.

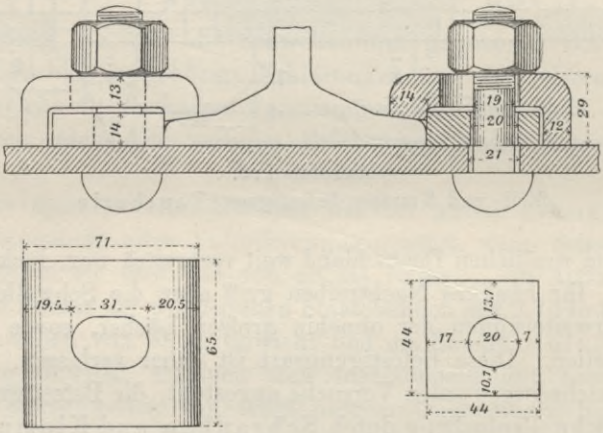


Mafsstab 1 : 3.
Befestigung durch Schrauben mit Ansätzen.
a) Hessische Ludwigsbahn, b) Direktion Frankfurt a. M.

Eine Befestigungsweise der ersten Art mit seitlichem Spuransatze am Schraubenschafte führte die hessische Ludwigsbahn 1879 ein (Textabb. 263). Die genannte Bahn begnügte sich dabei mit zwei Spurabstufungen von je 9 mm,

so dafs sie bei einheitlicher Schwellenlochung auch mit ganz einheitlichen Befestigungsmitteln auskam. Die Direktion Frankfurt a. M. gab dem Schraubenschafte einen quadratischen Ansatz, dessen Mittellinie nicht in die Schraubenachse fällt, so dafs mit 4 mm Abstufung Spurerweiterungen bis zu 16 mm hergestellt werden konnten (Textabb. 263 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, von denen die eine beiderseits Ansätze von 2,5 und 7,5 mm, die andere nur einen einseitigen Ansatz von 10 mm hatte. Diese Befestigungsart hat folgende Mängel.

Abb. 264.



Mafsstab 1 : 3.
Befestigung nach Roth und Schüler 1882.

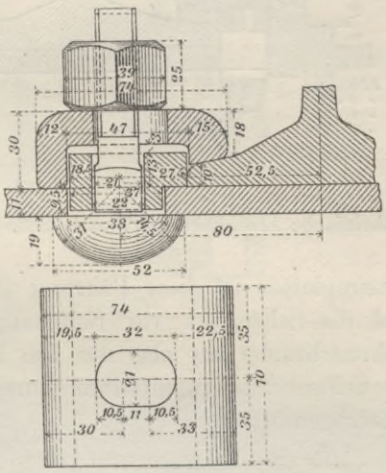
Die Schrauben müssen von unten durch die Schwelle gesteckt werden, die Übertragung der Seitenkräfte auf die Schwellen, sowie die seitliche Führung des Schienenfufses erfolgt durch die Schrauben. Diese Führung ist zu kurz, auch werden die Schrauben auf Abscheeren beansprucht und vom Schienenfufse angeschliffen.

Dem Bestreben, die wechselnden Spurweiten mit vollständig einheitlichen Befestigungsmitteln herstellen zu können, verdankt auch die 1882 von Roth und Schüler eingeführte Befestigungsart mit getrennten Klemm- und Spur-Plättchen (Textabb. 264) ihre Entstehung. Da auch hier die Seitenkräfte durch den Schraubenbolzen auf die Schwelle übertragen wurden, erhielten die „Einlagen“ genannten Spurplättchen 1889 einen quadratischen, in die Schwellendecke eingreifenden Ansatz, der die Schrauben vor Beanspruchung auf Abscheeren schützt (Textabb. 265). Sowohl die ältere, als auch die neuere Befestigungsweise von Roth und Schüler ist aufser in Baden auch in Oldenburg, den Niederlanden und auf anderen Bahnen verbreitet. Die in Textabb. 265 dargestellten, bei den badischen Staatsbahnen neben den gewöhnlichen Einlagen noch in Verwendung befindlichen, abweichenden Plättchen, Eineck und Zweieck (Textabb. 266), durch welche die Spurabstufung von Millimeter zu Millimeter ermöglicht wird, sind bei anderen Verwaltungen, die diese Befestigungsweise angenommen haben, nicht üblich, da man Spurregelung in Abstufungen von 3 mm für ausreichend hält.

Die Befestigungsweise hat in ihrer einfachen Einheitlichkeit unzweifelhaft grofse Vorzüge. Als Nachteil ist die grofse Breite der in der Schwellendecke herzustellenden Löcher zu nennen, auch müssen die Schrauben unter Umständen von unten durch die Schwellen gesteckt werden.

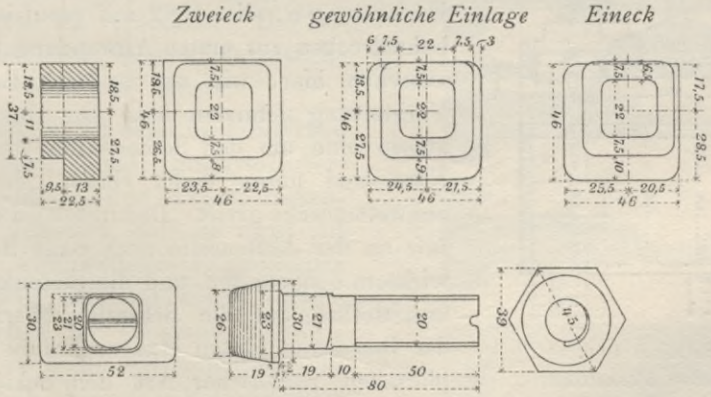
Die Befestigungsweise der vorgedachten, zweiten Art mit Spuransätzen an den Klemmplättchen wurde zuerst bei der Rheinischen Bahn 1877 eingeführt und weiter durchgebildet, weshalb derartige Plättchen vielfach unter dem Namen „Rheinische Klemmplättchen" bekannt sind. Diese Befestigungsweise hatte erst dann Erfolg, als man sich entschlofs, die Klemmplättchen nicht aus Gufseisen, sondern aus Walzeisen herzustellen, und ihre ziemlich umständliche Nachbearbeitung nicht zu scheuen. Textabb. 267 zeigt diese Befestigungsweise. Die Schrauben zum Festhalten der Klemmplättchen heifsen wegen ihres hakenförmigen Kopfes Hakenschrauben und lassen sich von oben durch die Schwellen stecken. Hierin liegt ein wesentlicher Vorzug gegenüber allen Befestigungsmitteln, bei denen die Schrauben von unten durch die Schwelle gesteckt werden müssen. Um die Stellung des Kopfes der Hakenschrauben auch von oben her erkennen zu können, hat das Gewindeende der Schraube auf der Kopfoberfläche eine Einkerbung quer zum Haken (Textabb. 267), oder in der Richtung des Hakens (Textabb. 266).

Abb. 265.



Mafsstab 1 : 3.
Befestigung nach Roth und Schüler.
Badische Staatseisenbahnen, 1891.
G des Klemmplättchens 0,6 kg
G der Einlage . . . 0,23 kg

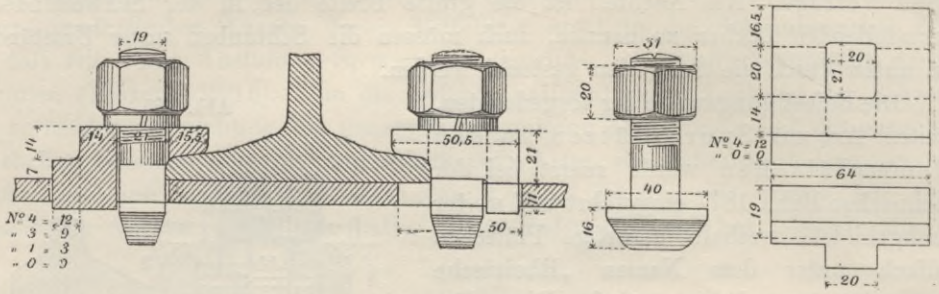
Abb. 266.



Mafsstab 1 : 3.
Einlagen (Eineck, Zweieck) und Bolzen zur Befestigung nach Roth und Schüler (Textabb. 265).

Bei der genannten Befestigungsweise mufsten die Schrauben ursprünglich die seitliche Führung des Schienenfufses übernehmen, durch andere Gestaltung der

Abb. 267.



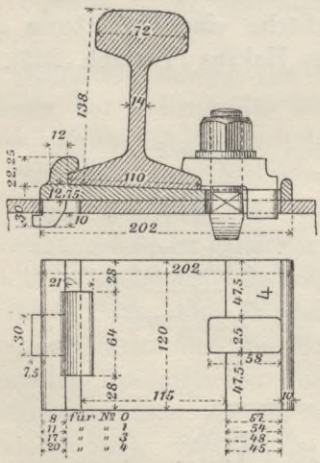
Mafsstab 1 : 3

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

Klemmplatten ist diese Führung aber 1886 den letzteren übertragen, und dadurch sind die Schrauben vor Seitenangriffen durch den Schienenfufs geschützt. Die Hakenschraube hat also nur den lotrechten 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 dafs man bei einer Spurerweiterung bis zu 35 mm 10 verschiedene Klemmplättchen erhielt. Jetzt werden aber Abstufungen von 3 bis 4 mm für ausreichend gehalten, daher kommt man mit vier Arten von Klemmplättchen in der Regel aus, besonders wenn man sich zugleich mit geringeren Spurerweiterungen begnügt.

Abb. 268.



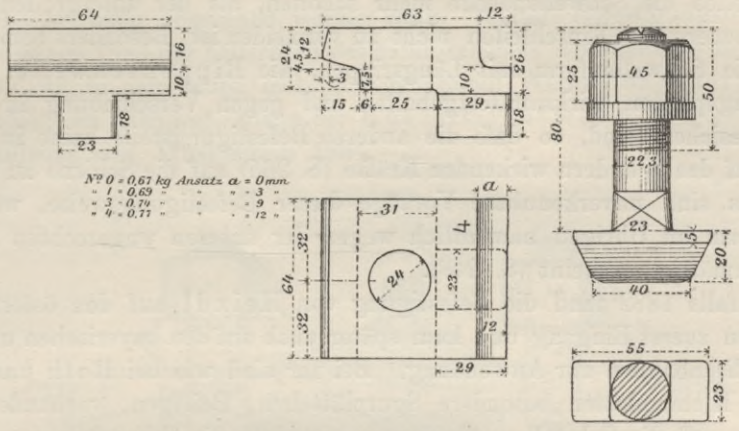
Mafsstab 1 : 6.

Preufsische Staatsbahnen.

Befestigung mit Haarmannscher Hakenplatte, 1893.

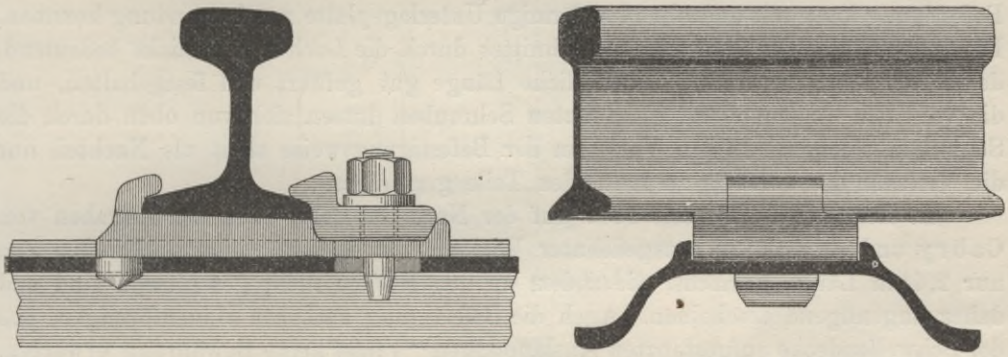
Die bisher genannten Befestigungsweisen sehen von der Einschaltung einer Unterlageplatte ab. Die zuletzt erwähnte Befestigungsart erhielt nun weiter eine sehr wesentliche Verbesserung durch Hinzufügung der Hakenplatte von Haarmann, die 1882 auf preufsischen Staatsbahnstrecken zur ersten Anwendung kam und inzwischen hier, wie auf anderen Bahnen weite Verbreitung gefunden hat. Die Hakenplatte hat aufsen eine um den Schienenfufs herumgreifende Nase und unten einen Haken, der unter die Schwellendecke greift. Dadurch wird der Schienenfufs an der Aufsenseite 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 Schienenfufs fest (Textabb. 268 und 269). Die Spurregelung erfolgt bis zu 21 mm Erweiterung durch die um je 3 mm zunehmende Stärke der Ansätze der Hakenplatte und der Klemmplättchen; die Hakenschrauben lassen sich von oben einführen, die Schwächung der Schwelle durch die Lochung ist gering, aufserdem ist ein Verfüllen des Gleises

Abb. 269.



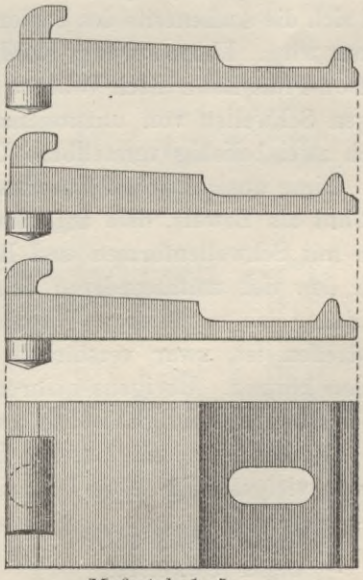
Mafsstab 1 : 3. Klemmplatte und Bolzen zu Textabb. 268.

Abb. 270.



an der Aufsenseite der Schienen möglich, ohne des Nachstellens bedürftige Befestigungsmittel zu verdecken. Die Befestigungsweise bietet daher so wesentliche Vorteile, wie kaum eine andere.

Haarmann hat dann im Jahre 1900 bei Durchbildung seines „Starkstofsoberbaues“ (Textabb. 343 und 344) die Hakenplatte dahin geändert, dafs sie nicht mit einem unter die Schwellendecke greifenden Haken, sondern nur mit einem runden Zapfen versehen ist (Textabb. 270) [267]. Dabei haben auch die Klemmplatten eine eigene, von Kohn bei seiner Befestigung in Wegeübergängen (Textabb. 273 S. 262)



Mafsstab 1 : 5.
Zapfenplatte für Mittelschwellen, Starkstofs-Oberbau von Haarmann.

[267]) Haarmann, das Eisenbahngleis, Kritischer Teil, Leipzig 1902, S. 218; Fünf Jahre Starkstofsoberbau, Osnabrück 1906.

angewendete Form erhalten. Der runde, das Schwellenloch ganz ausfüllende Zapfen wird zweifellos die Schwellendecke mehr schonen, als der untergreifende Haken, bei dem Scheuern und Einschleifen nicht zu vermeiden ist. Besonders bemerkenswert ist auch die Schwellenform mit Längsrippen, die Rippenschwelle, durch die die Unterlageplatten wirksam festgehalten und gegen Verschiebung in der Fahrrichtung gesichert sind, so dafs die anderen Befestigungsteile keine in der Fahrrichtung auf das Wandern wirkenden Kräfte (S. 265) auf die Schiene zu übertragen haben. Das sind unverkennbare Vorzüge dieser Befestigungsweise, während die Schwellenform im Übrigen namentlich wegen der unteren wagerechten Fufsränder nicht zweckmäfsig erscheint (S. 248).

Gleichfalls 1882 fand die Befestigung von Heindl auf den österreichischen Staatsbahnen zuerst Eingang und kam später auch auf den bayerischen und anderen deutschen Eisenbahnen zur Anwendung. Bei ihr sind wie bei Roth und Schüler, aufser den Klemmplatten besondere Spurplättchen, Beilagen, vorhanden, die die Seitenkräfte auf die Schwellen übertragen, so dafs die Schrauben nur lotrechten Beanspruchungen unterworfen sind. Die Beilagen ermöglichen durch vier verschiedene Gröfsen die Regelung der Spur (Textabb. 271 und 272). Die Heindlsche Befestigung kann mit und ohne keilförmige Unterlageplatte zur Anwendung kommen. Die Schwächung des Schwellenquerschnittes durch die Lochung ist nicht bedeutend, der Schienenfufs wird auf beträchtliche Länge gut geführt und festgehalten, und die vor dem Schienenfufse geschützten Schrauben lassen sich von oben durch die Schwellen stecken. Diesen Vorteilen der Befestigungsweise steht als Nachteil nur die Vielzahl der vorrätig zu haltenden Teile gegenüber.

In England wird seit 1887 auf der Nord-Ost-Bahn nach den Angaben von Cabry und Kinch ein ausgedehnter Versuch mit trapezförmigen Schwellen von nur 2,44 m Länge gemacht, die zudem an den Köpfen nicht geschlossen sind und daher ungenügend erscheinen. Auch die Befestigung zwischen klauenförmigen, aus der Schwellendecke aufgestanzten Auslappungen[268]) läfst keine Bewährung erwarten, weil sich die Aufsenseite des Schienenfufses einfressen und Spurerweiterungen herbeiführen wird. Ebenso wenig Erfolg verspricht ein von der Neu-York-Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn nach Walter Katté unternommener Versuch[269]) mit nur 2,29 m langen Schwellen von unzureichender Steifigkeit, auf denen jede Spurerweiterung durch zwei beliebig verstellbare Unterlageplatten mit Krampen möglich ist.

Diese ausländischen Anordnungen mit eisernen Schwellen sind hier besonders erwähnt als Beweis, dafs aufserhalb Deutschlands und Österreichs auch neuerdings noch mit Schwellenformen und Befestigungsweisen Versuche gemacht werden, die nach den viel umfassenderen deutschen Versuchen wenig aussichtsvoll erscheinen, die daher das ungünstige Vorurteil gegen eiserne Querschwellen, das dort vielfach anzutreffen ist, zwar verstärken werden, aber nicht als mafsgebend angesehen werden können. Übrigens mehren sich neuerdings auch ausländische Stimmen, die die Vorzüge unserer Schwellen anerkennen[270]).

Die Zahl der jetzt üblichen Befestigungsarten ist hiermit zwar nicht erschöpft, aber so vielgestaltig diese Befestigungsweisen auch sind, so sind sie entweder als

---

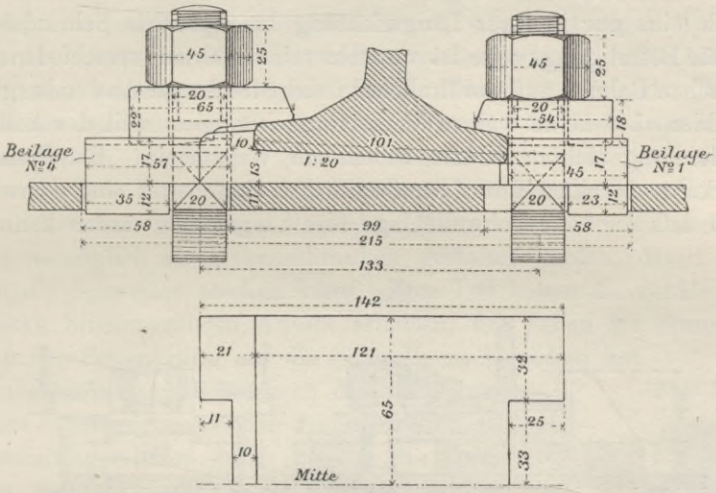
268) Organ 1889, S. 127.

269) Organ 1889, S. 128.

270) Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins du fer, 12. Bd., No. 7, S. 795; Organ 1889, S. 95.

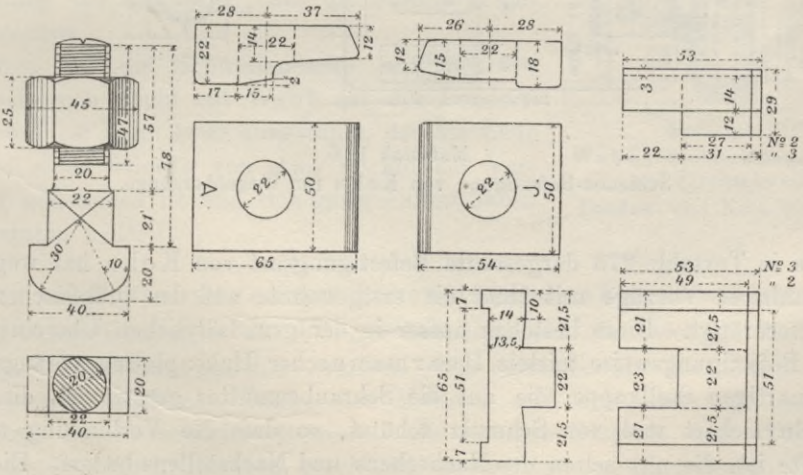
Einzelversuche ohne nennenswerte Verbreitung geblieben, oder sie kommen in der einen oder andern Form den bisher beschriebenen so nahe, dafs von ihrer eingehenden Beschreibung abgesehen werden kann. Weitere Befestigungsweisen finden sich im Jahrgange 1883 der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- 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.

Abb. 271.



Mafsstab 1 : 2.
Befestigung nach Heindl. Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen 1893.
Unterlageplatte G = 1,44 kg.

Abb. 272.



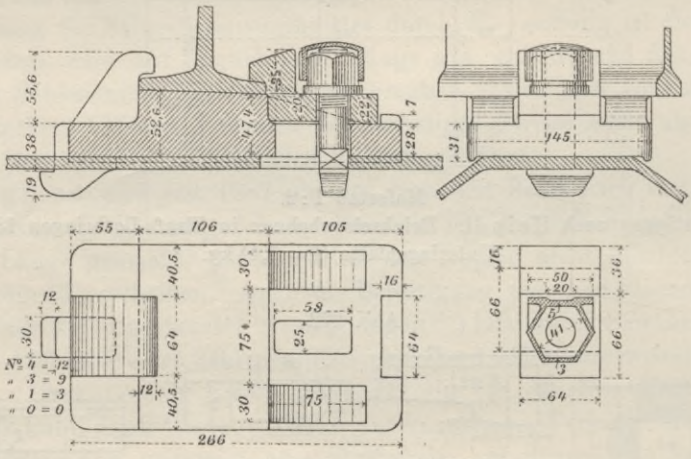
Mafsstab 1 : 3.
Teile der Befestigung nach Heindl Textabb. 271). Bolzen, äufsere und innere Klemmplatte und Beilagen.

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

Bei Wegeübergängen, oder wo sonst ein Querschwellengleis in einer Strafse 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, die seit 1887 besonders auf den preufsischen Staatsbahnen verwendet wurde, besteht aus einem Gufssattel, der mit Nasen um die Schwelle herumgreift und den Schienenfufs durch Ansätze seitlich begrenzt. Klammern umfassen Schwellendecke und Schienenfufs in ähnlicher Weise wie beim Haarmannschen Langenschwellenoberbau (Textabb. 379 bis 382) und werden durch eine nur in ihrer Längsrichtung beanspruchte Schraube zusammengehalten. Diese Befestigungsweise ist 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 vergröfsert. Bei Gleisen, die bis Schienenoberkante in einen festen Strafsenkörper eingebettet sind, schwindet dieses Bedenken, so dafs die tiefe Schwellenlage hier ausgenutzt werden kann.

Abb. 273.



Mafsstab 1 : 6.
Schienen-Befestigung von Kohn für Wegeübergänge.

Die in Textabb. 273 dargestellte Befestigungsart von Kohn hat wegen ihrer unverkennbaren Vorzüge seit 1893 die erstgenannte auf den preufsischen Staatsbahnen verdrängt. Diese bestehen aufser in der grundsätzlichen Übereinstimmung mit der Befestigungsweise mittels Haarmannscher Hakenplatten vorzugsweise in der eigenartigen Stellkappe, die auf die Schraubenmutter gesetzt ist, diese gegen Losrütteln sichert und vor Schmutz schützt, so dafs die Verbindung eine sehr dauerhafte ist, die nur selten des Nachsehens und Nachstellens bedarf. Diese letzte Tatsache ist aber bei Wegeübergängen besonders wichtig, weil hier jede Nacharbeit am Gleise besonders umständlich und verkehrstörend ist.

B) 2. Befestigung der Stuhlschienen auf Eisenschwellen.

Eiserne Querschwellen haben bisher beim Stuhlschienenoberbaue keine nennenswerte Verbreitung gefunden, weil eine einfache Regelung der Spurweite durch die Befestigungsmittel an Stuhlschienen nicht zu erreichen ist. Auch wirken die schweren, kostspieliegen Stühle, die beim Oberbaue mit Doppelkopfschienen unabhängig vom Stoffe und der Stärke der Unterschwellung aus technischen Gründen nötig sind, vermöge ihrer breiten Auflagefläche aber die Verwendung schwacher Holzschwellen gestatten und sich hierdurch beim Holzschwellen-Oberbaue wirtschaftlich rechtfertigen lassen, bei Verwendung eiserner Querschwellen in wirtschaftlicher Hinsicht zu ungünstig, besonders wenn wegen etwaiger Spurerweiterung verschiedene Stuhlsorten in Vorrat 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.

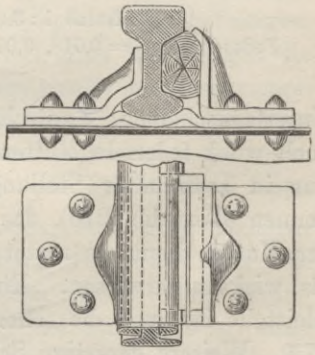
Bei den meisten Versuchen sind Schienenstühle gewöhnlicher Form verwendet und durch Schrauben mit oben liegenden Muttern auf den Schwellen befestigt worden, die womöglich als Hakenschrauben gestaltet werden, damit man sie von oben her in die Schwellen stecken kann. Zum Teil haben die Stühle einen in die Schwellendecke hineinragenden Ansatz erhalten, der neben der Spursicherung die Übertragung 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 dafs die Schienen in gewöhnlicher Weise durch einen Keil befestigt werden können[271]).

Bei Verwendung von gufseisernen Stühlen mit und ohne Ansatz mufs 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 Nord-West-Bahn 1880 ausgeführt, der bis Ende 1889 auf einer Strecke von etwa 90 km zur Verwendung gekommen ist und sich gut gehalten haben soll (Textabb. 274)[272]).

Abb. 274.



Mafsstab 1 : 9.
Webbs Stuhlschienen-Oberbau auf Eisenschwellen; London- und Nord-West-Bahn.

2. ε) Mittel gegen das Lösen der Schraubenmuttern.

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

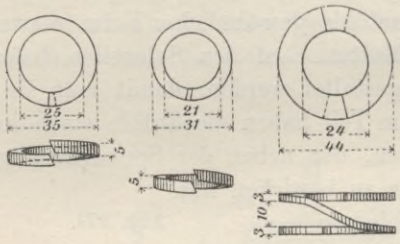
---

271) Haarmann, Das Eisenbahngleis, geschichtlicher Teil S. 618, 627 u. ff.
272) Organ 1886, S. 34.

Namhafte Fachleute halten letztere bei guter Ausführung der Schrauben und bei Verwendung von in Pressen hergestellten Bundmuttern (Textabb. 268, 269 und 273) mit 10 mm breitem Aufsatzringe überhaupt nicht mehr für nötig[273]). So breite Aufsatzringe waren bei Handschmiederei nicht ausführbar, die mit Abkantungen versehenen schmalen Ringflächen schliffen sich ein, so dafs die Muttern schlotterten.

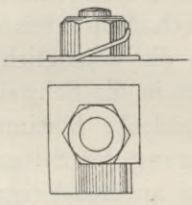
Als Schraubensicherungen kamen früher Gegenmuttern, vorgesteckte Stifte oder Splinte und dergleichen zur Anwendung, aber ohne wesentlichen Erfolg. Jetzt sind unter den Sicherungen, welche die Mutter in jeder Stellung festhalten sollen, Federringe, Sprungringe, am verbreitesten (Textabb. 275). Sie bestehen aus 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 Stahlringe auch federnde

Abb. 275.



Mafsstab 1 : 3.
Federringe; G = 0,018, 0,016, 0,047 kg.

Abb. 276.



Mafsstab 1 : 5.
Hohenegger'sches Plättchen.

Unterlagescheiben, Kautschukringe, gezahnte Rippenscheiben und dergleichen[274]), auch wohl federnde Muttern angewandt. Als eine Sicherung, welche die Mutter nur in bestimmter Stellung festhält, ist das Hoheneggersche Plättchen zu nennen (Textabb. 276), das 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. Eine recht wirksame Schraubensicherung für verdeckte Gleisteile ist auch die schon auf S. 262 erwähnte Kohnsche Stellkappe (Textabb. 273). Weitere derartige Schraubensicherungen werden noch bei Gelegenheit der Darlegung der übrigen Gleisverbindungen vorgeführt werden.

2. ζ) Das Wandern der Schienen und des Gleises, die Mittel zu dessen Verhütung.

Die Schienen und damit das Gleis suchen meist mit, seltener entgegen[275]) der Fahrrichtung zu „wandern". Dadurch öffnen oder schliefsen sich die Stofslücken. 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

---

273) Kohn, Zentrbl. d. Bauverw. 1893, S. 547.

274) Organ 1885, S. 188; Zentrbl. d. Bauverw. 1891, S. 151.

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

stark auf, wobei sich die Schwellen zum Teil 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 Reibung zwischen Rad und Schiene und zwischen Schiene und Schwelle zurückzuführen[275]), werden aber auch in den wagerechten Seitenkräften der an den durchgebogenen Stöfsen von den Rädern erzeugten, gegen die Längsrichtung des Stranges geneigten Kräfte gesucht[276]). Besonders bei nur in einer Richtung befahrenen Gleisen, auf denen oft gebremst wird, wandern die Schienen stark mit der Fahrrichtung[277]).

In Krümmungen wandert bei nicht zu grofser Schienenüberhöhung die Aufsenschiene in der Fahrrichtung stärker, als die Innenschiene, letztere kann sich sogar in entgegengesetzter Richtung verschieben, es ist aber auch schon das umgekehrte Verhalten der beiden Schienen beobachtet worden[276]), jedenfalls tritt in Bogen die Schieflage der Schwellen besonders leicht ein. Schienen, die in der Nullinie des Querschnittes unterstützt sind, wandern weniger stark, als Schienen, die nur mit dem Fufse aufliegen, also Stuhlschienen weniger, als Breitfufsschienen.

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 Schienennägel Klinkungen am Schienenfufse angebracht. Bei Stahlschienen wurde jedoch dieses einfache Mittel verlassen, weil es die Bruchgefahr erhöhte. In den siebenziger Jahren ging man dazu über, auf den Stofsschwellen Vorstofsplatten zu befestigen, die über den Schienenfufs bis an den Steg reichten und mit einer Ecke gegen die den Steg umfassenden Flachlaschen stiefsen. Die zu geringe Gröfse der Berührungsfläche zwischen beiden beeinträchtigte die Wirkung. Man ersetzte daher die Vorstofsplatten durch Vorstofswinkel mit einem hochstehenden, senkrechten Schenkel, der mit den Flachlaschen verschraubt wurde, oder sich vor die Flachlaschen legte.

Aber auch diese Bauart wurde meist wieder verlassen, man ging vielmehr dazu über, die Stofsverbindung selbst durch Ausklinkung der Laschen dem fraglichen Zwecke dienstbar zu machen. Über die Einzelheiten wird bei Besprechung der Stofsausrüstung das Weitere mitgeteilt werden. Hier sei nur noch erwähnt, dafs die Laschen mit ihren Ausklinkungen in der Regel die Unterlageplatten oder besondere Befestigungsteile umfassen.

Aber wenn es dadurch auch gelungen ist, das Wandern erheblich einzuschränken und in wirksamer Weise auf die Stofsschwellen zu übertragen, so tritt dadurch, namentlich auf stark geneigten, zweigleisigen Strecken leicht eine Verschiebung der Stofsschwellen gegen die übrigen Schwellen ein, und aufserdem werden in den ohnehin schon stark beanspruchten Stofslaschen durch die Aufnahme und Übertragung der schiebenden Kräfte noch Zusatzspannungen erzeugt. Es erscheint daher nötig, Mittel anzuwenden, durch die die schiebenden Kräfte auf eine gröfsere Zahl von Schwellen übertragen werden, so dafs eine Entlastung der Laschen eintritt, und die Reibung mehrerer Schwellen auf der Bettung gegen das Wandern nutzbar gemacht wird.

---

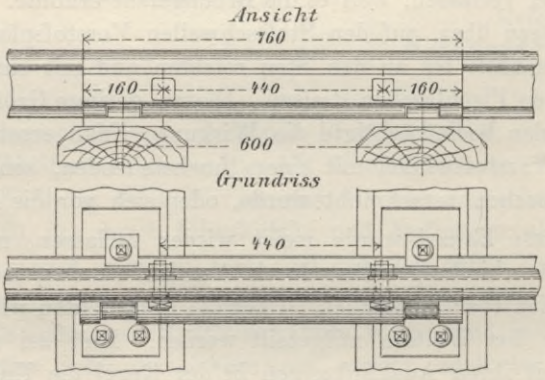
276) Coüard, Rev. gén. d. chem. d. f. 1896, August, S. 85.

277) Zeitschr. d. österr. Ing- u. Arch.-Ver. 1897, S. 48.

Man hat daher Pflöcke vor einzelnen Schwellen in den Untergrund geschlagen[278]) oder eine gröfsere Zahl von Schwellen durch einfach oder kreuzweise aufgeschraubte oder aufgenagelte Flach- oder Winkel-Eisen verbunden. Diese Mittel entbehren zwar nicht einer gewissen Wirksamkeit, aber die erwünschte Teilung der von den Schienen ausgehenden, schiebenden Kräfte durch Vermehrung der Übertragungstellen zwischen Schienen und Schwellen wird dadurch nicht, oder nicht in ausreichender Weise erreicht, und auch die erwünschte Entlastung der Stofslaschen tritt im Allgemeinen nicht ein.

Recht wirksam zur Erreichung dieser Ziele haben sich dagegen Stemmlaschen oder Stemmwinkel erwiesen[279]), die in einer den örtlichen Bedürfnissen und den Verkehrsverhältnissen Rechnung tragenden Zahl mit den Schienen fest verschraubt werden und die schiebenden Kräfte auf die Mittelschwellen übertragen. Wie die Textabb. 277 bis 282 erkennen lassen, werden die Stemmlaschen entweder nur auf einer, oder auf beiden Seiten der Schienen angeordnet; sie werden zweckmäfsig so lang gemacht, dafs sie auf zwei Schwellen einwirken. Eigenartig ist die bei den Reichseisenbahnen eingeführte Anordnung, wo die Stemmlaschen zwar nur auf je eine Schwelle einwirken, aber unmittelbar ohne Vermittelung der Befestigungsmittel und in sehr tiefer Lage (Textabb. 281 und 282). Über die Anordnung von Stemmlaschen in Nordamerika ist auf S. 274 und zu Textabb. 299, S. 280 die Rede.

Abb. 277.



Mafsstab 1 : 15.
Stemmlasche, preufsisch-hessische Staatseisenbahnen.

Demselben Zwecke dient auch die Keilverschlufsklemme von Dorpmüller[280]) (Textabb. 283), die sich bei gröfseren Versuchen auf den preufsischen Staatsbahnen gleichfalls als recht wirksam erwiesen hat.

Da das Wandern der Schienen mit allen diesen Mitteln immer nur auf einzelne Schwellen übertragen wird, so wird der Schwellenabstand unregelmäfsig werden und zugleich ein Wandern des ganzen Gleises eintreten. Gegen diesen Mifsstand gibt 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

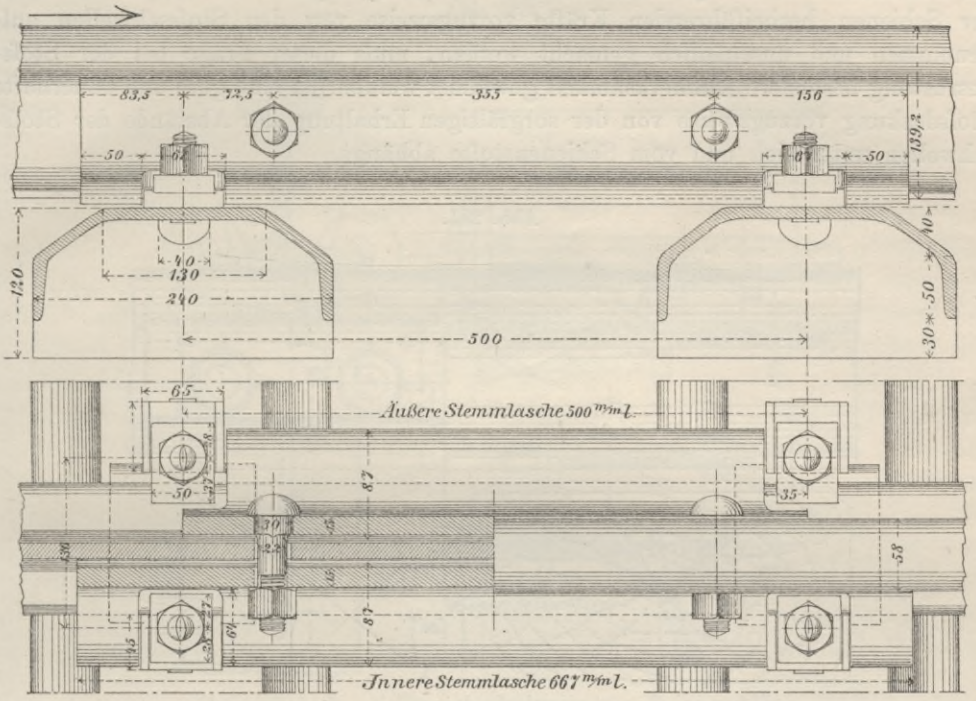
---

278) Organ, Erg.-Bd. IX 1884, S. 72; Erg.-Bd. XI 1893, S. 60.

279) Organ, Erg.-Bd. XIII 1903, S. 18; Zentrbl. d. Bauverw. 1899, S. 4.

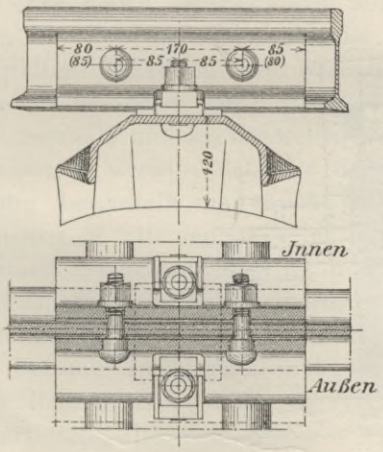
280) Organ 1906, S. 194.

Abb. 278.



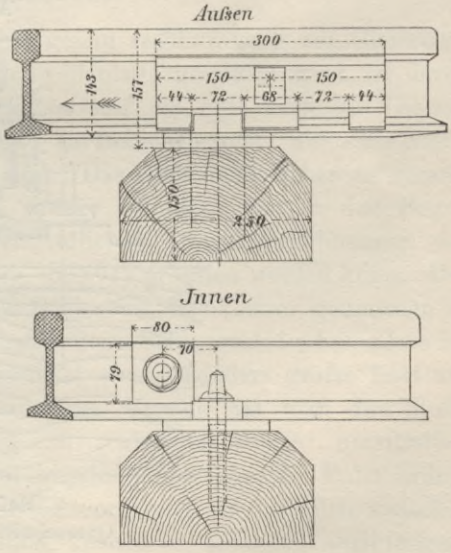
Maſsstab 1 : 6. Stemmlasche für zwei Schwellen, bayerische Staatseisenbahnen.

Abb. 279.



Maſsstab 1 : 10.
Stemmlasche, bayerische Staatseisenbahnen.

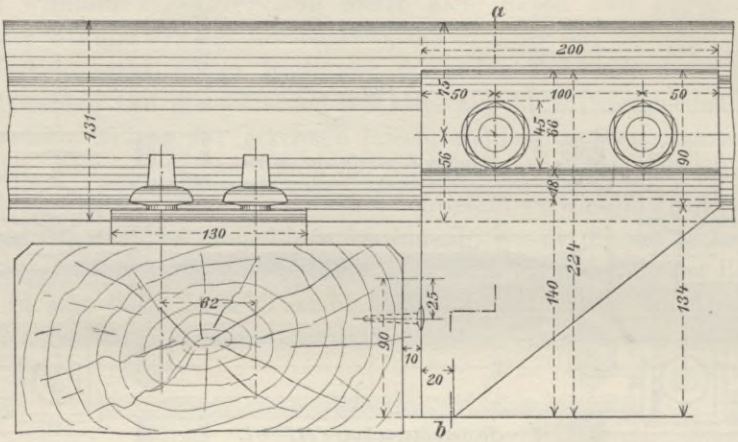
Abb. 280.



Maſsstab 1 : 10.
Stemmwinkel,
österreichische Staatseisenbahnen.

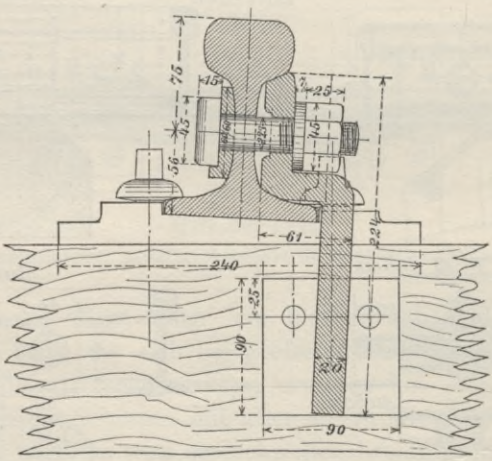
die Schwellen sind und je fester sie in der Bettung liegen. Wo die das Wandern der Schienen herbeiführenden Kräfte vorzugsweise von den Stofsschwellen aufgenommen und unschädlich gemacht werden, mufs dieser Frage bei der Stofsausrüstung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da eine gute und dauerhafte Stofsdeckung vorzugsweise von der sorgfältigen Erhaltung der Abstände der Stofsschwellen unter sich und vom Schienenstofse abhängt.

Abb. 281.



Mafsstab 1 : 5.
Stemmvorrichtung, Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen.

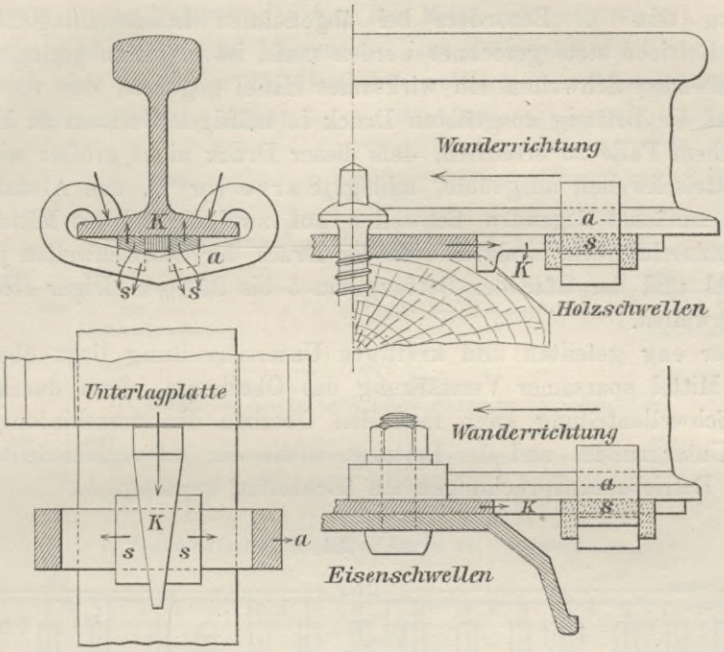
Abb. 282.



Mafsstab 1 : 5.
Querschnitt zu Textabb. 281.

Es würde wohl am zweckmäfsigsten sein die Stemmlaschen in der Mitte der Schienen anzuordnen, um dadurch vor allen Dingen diese festzulegen, so dafs die Schienen nach beiden Enden hin nur den aus dem Wärmewechsel entspringenden Längenbewegungen unterworfen wären.

Abb. 283.



Mafsstab 1 : 5. Keilverschlufsklemme von Dorpmüller.

2. η) Lage und Abstand der Schwellen, Anordnung des Schienenstofses.

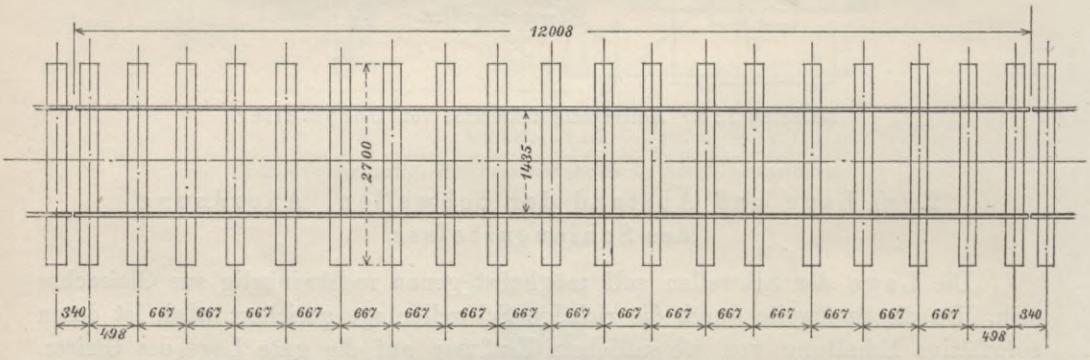
Die Lage der Schwellen soll möglichst genau rechtwinkelig zur Gleisachse sein. Da die Spurweite durch die richtige Schwellenlage gesichert wird, ist deren sorgfältige Erhaltung von wesentlichem Einflusse auf die gute Lage des Gleises. Das gilt besonders von der Lage der Schwellen am Schienenstofse, wenn die Stofsdeckungsteile mit den Schwellen verbunden sind. Das Gleis mufs daher so zusammengesetzt werden, dafs die Schwellenlage in der Geraden, wie in den Bogen richtig hergestellt und auch bei den unvermeidlichen Längenausdehnungen der Schienen (S. 210 und 211) und beim Wandern (S. 264) erhalten werden kann. Der Abstand der Schwellen pflegt in der Nähe des Schienenstofses kleiner genommen zu werden, als in der Schienenmitte, weil die Schwellen am Schienenstofse besonders bei unvollkommener Wirkung der Stofsdeckungsmittel eine besonders grofse Last auf die Bettung zu übertragen haben. Aus demselben Grunde hat man den Stofsschwellen, so lange man die Schienenenden im „ruhenden Stofse“ unmittelbar unterstützte, allgemein gröfsere Abmessungen gegeben, und manche Bahn ordnet auch beim „schwebenden Stofse“, bei dem die Schienenenden in der Mitte zwischen zwei Schwellen frei schwebend gestofsen werden, kräftigere, besonders auch längere Schwellen an, als an den anderen Gleisstellen. Der früher übliche ruhende Stofs wurde seit 1847 erst allmälig und dann mit zunehmender Schnelligkeit durch den jetzt fast allein gebräuchlichen schwebenden Stofs verdrängt.

Es leuchtet ein, dafs eine möglichst enge Stofsschwellenlage, Stofsteilung, für die Festigkeit und gute Lage des Stofses von wesentlichem

Vorteile ist. Aber auch die beiderseits zunächst anschliefsenden Schwellenabstände sollen gering sein[281]). Besonders bei abgenutzten Laschenanlageflächen, mit welchen im Betriebe stets gerechnet werden mufs, ist in einem geringen Abstande der anschliefsenden Schwellen ein wirksames Mittel gegeben, den von den Stofsschwellen auf die Bettung ausgeübten Druck in mäfsigen Grenzen zu halten. Um auch in solchem Falle zu erreichen, dafs dieser Druck nicht gröfser wird, als der von den Mittelschwellen ausgeübte, schlägt Sarre vor[282]), den Abstand der vier dem Stofse zunächst liegenden 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 der der Mittelschwellen.

In einer eng geteilten und kräftigen Unterschwellung liegt überhaupt das wirksamste Mittel sparsamer Verstärkung des Oberbaues, denn durch geeignete Wahl der Schwellenteilung kann man den Oberbau den verschiedenen Verhältnissen des Untergrundes und der Bettung, sowie der auf verschiedenen Strecken wechselnden Betriebsbeanspruchungen am leichtesten anpassen.

Abb. 284.



Mafsstab 1 : 100.
12 m-Schiene auf 19 Schwellen, Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen.

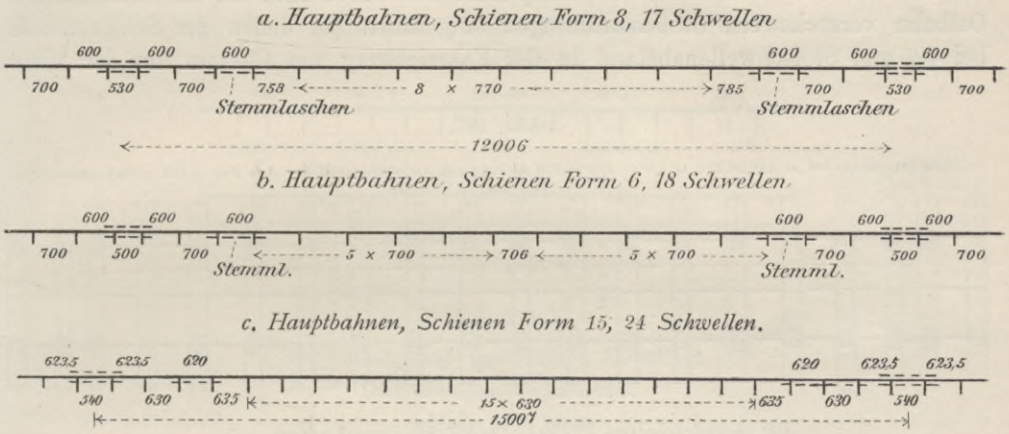
Der Stofsschwellenabstand betrug früher vielfach bis zu 700 mm, ist jetzt aber auf dem europäischen Festlande bei Breitfufsschienen ziemlich allgemein auf 400 bis 600 mm ermäfsigt und sinkt schon bis 340 mm (Textabb. 284), ja bei Eisenschwellen selbst bis zu 330 mm. Bei so geringer Stofsteilung können die Schwellen von der Innenseite allerdings nur schwer gestopft werden, daraus sollen sich aber bei sorgfältiger Unterstopfung von aufsen keine Übelstände ergeben haben; auch langjährige nordamerikanische Erfahrungen mit engen Stofsteilungen sprechen für ihre Zulässigkeit. Auf der vormals schweizerischen Nordostbahn sind die Stöfse der Eisenschwellengleise seit 1893 allgemein mit nur 330 mm Schwellenabstand, und die der Holzschwellengleise mit nur 420 mm Schwellenabstand verlegt worden; sie sollen sich sehr gut gehalten haben. Bis zum Jahre 1903 waren 536 km Eisenschwellengleise und 86 km Holzschwellengleise so ausgerüstet. Nach amerikanischen Erfahrungen wird ein lichter Abstand der Stofs-

281) Dr. Zimmermann, die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888, S. 219.
282) Zentrbl. d. Bauverw. 1894, S. 369.

schwellen von 203 mm bei etwas abgekanteten Holzschwellen für vollkommen ausreichend für gutes Unterstopfen von der Mitte aus gehalten [283]). Beim Stuhlschienenoberbaue ist dagegen im Allgemeinen eine gröfsere Stofsteilung gebräuchlich, es macht sich aber auch hier das Bestreben geltend, den Abstand zu verringern.

In den Textabb. 284 bis 291 ist die Schwellenteilung einiger neuerer Gleise dargestellt.

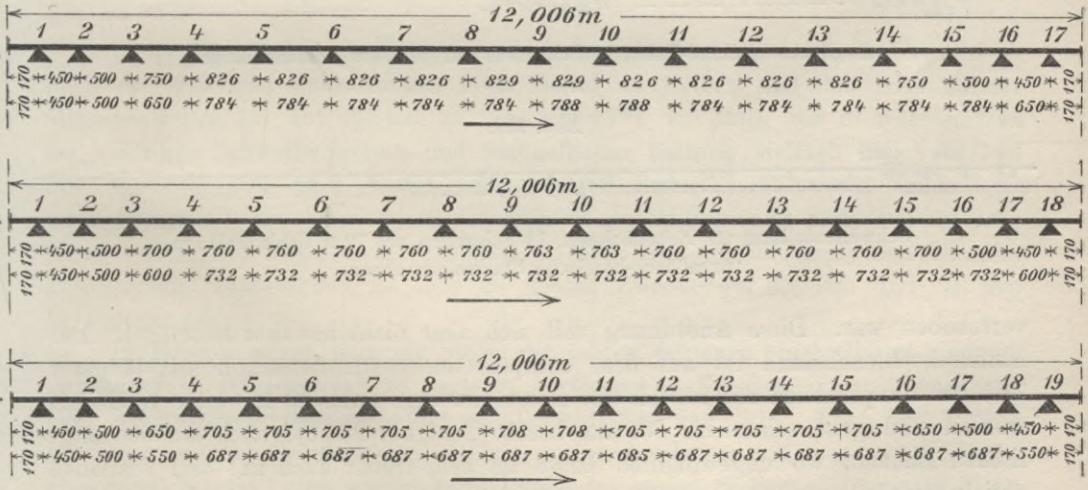
Abb. 285.



Schwellenteilungen der preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen.

a. Hauptbahnschiene Nr. 8, 17 Schwellen auf 12 m Schienenlänge
b. „ „ 6, 18 „ „ 12 „ „
c. „ „ 15, 24 „ „ 15 „ „

Abb. 286.



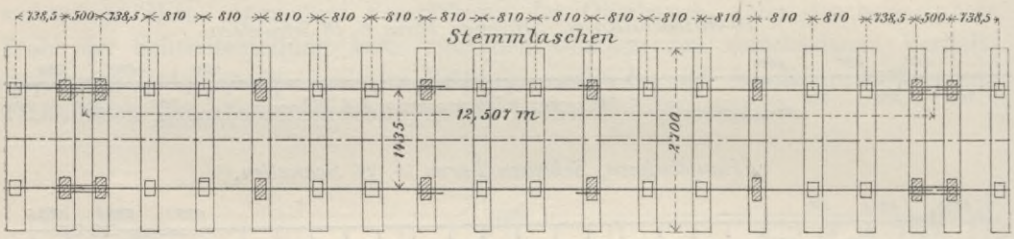
Bayerische Staatseisenbahnen, ein- und zweigleisige Bahnen.

a. für Bogen R = ∞ bis 601 m, 17 Schwellen auf 12 m Schienenlänge
b. „ „ „ = 600 „ 300 „ 18 „ „ 12 „ „
c. „ „ „ = < 300 m, 19 „ „ 12 „ „

[283]) Schmitz, Railroad Gazette 1900, S. 564.

Besonders bemerkenswert ist die auf den bayerischen Staatseisenbahnen eingeführte Schwellenteilung bei der bei zweigleisiger Bahn die Abstände zwischen der 2. bis 5., in der Fahrrichtung auf den Stofs folgenden Schwelle geringer sind, als die Abstände am andern, dem Ablauf-Ende der Schiene, und als bei eingleisiger Bahn (Textabb. 286). Durch diese auch von der Paris—Lyon—Mittelmeer Bahn eingeführte Anordnung soll dem Umstande Rechnung getragen werden, dafs bei zweigleisiger Bahn das Anlauf-Ende der Schiene stärker beansprucht wird, als das Ablauf-Ende. Von diesem Gesichtspunkte aus waren auch auf der französischen Ostbahn versuchsweise Stofsanordnungen eingeführt, bei denen der Schienenstofs bei 480 mm Stofschwellenabstand in der Fahrrichtung um 170 mm aus der Mitte

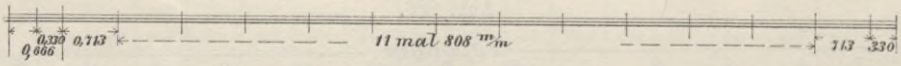
Abb. 287.



Die überstrichelten Platten sind Hakenplatten

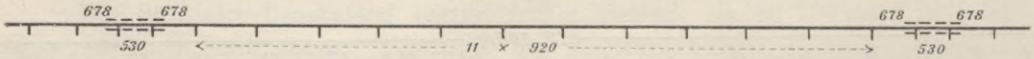
Mafsstab 1 : 110. Österreichische Staatseisenbahnen,
16 Schwellen und 12 Hakenplatten auf 12 m Schienenlänge.

Abb. 288.



Englische Midland-Bahn, 14 Schwellen auf 10,073 m Schienenlänge.

Abb. 289.



Schwellenteilung für Nebenbahnen, 14 Schwellen auf 12 m Schienenlänge,
preufsisch-hessische Staatseisenbahnen.

verschoben war. Diese Anordnung soll sich aber nicht bewährt haben[284]). Der Mittelschwellenabstand ist auf dem europäischen Festlande schon seit längerer Zeit bei Hauptbahnen auf 700 bis 800 mm, neuerdings auch noch weiter verringert worden und geht schon bis 630 mm herab (Textabb. 285 c); auch auf den englischen Bahnen, wo ungewöhnlich lange an dem früher auch auf dem Festlande üblichen Mafse von 900 bis 1000 mm festgehalten wurde, hat man sich neuerdings dieser Bewegung angeschlossen (Textabb. 288). Auf den preufsischen Staatsbahnen werden seit 1899 auf Hauptbahnen je nach der Bedeutung der Strecke für den

[284]) Bericht von Ast über die Schienenstofsfrage auf dem internationalen Eisenbahnkongresse von 1900. Brüssel, 1901.

Schnellzugverkehr, sowie je nach Untergrund, Bettung und Schienenform auf eine Schienenlänge von 12 m 16 bis 18 Schwellen verlegt, in scharfen Krümmungen kann die Zahl noch um eine vermehrt werden; neuerdings geht man bei 15 m langen Schienen der Form 15 (Textabb. 171 c, S. 199) bis zu 24 Schwellen (Textabb. 285 c). In ähnlicher Weise verfahren die meisten Bahnen.

Anderseits kann die Schwellenzahl für Nebenbahnen kleiner gewählt werden (Textabb. 289).

Abb. 290.

Pennsylvania-Bahn. Wechselstofs.

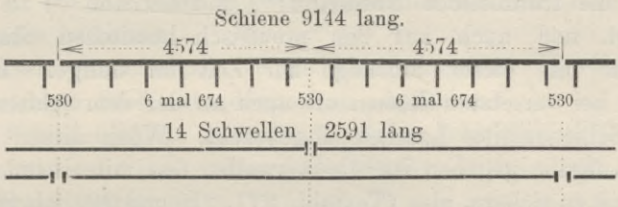
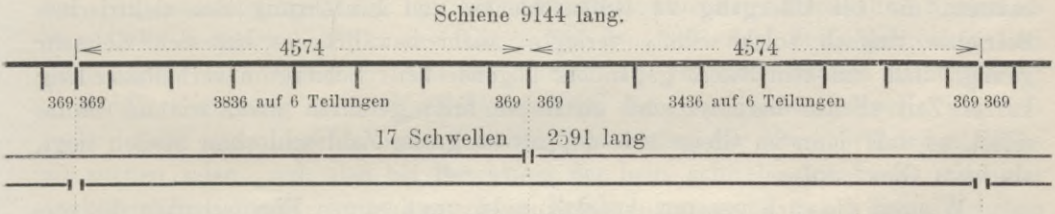


Abb. 291.

Neu-York-Zentral- und Hudson Flufs-Bahn.

Dreischwellen-Wechselstofs.



Alle Mafse Millimeter.

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 ermäfsigen[285]), ein Mafs, das 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 Verringung der Mittel- und Stofs-Teilung aufs Neue verlängerte Lebensdauer gegeben werden; auf verschiedenen Strecken der preufsischen Staatsbahnen ist man zu diesem Zwecke auf 680 mm und 360 mm herabgegangen.

In Europa pflegt man die Stöfse der beiden Schienen eines Gleises einander gegenüber in „Gleichstofs“ zu verlegen, während in Nordamerika der „versetzte, oder Wechsel-Stofs“ sehr verbreitet ist (Textabb. 290 und 291). 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 Übergange vom Bogen in die Gerade eine Schiene halber Länge, was nicht nur unbequem ist, sondern auch die Zahl der schwachen Stellen im Gleise vermehrt.

[285]) Sigle, Zentrbl. d. Bauverw. 1894, S. 310.

Die Ansichten darüber, welche Stofslage besser ist, sind diesseits und jenseits des Ozeans sehr verschieden. In Europa gilt der Gleichstofs als besser[286]), weil bei ihm die Zahl der in den Betriebsmitteln durch die Schienenstöfse hervorgerufenen Schwankungen kleiner ist, und weil diese beim versetzten Stofse nach beiden Richtungen abwechselnd erfolgen. Viele Nordamerikaner aber lassen diesen Gesichtspunkt nur gelten, wenn Gleis und Stofsverbindung zu wenig Steifigkeit besitzen[287]). Tatsächlich herrscht im Osten und Südosten von Nordamerika, wo dem Oberbaue die gröfsere Sorgfalt gewidmet wird, der versetzte Stofs vor[288]).

Die günstigen nordamerikanischen Urteile über den versetzten Stofs haben neuerdings auch die französische Nordbahn[289]) und Ostbahn[290]) zu Versuchen mit diesem veranlafst, und auch auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen sind gröfsere Versuche mit dieser Stofslage zur Zeit im Gange. In Nordamerika werden übrigens bei versetzten Stöfsen oft auch an der dem Schienenstofse gegenüber liegenden Schienenmitte Laschen angebracht. Wenn diesen Laschen neuerdings auch die Aufgabe gegeben ist, die Schwellen fest mit einander zu verbinden und deren Abstand zu sichern, also (Textabb. 277, 278 und 299) als Stemmlaschen zu wirken, so sind sie ursprünglich doch lediglich zur Verstärkung der Schiene angeordnet worden, ein Umstand, der vermuten läfst, dafs die heile Schiene dieser Verstärkung wegen ungünstiger Einwirkung des Versetzens der Stöfse bedurft hat.

Übrigens haben sich die versetzten Stöfse im Betriebe der Berliner Strafsenbahnen, die bei Übergang zu Rillenschienen und Einführung des elektrischen Betriebes vielfach solche Stöfse verlegte, nicht bewährt, es hat sich vielmehr gezeigt, dafs die dem Stofse gegenüber liegende heile Schiene in verhältnismäfsig kurzer Zeit ebenso herunter und im Kopfe breit gefahren wird, wie am Stofse selbst, so dafs dann im Gleise eine doppelt so grofse Zahl schlechter Stellen liegt, als beim Gleichstofse.

Wieweit die nach unseren Anschauungen ungünstigen Eigenschaften des versetzten Stofses bei überwiegender Verwendung von Drehgestellen gemildert werden, möge dahin gestellt bleiben. Jedenfalls werden die erörterten Schwankungen bei zweiachsigen Wagen durchschnittlich stärker sein, als bei Drehgestellwagen. Die Oberbauanordnungen können aber nicht an sich, sondern müssen stets in ihren Beziehungen zu den Betriebsmitteln beurteilt werden; übrigens ist die Zahl der Drehgestellwagen bei den Berliner Strafsenbahnen nicht unerheblich.

Der schwebende Stofs wurde hauptsächlich eingeführt, um bei Stuhlschienen besondere Stofsstühle zu vermeiden und eine Seitenverlaschung anordnen zu können; er hat sich dem ruhenden Stofse in solchem Mafse überlegen gezeigt, dafs er auch bei Breitfufsschienen bald allgemeinen Eingang fand. Die Vorzüge des schwebenden und die Nachteile des ruhenden Stofses sind folgendermafsen festzustellen.

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

---

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

287) Zentrbl. d. Bauverw. 1888, S. 372.

288) Zentrbl. d. Bauverw. 1885, S. 26, Railroad Gazette 1900, S. 564, Engineering News 1900, S. 331; Bulletin du Congrès des chemins de fer, 1905, S. 791, Bericht P. H. Dudley.

289) Zentrbl. d. Bauverw. 1884, S. 482.

290) Revue générale des chemins de fer 1890. S. 33.

Das Ende der Ablaufschiene senkt sich unter dem Rade um die Stofsspielräume mehr, als das der Anlaufschiene, drückt also 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.

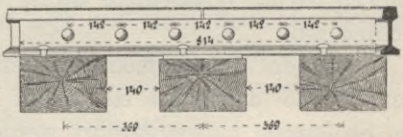
In den T. V. 11,1 und 11,2 ist bezüglich der Stofslage und des Stofsschwellenabstandes bestimmt:

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

„Die den Schienenstöfsen zunächst liegenden Schwellen sollen diesen so nahe gelegt werden, wie es die Anordnung der Stofsverbindung und das vollkommene Unterstopfen irgend gestatten.“

In neuerer Zeit sind aber namhafte Fachmänner diesen Anschauungen entgegen und für die Rückkehr zum ruhenden Stofse eingetreten. Besonders Ast hat, gestützt auf Erfahrungen, die er mit alten Gleisen mit ruhendem Stofse auf der Kaiser Ferdinands Nordbahn gemacht hat, in seinem eingehenden Berichte zur Schienenstofsfrage, den er auf dem internationalen Eisenbahn-Kongresse von 1900 erstattet hat[291]), eine Lanze für den ruhenden Stofs gebrochen und insbesondere hervorgehoben, dafs die Mängel des ruhenden Stofses nicht sowohl in der Unterstützung der beiden Schienenenden auf gemeinsamer Schwelle, als vielmehr in der ganz ungenügenden Laschen-Ausrüstung der älteren ruhenden Stöfse zu suchen seien, sich also bei Beachtung der beim schwebenden Stofse mit einer auskömmlichen Stofsdeckung gemachten Erfahrungen recht gut würden beheben lassen. Ast fand zwar besonders von französischen Fachleuten lebhaften Widerspruch, der Kongrefs fafste aber doch den Beschlufs, den Verwaltungen zu empfehlen, neben der Fortsetzung der Bemühungen zur Verbesserung des schwebenden Stofses auch wieder gröfsere Versuche mit dem ruhenden Stofse anzustellen. Tatsächlich hat die Kaiser Ferdinands Nordbahn den ruhenden Stofs wieder eingeführt (Textabb. 311, S. 284).

Abb. 292.



Mafsstab 1 : 20.
Dreischwellenstofs, Neu-York Zentral- und Hudson-Flufs-Bahn.

Eine eigene Form des ruhenden Stofses ist in Nordamerika weit verbreitet, nämlich der in den Textabb. 291 und 292 dargestellte Stofs auf drei Schwellen, der Dreischwellenstofs, bei dem die Übertragung der Last auf drei Schwellen durch die über drei Schwellen reichenden Laschen und die sehr enge Stofsteilung begünstigt wird. Aber auch hier hat sich auf der mittlern Stofsschwelle die Wirkung von Hammer und Ambofs trotz der langen Laschen nicht verhüten lassen. Die auf dem Oberbaugebiete besonders tätige Pennsylvania-Bahn ist denn auch schon vor längerer Zeit vom Dreischwellenstofse zum schwebenden Stofse über-

291) Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer. Brüssel 1901.

gegangen, und im Jahre 1900 hatten ihn schon 50 % der nordamerikanischen Bahnen angenommen, 20 % waren in der Umänderung begriffen, nur 30 % hielten noch am Dreischwellenstofse fest[292]) und auch in der letzten Versammelung der Bahnerhaltungsingenieure wurde der schwebende Stofs empfohlen[293]). Diese Tatsachen sprechen kaum zu Gunsten des ruhenden Stofses.

2. ϑ) Stofsausrüstung.

ϑ) A. 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 Biegungsfestigkeit und Steifigkeit.

Die Unterstützung der Stofsstelle bei ruhendem Stofse durch die Schwellen allein mit oder ohne Unterlageplatten, oder besondere Stofsstühle hat sich nicht bewährt und gilt im Allgemeinen als verlassen. Einzelne Bahnen haben allerdings bis in die neuere Zeit daran festgehalten, dabei aber durch die gleichzeitige Anordnung von Laschen, die ursprünglich nicht gebräuchlich war, für einen Ersatz der unterbrochenen Schiene gesorgt. Die Unterstützung der Stofsstelle in Fufs oder Kopf bei schwebendem Stofse durch die Anbringung besonderer Stofsbrücken ist bis in die neueste Zeit mehrfach versucht worden.

Um die Querfuge zu vermeiden, sind die Schienenenden vor Mitte des vorigen Jahrhunderts bei ruhendem Stofse schräg abgeschnitten, oder mit kurzer Überblattung 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. Auch in Nordamerika, wo sich die schräg abgeschnittene Schiene bei schwebendem und verlaschtem Stofse bei anfänglich guten Ergebnissen bis in neuere Zeit zu behaupten vermochte, hat sich bei zunehmendem Verkehre gezeigt, dafs diese Anordnung starken Betriebsbeanspruchungen nicht gewachsen ist, sie wird daher mehr und mehr verlassen. Später sind dann in Deutschland wieder ziemlich ausgedehnte Versuche mit überblatteten Schienenenden von gröfserer Blattlänge bei schwebendem, verlaschtem Stofse gemacht worden, über die noch weiter zu berichten ist.

Zu den Mafsnahmen zur Vermeidung der Querfuge gehören auch die Anordnungen, bei denen die Räder auf bis zur Lauffläche emporragenden Laschen über die Stofsstelle hinweggeführt werden.

Der Ersatz der Schiene am Stofse durch Laschen, der Laschenstofs, ist die verbreitetste Stofsausrüstung. Die Laschen sollen die lotrechten Kräfte von einem Schienenende auf das andere übertragen und eine Verdrehung der Schienenenden gegen einander verhüten, so dafs auch am Stofse in wagerechtem und lotrechtem Sinne eine möglichst stetige Fahrbahn vorhanden ist.

---

292) Railroad Gazette 1900, S. 564, 668, 684, ausführliche Abhandlung über Schienenstöfse von Schmitz.

293) Engineering News, 1904, S. 261, Bericht über diese Versammelung.

In den T. V. 10 ist bestimmt, dafs in allen von Lokomotiven befahrenen Gleisen, sowohl bei Breitfufs-, als auch bei Stuhl-Schienen aufser der Befestigung auf den Unterlagen auch eine Verbindung der an einander stofsenden Schienen erforderlich ist. Hierbei sollen die Stofslücken tunlichst unschädlich gemacht und Verschiebungen, abgesehen von den Wärmebewegungen, verhindert werden. Bei Verlaschungen wird empfohlen, die Laschen über die Stofsschwellen zu verlängern, breite, nicht zu stark geneigte Anlageflächen und mindestens vier Laschenbolzen, sowie Muttersicherungen zu verwenden. Auf die durch Wärmewechsel entstehenden Veränderungen der einzelnen Teile des Oberbaues mufs in der Stofsverbindung Rücksicht genommen werden. Diese Rücksichtnahme erfolgt durch Anordnung der Wärmelücke und Stofslücke und durch Vergröfserung der Bolzenlöcher in den Schienen über den Bolzendurchmesser hinaus (S. 211).

ϑ) B. Der gewöhnliche Laschenstofs.

Schon bei den ältesten Breitfufsschienen hatte Stevens 1832 an den Schienenstöfsen am Stege anliegende Laschen aus Flacheisen angebracht, die das seitliche Ausweichen der Schienenenden verhindern sollten. An eine Kraftübertragung von einem Schienenende auf das andere dachte man hierbei noch nicht, bei weiterer Anwendung zeigte sich aber, dafs die Laschen auch die Steifigkeit des Stofses erhöhten. Dies wurde noch besser erreicht, als man sie ohne unmittelbare Berührung des Steges zwischen Kopf und Fufs, oder zwischen Fahr- und Unter-Kopf einklemmte und damit die eigentlichen Laschen im heutigen Sinne des Wortes schuf.

Die Wirkung der Flachlaschen konnte bei der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts noch vorherrschenden Birnenform des Schienenkopfes nur gering sein; um sie zu erhöhen, schritt man zur Einführung scharf unterschnittener Schienenköpfe. Aber auch bei solchen hatten Flachlaschen eine wesentlich geringere Tragfähigkeit und Steifigkeit, als die Schienen. Eine weitere Erhöhung der Laschenwirkung erzielte man durch Übergang zu Winkellaschen mit unterm, wagerechtem Schenkel, der bei dem zum Teil noch üblichen ruhenden Stofse zugleich als Mittel gegen das Wandern diente, indem die Schienennägel in Einklinkungen des wagerechten Schenkels geschlagen wurden. Der Umstand, dafs sich das Wandern auf diese Weise ohne die bei Stahlschienen unerwünschte Klinkung der Schienenfüfse wirksam verhindern liefs, war der weitern Ausbreitung solcher Winkellaschen auch bei schwebendem Stofse besonders günstig[294]).

Oft verwendete man solche Winkellaschen nur auf einer Seite der Schiene gegenüber einfachen Flachlaschen, doch hat die Notwendigkeit, den Stofs durch Erhöhung der Tragfähigkeit und Steifigkeit der Laschen weiter zu verstärken, die allgemeine Einführung beiderseitiger Winkellaschen rasch gefördert.

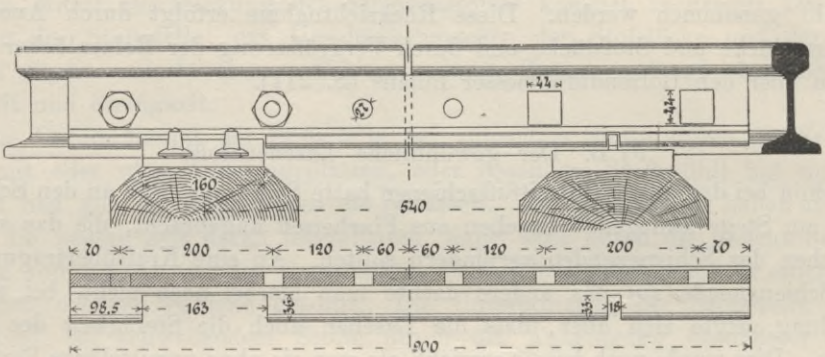
In den Textabb. 293 bis 300 sind derartige neuere Stofsausrüstungen mit Winkellaschen für Breitfufsschienen dargestellt. Abgesehen von der Bauart der französischen Nordbahn (Textabb. 295 und 296) werden zur Verhütung des Wanderns überall die Befestigungsmittel der Schienen auf den Schwellen von dem wagerechten Schenkel der Laschen vollständig umfafst, besonders wirksam bei den sächsischen Staatsbahnen, wo die Innenlasche die ganze Hakenplatte umgreift (Textabb. 293) und bei den belgischen Staatsbahnen (Textabb. 297 und 298). Textabb. 299

---

294) Organ 1875, Erg.-Bd. V, S. 65, Bericht des Technischen Ausschusses des V. d. E. V.

und 300 zeigen die Laschen für den versetzten Stofs der Pennsylvania-Bahn. Auch auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn ist eine der belgischen ähnliche Stofsausrüstung eingeführt; die Schienen liegen aber auf Unterlageplatten, und die wagerechten Laschenschenkel ruhen nicht auf den Schwellen. Die belgische, auch auf nordamerikanischen Bahnen übliche Laschenauflagerung erscheint überhaupt nicht zweckmäfsig. Die Lasche kann auf die Dauer nicht gleichzeitig als in die Laschenkammer eingespannter und als auf den Stofsschwellen aufliegender Träger wirken.

Abb. 293.

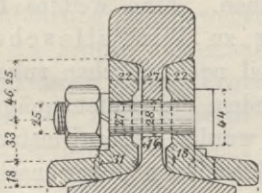


Mafsstab 1 : 10.

Sächsische Staatsbahnen, 1890.

Innen- Aufsen- Lasche $\left.\begin{matrix} G = 16{,}37 \text{ kg,} \\ G = 17{,}94 \text{ „} \end{matrix}\right\}$ $J = 205{,}25 \text{ cm}^4$, $W = 34{,}5 \text{ cm}^3$.

Abb. 294.



Mafsstab 1 : 6.

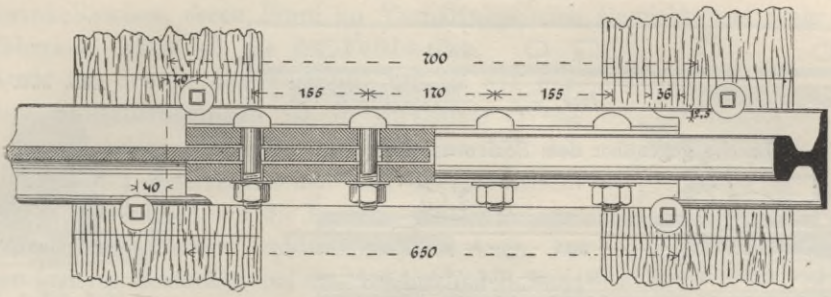
Querschnitt zu Textabb. 293.

Besonders die letztere Wirkung wird nach Einpressung der Laschen in die Schwellen bald aufhören. Es wäre richtiger gewesen, die auf den Mittelschwellen vorhandenen Unterlageplatten auch auf den Stofsschwellen beizubehalten.

Da einfache Winkellaschen selbst bei grofser Stärke nicht dieselbe Widerstandsfähigkeit haben, wie die Schienen, so hat man eine weitere Verstärkung des Laschenstofses durch die Anwendung von Doppelwinkellaschen angestrebt (Textabb. 301 bis 310).

Laschen mit oberm wagerechtem Schenkel (Textabb. 302) kommen der Freihaltung der Spurrinne halber (S. 150) nur als Aufsenlaschen in Frage. Der Laschenstofs wird dadurch auch bezüglich der Laschenspannungen unsymmetrisch.

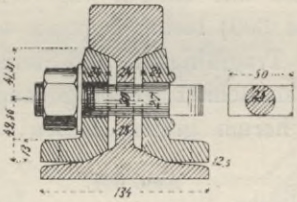
Abb. 295.



Maſsstab 1 : 10. Französische Nordbahn, 1888.

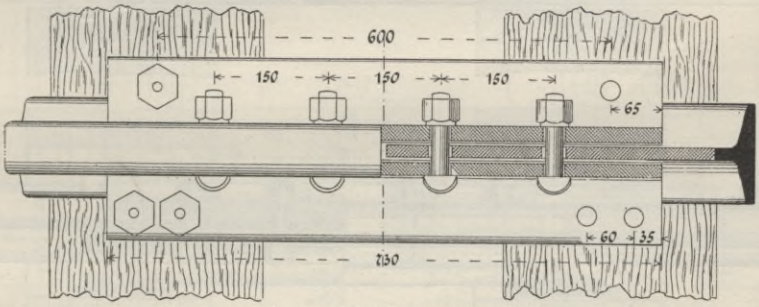
Innen- Aufsen- Lasche G = 12,66 kg G = 12,98 kg

Abb. 296.



Maſsstab 1 : 6.
Querschnitt zu Textabb. 295

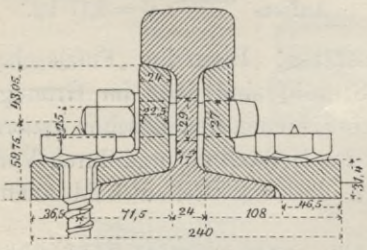
Abb. 297.



Maſsstab 1 : 10. Belgische Staatsbahnen.

G für beide Laschen 43,0 kg. Innen- Aufsen- Lasche $J = 302{,}7\ cm^4$ $W = 46{,}3\ cm^3$ $J = 295{,}3\ cm^4$ $W = 44{,}7\ cm^3$.

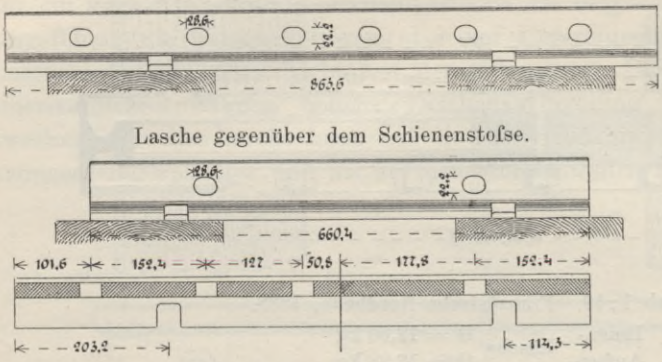
Bbb. 298.



Maſsstab 1 : 6.
Querschnitt zu Textabb. 297.

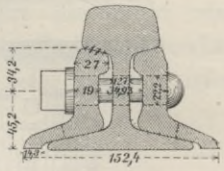
Abb. 299.

Lasche am Schienenstofse.



Mafsstab 1 : 10. Pennsylvania-Bahn, 1889.

Abb. 300.



Mafsstab 1 : 6.

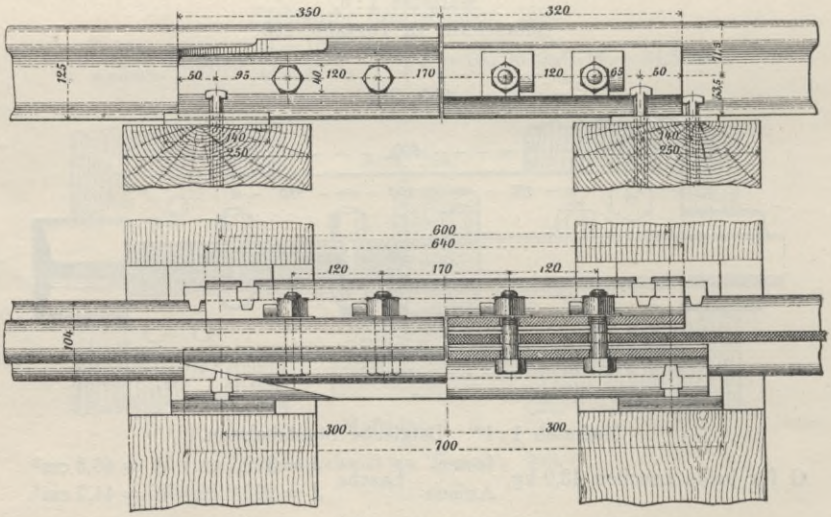
Querschnitt zu Textabb. 299.

Die Doppelwinkellaschen mit unterm wagerechtem und lotrechtem Schenkel (Textabb. 304, 306, 307 und 309) bieten dagegen eine vollkommen symmetrische Stofsausrüstung von grofser Tragfähigkeit und Steifigkeit und sind weit verbreitet.

Man ist nun noch einen Schritt weiter gegangen und hat die Laschen auch noch um den Schienenfufs herum greifen lassen, in der Absicht, dadurch auch

Abb. 301.

Aufsenlasche. Innenlasche.



Mafsstab 1 : 10. Österreichische Nordwestbahn.

Innen- Aufsen- Lasche G = 7,5 kg G = 9,77 kg.

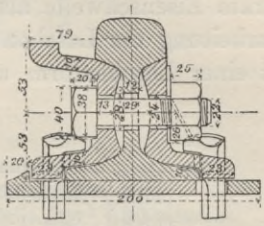
den Schienenfufs zu unterstützen. Derartige „Fufslaschen“, die also an drei Flächen anliegen (Textabb. 313, S. 285) sind aber im Grundgedanken verfehlt, denn es ist ausgeschlossen, dafs sich Schienen und Laschen dauernd an drei Stellen berühren. Durch Ungenauigkeiten in der Herstellung und durch Verschleifs wird die Berührung an der einen oder andern der drei Stellen bald aufhören[295]), und dann ist die

[295]) Dieser Anschauung widerspricht allerdings Beyerhaus im Zentrbl. der Bauverw. 1900, S. 482. für den Fall, dafs der Schienenfufs oben eine ohne Knick durchgehende Neigung hat, wie die Schiene Nr. 8 der preufsischen Staatsbahnen.

Wirkung solcher Laschen eine weniger vollkommene, als die der gewöhnlichen Doppelwinkellaschen, deren Form im Verhältnisse zum Gewichte viel mehr Widerstandsfähigkeit liefert, als die der Fufslaschen.

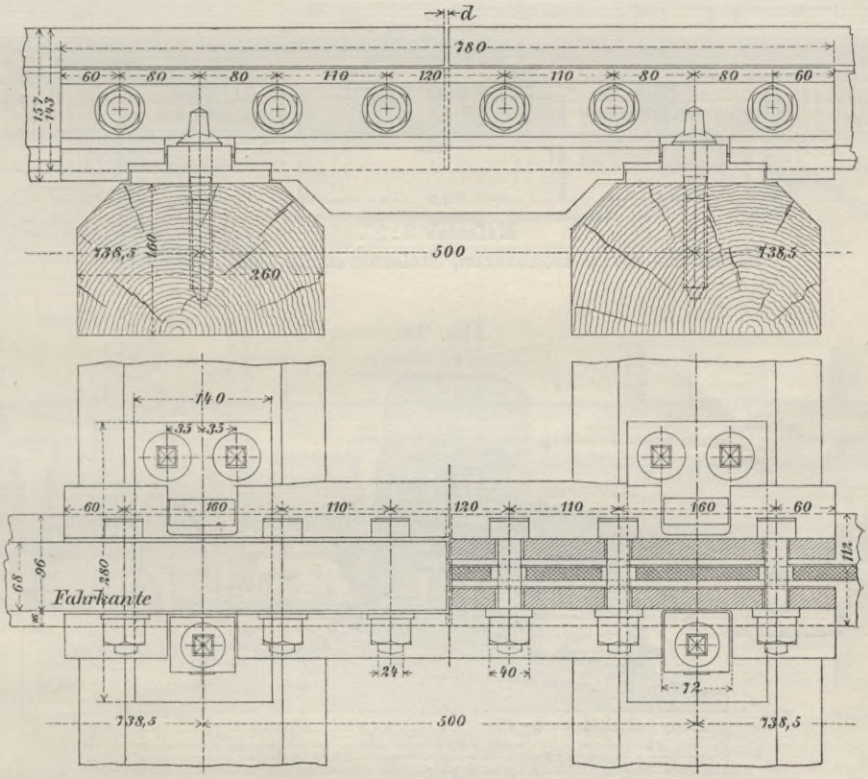
Auch bei den in den Textabb. 301 bis 312 dargestellten Stofsausrüstungen ist in wirksamer Weise gegen das Wandern Vorsorge getroffen, so bei den Anordnungen der österreichischen und der preufsisch-hessischen Staatsbahnen, wo die Laschen die Unterlage- oder Befestigungs-Platten voll umfassen. Auch bei mehreren anderen deutschen und österreichischen Bahnen sind ähnliche Stofsausrüstungen in Gebrauch. Dabei wird die Stofsausrüstung vielfach so gestaltet, dafs

Abb. 302.



Mafsstab 1 : 6.
Österreichische Nordwestbahn
Aufsen-Lasche G = 9,77 Innen-Lasche 7,5 kg.

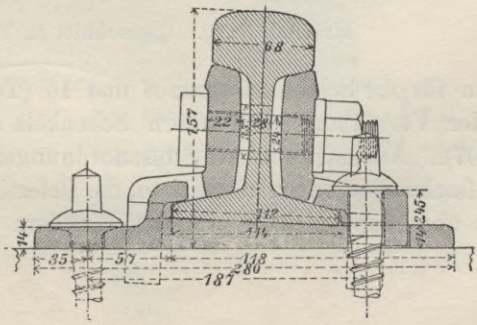
Abb. 303.



Mafsstab 1 : 5. Österreichische Staatseisenbahnen, Stofslaschen
G = 17,88 kg; J = 545,9 cm⁴; W = 72,2 cm³.

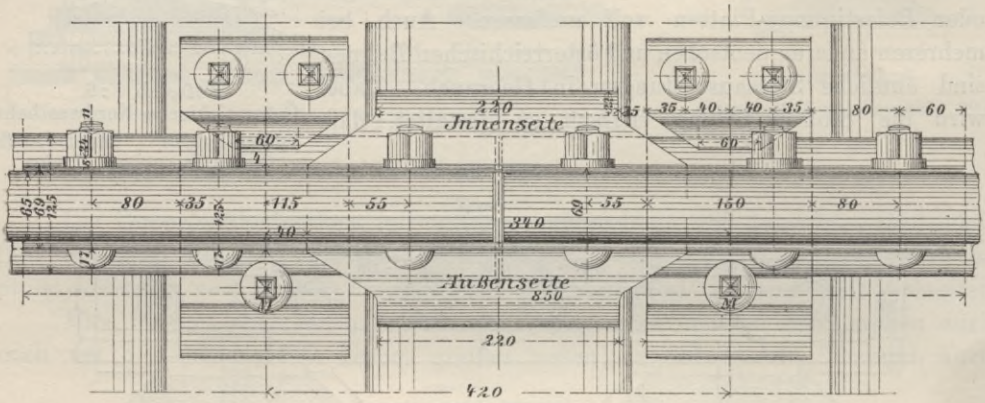
Abb. 304.

Mafsstab 2 : 15.
Querschnitt zu Textabb. 303.



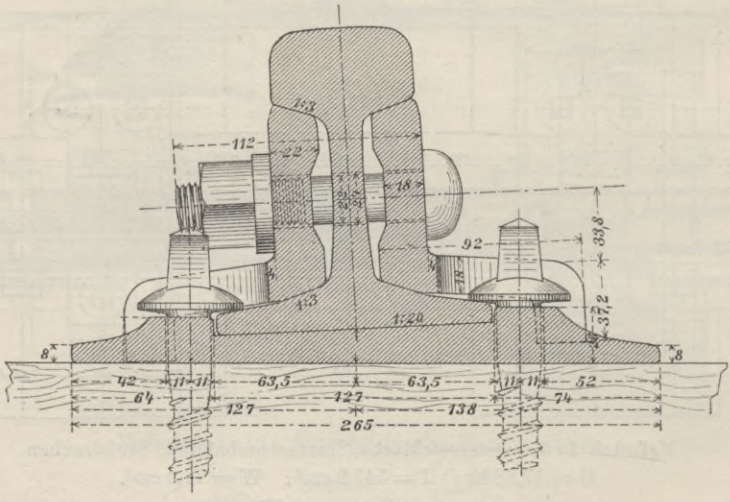
der Oberbau mit Holz- und Eisenschwellen genau dieselbe Laschenbearbeitung aufweist, wie aus den Textabb. 308 bis 310 zu ersehen ist. In der in letzterer Abbildung dargestellten Anordnung ist die in Textabb. 254 (S. 250) dargestellte verstärkte Eisenschwelle als Stofsschwelle angewendet. Auch werden wohl Form und Bearbeitung der Laschen für verschiedene Schienenformen gleichmäfsig gewählt, um mit einer Laschenform auszukommen, beispielsweise bei den preufsisch-hessischen

Abb. 305.



Mafsstab 3 : 20.
Bayerische Staatseisenbahnen, Stofsanordnung 1902, Grundrifs.

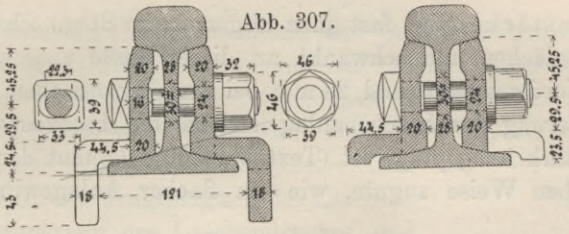
Abb. 306.



Mafsstab 3 : 20. Querschnitt zu Textabb. 305.

Staatsbahnen für die Schienenformen 8 und 15 (Textabb. 308 und 309) und abgesehen von der Verkürzung des untern Schenkels auch für die Schienen 6 und 10 (Textabb. 307). Anderseits ist bei Stofsanordnungen trotz Übergreifens der Laschen über die Stofsschwellen davon abgesehen, die Befestigungsmittel zu umfassen, so dafs die Laschen überhaupt nicht gegen das Wandern nutzbar gemacht sind (Textabb. 305 und 306).

Abb. 307.

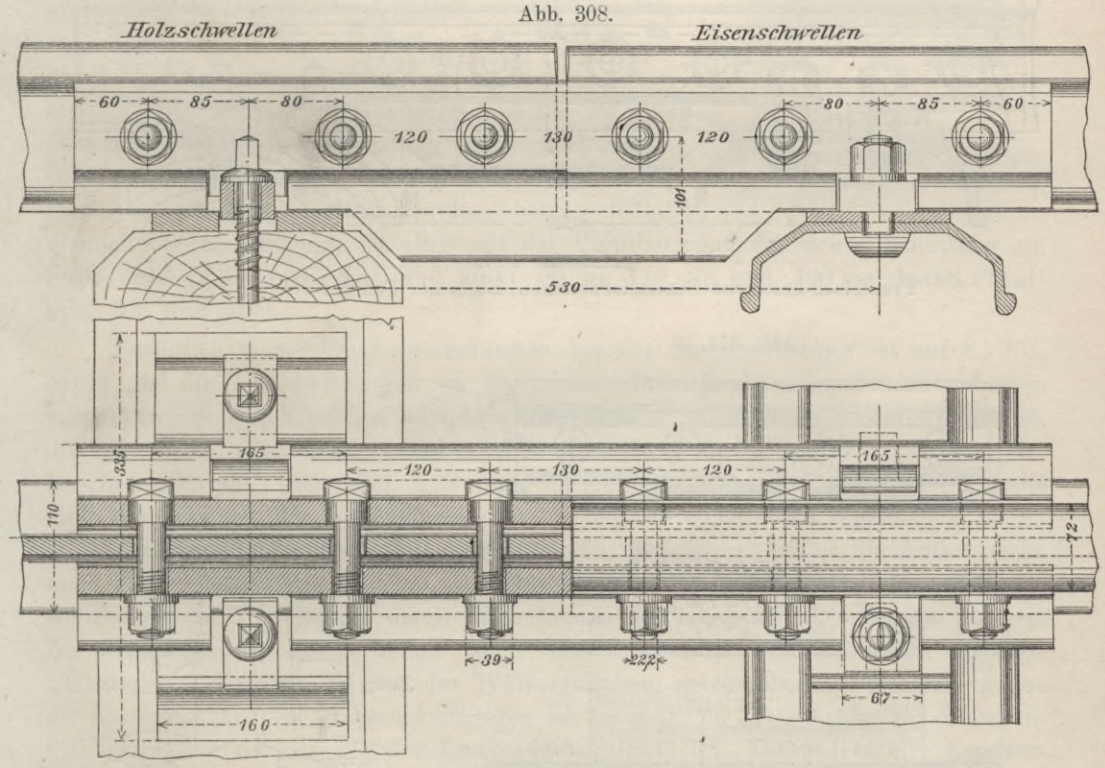


Mafsstab 1 : 6.

Preufsische Staatsbahnen. 1893. Laschenquerschnitte

a) Haupt- und Neben-Bahnen für Schienen Nr. 6.		b) Nebenbahnen für Schienen Nr. 10.	
Innenlasche	Aufsenlasche	Innenlasche	Aufsenlasche
G = 15,43	15,23	11,84	11,71 kg
J = 419,8		188,9 cm⁴	
W = 56,4		31,8 cm³.	

Abb. 308.



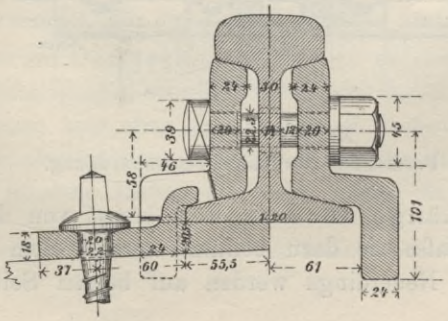
Mafsstab 3 : 20.

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen, Hauptbahnen, Laschen der Schienen Nr. 8 und 15.
G innen 20,92 kg, aufsen 20,68 kg; J = 604,4 cm⁴, W = 77,1 cm³.

Abb. 309.

Mafsstab 1 : 5.

Querschnitt zu Textabb. 308.

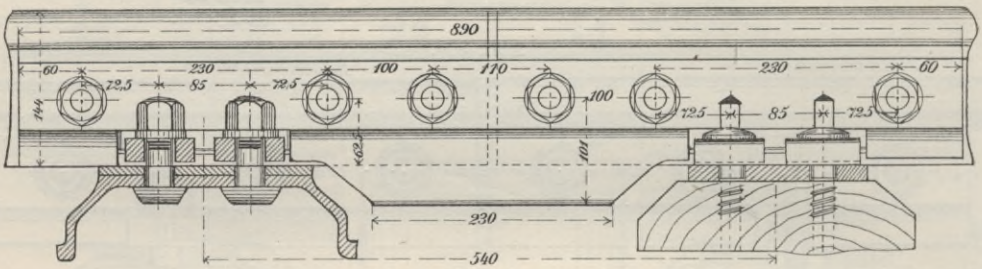


Die Laschenstärke wird fast ganz allgemein im Stege schwächer genommen, als an den Anlageflächen und schwankt an dieser Stelle zwischen 13 mm bei der österreichischen Nordwestbahn und 24 mm bei der französischen Nordbahn.

Die Verbreiterung der Laschenanlageflächen, die besonders bei nordamerikanischen Bahnen stark ausgeprägt ist (Textabb. 300), kommt der Wirksamkeit der Laschen in derselben Weise zugute, wie ein flacher Anlagewinkel (Textabb. 298 und 304).

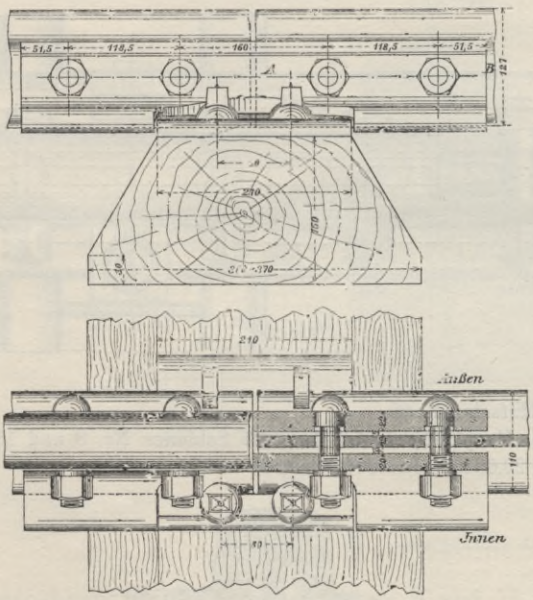
Man gibt den Laschen Spielraum gegen den Steg, der um so gröfser sein sollte, je weniger die Anlageflächen von der Wagerechten abweichen, er schwankt zwischen 3 und 8 mm.

Abb. 310.



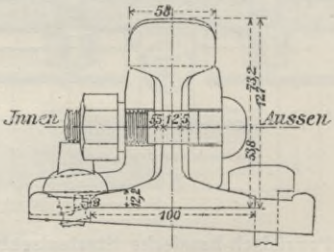
Mafsstab 1 : 7.
Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen, Stofs der Schiene Nr. 15, 1905.

Abb. 311.



Mafsstab 1 : 5.
Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Stofsanordnung.

Abb. 312.

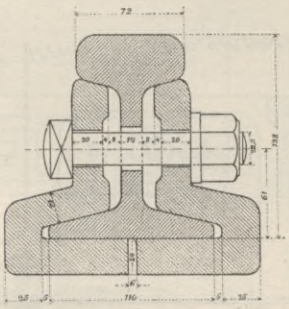


Mafsstab 1 : 5.
Querschnitt zu Textabb. 311.

Die Länge der Laschen hängt von der Stofsteilung und davon ab, in welchem Mafse sie dazu benutzt werden, dem Wandern der Schienen entgegenzuwirken. Neuerdings werden auf beiden Seiten recht lange Laschen gleicher

Länge bevorzugt, besonders in Deutschland und Österreich-Ungarn (Textabb. 293, 303, 305, 308 und 310), aber auch in anderen Ländern (Textabb. 297 und 299); zusammen mit der Verringerung des Stofsschwellenabstandes ist dies ein gutes Mittel, den Laschenstofs zu vervollkommnen. Denn Laschen, die möglichst weit über den Mittenabstand der Stofsschwellen hinausreichen, erhöhen die Steifigkeit und Tragfähigkeit des Laschenstofses durch Verringerung des Laschendruckes und vermindern den Verschleifs an den Anlageflächen. Auch sind bei langen Laschen die schädlichen Einflüsse der durch Verschleifs eintretenden Spielräume auf die Wirksamkeit der Laschen nicht so grofs, wie bei kurzen, deren Wirksamkeit schon durch recht geringe Spielräume ganz aufgehoben werden kann[296]).

Abb. 313.



Mafsstab 1 : 5.
Um den Schienenfufs gekröpfte Doppelwinkellaschen, Fufslasche.

Die Laschen wurden früher in der Regel nur durch vier Laschenschrauben mit den Schienen verbunden, mit Einführung längerer Laschen ist man aber immer mehr zur Anwendung von sechs Laschenschrauben übergegangen (Textabb. 303, 305, 308, 310). Der Abstand der Laschenschrauben betrug früher vielfach bis zu 200 mm, ist aber mit der Verminderung der Schwellenteilung am Stofse gleichfalls verringert und sinkt bis zu 110 mm und 100 mm herab (Textabb. 303 und 310).

Bezüglich der Schraubensicherungen bei der Stofsausrüstung ist auf S. 263, sowie auf die Textabbildungen zu verweisen. Dem Drehen der Schraubenbolzen wird entweder durch eckige, oder längliche Ansätze am Schraubenschafte (Textabb. 308 und 311), oder durch entsprechende Gestaltung der Schraubenköpfe und der Laschen (Textabb. 294, 296, 298 und 302) entgegengewirkt. In ersterm Falle mufs die Lochung der Aufsenlasche, an der die Schraubenköpfe regelmäfsig sitzen, den Schaftansätzen entsprechend gestaltet sein, in letzterm erhält die Aufsenlasche nach Bedarf besondere Ansätze. Der Durchmesser der Laschenlöcher übertrifft den der Bolzen um 1 bis 2 mm, damit diese keinen seitlichen Druck erhalten können. Zu demselben Zwecke erhalten auch die Löcher im Schienenstege gröfsere Lichtweite, bei der auch der der Wärmezunahme entsprechende Spielraum gegen die Laschenschrauben zu berücksichtigen ist, so dafs die Erweiterung der Schienenlöcher gröfser ist, als die der Laschenlöcher (S. 213). Die Stärke der Laschenschrauben sollte nicht unter 22 mm genommen werden, ist aber meist gröfser.

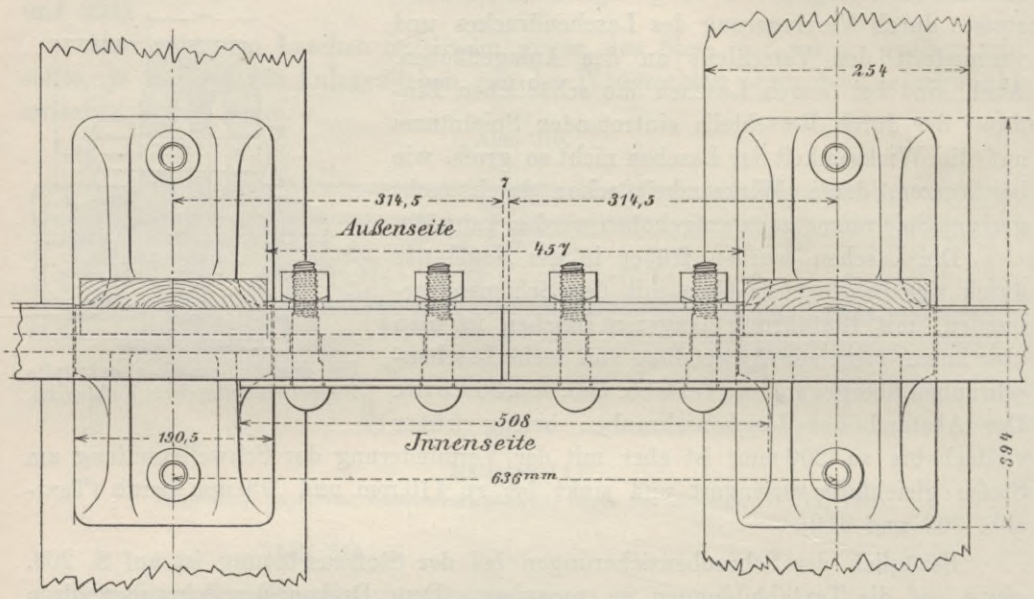
In Textabb. 311 und 312 ist die auf der Kaiser Ferdinands Nordbahn eingeführte ruhende Stofsanordnung abgebildet; als Innenlasche ist eine Flachlasche, als Aufsenlasche eine Winkellasche verwendet, die die Unterlageplatte umfafst.

Der Laschenstofs des Oberbaues mit Doppelkopfschienen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem bei Breitfufsschienen, soweit die Aufgabe der Stofsdeckung in Frage kommt. Die Laschen können hier aber ohne besondere Stofsstühle nicht, wie bei Breitfufsschienen, über die Stofsschwellen übergreifen und die Befestigungsmittel umfassen, also auch nicht in dem Mafse, wie dort, gegen das Wandern

296) Organ 1883, S. 159; Zimmermann, die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888, S. 267 bis 274.

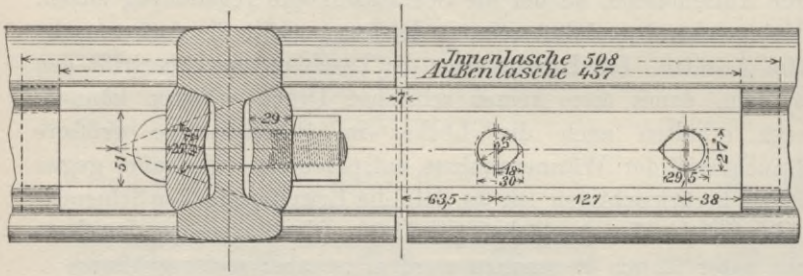
nutzbar gemacht werden. Die Textabb. 314 bis 317 zeigen einige der gebräuchlichsten Stofsausrüstungen für Doppelkopfschienen-Oberbau. Dabei ist bemerkenswert, dafs man in England meist an der Flachlasche festgehalten hat (Textabb. 315 und 321), obgleich diese ungenügende Stofsdeckung gibt; ja die Midlandbahn ist

Abb. 314.



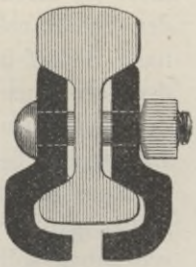
Mafsstab 1 : 7.
Englische Midland-Bahn, Stofs der Doppelkopfschiene

Abb. 315.



Mafsstab 1 : 5.
Ansicht und Schnitte zu Textabb. 314.

Abb. 316.

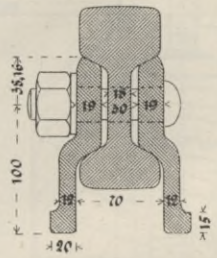


Mafsstab 1 : 5.
Englische Grofse-West-Bahn,
Stofsanordnung für Doppelkopfschienen, 1900.

sogar bei ihrem 1896 eingeführten Oberbaue mit verstärkter Schiene wieder zu Flachlaschen, (Textabb. 315), wie die in Textabb. 321 dargestellten zurückgekehrt. Die Laschen stofsen je nach ihrer Gestalt mit mehr oder minder grofser Fläche stumpf gegen den Fufs der Stühle, sie verhüten daher bei zweigleisiger Bahn nur die Verringerung, nicht die Vergröfserung des Stofsschwellenabstandes, auch nicht die Verschiebung des Stofses aus der Mitte des Abstandes der Stofsschwellen.

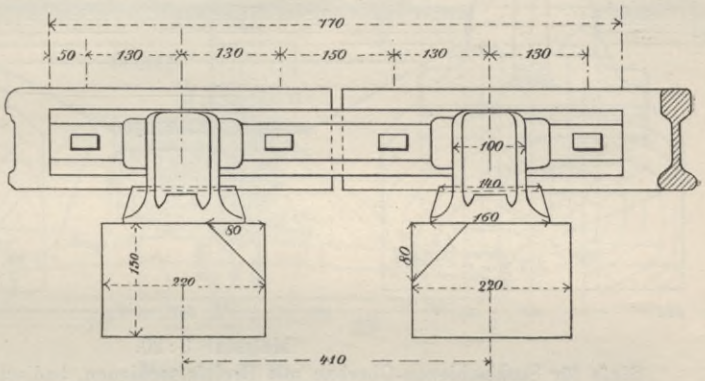
Ferner kann die mit der Schiene verschobene Lasche den Holzkeil auf der folgenden Schwelle lockern. Endlich kann den Laschen trotz grofser Stofsteilung gegenüber neueren Laschen für Breitfufsschienen nur ungenügende Länge gegeben werden. Diese Minderwertigkeit des Laschenstofses bei Doppelkopfschienen ohne besondere Stofsstühle bildet einen Mangel dieses Oberbaues.

Abb. 317.



Mafsstab 1 : 6.
Französische Westbahn
1889
Stuhlschienenlaschen
G = 8,5 kg.

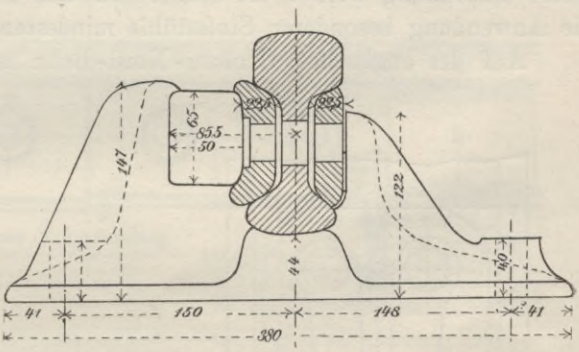
Abb. 318.



Mafsstab 1 : 10. Stofs mit Laschen in den Stühlen, Orléans-Bahn.

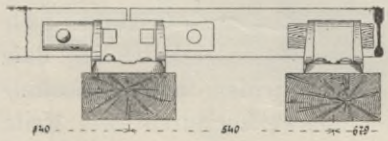
Bei Verwendung besonderer Stofsstühle kann man die Laschen wenigstens über Schwellen und Stühle hinübergreifen lassen, wie dies neuerdings auf der französischen Westbahnund der Orleansbahn geschehen ist, wobei der Stofsschwellenabstand zugleich von 609 und 600 auf 430 und 410 mm verringert worden ist[297]). Die Anordnung der Orleansbahn ist aus den Textabb. 318 und 319 zu ersehen, die 770 mm langen Laschen greifen in die Stühle ein und ragen über diese weg, die Aufsenlaschen sind so geformt, dafs die Eisen-

Abb. 319.



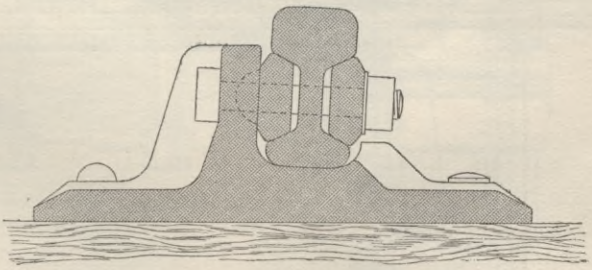
Mafsstab 1 : 5. Querschnitt zu Textabb. 318.

Abb. 320.



Mafsstab 1 : 20.
Englische Grofse-Nord-Bahn.
Ruhender Stuhlschienenstofs.

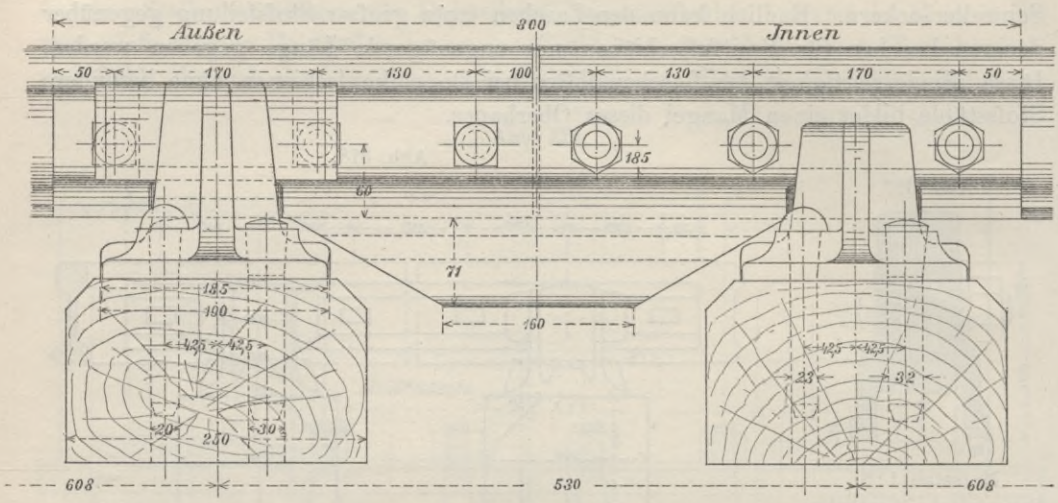
Abb. 321.



Mafsstab 1 : 6. Querschnitt zu Textabb. 320.

297) Revue générale des chemins de fer, 1906, S. 431 und 433, Mitteilungen von Bauchal und de la Brosse.

Abb. 322.



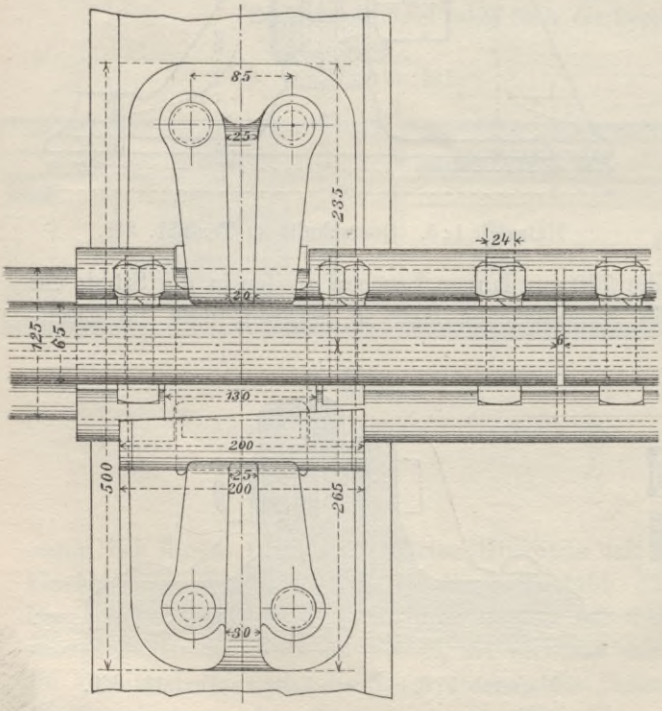
Maſsstab 3 : 20.

Stoſs für Stuhlschienen-Oberbau mit Breitfuſsschienen, badische Staatseisenbahnen.

keile zwischen Laschen und Stuhl eingetrieben werden können. Aber auch bei dieser Anordnung werden die Stühle von den Laschen nicht umfaſst, überdies ist die Anwendung besonderer Stoſsstühle mindestens unbequem.

Auf der englischen Groſsen-Nord-Bahn ist beim Stuhlschienenoberbaue der ruhende Stoſs (Textabb. 320 und 321) unter Anordnung besonderer Stoſsstühle, bei welchen bemerkenswerter Weise der Holzkeil ganz weggelassen ist, teilweise noch in Benutzung.

Abb. 323.



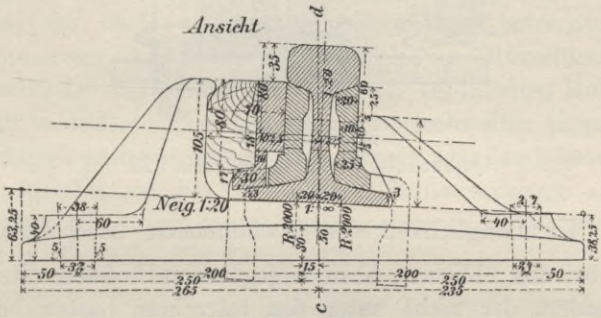
Maſsstab 3 : 20. Stuhlgrundriss zu Textabb. 322.

Nach S. 242 hat die badische Staatsbahn den Stuhlschienenoberbau in langen Tunneln für Breitfuſsschienen zur Anwendung gebracht. Textabb. 322 bis 324 stellt die betreffende Stoſsanordnung dar. Da die Stühle nach Textabb. 234, S. 244 so gestaltet sind, daſs die Schiene auf den Mittelschwellen durch zwei Keile festgehalten wird, können die Laschen über die Stoſsschwellen und die Stühle hinwegreichen. Die Laschen haben den in Textabb. 322

und 324 dargestellten, bei dem gewöhnlichen Oberbaue angewandten Querschnitt und sind für das Übergreifen über die Stühle ausgeklinkt.

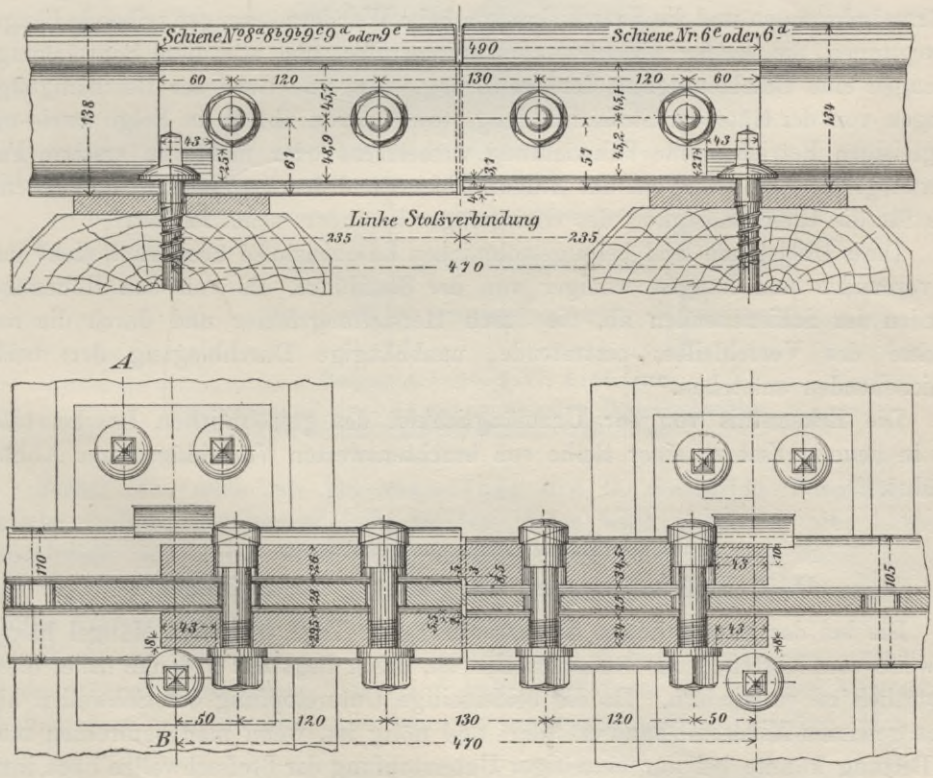
Wo Schienen verschiedener Formen aneinander stofsen, müssen Übergangslaschen angeordnet werden, durch die die Höhenlage der Fahrfläche und die Richtung der Fahrkante gesichert sind (Textabb. 325 und 326).

Abb. 324.



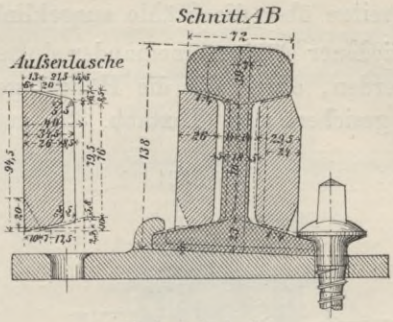
Mafsstab 3 : 20,
Stuhlansicht und Laschenquerschnitt zu Textabb. 322.

Abb. 325.



Mafsstab 1 : 6.
Stofs mit Übergangslaschen.

Abb. 326.



Maſsstab 1 : 5.
Querschnitt A—B zu Textabb. 325.

ϑ) C. Unzulänglichkeit des gewöhnlichen Laschenstoſses.

Bislang ist bei den üblichen, oben angegebenen Stoſsschwellenabständen kein Laschenstoſs gefunden, der nicht unter den lotrechten Lasten besonders an den Kopfanlageflächen der Schienenenden und den Fuſsanlageflächen der Laschenenden schnell starke Abnutzung zeigte; nach Eintreten dieser ungleichmäſsigen Querschnittsänderungen erzielt weder das Nachziehen der Bolzen noch das Einwechseln neuer Laschen den dichten Schluſs wieder. Die elastischen Durchbiegungen, die Wärmeänderungen und die Verschiebungen beim Wandern erzeugen reibende Längenbewegungen, die wieder Abschleifungen hervorrufen, und alle diese Schwächungen erzeugen eine Beschleunigung der Zerstörung. Art und Grad der Beschädigungen hängen von der Güte der Stoſsausbildung, sowie davon ab, ob in Folge zwei- oder eingleisigen Betriebes eine Fahrrichtung vorherrscht oder nicht; in ersterm Falle überwiegt die Abnutzung an der Anlauf-Schiene und dem zugehörigen Laschenende, was für die Gleichmäſsigkeit des Gleisgefüges besonders schädlich ist.[298])

Diese Übelstände sind beim gewöhnlichen Laschenstoſse überhaupt nicht ganz zu vermeiden und hängen weniger von der Stoſslücke, als von den Höhenüberständen der Schienenenden ab, die durch Herstellungsfehler und durch die nach Beginn des Verschleiſses eintretende, unabhängige Durchbiegung der beiden Schienenenden entstehen.[299])

Die Erkenntnis von der Unzulänglichkeit des gewöhnlichen Laschenstoſses hat in neuerer Zeit zu einer Reihe von beachtenswerten Vorschlägen zur Abhülfe geführt.[300])

ϑ) D. Stoſsausrüstungen besonderer Art.

D. 1) Stoſsanordnungen mit ganz enger Schwellenlage.

Die bei der gewöhnlichen Stoſsanordnung zu Tage tretenden Mängel hängen teilweise vom Abstande der Stoſsschwellen ab, daher liegt der Gedanke nahe, diesen wesentlich zu vermindern. Da die beiderseitige Unterstopfung der Schwellen aber einen gewissen Mindestabstand erfordert und nötig ist, wenn man befürchten muſs, die Bettung könnte bei nur einseitiger Unterstopfung der Stoſsschwellen nach innen

---

298) Zimmermann, Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1892, S. 3; Bräuning, Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 415: Blum, Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1894. S. 466.

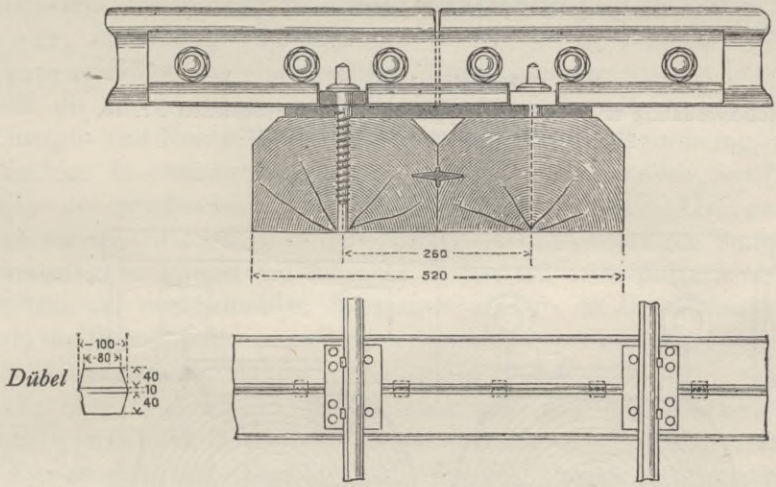
299) Wiesner, Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1892, S. 260; Sarre, ebenda 1892, S. 410.

300) Wöhler, Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1892, S. 209 u. 557; Zimmermann, ebenda, S. 244;

ausweichen und zo zu ungenügender Lagerung der Schwellen mit allen ihren Mängeln führen, so mufs dieser Mindestabstand entweder beibehalten, oder die Schwellen müssen so nahe aneinandergerückt werden, dafs die Bettung bei nur einseitiger Unterstopfung nicht nach innen ausweichen kann.

Man hat nun neuerdings Stofsanordnungen eingeführt, bei denen die Stofsschwellen ganz nahe, oder dicht bei einander liegen, oder sogar in eine Schwelle von entsprechender Breite zusammengefafst, die Schienenenden aber nicht unterstützt sind, sodafs der Stofs noch als schwebender zu betrachten ist. Seit 1902 werden auf Grund einer Anregung von Gelbke in Oberschlesien Versuche mit unmittelbar an einander stofsenden, mit einander verdübelten Holzschwellen (Textabb. 327) und mit besonders geformten Eisendoppelschwellen gemacht,[301]) die bisher so günstige Ergebnisse geliefert haben, dafs sich die preufsisch-hessische Staatseisenbahnverwaltung entschlossen hat, von dieser Stofsanordnung ausgedehntere Anwendung zu machen. Die Anordnung mit der eisernen Doppelschwelle und Schiene der Form 15 ist in Textabb. 328 dargestellt.

Abb. 327.



Mafsstäbe 1 : 10, 2 : 77, 1 : 15.
Stofsanordnung Gelbke mit verdübelten Doppelschwellen, preufsisch-hessische Staatseisenbahnen.

Ferner sind auch von Baumgartner und G. Schmitz Vorschläge für ähnliche Stofsanordnungen gemacht worden, dabei wird aber nur eine hölzerne Stofsschwelle von 35 bis 40 cm angewendet, auf der die Schienen durch die Anwendung zweier Unterlageplatten, oder auch nur einer solchen, aber besonders geformten Platte schwebend gestofsen sind.[302])

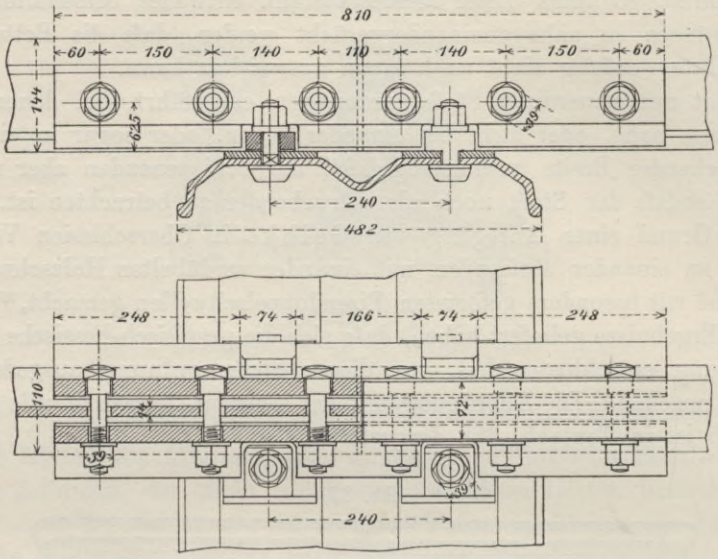
Weiter ist hier noch die Stofsanordnung von Wasiutynski zu nennen, die auf der Warschau-Kalischer Bahn auf eine Länge von 251 km zur Anwendung gekommen ist und sich hier, allerdings bei recht schwachem Verkehre, bisher so

Haarmann, Oberbau S. 304 bis 325, sowie die vorstehenden und folgenden Quellen.

[301]) Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1905, S. 433.

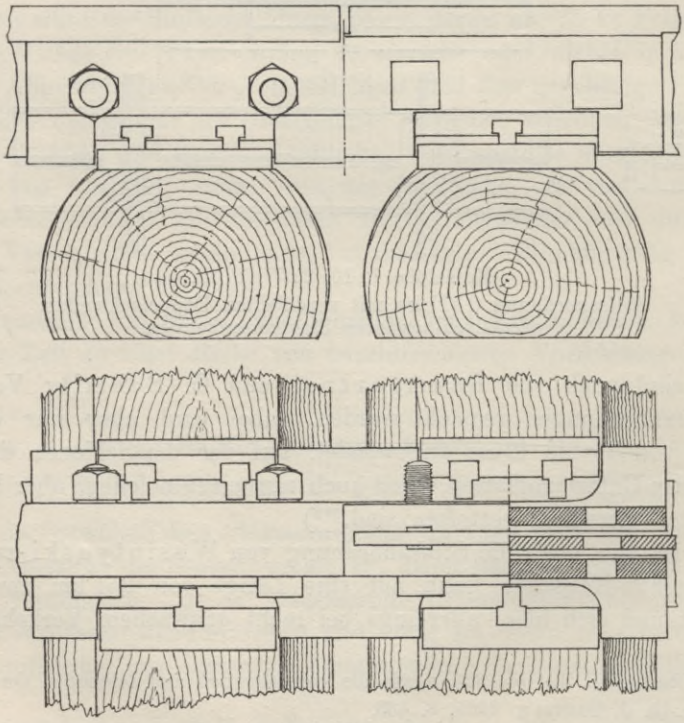
[302]) Österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1903, S. 252 und 543; Steiner, Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch.-Ver. 1905, S. 227.

Abb. 328.



Maſsstab 1 : 10.
Stoîsanordnung mit eisernen Doppelschwellen für Schienen Nr. 15, preuſsisch-hessische Staatseisenbahnen.

Abb. 329.



Maſsstab 1 : 7.
Stoſs auf zwei Schwellen von Wasiutinsky, Warschau-Kalischer Bahn.

gut gehalten hat[303]), dafs sich auch die Warschau-Wiener Bahn zu ihrer Einführung entschlossen hat. Die Anordnung (Textabb. 329) unterscheidet sich von den vorerwähnten dadurch, dafs die beiden Stofsschwellen noch einen geringen Abstand haben, der aber immerhin so gering ist, dafs ein Ausweichen der Bettung kaum zu befürchten ist.

D. 2) Stofsbrücken.

Vielfach hat man versucht, die Mängel der Stofsdeckung dadurch zu heben, dafs man von Stofsschwelle zu Stofsschwelle eine besondere Stofsbrücke angeordnet hat, durch die der Schienenfufs entweder auf ganze Länge, oder nur am Schienenstofse unterstützt wird. In letzterm Falle erhält die Stofsbrücke etwas Sprengung, zuweilen wird dabei auch auf eine Unterstützung der Fahrschiene durch die Stofsschwellen verzichtet; der Abstand dieser wie der anschliefsenden Schwellen mufs dann möglichst klein gewählt werden. Zur seitlichen Führung der Schienenenden pflegt der Stofs noch mit nichttragenden Seitenlaschen versehen zu werden.

Solche Stofsbrücken sind besonders in Nordamerika entworfen und in technischen Zeitschriften viel genannt worden, ohne indes in ihrem Heimatlande eine nennenswerte Verbreitung gefunden zu haben[304]), so die Stöfse von Fisher, Morgan, der Long-Truss-Stofs u. A.[305]). In Textabb. 330 und 331 ist eine neue derartige, aus einer kräftigen Unterlageplatte bestehende Stofsbrücke dargestellt, die auf der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn eingeführt ist. Auch die Chicago- und Nordwest-Bahn benutzt eine ähnliche Anordnung, nur reicht dort die kräftige Laschenverbindung bis über die Stofsschwellen fort.[306]) Auch auf Strecken der preufsischen Staatsbahnen ist eine von Schwedler entworfene Stofsbrücke versucht worden, aber 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 da die Brücke nicht so nachgiebig ist, wie die Holzschwelle, so treten bei Stofsbrücken mit unmittelbarer Unterstützung des Schienenfufses die Mängel des ruhenden Stofses doch auf.

Zu den Stofsbrücken gehört auch die von der Kalker Werkzeugmaschinenfabrik hergestellte Stofsanordnung mit gepreſsten Doppelschwellen und Zwischenbrücken (Textabb. 332), die seit einigen Jahren versuchsweise auf verschiedenen Strecken der preufsisch-hessischen Staatsbahnen in Benutzung ist, und sich bisher nicht ungünstig gehalten hat.[307]) Wie die Abbildung zeigt, kommt die Anordnung in zwei Ausführungsarten zur Anwendung, die sich dadurch unterscheiden, dafs bei der Befestigung der Schienen mit Hakenplatten die Doppelschwellen kein geneigtes Lager besitzen (Textabb. 332 rechts), während die Schwellen mit geneigtem Lager versehen sind, wenn die Schienen nur mit Klemmplättchen befestigt werden (Textabb. 332 links). Da auch diese Anordnung anderen Stofs-

---

303) Organ 1905, Ergänzungsheft S. 337.

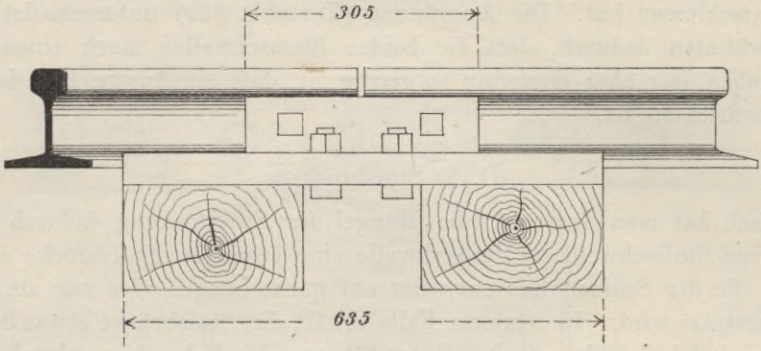
304) Barkhausen, Orgen 1894, S. 1.

305) Eine übersichtliche Zusammenstellung solcher Stofsausrüstungen findet sich in Haarmann d. Eisenbahngleis, Geschichtl. Teil, S. 304 u. ff. Organ 1886, S. 186; 1887, S. 29; 1889, S. 244; 1891, S. 172.

306) Railroad Gazette, 1900, S. 668 und 684.

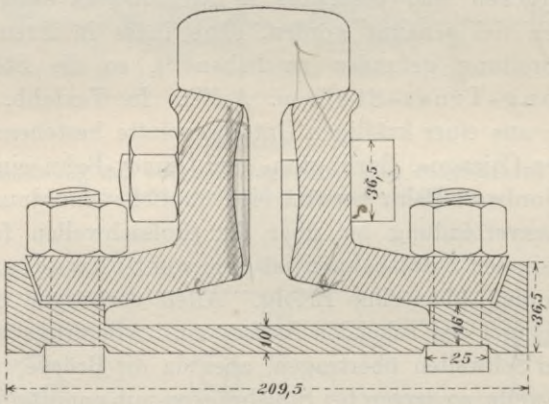
307) Buchwald, der Oberbau der Strafsen- und Klein-Bahnen, 1903; Zentr.-Bl. d. Bauverw., 1904, S. 72; Zeit. d. Verw. d. Eis.-Ver. 1906, S. 737.

Abb. 330.



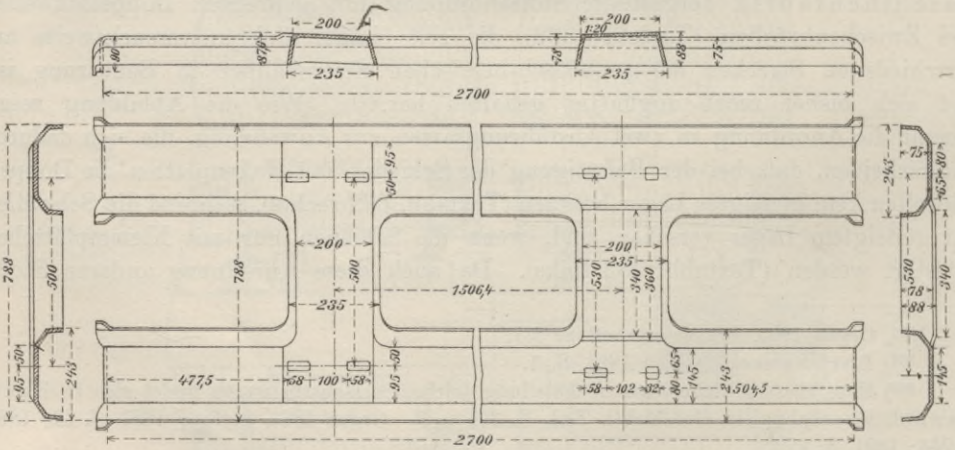
Maſsstab 1 : 10.
Stoſsbrücke der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn, Ansicht

Abb. 331.



Maſsstab 1 : 3. Querschnitt zu Textabb. 330.

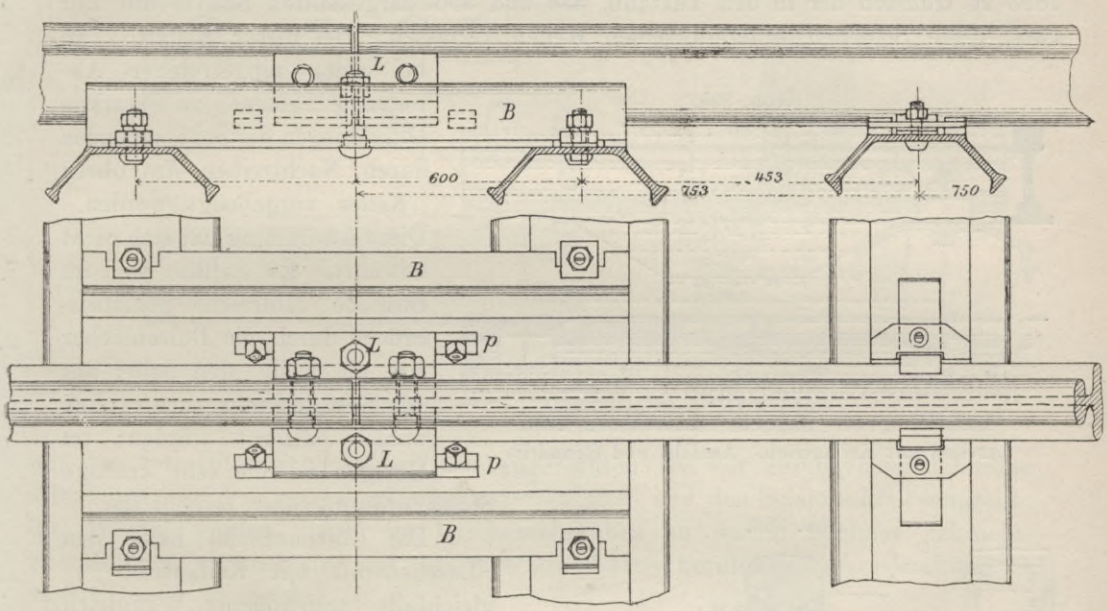
Abb. 332.



Maſsstab 1 : 20.
Doppelschwelle mit Stoſsbrücke, Kalker Werkzeug-Maschinenfabrik,
a) mit Klemmplättchenbefestigung. b) mit Hakenplattenbefestigung.

brücken gegenüber keine wesentlichen Vorzüge besitzt, erscheint ihr Wert trotz der bisherigen guten Erfahrungen doch zweifelhaft. Wie vorsichtig man mit anfangs günstigen Erfolgen sein mufs, zeigt auch das Verhalten der in den Textabbildungen 333 und 334 dargestellten Stofsbrücke des Bochumer Vereines, die seit 1892 auf Strecken der preufsischen Staatsbahnen versuchsweise zur Anwendung gekommen ist, und sich anfangs recht gut hielt, auf die Dauer aber

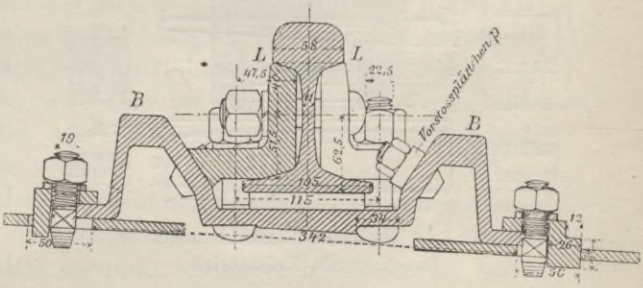
Abb. 333.



Mafsstab 1 : 10. Stofsbrücke mit Stützlaschen. Bochumer Verein, 1892.

nicht bewährt hat. Die Laschen L sind in gewöhnlicher Weise zwischen Fufs und Kopf eingespannt, aber aufserdem gegen eine Brücke B abgestützt, die auf den Stofsschwellen ruht. Die Schienen tragen von den nächsten Schwellen bis zum Schienenstofse frei. Die unmittelbare Stützung der Laschen durch die Brücke schien eine recht vollkommene und gleichmäfsige Lastübertragung auf die Stofsschwellen zu versprechen. Die Anordnung kam mit stumpfem Stofse und mit Überblattung zur Anwendung; aber die Stützlaschen brachen in den Winkeln ein, auch drückten sie sich in die Vorstofsplättchen ein, und die Hakenschrauben und Bolzen wurden stark abgerieben und krumm gebogen. Die ganze Anordnung mufste nach sieben Jahren durch die gewöhnliche Stofsausrüstung ersetzt werden.[308])

Abb. 334.



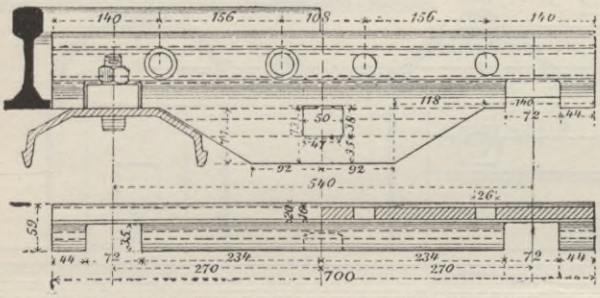
Mafsstab 1 : 6.
Querschnitt zu Textabb. 333.

[308]) Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1904, S. 68.

D. 3) Laschenstofs mit Keilantrieb und Arbeitsleisten.

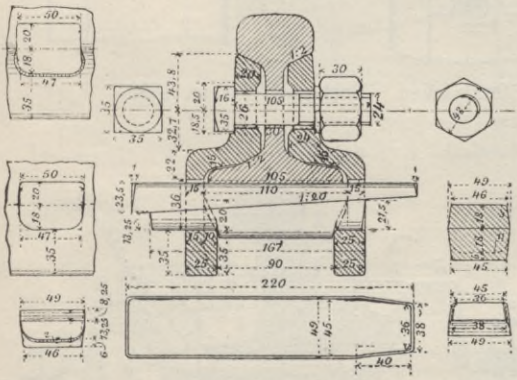
Die badischen Staatseisenbahnen führten 1891 einen Laschenstofs mit Doppelwinkellaschen ein, bei dem der Fufs der Schienenenden durch Keile auf dem untern, sehr kräftigen Schenkel der Laschen abgestützt ist (Textabb. 335 und 336). Ursprünglich war jedes Schienenende für sich unterstützt, die vier Keile konnten paarweise durch zwei an der Innenseite angebrachte, lotrecht stehende Keile angetrieben werden. Diese Anordnung wurde unter Fortfall der lotrechten Keile 1893 zu Gunsten der in den Textabb. 335 und 336 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 Nachtreiben des obern Keiles vorgebeugt werden. Diese Anordnung hat sich nicht bewährt. Es stellten sich im Betriebe zahlreiche Schienenbrüche durch die Bolzenlöcher ein, die Keile sind daher aus der Stofsdeckung nachträglich wieder entfernt worden; im Übrigen ist die sehr kräftige Stofsanordnung aber beibehalten.

Abb. 335.



Mafsstab 1 : 10. Badische Staatsbahnen, 1893. Laschen mit Keilantrieb. Ansicht und Grundrifs.

Abb. 336.



Mafsstab 1 : 6. Badische Staatseisenbahnen, 1893. Laschen mit Keilantrieb.

Die Gotthardbahn hatte den Laschenstofs mit Keilantrieb[309]) gleichfalls angenommen, zugleich aber den Laschen, einem ältern Vorschlage Jebens folgend,[310]) durch Ausfräsung der Anlageflächen an den weniger angegriffenen Stellen, an den Enden und am Schienenstofse Arbeitsleisten gegeben (Textabb. 337), so dafs die Laschen nur an diesen Stellen fest anliegen; auch hier sind die Keile wieder entfernt.

Solche Laschen mit Arbeitsleisten wurden schon früher versuchsweise angewandt und sind gewöhnlichen Laschen dadurch überlegen, dafs sie das Nachziehen der Laschenschrauben länger zulassen, also länger dicht schliefsend erhalten werden können. Da aber die Abnutzung auch solcher Arbeitsleisten nicht gleichmäfsig eintritt, so werden auch bei solchen Laschen die am stärksten abgenutzten Stellen trotz des Nachziehens der Schrauben ohne Schlufs bleiben. Die kostspielige und umständliche Bearbeitung der Laschen erscheint daher nicht lohnend.

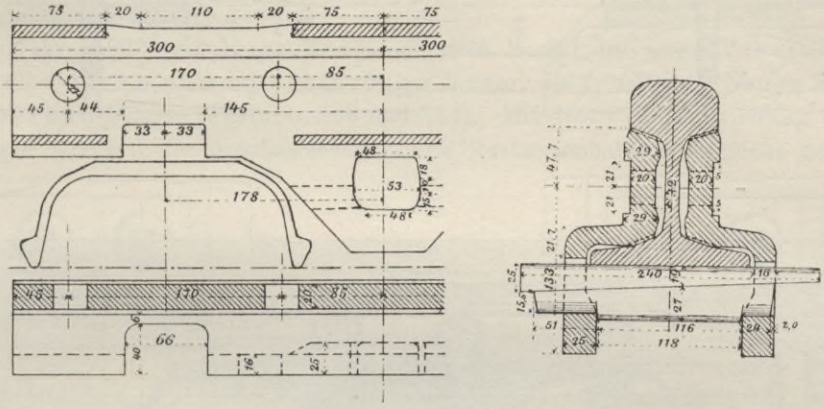
---

309) J. Schuler. Organ 1900, S. 279.

310) Deutsche Bauzeitung 1880. S. 97; Organ 1884, S. 162; Wochenblatt für Archit. u. Ing. 1884, S. 219.

Beliebiges, genau der Abnutzung entsprechendes Nachstellen sucht Zimmermann[311]) durch Teilung der Laschen zu erreichen; der untere durchgehende Teil behält die gewöhnliche Form, reicht aber nicht bis zum Schienenkopfe. An jedem Laschen- und Schienen-Ende wird je ein stumpfes Winkeleisen eingefügt, das sich

Abb. 337.



Maſsstab 1 : 6.
Laschen mit Keilantrieb und Arbeitsleisten, Gotthardbahn.

mit dem lotrechten Schenkel auf den wagerechten Teil der durchgehenden Lasche stützt und mit dem andern Schenkel zwischen diese und den Schienenkopf eingreift; die Winkel werden durch die Laschenschrauben zu festem Schluſse gebracht. Sowohl diese, als auch eine auf ähnlichen Grundsätzen beruhende Fuſsverlaschung ist versuchsweise ausgeführt.

D. 4) Blattstoſs.

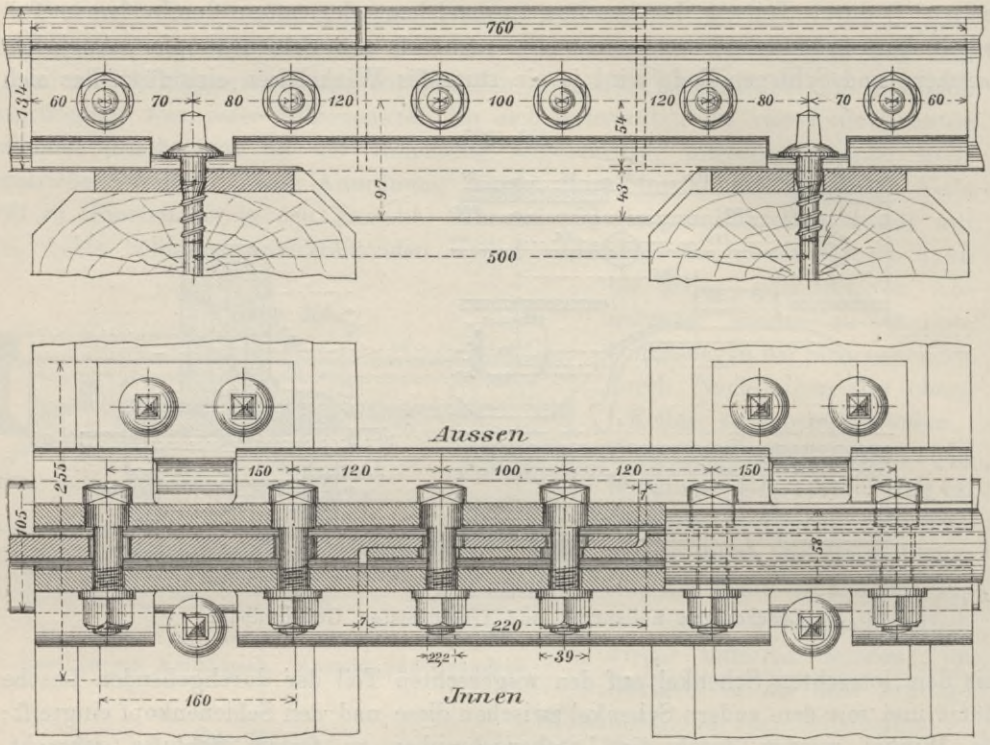
Durch den in den Textabb. 338 und 339 dargestellten Blattstoſs von Rüppell-Kohn wird die Querfuge vermieden, auch soll beim Durchbiegen des Stoſses die stumpfwinkelige Überkreuzung der Blätter etwaige Höhenüberstände in der Schienenfahrfläche unschädlich machen, letzteres wird aber bei abgenutzten Radreifen nicht immer erreicht, vielmehr können hier die Höhenüberstände bei den Halbstoſsstücken besonders unangenehm werden.

Der Rüppell-Kohn'sche Blattstoſs ist auf den preuſsisch-hessischen Staatseisenbahnen in groſser Ausdehnung versucht worden. Bei Schienen der Formen Nr. 6, 8 und 15 ist der Steg auf 18 mm verstärkt, damit er im Blatte bei halber Stärke noch ausreichenden Widerstand gegen Ausbiegung bieten soll. Die Schienen haben eine Länge von 15 m und die Laschen sind ursprünglich in einer Länge von 660 mm mit vier Laschenschrauben, von 1899 an in 760 mm Länge mit sechs Laschenschrauben zur Anwendung gekommen.

Die in der ersten Zeit recht günstigen Erfahrungen hielten aber nicht lange vor; an den Stöſsen traten bald Verbiegungen des Steges nach auſsen und schlieſslich auch zahlreiche Brüche im Blatte ein, sodaſs die Blattstoſsgleise meistens wieder beseitigt werden muſsten. Auch die bei anderen Verwaltungen angestellten Versuche hatten kein besseres Ergebnis.

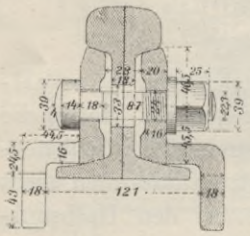
311) Zentr.-Bl. d. Bauverw. 1892, S. 3.

Abb. 338.



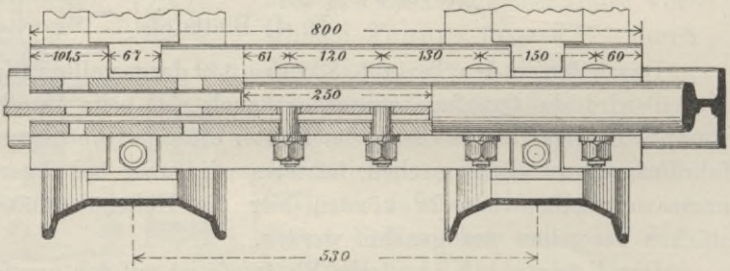
Mafsstab 1 : 6. Preufsisch-hessische Staatsbahnen, Blattstofs Rüppell-Kohn, 1893.

Abb. 339.



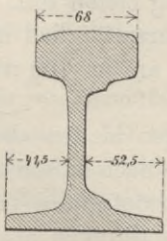
Mafsstab 1 : 6.
Querschnitt
zu Textabb. 338.

Abb. 340.



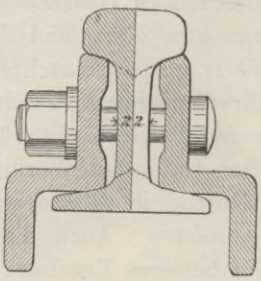
Mafsstab 1 : 10. Blattstofs der Wechselstegschiene von Vietor.

Abb. 341.



Mafsstab 1 : 5.
Schienenquerschnitt zu
Textabb. 340.

Abb. 342.

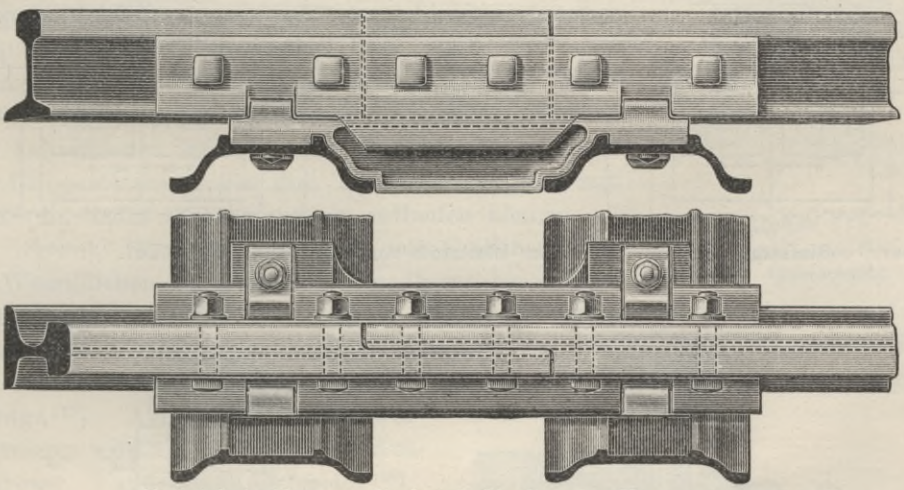


Mafsstab 1 : 5.
Stofsquerschnitt zu Textabb. 340.

Behufs Vermeidung der grofsen Stärke des Steges und seiner Verschwächung im Blatte hat Vietor die „Wechselstegschiene“ eingeführt, deren Steg um seine halbe Stärke aus der Schienenachse nach der Seite verschoben ist (Textabb. 270, 340 bis 342), sonst aber den Rüppell-Kohn'schen Blattstofs beibehalten. Hierin liegt zwar ein wirtschaftlicher Vorzug, auch ist der Stofs durch die doppelte Stegstärke widerstandsfähiger, als der erstgenannte. Trotzdem haben sich aber auch hier die dort beobachteten Mängel gezeigt.

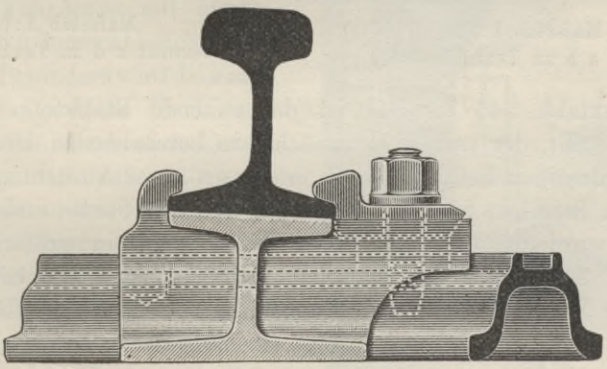
Im Jahre 1900 trat Haarmann mit dem Vorschlage einer Vereinigung von Stofsbrücke und Überblattung hervor, die er mit dem Namen Starkstofsoberbau belegte (Textabb. 343 und 344). Mit dieser Stofsausrüstung werden auf einigen Strecken der preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen Versuche gemacht,

Abb. 343.



Mafsstab 1 : 10. Starkstofs-Oberbau von Haarmann.

Abb. 344.

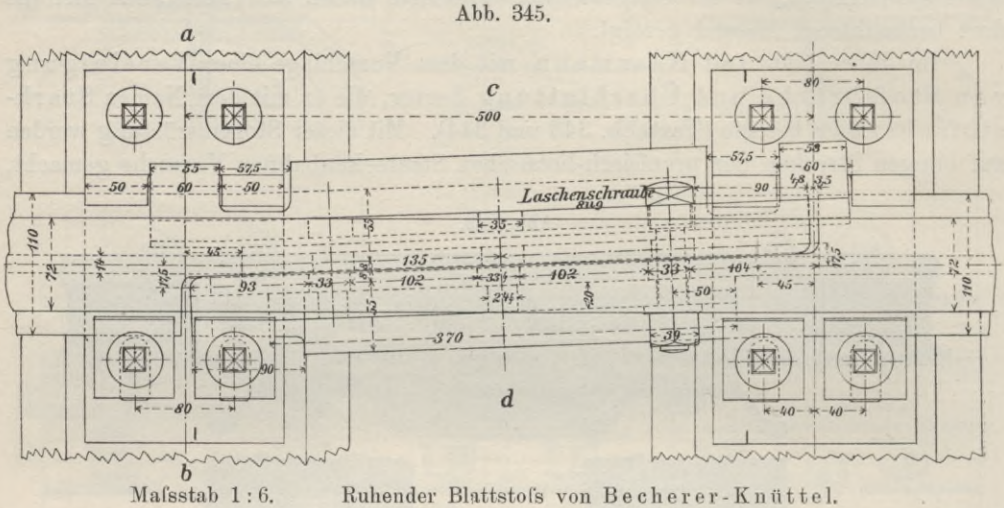


Mafsstab 1 : 5. Starkstofs von Haarmann.

sie soll namentlich auch mit den schon auf S. 284, 291 und 292 dargestellten verstärkten Stofsdeckungen, sowie mit der nachfolgend beschriebenen Anordnung von Becherer-Knüttel in Vergleich gestellt werden. Die bisherigen Erfahrungen sind günstig, aber die Probezeit von etwa fünf Jahren ist zu kurz, um ein endgültiges Urteil

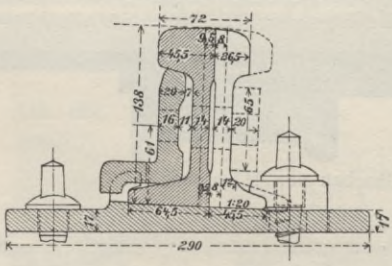
über die Anordnung fällen zu können. Bei den bisherigen ungünstigen Erfahrungen mit Stofsbrücken und derartigen Blattstofsanordnungen erscheint es doch fraglich, ob der Starkstofs den von Haarmann gehegten und bis jetzt auch tatsächlich erfüllten Erwartungen [312]) auf die Dauer entsprechen wird und sich namentlich auch wirtschaftlich rechtfertigen läfst.

Abb. 345.



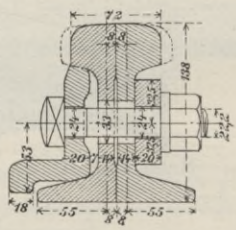
Mafsstab 1 : 6. Ruhender Blattstofs von Becherer-Knüttel.

Abb. 346.



Mafsstab 1 : 6.
Schnitt a b zu Textabb 345.

Abb. 347.



Mafsstab 1 : 6
Schnitt c d zu Textabb. 345.

In den Textabb. 345 bis 347 ist der ruhende Blattstofs von Becherer-Knüttel dargestellt, der seit 1894 zunächst in bescheidenem Umfange, nach den damit erzielten günstigen Erfahrungen in immer gröfserer Ausdehnung auf besonders stark befahrenen Strecken in und um Berlin, die dem Stadt- und Vorort-Verkehre dienen, erprobt wurde, und in den letzten Jahren auch in gröfserm Umfange auf anderen Strecken Anwendung gefunden hat. Dabei werden bei Verwendung eiserner Schwellen die in Textabb. 254 S. 250 dargestellten, breiten Schwellen benutzt. Die beiden Halbstöfse sind ruhend angeordnet, die Schienen werden abgebogen, sodafs eine Schwächung des Steges unterbleiben kann, und nur der Schienenkopf auszufräsen ist. Die bisherigen Erfahrungen sind andauernd recht günstige [313]), sodafs hier wirklich eine Stofs-Anordnung und -Ausrüstung gewonnen zu sein scheint, die den stärksten Betriebsbeanspruchungen genügt.

[312]) Haarmann. Das Eisenbahngleis, kritischer Teil. S. 218. Fünf Jahre Starkstofsoberbau, Osnabrück, 1906.

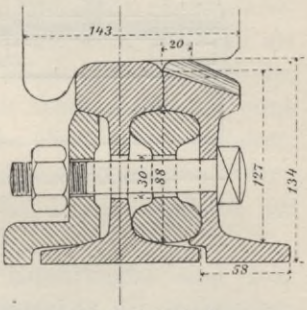
[313]) Zentrbl. d. Bauverw. 1902, S. 157.

D. 5) Auflauflaschen, Stofsfangschienen.

Die Versuche, die Räder auf den erhöhten Rändern der in gewöhnlicher Weise in die Laschenkammer eingespannten Aufsenlasche über die Stofslücke zu führen[314]), sind alt, aber bisher nicht von Erfolg gewesen. Die Währer'schen Laschen (S. 281) wurden in Österreich durch Bergmann (1878), sowie in Nordamerika durch unmittelbare Auflagerung auf die Stofsschwellen geändert; sie bildeten dadurch eine Stofsfangschiene neben dem Stofse, die Einspannung in die Laschenkammer wurde aber festgehalten.

Die Dresdener Bank führte 1890 eine Stofsfangschine ein, bei der von der Einspannung in die Laschenkammer abgesehen ist. Die gestofsenen und die Stofsfangschienen liegen vielmehr unabhängig neben einander (Textabb. 348), und sind nur durch Laschenschrauben verbunden. Ein Einlagestück von der Form einer Doppelkopfschiene soll die Laschenschrauben vor Scherkräften schützen, die Innenlasche die seitliche Führung der Fahrschienen sichern. Die Stofsfangschiene ist in der Längsrichtung gegen ihre Enden hin abgeschrägt, damit die Räder allmälig auf sie auflaufen können.

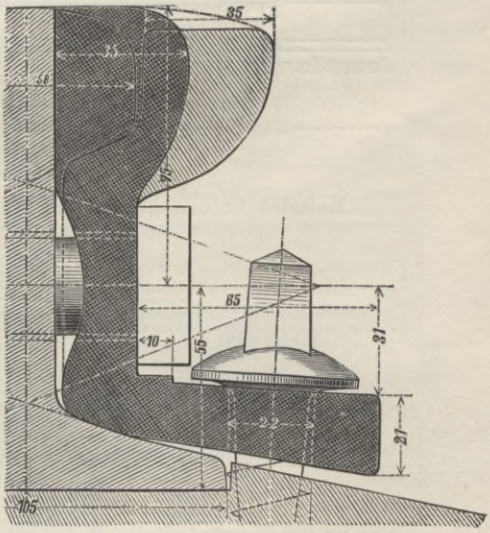
Abb. 348.



Mafsstab 1 : 5.
Stofsfangschiene der Dresdener Bank. Querschnitt.

Sowohl mit dieser, als auch mit ähnlichen, aber im Wesentlichen auf denselben Grundlagen beruhenden Anordnungen sind auf der Berliner Stadt- und Ring-Bahn, sowie zahlreichen anderen Strecken der preufsischen Staatseisenbahnen die umfassendsten Versuche gemacht worden, aber alle mit ganz ungünstigem Erfolge[315]). Auch von anderen Verwaltungen wird mit ganz wenigen Ausnahmen Ungünstiges gemeldet[316]). Zunächst entstehen, solange der Stofsfang wirksam ist, durch das Emporschleudern der Fahrzeuge mit ausgelaufenen Radreifen lotrechte Schwankungen im Zuge. Besonders wird die Fahrfläche der Stofsfangschiene durch ausgelaufene Radreifen schon nach kurzer Zeit derart abgenutzt, dafs sie neuen, oder weniger abgenutzten Rädern nicht mehr als Unterstützung dienen kann, wodurch die Wirkung der Anordnung überhaupt aufgehoben wird. Diese Erscheinung hat sich überall gezeigt, wo nicht regelmäfsig genau dieselben Fahrzeuge verkehren, und sie wiegt so schwer, dafs damit Stofsfanganord-

Abb. 349.



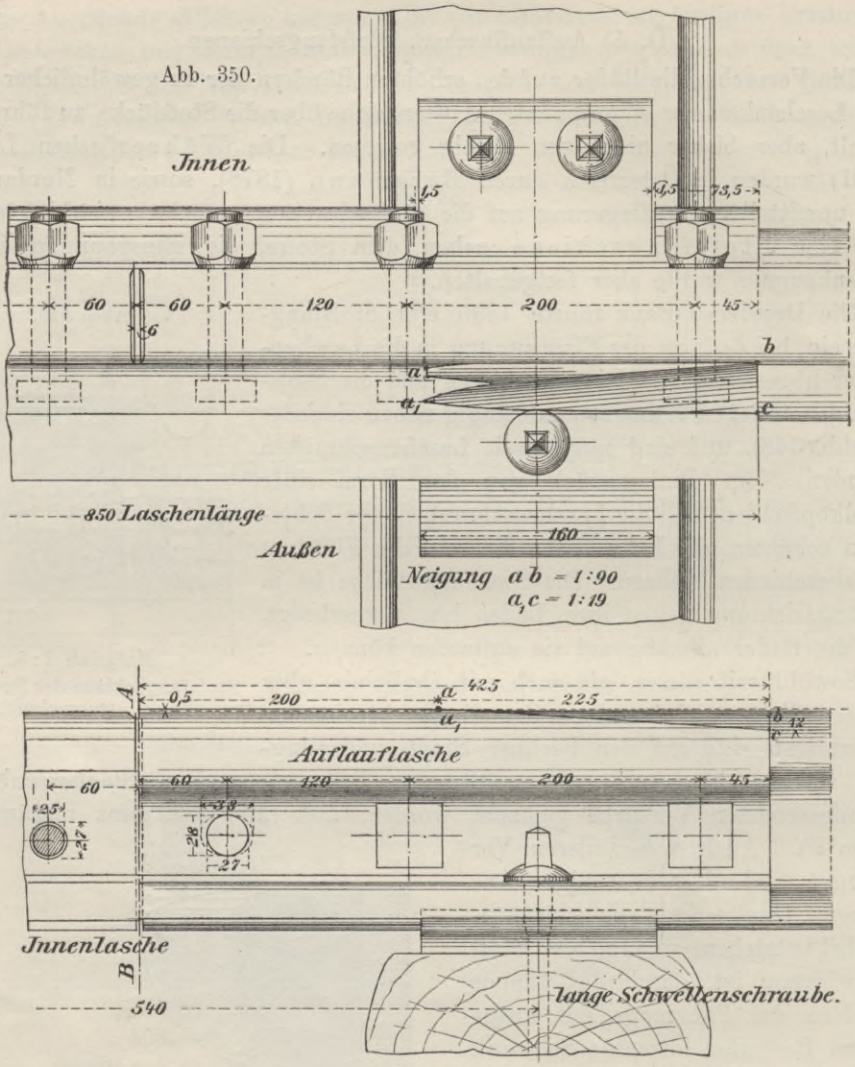
Mafsstab 1 : 2.
Sächsische Staatsbahnen, 1894.
Neumann'sche Kopflasche. Querschnitt.

314) Währer war der erste, der 1870 derartige Laschen mit der ausgesprochenen Absicht vorschlug, die Lauffläche des Schienenstranges am Stofse ununterbrochen durchzuführen. Organ 1870, S. 95.

315) Zentrbl. d. Bauverw. 1903, S. 561 und 643. Organ 1904, S. 81.

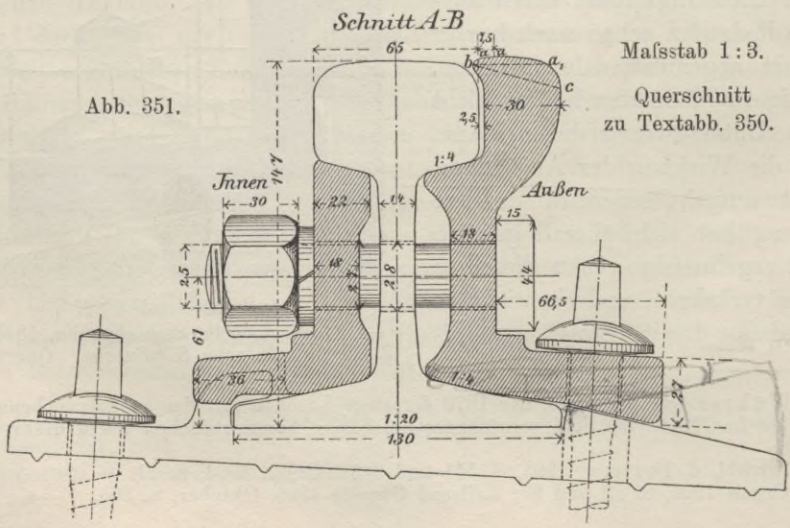
316) Organ 1900, S. 82 und 99; Railroad Gazette 1903, Oktober, S. 805.

Abb. 350.



Maſsstab 1 : 5. Stoſs mit Auflauflasche, sächsische Staatsbahnen.

Abb. 351.



Maſsstab 1 : 3.

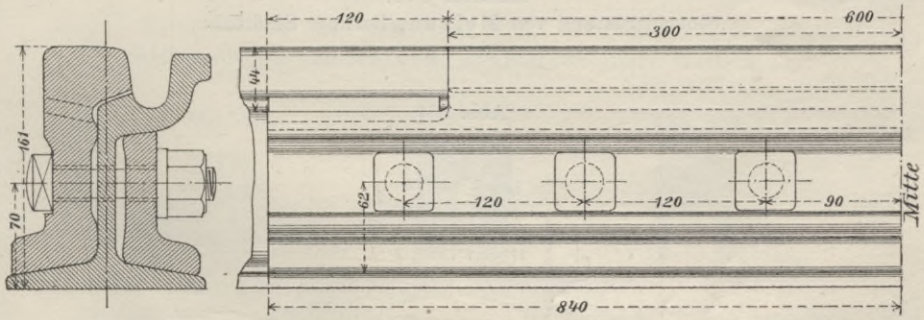
Querschnitt zu Textabb. 350.

nungen der gedachten Art, die unabhängig von den Fahrschienen neben diesen liegen, überhaupt als unbrauchbar bezeichnet werden müssen, denn sobald der Stofsfang nicht mehr trägt, ist überhaupt keine einigermafsen wirksame Stofsdeckung mehr vorhanden, weil das Füllstück, das übrigens später weggelassen worden ist, nur in ganz ungenügender Weise als Lasche wirkt, und sich zudem sehr rasch abnutzt.

Dagegen haben Versuche, die auf der sächsischen Staatsbahn seit 1890 mit einer von Neumann entworfenen Auflauflasche im Gange sind, zu günstigen Ergebnissen geführt. Neumann[317]) gab seinen „Kopflaschen" auf Grund der früheren Versuche 1894 eine solche Form, dafs sie an ihren Enden als gewöhnliche, unter den Schienenkopf greifende Laschen wirkten, am Schienenstofse dagegen als Stofsfang. Dabei wurde die 830 mm lange Lasche in Pressen geformt und der Schienenkopf am Stofse derart ausgeschnitten, dafs hier die Auflaufstelle an seine Stelle trat (Textabb. 349)[318]). Später ist die Auflauflasche aber dahin geändert, dafs sie durchweg neben dem Schienenkopfe liegt, dieser also nicht ausgeschnitten zu werden braucht (Textabb. 350 und 351), und dafs die Lasche zugleich auf ihre ganze Länge als gewöhnliche Lasche wirkt.

Die mit dieser Stofsausrüstung bisher gemachten Erfahrungen sind sehr günstige, sie wird daher auf allen stark befahrenen Hauptstrecken der sächsischen Staatsbahnen eingeführt. Bisher soll sich die anderwärts bei Stofsfanganordnungen wahrgenommene Erscheinung, dafs der aufsen neben dem Schienenkopfe liegende Stofsfang bald unwirksam wird, nicht gezeigt haben; vielleicht ist das darauf zurückzuführen, dafs die Auflauflasche in neuem Zustande etwas über den Schienenkopf vorsteht, dafs also bis zum Eintritte dieser Erscheinung längere Zeit verstreichen mufs. Übrigens hat Verfasser bei Besichtigung von Gleisen mit Auflauflaschen doch selbst solche gefunden, die schon so weit verschlissen waren, dafs sie nicht mehr als Stofsfang wirken konnten. Das im Ganzen günstige Verhalten der Neumann'schen Stofsausrüstung ist wohl auch darauf zurückzuführen, dafs die Stofsdeckung auch ohne Stofsfangwirkung eine sehr kräftige ist.

Abb. 352.

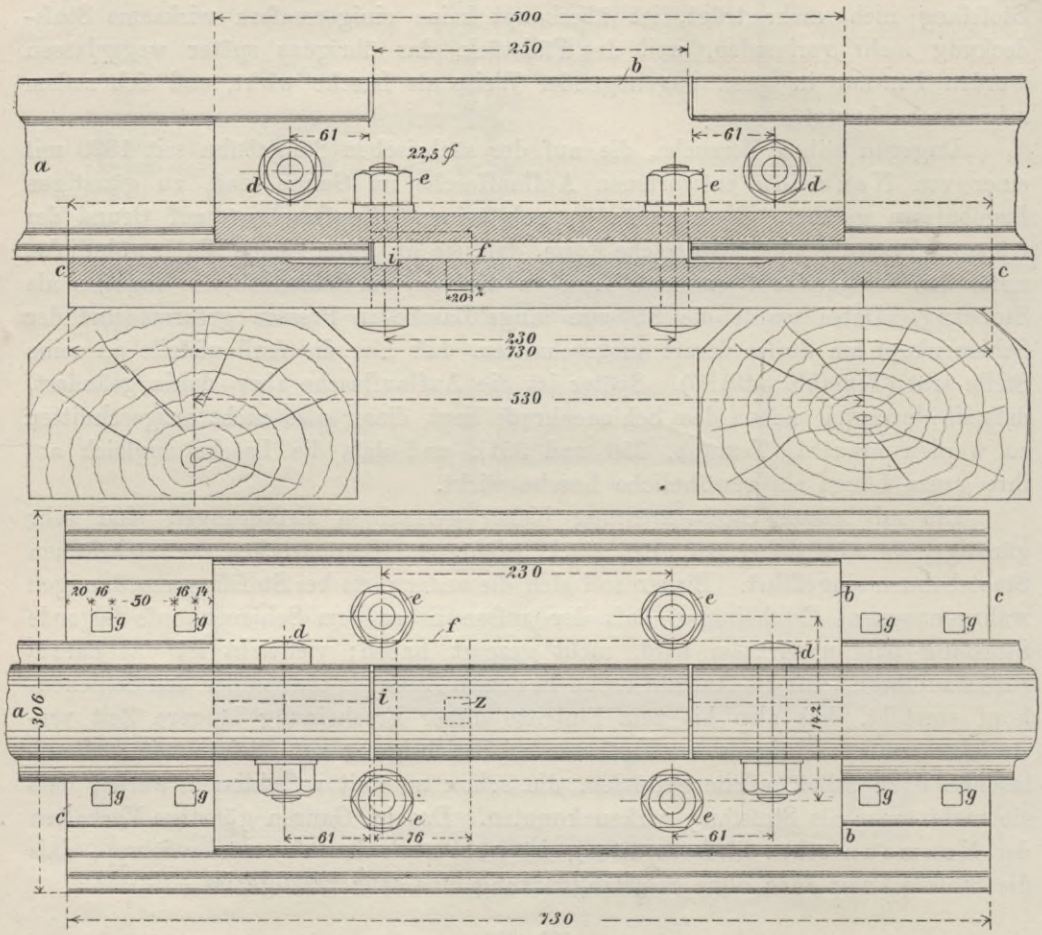


Mafsstab 1 : 5. Rillenschienenstofs mit Auflauflasche von Melaun.

In den letzten Jahren ist auf den Gleisen der Grofsen Berliner Strafsenbahn eine von Melaun erfundene und diesem patentierte Stofsausrüstung versuchs-

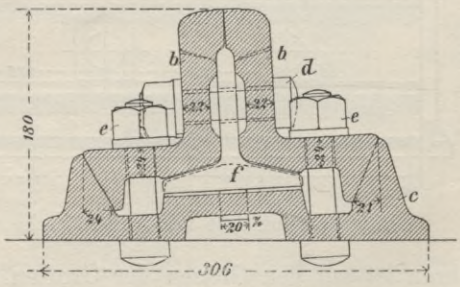
317) Zivilingenieur, 1892, S. 185; 1894, S. 281.
318) Organ 1894, S. 233; 1897, S. 183.

Abb. 353.



Maſsstab 1 : 6.
Stoſsausrüstung von Melaun, Berliner Stadtbahn.

Abb. 354.



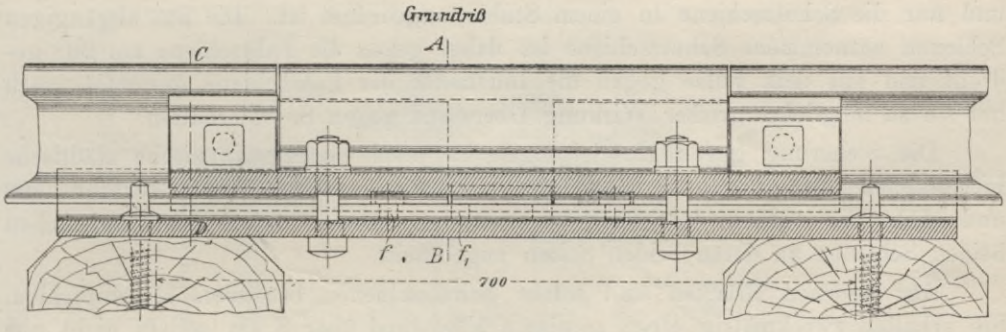
Maſsstab 1 : 6.
Querschnitt zu Textabb. 353.

weise eingeführt worden, die sowohl als Auflauflasche, als auch als Stofsbrücke wirkt. Textabb. 352, stellt die Anordnung in der Form dar, die sie nach mehreren Versuchen mit weniger einfacher Bauweise erhalten hat; an Stelle des ausgefrästen Fahrkopfes tritt die auf dem Schienenfufse aufstehende Lasche. Die Lasche wirkt also als Stofsbrücke, sie unterstützt aber nicht die Schiene, sondern stützt sich im Gegenteile auf diese. Bei Anbringung der Lasche wird die Oberfläche der Schienen und der Lasche besonders bei schon niedergefahrenen Stöfsen alter Gleise derart behobelt oder abgefeilt, dafs jeder Höhenüberstand vermieden wird.

Diese Stofsdeckung hat sich in vierjährigem Betriebe auf Gleisen, die etwa alle 15 bis 20 Sekunden von schweren elektrischen Triebwagen befahren werden, sehr gut gehalten; man sieht, hört und fühlt den Stofs und seine Wirkung überhaupt nicht mehr. Die Grofse Berliner Strafsenbahn ist daher überall da zur Anordnung Melaun'scher Stöfse übergegangen, wo die Stöfse in sonst noch brauchbaren Gleisen niedergefahren sind, und wendet diese Anordnung auch sonst vielfach an.

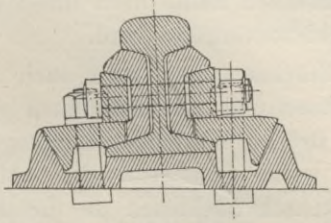
Auch auf der Berliner Stadtbahn ist mit bisher gutem Erfolge ein gröfserer Versuch mit der Melaun'schen Stofsdeckung nach Textabb. 353 und 354 gemacht worden, und es ist beabsichtigt, diese Anordnung auch auf anderen Strecken der preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen in ausgedehntem Mafse versuchsweise zur Anwendung zu bringen. Dabei soll von der auf der Berliner Stadtbahn zuerst angewandten Bauart (Textabb. 353 und 354) insofern abgewichen werden, als nach

Abb. 355.



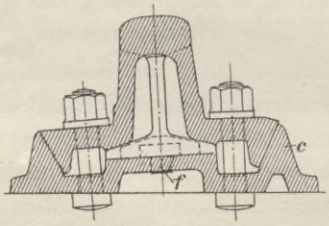
Mafsstab 2 : 15.
Stofsausrüstung von Melaun, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 356.



Mafsstab 2 : 15.
Querschnitt A B zu Textabb. 355.

Abb. 357.



Mafsstab 2 : 15.
Querschnitt C D zu Textabb. 355.

Textabb. 355 bis 357 die ursprünglich angewandten beiden Laschen durch eine einzige hutförmig gestaltete Laschenschiene ersetzt werden sollen. Die Laschen

stützen sich nicht nur auf den Schienenfuſs, sondern auch gegen die Seitenrippen c der durchgehenden kräftigen Unterlageplatten. Auch wird durch das Eingreifen der Eisen f, f_1 in die Unterlageplatten dem Wandern der Schienen entgegengewirkt.

2. *i*) Schutzschienen.

Unter Umständen hält man es für nötig, neben den Fahrschienen noch besondere Schutzschienen anzubringen, die den Rädern als seitliche Führung dienen.

Besonders in England wird in scharfen Gleisbogen vielfach innen neben der Innenfahrschiene eine Schutzschiene angeordnet, die den Spurkranz auſsen führt. Sie bietet auch für die Auſsenfahrschiene einen guten Schutz gegen die seitlichen Angriffe der Spurkränze und wird daher neuerdings auf Bahnen mit scharfen Bogen oft verwendet. Auch auf der Berliner Stadt- und Ring-Bahn und der elektrischen Hoch-Tiefbahn sind in scharfen Krümmungen derartige Schutzchienen neben der Innenfahrschiene angebracht. Sie dienen hier auſserdem der erhöhten Sicherheit gegen Entgleisungen, die bei der raschen Zugfolge und der hohen Lage der Bahn besonders schwere Folge haben könnten. Textabb. 358 stellt die ältere Form der auf der Berliner Stadtbahn angewandten Schutzschienen dar, bei der ein besonderer Stuhl für beide Schienen nötig war. Die neuere Anordnung ist in Textabb. 359 dargestellt, bei der die Fahrschiene in gewöhnlicher Weise gelagert und nur die Schutzschiene in einem Stuhle angeordnet ist. Die aus abgängigen Schienen entnommene Schutzschiene ist dabei gegen die Fahrschiene um 90° gedreht und mit dem Fuſse gegen die Innenseite der Fahrschiene gerichtet, auch hat sie zu möglichst groſser Wirkung Überstand gegen S. O. erhalten.

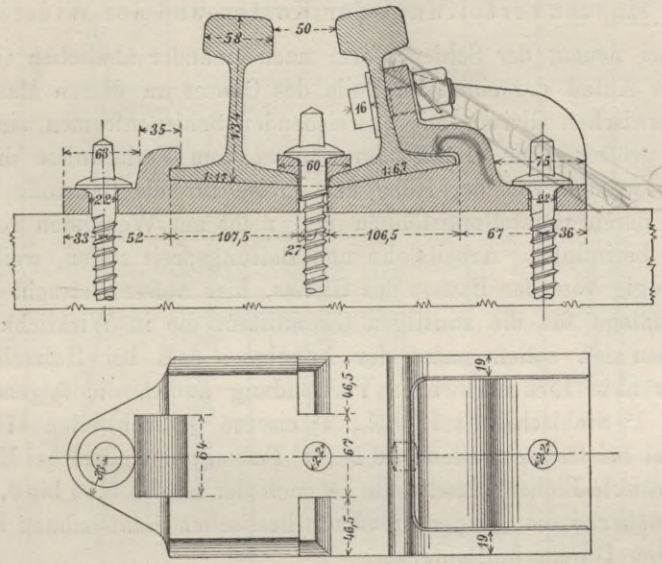
Die Sicherung gegen Entgleisungen hat auch nordamerikanische städtische Hochbahnen zur Anordnung derartiger Schutzschienen veranlaſst (Textabb. 360 und 361). Sie werden dort aber auch in der Geraden angewendet und neben beiden Schienen an deren beiden Seiten angebracht.

Auf eisernen Brücken sind solche Schutzschienen besonders zu empfehlen. Sie erhalten zweckmäſsig einen gewissen Überstand über S. O., sodaſs nicht nur der Spurkranz, sondern auch der Radreifen seitlich geführt wird (Textabb. 362). In Deutschland hält man die Anordnung derartiger Schutzmittel auſsen neben den Fahrschienen für entbehrlich, weil eine Entgleisung eines Rades nach auſsen nur bei gleichzeitiger Entgleisung des gegenüber laufenden Rades nach innen eintreten kann, und diese schon durch die Innenschutzschiene verhütet wird.

Die Anordnung der Schutzschienen auf Brücken pflegt man auch auf eine gewisse Entfernung bis vor die Brücke auszudehnen und mit nach innen geführten Einlaufbogen abzurunden, damit etwa vor der Brücke entgleiste Fahrzeuge wieder an die Schienen geleitet und möglichst sicher weiter geführt werden. Manchmal werden nach amerikanischem Muster die Brückenschutzschienen an den Brückenenden auch mit Eingleisungsvorrichtungen[319]) (rerailing frog) verbunden, damit entgleiste Achsen überhaupt nicht auf die Brücke gelangen.

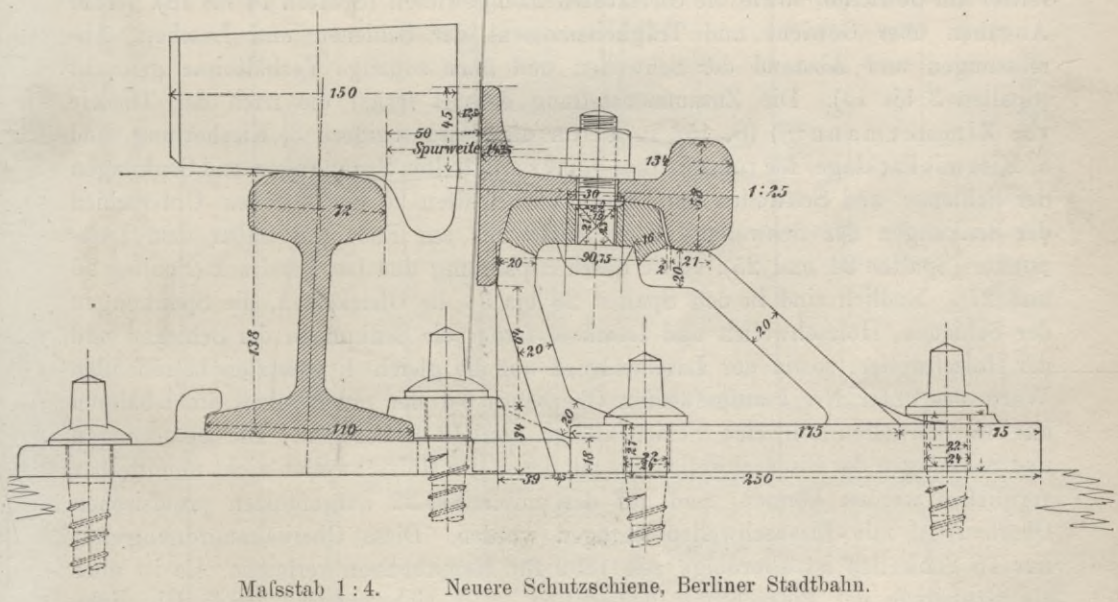
[319]) Organ 1891, S. 25, 30 u. 79.

Abb. 358.



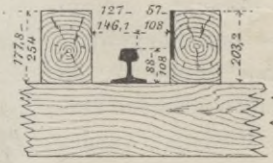
Maſsstab 1 : 6. Ältere Schutzschiene, Berliner Stadtbahn.

Abb. 359.



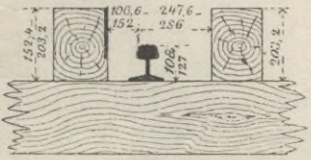
Maſsstab 1 : 4. Neuere Schutzschiene, Berliner Stadtbahn.

Abb. 360.



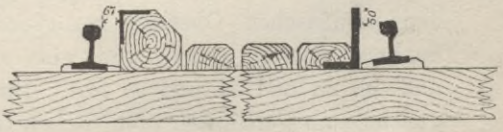
Maſstab 1 : 20.
Schutzschienen der Hochbahnen in Neu-York.

Abb. 361.



Maſsstab 1 : 20.
Schutzschienen der Hochbahnen in Chicago.

Abb. 362.



Maſsstab 1 : 20.
Schutzschienen auf Brücken.

2. κ) Vergleich verschiedener Querschwellen-Oberbauarten bezüglich der Massenverteilung, der Kosten und der Widerstandskraft.

Selbst bei neuen, der Schienenform nach einander ähnlichen Oberbauanordnungen ist der Anteil der einzelnen Teile des Gleises an dessen Masse recht verschieden und zwischen Gleisen mit abweichenden Schienenformen sind die Unterschiede noch gröfser. Die Gleiskosten hängen vom Verhältnisse dieser Massenverteilung ab, werden von der Höhe der Preise für die Baustoffe der einzelnen Gleisteile und deren Herstellungslöhnen und nicht am Wenigsten vom Preise des Bettungstoffes beeinflufst. Arbeitslohn und Bettungspreis sollen, weil im Wesentlichen unabhängig von der Bauart des Gleises, hier aufser Betracht bleiben. Als Vergleichsgrundlage für die sonstigen Gleiskosten, die 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 120 M., 1^t eiserne Querschwellen 110 M., 1^t Befestigungsmittel bei Holzschwellen 130 M., 1^t Befestigungsmittel bei Eisenschwellen 175 M., 1 getränkte Eichenholzschwelle je nach der Gröfse 5,50 bis 6,50 M. Diese Preise sind annähernd die bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen in den letzten Jahren gezahlten Durchschnittspreise.

Hiernach sind in Zusammenstellung XXVI für mehrere Oberbauanordnungen die Gleisgewichte, der Anteil 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 und über sonstige Verhältnisse gemacht (Spalten 3 bis 13). Die Zusammenstellung enthält ferner die nach der Theorie von Zimmermann[320]) (S. 156 u. ff.) für die Bettungsziffern 3, Kiesbettung, und 8, Kies mit Packlage, für ruhende Last von 7 t 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 die Gleiskosten, die Spannungen der Schienen, Holzschwellen und Laschen, ferner die Senkungen der Schienen und der Holzchwellen, sowie der Laschendruck auf die gleich 1 gesetzten betreffenden Werte des unter Nr. 1 aufgeführten Oberbaues 6 d der preufsischen Staatsbahnen mit 15 Schwellen auf eine Schienenlänge von 12 m bezogen. Die Spannungen und Senkungen der Eisenschwellen, die mit denen der Holzschwellen nicht unmittelbar verglichen werden können, sind auf den unter Nr. 22 aufgeführten preufsischen Oberbau 6 d mit Eisenschwellen bezogen worden. Diese Oberbauanordnung mit nur 15 Schwellen ist allerdings seit 1899 für Hauptbahnen verlassen, sie ist aber als Grundlage der Betrachtung beibehalten, weil sich dadurch grade lehrreiche Fingerzeige für die Ergebnisse der verschiedenen Verstärkungsweisen gewinnen lassen.

Ferner sind in Textabb. 363 für die Bettungsziffer 8 die Produkte der auf den preufsischen Oberbau bezogenen Kosten- und Spannungs- beziehungsweise Senkungs-Werte aufgetragen, also die Produkte aus den Spalten 28 und 29, 28 und 30, 28 und 31 und so fort. Die betreffenden Linienzüge zeigen also im Vergleiche zum genannten preufsischen Oberbaue die Ausnutzung des Kostenaufwandes bezüglich der Spannung, Senkung und sonstigen Verhältnisse der Gleisteile.

[320]) Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues. Berlin, 1888.

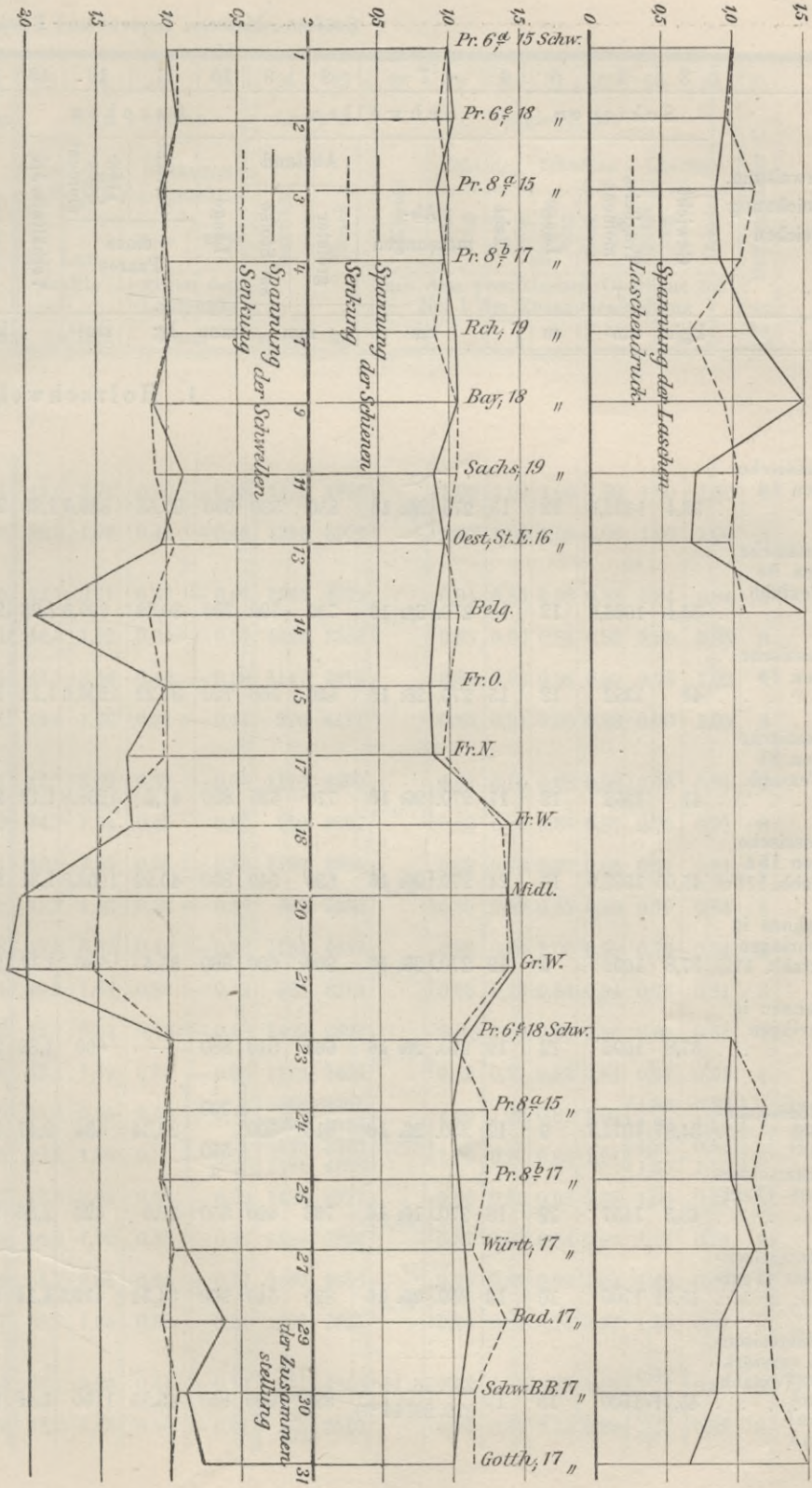


Abb. 363.

Ausnutzung der Oberbaukosten bezüglich der Beanspruchungen der Gleisteile im Vergleiche zum preufsisch-hessischen Oberbaue 6d mit 15 Schwellen auf 12 m.

Zusammenstellung XXVI

Gröfsen-, Massen-, Kosten- und Festigkeits-Verhältnisse verschiedener Oberbau-Anordnungen mit Querschwellen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nr.	Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung und dergleichen	Schienen			Schwellen				Laschen				Gleisgewicht			
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen	Abstand gröfster	Abstand am Stofse	Länge	Gewicht eines Paares	Trägheitsmoment eines Paares i	Verhältnis J/i	im Ganzen	in % Unterschwellung	in % Befestigungsmittel	in % Schienen
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		mm	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
	1. Holzschwellengleise für Hauptbahnen. a) Breitfufs-schienen.															
1	Preufsisch-hessische Staatsbahnen 6d 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
2	Preufsisch-hessische Staatsbahnen 6e 1885/99 (Textabb. 171a)	33,4	1036,6	12	18	270. 26. 16	700	500	790	30,66	839,6	1,23	235,5	61,1	10,7	28,2
3	Preufsisch-hessische Staatsbahnen 8a 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
4	Preufsisch-hessische Staatsbahnen 8b 1890/99 (Textabb. 171b)	41	1352	12	17	270. 26. 16	770	530	820	41,6	1208,8	1,12	244,6	55,6	11,1	33,3
5	Preufsisch-hessische Staatsbahnen 15a 1905 (Textabb. 171c)	45,05	1582,9	15	24	270. 26. 16	630	540	890	40,92	1208,8	1,31	273	57	10,2	32,9
6	Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen 1893 (Textabb. 172)	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	Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen 1893/1903	37,8	1092	12	19	270. 26. 16	667	340	880	—	600	1,82	250,8	60,6	9,3	30,1
8	Bayerische Staatseisenbahnen 1892 . . .	34,87	1071,7	9	12	250. 26. 16	816	500	i 700 / 550 a	22,34	434	2,47	201,7	55,5	9,9	34,6
9	Bayerische Staatseisenbahnen 1898 (Textabb. 174)	43,5	1457	12	18	270. 16. 16	763	420	850	30,0	620	2,35	267,3	53,9	13,6	32,5
10	Sächsische Staatseisenbahnen 1890 (Textabb. 173b)	45,71	1700	10	13	250. 26. 16	825	540	900	34,31	410,5	4,14	235,4	48,2	13,0	38,8
11	Sächsische Staatseisenbahnen mit verstärktem Stofse (Textabb. 350)	45,71	1700	15	19	250. 26. 16*) 270. 26. 16**)	825	540	850	45,85	1150	1,48	233,3	48,4	12,4	39,2

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Gleiskosten	Bettungsziffer C	Schienen Spannung	Schienen Senkung	Schwellen Spannung im Lastpunkte	Schwellen Senkung im Lastpunkte	Senkungsunterschied Mitte − gegen den Lastpunkt	Senkungsunterschied Ende ∓ gegen den Lastpunkt	Laschen Spannung	Laschen Druck	Vergleich der Kosten mit dem preufsischen Oberbaue 6d Nr. 1 der Zusammenstellung	Schienen Spannung	Schienen Senkung	Schwellen Spannung	Schwellen Senkung	Laschen Spannung	Laschen Druck	Bettungsziffer C	Bemerkungen
M/m	**) kg/cm³	kg/qcm	mm	k /qm	mm	mm		kg/qcm	kg								**) kg/cm³	**) bei 1 cm Schwellensenkung
Hauptbahnen. schienen.																		
19,0	3	1236	3,64	43,6	3,70	0,40	— 0,38	1479	4836	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3	
	8	985	1,88	52,5	1,78	0,41	— 0,45	1215	3973		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8	
21,0	3	1160	3,10	42,7	3,61	0,37	— 0,37	1245	4072	1,11	0,94	0,85	0,98	0,98	0,84	0,84	3	
	8	936	1,51	44,3	1,52	0,34	— 0,37	1036	3386		0,95	0,80	0,84	0,85	0,85	0,85	8	
21,10	3	1053	3,36	43,1	3,66	0,40	— 0,38	1147	4913	1,11	0,85	0,92	0,99	0,99	0,78	1,02	3	
	8	838	1,71	48,4	1,66	0,38	— 0,41	976	4181		0,85	0,91	0,95	0,93	0,80	1,05	8	
22,5	3	1014	3,11	42,7	3,62	0,38	— 0,38	1116	4200	1,18	0,82	0,85	0,98	0,98	0,76	0,87	3	
	8	817	1,52	44,7	1,54	0,35	— 0,37	959	3607		0,83	0,81	0,85	0,87	0,79	0,91	8	
25,0	3	853	2,54	42,2	3,55	0,36	— 0,36	1136	3935	1,32	0,69	0,70	0,97	0,96	0,77	0,81	3	
	8	667	1,29	42,3	1,46	0,33	— 0,39	962	3334		0,68	0,69	0,81	0,82	0,79	0,84	8	
20,8	3	1151	3,43	43,6	3,67	0,40	— 0,38	1164	4047	1,09	0,93	0,94	1,00	0,99	0,79	0,84	3	
	8	916	1,74	49,3	1,68	0,39	— 0,42	924	3213		0,93	0,93	0,94	0,94	0,76	0,81	8	
22,4	3	1083	2,92	42,1	3,57	0,38	— 0,38	1409	2883	1,18	0,88	0,80	0,96	0,96	0,95	0,61	3	
	8	876	1,44	43,1	1,49	0,33	— 0,36	1176	2406		0,89	0,77	0,82	0,84	0,97	0,61	8	
19,0	3	1240	3,70	35,5	3,95	0,66	+ 0,17	1968 / 2024	4261 / 5578	1,00	1,00	1,02	0,81	1,07	1,33 / 1,37	0,88 / 1,15	3	Innenlasche / Aufsenlasche
	8	986	1,86	42,2	1,80	0,55	— 0,01	1539 / 1581	3333 / 4358		1,00	0,99	0,80	1,01	1,27 / 1,30	0,84 / 1,10	8	Innenlasche / Aufsenlasche
24,9	3	985	3,03	42,6	3,61	0,39	— 0,39	1486	2937	1,31	0,80	0,83	0,98	0,98	1,00	0,61	3	
	8	793	1,55	43,9	1,52	0,35	— 0,38	1398	2763		0,81	0,82	0,84	0,85	1,15	0,70	8	
22,6	3	928	3,24	34,7	3,86	0,64	+ 0,17	2189	3356	1,19	0,75	0,89	0,80	1,04	1,48	0,69	3	
	8	757	1,67	38,7	1,65	0,50	— 0,01	1582	2425		0,76	0,89	0,74	0,92	1,30	0,61	8	*) Mittelschwellen **) Stofsschwellen
22,6	3	928	3,24	34,7	3,86	0,64	+ 0,17	917 / 956	4240	1,19	0,75	0,89	0,80	1,04	0,62 / 0,65	0,88	3	Innenlasche / Aufsenlasche
	8	757	1,67	38,7	1,65	0,50	— 0,01	760 / 793	3510		0,76	0,89	0,74	0,92	0,63 / 0,65	0,88	8	Innenlasche / Aufsenlasche

Zusammenstellung XXVI

Gröfsen-, Massen-, Kosten- und Festigkeits-Verhältnisse verschiedener Oberbau-Anordnungen mit Querschwellen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nr.	Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung und dergleichen	Schienen			Schwellen				Laschen				Gleisgewicht			
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen	Abstand gröfster	Abstand am Stofse	Länge	eines Paares Gewicht	eines Paares Trägheitsmoment i	Verhältnis J/i	im Ganzen	in % Unterschwellung	in % Befestigungsmittel	in % Schienen
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		mm	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
	1. Holzschwellengleise für Hauptbahnen.															
	a) Breitfufsschienen.															
12	Österreichische Staatseisenbasnen (Textabb. 176)	35,6	925	10	13	240. $\frac{15}{25}$. 15	800	500	550	—	—	—	163,0	49,1	8,0	42,9
13	Österreichische Staatseisenbahnen 1903 (Textabb. 177) . .	44,15	1441,5	12,5	16	270. 26. 16	810	500	780	35,71	1090,8	1,32	243,3	50,5	13,3	36,2
14	Belgische Staatseisenbahnen 1886 (Textabb. 179)	52	1707	9	12	260. 28. 14	800	600	730	43	598	2,86	217,4	44,2	8,0	47,8
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
17	Französische Nordbahn 1894	45,0	1630	12	16	260. 26. 13	800	480	650	25,6	—	—	197	50,4	3,9	45,7
	b) Stuhlschienen.															
18	Französische Westbahn 1889 (Textabb. 196 b)	44,0	1264	12	18	265. 22,5. 14	748	600	—	34,0	—	—	252,5	44,5	20,6	34,9
19	Englische Midlandbahn (Textabb. 194 a) . .	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
20	Englische Midlandbahn (Teytabb. 194 b) . .	49,8	1490	10,97	14	272. 25,4. 12,7	808	666	508	16,3	—	—	267,5	35,5	27,3	37,2
21	Englische Grofse West-Bahn (Textabb. 193)	48,4	1435	13,56	18	274. 25,4. 12.7	775	636	i 457 / 508 a	15,0	—	—	275,8	35,8	28,7	35,1

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 Mitte − gegen den Lastpunkt	Senkungsunterschied Ende + gegen den Lastpunkt	Spannung	Druck	Kosten	Schienen Spannung	Schienen Senkung	Schwellen Spannung	Schwellen Senkung	Laschen Spannung	Laschen Druck		
										mit dem preufsischen Oberbaue 6 d Nr. 1 der Zusammenstellung								
M/m	kg/cm³	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm		kg/qcm	kg								kg/cm³	**) bei 1 cm Schwellensenkung
Hauptbahnen. schienen.																		
17,20	3	1346	3,81	51,7	4,35	0,98	+ 0,42	—	—	0,85	1,09	1,05	1,36	1,18	—	—	3	Die gröfste Schwellenspannung tritt für C=3 nicht im Lastpunkte, sondern in der Mitte ein und beträgt 59,2 kg/qcm; die Zahlen in Spalte 31 beziehen sich auf diese Spannung.
	8	1080	2.09	62,1	1,96	0,75	+ 0.14	—	—		1,10	1,11	1,18	1,10	—	—	8	
22,8	3	994	3,19	42,7	3,62	0,36	— 0,36	1004	4027	1,20	0,80	0,85	0,98	0,98	0,68	0,83	3	
	8	791	1,55	45,6	1,39	0,19	— 0,21	739	3242		0,81	0,82	0,87	0,78	0,60	0,82	8	
22,8	3	896	3,10	85,0	3,66	0,96	— 0,43	1913	4770	1,20	0,72	0,85	1,95	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	1,63	0,93	1,25	0,95	8	
20,0	3	1040	3,50	45,1	4.22	0,79	+ 0,16	—	—	1,05	0,84	0,96	1,06	1,14	—	—	3	
	8	842	1,76	49 6	1,76	0,59	— 0,06	—	—		0,85	0,94	0,95	0,99	—	—	8	
19,0	3	1081	3,64	45,1	4.13	0,79	+ 0,15	—	—	1,00	0,87	1,00	1,06	1,11	—	—	3	
	8	871	1,88	49,6	1,81	0.61	— 00,4	—	—		0,88	1,00	1,00	1,01	—	—	8	
21,0	3	977	3,19	59,6	3,83	0,78	— 0,24	—	—	1,11	0,79	0,88	1.37	1,04	—	—	3	
	8	799	1,62	60,9	1,67	0,66	— 0,45	—	—		0 81	0,86	1,16	0,94	—	—	8	
schienen.																		
27,0	3	1212	3,50	45,1	4,27	0,67	— 0,40	—	—	1,42	0,98	0,96	1,03	1,15	—	—	3	
	8	989	1,80	46,2	1.85	0,62	— 0,53	—	—		1,00	0,96	0,88	1,04	—	—	8	
27,0	3	1276	3,71	71,5	3,93	0,69	— 0,84	1755	8138	1,42	1,03	1,02	1,64	1,02	1,19	1,68	3	
	8	1061	2,05	80,9	2,00	0,76	— 0,94	1492	6919		1,08	1,09	1,53	1,12	1,23	1,74	8	
30,0	3	1079	3,30	69,7	3,84	0,69	— 0,81	—	—	1,58	0,87	0,91	1,60	1,04	—	—	3	
	8	874	1,68	68,0	1,68	0,64	— 0,78	—	—		0,89	0,89	1,30	0,94	—	—	8	
31	3	1069	3,18	70,5	3,82	0,64	— 0,93	—	—	1,63	0,86	0,87	1,62	1,03	—	—	3	
	8	875	1,93	68,8	1,69	0,64	— 0,83	—	—		0,89	0,87	1,31	0,94	—	—	8	

Zusammenstellung XXVI

Gröfsen-, Massen-, Kosten- und Festigkeits-Versältnisse verschiedener Oberbau-Anordnungen mit Querschwellen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nr.	Eisenbahnverwaltung, Schienenbezeichnung und dergleichen	Schienen			Schwellen				Laschen				Gleisgewicht			
		Gewicht	Trägheitsmoment J	Länge	Zahl	Abmessungen	Abstand gröfster	Abstand am Stofse	Länge	Gewicht eines Paares	Trägheitsmoment eines Paares i	Verhältnis J/i	im Ganzen	in % Unterschwellung	in % Befestigungsmittel	in % Schienen
		kg/m	cm⁴	m		cm	mm		mm	kg	cm⁴		kg/m	%	%	%
	2. Eisenschwellengleise für Hauptbahnen.															
22	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 6d 1885/94	33,4	1036.6	12	15	lg. schwer 270. 58,3 kg	850	530	690	27,53	839.6	1,23	151,2	48,2	7,7	44.1
23	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 6e 1885/99 (Textabb. 171 a)	33,4	1036,6	12	18	270. 58,3 „	700	500	790	30,66	839,6	1,23	170,1	51,4	9,4	39,2
24	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 8a 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
25	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 8b 1890/99 (Textabb. 171 b)	41	1352	12	17	270. 58,3 „	770	530	820	41,6	1208,8	1,12	183,6	45,0	10,1	44,4
26	Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 15a, 1905 (Textabb. 171 c)	45,05	1582,9	15	24	270. { 58,3 „ / 75,8 „	630	540	890	40,96	1208,8	1,31	206,9	46,7	9,9	43,4
27	Württembergische Staatseisenbahnen 1898 (Textabb. 174)	43,5	1457	12	17	270. 75 „	750	500	750	38,2	1134	1,28	211,3	50,3	8,5	41,2
28	Badische Staatseisenbahnen 1891 . . .	36,2	1002	12	17	225. 53,5 „	—	540	700	28,18	1434	0,70	161,6	46,9	8,3	44,8
29	Badische Staatseisenbahnen 1893/99 . .	44	1485	12	17	240. 70 „	780	530	800	34,94	1630,6	0,91	201,6	49,1	7,0	43,9
30	Schweizerische Bundesbahnen 1902 (Textabb. 181)	45,9	1623	12	17	270. 72,5 „	750	500	800	39	1670	0,97	207,0	49,6	6,1	44,3
31	Gotthardbahn Nr. IV (Textabb. 180) . .	46	1635	12	17	270. 73,6 „	750	356	600	27,2	1960	0,83	206,4	50,5	5,0	44,5

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 Mitte − gegen den Lastpunkt	Senkungsunterschied Ende ∓ gegen den Lastpunkt	Spannung	Druck	Kosten (mit dem preufsischen Oberbau 6d Nr. 1 und bezüglich der Schwellen-Spannung und Senkung mit Nr. 22 der Zusammenstellung)	Schienen Spannung	Schienen Senkung	Schwellen Spannung	Schwellen Senkung	Laschen Spannung	Laschen Druck		
M/m	*) kg/cm³	kg/qcm	mm	kg/qcm	mm	mm		kg/qcm	kg								*) kg/cm³	**) bei 1 cm Schwellensenkung
	Hauptbahnen.																	
18,1	3	1304	4,23	1603	4,49	1,16	— 1,27	1528	4997	0,95	1,05	1,16	1,00	1,00	1,03	1,03	3	
	8	1063	2,33	1660	2,22	1,17	— 1,32	1311	4287		1,08	1,24	1,00	1,00	1,08	1,08	8	
20,42	3	1222	3,60	1554	4,36	1,12	— 1,23	1284	4198	1,07	0,99	0.99	0,97	0,97	0,87	0,87	3	
	8	1019	1,81	1502	2,02	1,06	— 1.20	1106	3616		1,03	0,96	0,90	0,91	0,91	0,91	8	
20,48	3	1106	3,89	1579	4,42	1,14	— 1,25	1177	5040	1,08	0,89	1,07	0,99	0,98	0,80	1,04	3	
	8	906	2,18	1554	2,08	1,09	— 1,24	1041	4459		0,92	1,16	0,94	0,94	0,86	1,12	8	
22,3	3	1067	3,63	1559	4,17	1,00	— 1,14	1144	4303	1,17	0,86	1,00	0,97	0,93	0,77	0,89	3	
	8	886	2,00	1507	2,01	1,05	— 1,20	1013	3811		0,90	1,07	0,91	0,91	0,83	0,96	8	
25,0	3	878	3,00	1542	4,41	1,21	— 1,41	1136	3935	1,32	0,71	0,82	0,96	0,98	0,77	0,81	3	Die 58,3 kg schweren Schwellen sind als Mittelschwellen, die 75,8 kg schweren als Stofsschwellen verwendet.
	8	763	1,59	1474	1,89	0,91	— 1,03	988	3424		0,77	0,85	0,89	0,85	0,81	0,86	8	
25,3	3	995	3,17	1113	3,74	0,65	— 0,70	1178	4517	1,33	0,85	0,87	0,70	0,83	0,80	0,93	3	
	8	810	1,63	1107	1,64	0,61	— 0,70	1028	3948		0,82	0,86	0,67	0,74	0,85	0,99	8	
19,4	3	1336	4,61	1146	5,19	2,43	+ 1,10	1084	5142	1,02	1,08	1,27	0,86	1,15	0,73	1,06	3	Die gröfsten Schwellenspannungen treten bei C = 3 nicht im Lastpunkte, sondern in der Mitte auf und betragen für Nr. 28 1375, für Nr 29 858 kg/qcm; die Zahlen in Spalte 31 beziehen sich auf diese Spannungen.
	8	1081	2,36	1332	2,37	1 63	+ 0,28	964	4570		1,10	1,26	0,80	1,07	0,79	1,15	8	
24,0	3	1032	3,73	800	4,47	1,17	+ 0,41	922	4164	1,26	0.87	1,01	0,54	1,00	0,62	0,86	3	
	8	847	1,94	859	1,44	0,84	+ 0,08	864	3900		0,90	1,09	0,52	0,83	0,71	0,98	8	
24,5	3	960	3,16	1140	2,77	0,44	— 0,52	890	4293	1,29	0,78	0,87	0,71	0,84	0,60	0,89	3	
	8	798	1,67	1150	1,64	0,43	— 0,47	802	3877		0,82	0,89	0,69	0,74	0,66	0,98	8	
24,3	3	932	3,18	985	4,00	0,63	— 0,65	704	5118	1,28	0,75	0,87	0,62	0,89	0,48	1,06	3	
	8	765	1,66	978	1,74	0,59	— 0,67	642	4667		0,78	0,89	0,59	0,78	0,53	1,17	8	

In Textabb. 364 und 365 sind die Höhe der Kosten und das Güteverhältnis der Schienen erstere getrennt nach Schienen, Befestigungsmitteln und Unterschwellung dargestellt[321]).

Die Befestigungsmittel beeinflussen die Höhe der Gleiskosten in augenfälliger Weise. Beispielsweise sind Gleise ohne eiserne Unterlageplatten (Nr. 15 bis 17) wesentlich billiger, als solche mit Unterlageplatten, dadurch scheint die Ausnutzung der Kosten bei solchen Oberbauten sehr günstig. In Folge des Fehlens eiserner Unterlageplatten wird aber das Schienenlager derart zusammengeprefst und zerstört, dafs 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 Gefüge des Holzes zerstört

Bei Gleisen mit annähernd gleichem Gewichte sind die Kosten um so höher, je gröfser der Anteil der Schienen am Gleisgewichte ist, das zeigt der Vergleich von Nr. 1 und 8 mit Nr. 15 und 17, von Nr. 2 mit Nr. 10 und 11. Diese Tatsache wird um so schärfer hervortreten, je niedriger die Schwellenpreise tatsächlich sind, und je eher es mit Rücksicht auf die sorgfältige Tränkung der Schwellen und die Durchbildung der Befestigung der Schienen auf den Holzschwellen zuläfsig ist, statt Eichenschwellen Weichholzschwellen zu verwenden.

Der wirtschaftliche Wert eines Gleises wird aber auch wesentlich durch dessen Widerstand gegen die Einwirkungen der Betriebslasten beeinflufst, weil sowohl die Häufigheit 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 XXVI und den Textabb. 363 bis 365 leicht ersehen läfst[322]).

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. 363 und 364 ergibt. Aber schon bei der Schienensenkung ist das Verhältnis ein anderes. So erfordert die Verstärkung der Unterschwellung im preufsischen Oberbaue von 6^d mit 15 (Nr. 1) auf 6^e mit 18 Schwellen (Nr. 2) dieselbe Kostenvermehrung, wie die Schienenverstärkung zum Oberbaue 8^a (Nr. 3). Die Spannung der Schiene nimmt hierbei im ersten Falle um 6 %, im zweiten um 15 % ab, die Senkung im Lastpunkte dagegen, je nach der Bettungsziffer, im ersten Falle um 15 % und 19 %, im zweiten aber nur um 8 % und 9 %, und selbst bei 17 Schwellen (Nr. 4) ist die Senkung noch etwas gröfser, als bei dem Oberbaue mit der schwächern Schiene, aber 18 Schwellen. Die Kostenzunahme wird daher bei Schwellenvermehrung

---

321) Der Preufsisch-Hessische Oberbau Nr. 15a konnte in den Abbildungen nicht mehr berücksichtigt werden.

322) Eine eingehendere Darlegung dieser Verhältnisse findet sich im Organ 1896, S. 133, 157 und 171.

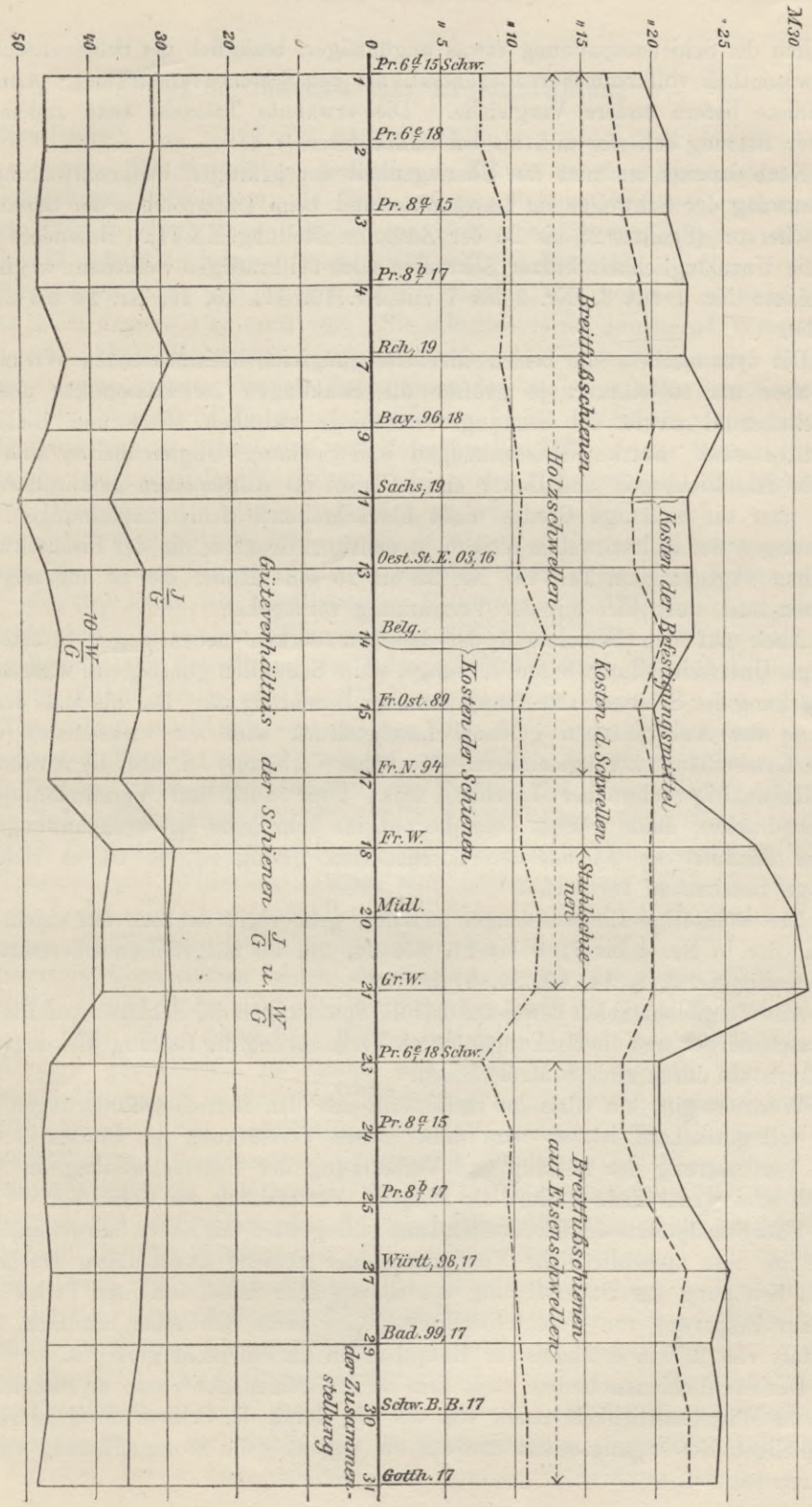


Abb. 364 und 365.

Gleiskosten für 1 m.

Güteziffern der Schienen, J : G und W : G.

bezüglich der Schienenspannung etwas ungünstiger, bezüglich der Schienensenkung aber wesentlich vollkommener ausgenutzt, als bei Schienenverstärkung. Ähnliche Ergebnisse liefern andere Vergleiche. Die erwähnte Tatsache tritt zudem bei besserer Bettung schärfer auf, als bei schlechterer.

Noch bestimmter tritt die Überlegenheit der kräftigen Unterschwellung bei der Senkung der Schwellen im Lastpunkte und beim Unterschiede der Senkungstiefen hervor (Spalten 23 bis 25 der Zusammenstellung XXVI). Besonders zeigt sich die Unzulänglichkeit kurzer Schwellen auch bei kräftigen Schienen, wenn man vergleicht: Nr. 1 mit 8, Nr. 2 bis 7 mit Nr. 10, 11, 15, 16, Nr. 24 bis 27 mit Nr. 29).

Die dynamischen, die beiden Gleisseiten ungleich beeinflussenden Wirkungen sind aber um so stärker, je gröfser die Senkungen im Lastpunkte und am Schwellenende, sowie die Senkungsunterschiede zwischen Mitte und Ende der Schwellen sind. Starke Gleissenkungen und Senkungs-Ungleichheiten 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 mäfsigen Grenzen, die der Eisenschwellen erreichen dagegen zum Teil bei Nr. 22 bis 26 eine Höhe, die es angezeigt erscheinen läfst, auch hier mit der Verstärkung vorzugehen.

Auch auf den Widerstand der Laschen wirken neben enger Stofsteilung kräftige Unterschwellung, besonders lange, steife Schwellen günstig ein, während die Verstärkung der Schienen von untergeordneter Bedeutung ist Der als Mafs der Abnutzung der Anlageflächen geltende Laschendruck wird am wirksamsten durch grofse Laschenlänge herabgemindert. Ein hohes Verhältnis J/i, also die Anwendung verhältnismäfsig schwacher Laschen, wirkt zwar auch auf Verminderung des Laschendruckes, dafür wächst aber die ohnehin sehr hohe Laschenspannung, und da der Einflufs von J/i auf den Laschendruck gering ist, so ist es richtiger, kräftige Laschen zu verwenden.

Der wohltätige Einflufs langer Laschen geht recht deutlich aus einem Vergleiche der in Nr. 4 bis 7, 9 bis 11, 25, 26, 29, 30 mitgeteilten Oberbauanordnungen mit Nr. 3, 8, 14, 19, 24, 31 hervor.

Alle Vergleichszahlen beweisen, dafs die Spannungen der Schienen und Laschen, der Laschendruck und die Senkungen durch Verbesserung der Bettung wirkungsvoller ermäfsigt, als durch andere Mafsnahmen.

Wenn es gilt, ein Gleis zu verbessern, das den Betriebsanforderungen nicht mehr voll gewachsen ist, so wird daher neben Verstärkung des Stofses in erster Linie Verbesserung der Bettung und Verstärkung der Unterschwellung im Allgemeinen besser zum Ziele führen, als lediglich Verstärkung der Schiene.

Vom Standpunkte der Gleiskosten kann in Gegenden mit hohen Schwellenpreisen allerdings eine ausschliefsliche Verstärkung der Schiene zweckmäfsig erscheinen, behufs Erhöhung der Dauerleistung des Gleises aber kaum. Keinen Falles sollte man zur Ersparung von Unterschwellungskosten kurze Schwellen benutzen, schon das Mafs von 2,50 m erscheint für Hauptbahnen als ein recht geringes.

Der Stuhlschienenoberbau steht dem Breitfufsschienenoberbaue an Standsicherheit und Wirtschaftlichkeit nach, was auf die durch die Schienenform bedingten, kostspieligen Befestigungsmittel und auf die ungenügende Stofsausrüstung zurückzuführen ist.

d) 3. 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, die 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 haben sich dagegen 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 die die Nägel oder Schrauben eingriffen, wie bei der Befestigung auf Holzschwellen. Die ganze Bauart litt an dem Mangel ungenügender Elastizität 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, dafs man die ganze Gleisoberfläche womöglich auch unter dem Schienenfufse bequem abspülen kann, wie bei Gleisen an Viehrampen, an Wagenreinigungstellen und dergleichen. In solchen Fällen sind die Steinwürfel meist in Mauerwerk oder Beton gebettet. Die Befestigung der Schienen erfolgt durch Steinschrauben oder Nägel unter Zuhülfenahme von Holzdübeln in bekannter Weise.

Einzelstützen aus Eisen sind seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in den verschiedensten Formen versucht worden, und haben in überseeischen, heifsen Ländern grofse Verbreitung gefunden, in Europa und Nordamerika sich aber nicht zu behaupten vermocht. Diese Tatsache hat darin ihren Grund, dafs in den heifsen Landstrichen Unterstützungen aus den meisten Holzarten in der Regel durch Insekten und Witterungseinflüsse sehr schnell zerstört werden, aufserdem 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 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 verhältnismäfsig langen Dauer preiswerter Holzschwellen zusammen und rechtfertigen deren Verwendung. Im Übrigen macht sich neuerdings die Überlegenheit der Querschwellengleise bei Verwendung von Eisenschwellen auch in den heifsen Ländern geltend, wenigstens bei Breitfufsschienen, während bei Stuhlschienen die Einzelstützen allerdings noch vorherrschen, weil sie recht einfache Befestigungen dieser Schienenform zulassen.

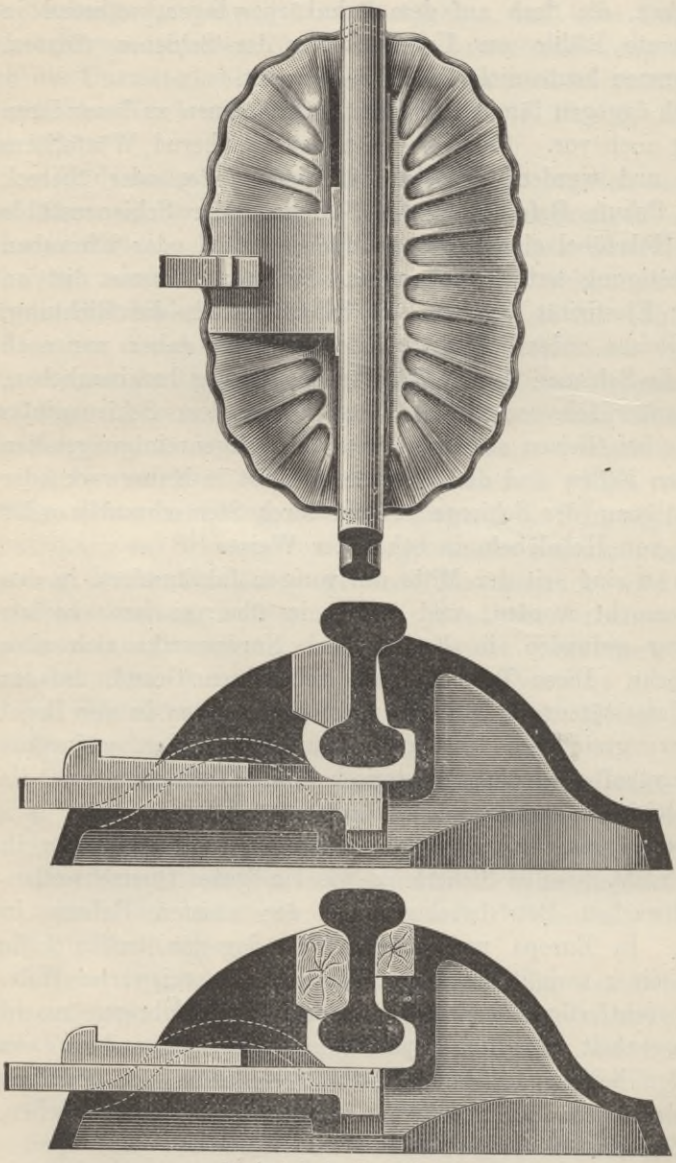
Die eisernen Einzelstützen lassen sich in glockenförmige und plattenförmige einteilen. Die Glockenstützen werden aus Gufseisen, oder aus Eisen- oder Stahl-Blech, die Platten fast ausschliefslich aus Gufseisen hergestellt.

Als älteste Glockenstütze wurde 1846 von Greaves ein hohler gufseiserner Kugelabschnitt von etwa 560 mm Durchmesser des Grundkreises mit aufgegossenem Stuhle für Stuhl- oder Breitfufs-Schienen eingeführt. Die Stütze ist in Ägypten, Indien und Südamerika zu grofser Verbreitung gekommen, litt

aber überall an dem Übelstande, dafs feinkörnige Bettung durch die tropischen Regengüsse leicht 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, 366), um ihre Festigkeit und feste Lage zu erhöhen. Auch diese Glocke fand in den genannten Ländern weite Verbreitung. Die Schiene ruht in dem stuhlförmigen Oberteile zwischen einem langen Kissen von Teakholz und dem gewöhnlichen Holzkeile, oder wird unter Vermeidung allen Holzes durch einen Eisenkeil festgehalten (Textabb. 366).

Abb. 366 [323]).



Mafsstab 1 : 10 und 1 : 5.
Gufsglocke von Griffin, Argentinische Bahnen, 1863.

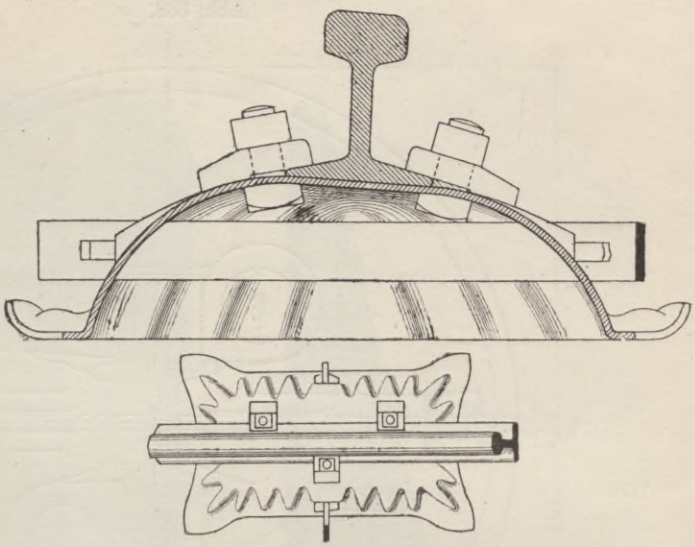
Glocken aus gepreftem Bleche sind in verschiedenen Formen von Livesey 1864 und von Mac Lellan 1874 ausgeführt worden. Während die Glocke von Livesey bei viereckiger Grundform glatte Wände zeigte, hat Mac Lellan seine Einzelstütze, die in Indien Verwendung fand, wellenförmig gerippt (Textabb. 367). Das Stahlblech ist 4,76 mm stark und eine Einzelstütze wiegt annähernd 50 kg.

Bei den 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 Tropensonne zu einer steinförmigen Masse erhärtet. Auch ist das ordentliche Unterstopfen der Hohlräume, wenn es

323) Nach Haarmann, das Eisenbahngleis, geschichtlicher Teil.

nur von Aufsen erfolgen kann, verhältnismäfsig schwierig und kostspielig. Um die Glockenstützen besser stopfen zu können, hat man sie oben mit zwei schräg einander gegenüber liegenden Löchern versehen, durch die man mit Stöcken die Stopfarbeit ausführen kann. In dieser verbesserten, auf indischen Bahnen 1897 eingeführten Form haben sich die Glockenstützen gut bewährt. (Textabb. 368).

Aab, 367.



Mafsstab 1 : 5 und 1 : 20.
Gepreſste Glocke von Mac Lellan, Indische Bahnen, 1874.

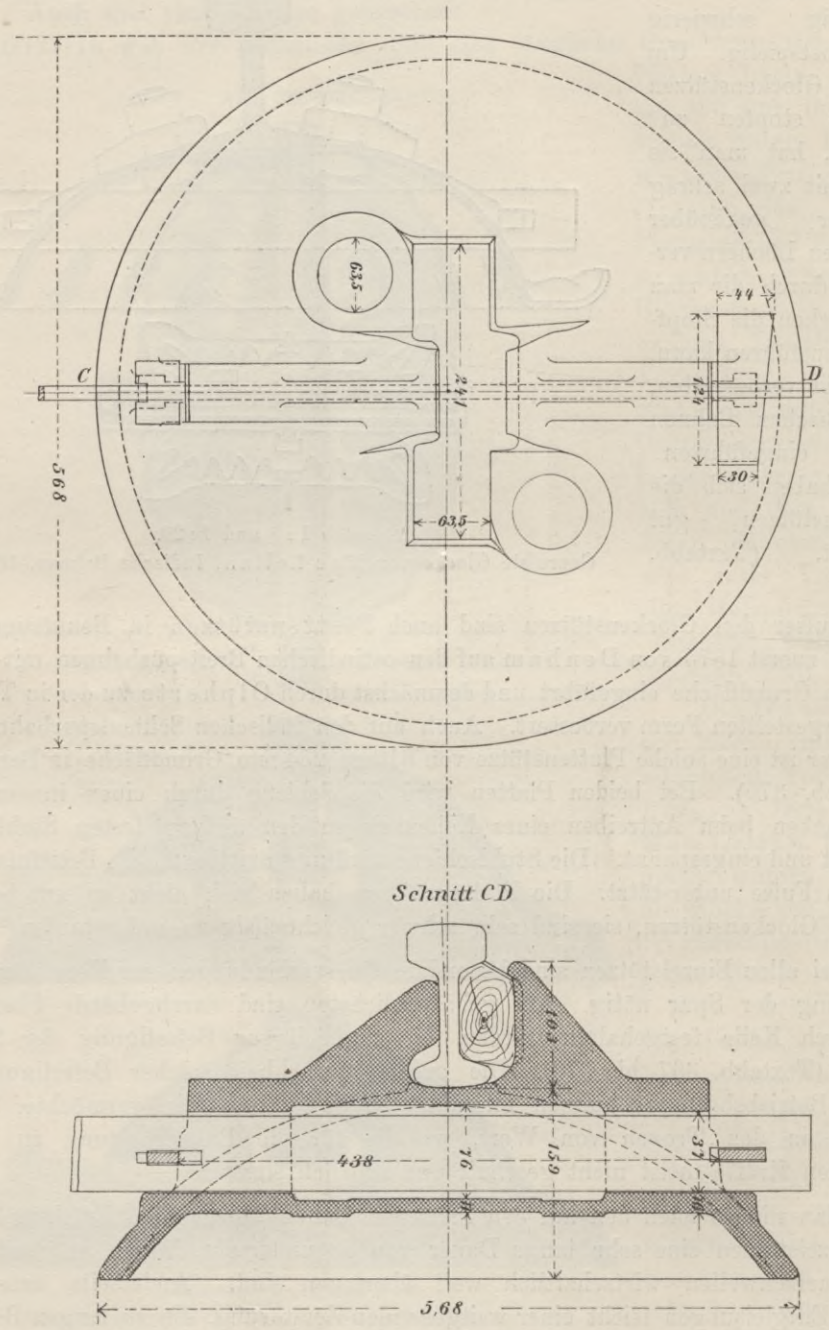
Aufser den Glockenstützen sind auch Plattenstützen in Benutzung. Sie wurden zuerst 1875 von Denham auf den ostindischen Breitspurbahnen mit 864 zu 305 mm Grundfläche eingeführt und demnächst durch Olpherts zu der in Textabb. 369 dargestellten Form verbessert. Auch auf den indischen Schmalspurbahnen mit 1 m Spur ist eine solche Plattenstütze von 610 zu 254 mm Grundfläche in Benutzung (Textabb. 370). Bei beiden Platten wird die Schiene durch einen innern losen Stuhlbacken beim Antreiben eines Keiles gegen den äufsern festen Stuhlbacken gepreſst und eingespannt. Die Stuhlschiene wird nur am Kopfe, die Breitfufsschiene nur am Fufse unterstützt. Die Plattenstützen haben sich nicht so gut bewährt, wie die Glockenstützen, sie sind sehr schwer gleichmäfsig zu unterstopfen [324]).

Bei allen Einzelstützen sind besondere Querverbindungen zur Herstellung und Erhaltung der Spur nötig. Am gebräuchlichsten sind durchgehende Flacheisen, die durch Keile festgehalten werden, die zugleich zur Befestigung der Schiene dienen (Textabb. 367 bis 370). Die grofse Einfachheit solcher Befestigung, die hohen Betriebsbeanspruchungen allerdings kaum zu genügen vermöchte, ist besonders in den Tropen von Wert, wo die für die Bahnerhaltung zu Gebote stehenden Kräfte meist nicht geschult und spärlich sind.

Man nimmt nach den auf den indischen Bahnen gemachten Erfahrungen für die Einzelstützen eine sehr lange Dauer von 50 und mehr Jahren an, sodafs sie den Querschwellen wirtschaftlich weit überlegen sind. Anderseits unterliegen sie bei Entgleisungen leicht einer weitgehenden Zerstörung, die zu langen Betriebsunterbrechungen führen kann. Manche Bahnen haben sie daher auf Bahnhöfen, wo erfahrungsgemäfs am leichtesten Entgleisungen eintreten, verlassen und durch Querschwellen ersetzt [324]).

[324]) Giese und Blum, Organ 1905, S. 53.

Abb. 368.



Maſsstab 1 : 6.
Glockenförmige Einzelstütze mit Stopflöchern, indische Staatsbahnen.

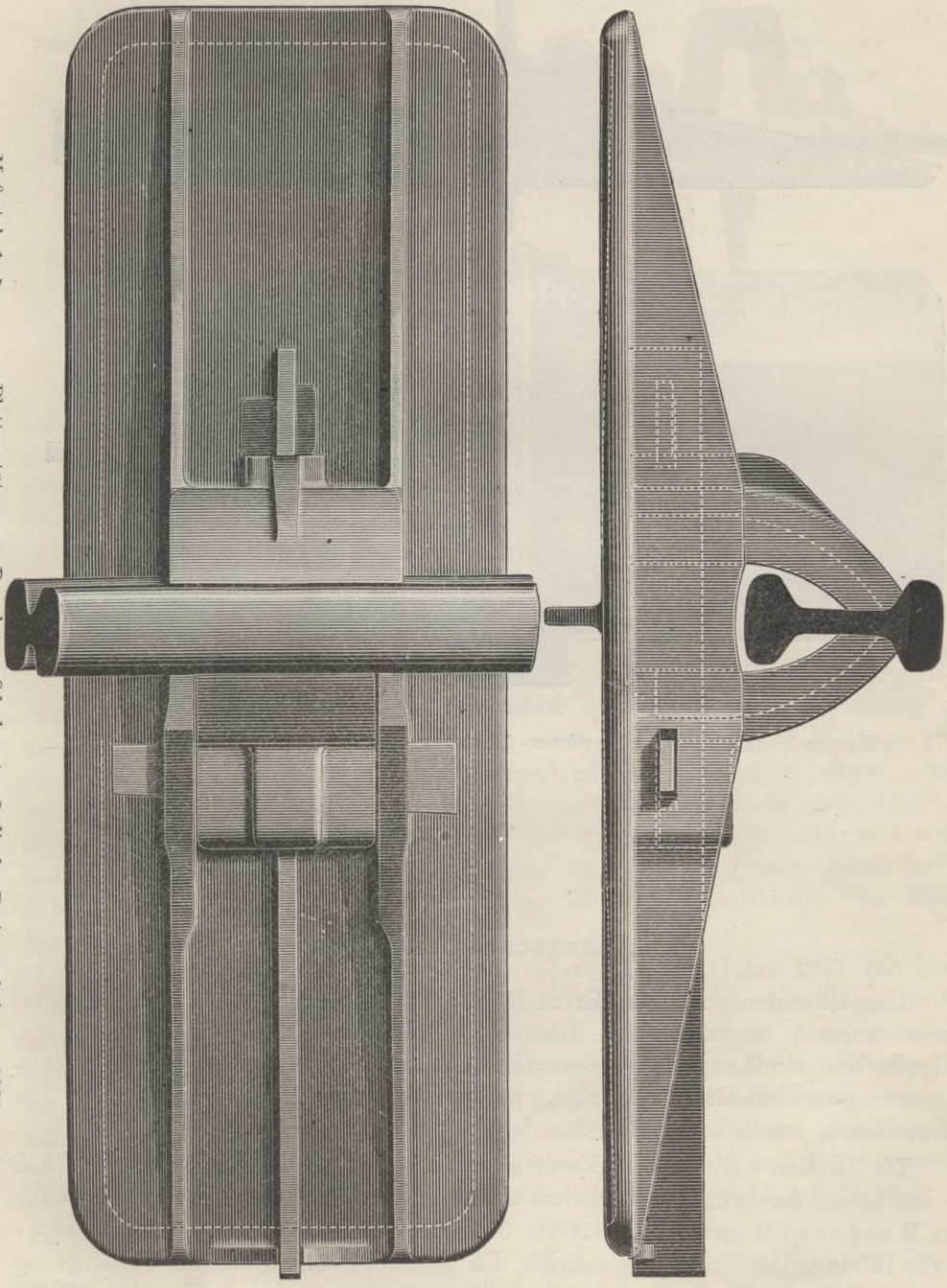
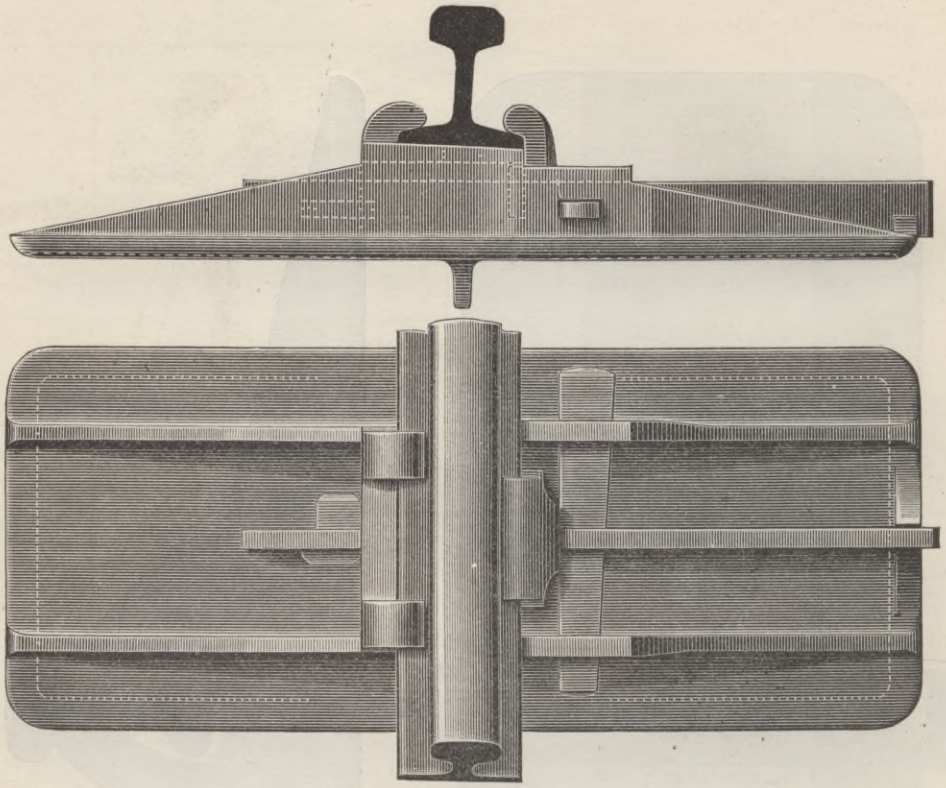


Abb. 369 a).

Maßstab 1 : 5. Plattenstütze von Denham-Olpherts, Indische Breitspurbahnen, 1881.

Abb. 370[323]).



Mafsstab 1 : 5.

Platten-Einzelstütze von Denham-Olpherts, indische Schmalspurbahnen.

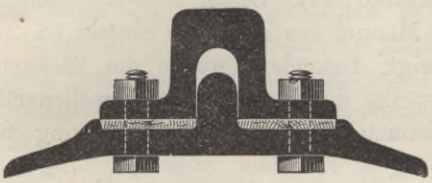
d) 4. Langschwellenoberbau.

Langschwellen aus Holz, die zu Beginn des Eisenbahnwesens weit verbreitet waren, kommen abgesehen von Gleisen auf eisernen Brücken nicht mehr vor, vielmehr sind nur Langschwellen aus Eisen in Betracht zu ziehen. Seit die Flufseisenerzeugung im Grofsen erfolgt, werden die Langschwellen nicht mehr aus Schweifseisen, sondern aus Flufseisen 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. 371[323]), deren nach oben gekehrte Rippe in die Höhlung der Brückschiene griff. Da sich der Oberbau als nicht steif genug erwies, wurde die Rippe der Schwelle 1860 nach unten gekehrt (Textabb. 372[323]) und der Schienstofs durch ⊥ Laschen unterstützt, deren oberer Schenkel in die Höhlung der Schiene griff, und auch der Schwellenstofs durch zwei ⊓ Eisen gedeckt, die sich an Platte und Rippe der Schwellen anlegten. Dieser Oberbau

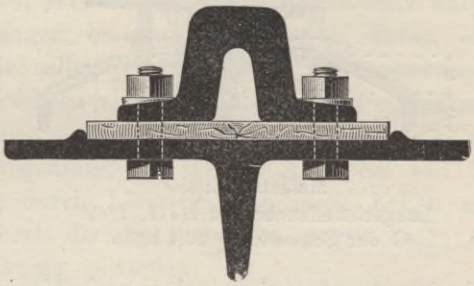
hat sich in England zwar lange gehalten, ist aber in den 80er Jahren überall aus Hauptgleisen entfernt worden, weil die Erhaltung der Richtung und Höhenlage des Gleises zu schwierig war.

Abb. 371.



Maſsstab 1 : 5.
Rippenschwelle von Macdonell.

Abb. 372[323]).



Maſsstab 1 : 5.
Rippenschwelle von Macdonell, 1860.

Auch der von Scheffler auf der braunschweigischen Bahn 1861 eingeführte Langschwellenoberbau konnte sich trotz der von dem Erfinder selbst bei der hannoverschen Staatseisenbahn und von Daelen eingeführten Verbesserungen ebenso wenig behaupten, wie der gleichzeitig von Köstlin und Battig entworfene, besonders auf den württembergischen Staatsbahnen erprobte. Diese Anordungen bestanden aus zwei kräftigen Winkeleisen, deren senkrechte Schenkel den Steg einer Pilzschiene umfaſsten, während die anderen Schenkel wagerecht, oder mit geringer Neigung nach unten auf der Bettung ruhten, sie waren also dreiteilig, im Gegensatze zu der zweiteiligen Macdonnell's.

Da die Langschwelle bei diesen Oberbauarten in oder auf der Bettung lag, ohne einen Teil dieser fest zu umfassen, so war die Erhaltung der Richtung und der Spur des Gleises besonders schwierig, wenn die beiden Schienenstränge nicht in kurzen Abständen durch kräftige Querverbindungen verbunden waren. Auch war bei den dreiteiligen Oberbauarten die schwache Fahrschiene gegenüber der zweiteiligen Schwelle für sich allein kaum zum Tragen geeignet. Aber man wollte dadurch den Gleisteil, von dem man annahm, daſs er rascher verschleiſse, als die Schwellen, möglichst leicht halten, und so die Erneuerungskosten des Gleises herabmindern.

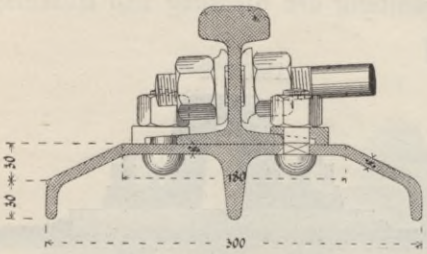
Diesen Gesichtspunkt verfolgte auch Hilf, der im Jahre 1867 mit einem Vorschlage zur Herstellung eines zweiteiligen Oberbaues hervortrat. Der Oberbau besteht aus einer Dreirippenschwelle, die den Bettungskörper fest umschlieſst, und einer Fahrschiene, die, wenn auch schwach, immerhin als wesentlicher Teil des gemeinschaftlichen Trägers zu dienen hat[325]). Die Schiene wurde aber demnächst zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Oberbaues von 25,4 kg/m Gewicht und 110 mm Höhe auf 29,5 kg/m Gewicht bei 118 mm Höhe verstärkt (Textabb. 373). In den Krümmungen muſs die Langschwelle der Biegung der Schiene entsprechend gelocht werden.

Ursprünglich waren der Stoſs der Schiene und der der Schwelle versetzt und nur ersterer verlascht, von Mitte der 70er Jahre an legte Hilf aber den

---

325) Hilf, der eiserne Oberbau 1869 und 1877

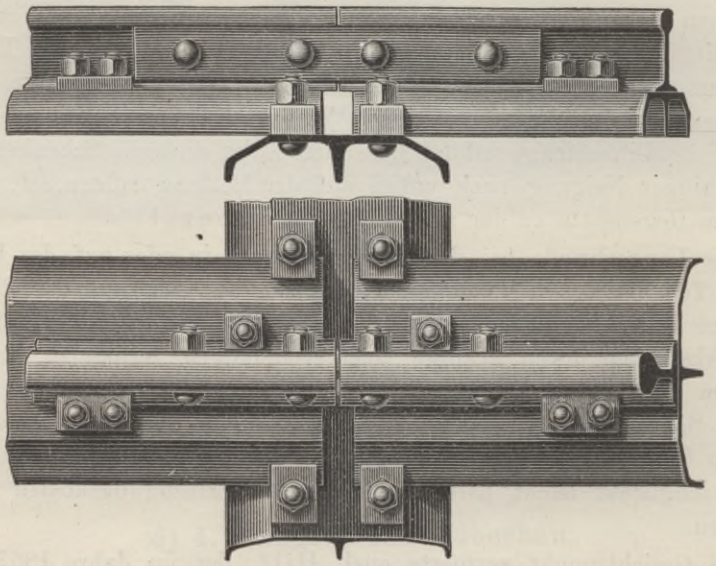
Abb. 373.



Maſsstab 1 : 6.
Langschwellenoberbau Hilf, 1869.
G der Schwelle = 29,4 kg/m.

Stoſs der Schienen und Schwellen zusammen und unterstützte den Langschwellenstoſs durch eine 2,60 m lange Querschwelle der Langschwellenform (Textabb. 374). Dieser Schwellenstoſs hat alle Mängel des ruhenden Stoſses (S. 274) gezeigt, besonders wurde die Stoſsquerschwelle durch die Langschwellenenden zerhämmert. Um dieser Zerstörung vorzubeugen, hat man zwischen Lang- und Quer-Schwellen Sattelstücke eingeschaltet, oder den ruhenden Stoſs der Schwellen überhaupt aufgegeben, sei es unter Verzicht auf jede Deckung des Schwellenstoſses (Textabb. 375), oder unter Anwendung besonderer Schwellenlaschen. Der ungedeckte Schwellenstoſs hat sich aber auch bei kräftiger Schienenverlaschung als unzureichend erwiesen.

Abb. 374.



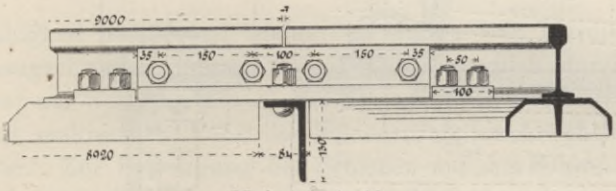
Maſsstab 1 : 10. Langschwellenoberbau Hilf mit Stoſsquerschwelle.

Auch bei der Hilf'schen Langschwelle waren 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 meist mit einer Spurstange in der Mitte der Schiene (Textabb. 373) und mit einer Querverbindung unter dem Schwellenstoſse (Textabb. 374, 375) begnügt, in den Krümmungen aber mehr Spurstangen eingezogen. Die Querverbindungen müssen der Schienenneigung Rechnung tragen, diese sichern und erhalten. Hierzu werden zwischen die Schraubenmuttern der Spurstangen und den Schienensteg Neigungsplättchen gelegt (Textabb. 373), und die Querschwellen oder Querwinkel werden gebogen oder geknickt, oder tragen der Neigung entsprechend geformte Sattelstücke als Unterlage der Langschwellen.

Die Hilf'sche Langschwelle läfst wegen der breiten Kopfplatte die Anordnung kräftiger unter den Schienenfufs herabreichender Doppelwinkellaschen nicht zu.

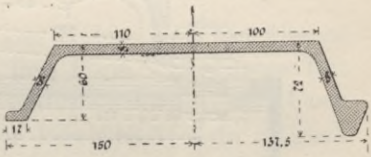
Die grofsen Erwartungen, die an den Hilf'schen Oberbau geknüpft waren, und nach den ersten günstigen Erfahrungen berechtigt erschienen, haben sich nicht erfüllt, der Oberbau ist trotz aller allmälig eingeführten Verbesserungen hohen Betriebsbeanspruchungen nicht gewachsen und deshalb, nachdem er bis zum Anfange der 80er Jahre eine Ausdehnung von rund 4000 km erreicht hatte, auf Hauptbahnen überall aufgegeben. Im Gegensatze zu Hilf's Annahme von der langen Schwellendauer sind grade diese durch Längsrisse in ihren Ecken und längs der Kanten des Schienenfufses, durch die die Sicherheit gegen Umkanten der Schienen gefährdet wurde, rasch abgängig geworden.

Abb. 375.



Mafsstab 1 : 12.
Hilf, Moselbahn, II. Gleis, 1881.

Abb. 376.



Mafsstab 1 : 6. Langschwelle.
a) Menne, 1876 G = 23
b) Hohenegger, 1876 28 kg/m

Im Jahre 1876 wurde auf Strecken der rheinischen Eisenbahn der in Textabb. 376[a] dargestellte, von Menne entworfene Langschwellenoberbau eingeführt. Menne verzichtete auf jede Schwellenverlaschung, verwendete aber auf seiner nur 23 kg/m wiegenden, also aufserordentlich leichten Langschwelle unter Versetzung des Schienen- und Schwellenstofses um 500 mm dieselbe Schiene, wie auf Querschwellen, mit kräftiger Verlaschung. Auch dieser Oberbau hat sich auf Hauptbahnen nicht zu behaupten vermocht.

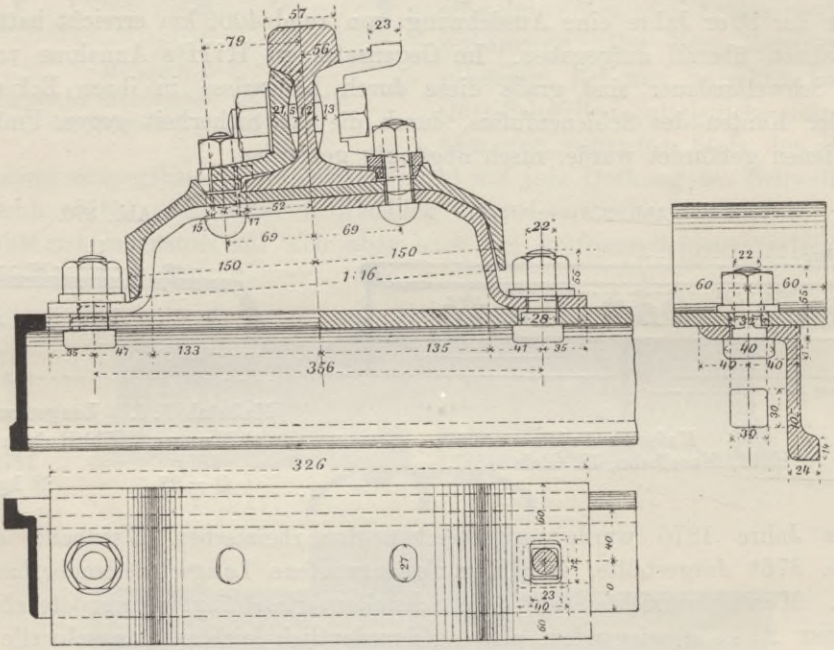
Gleichzeitig mit Menne führte Hohenegger auf der österreichischen Nordwestbahn einen jenem ähnlichen Oberbau ein, der sich aber dadurch günstig von den Schwellen Hilfs' und Menne's unterschied, dafs das Verhältnis der Höhe zur Breite der Schwelle gröfser war, als bei diesen. Auch waren die schädlichen wagerechten Fufsansätze der letztern Schwelle durch Keilfüfse ersetzt (Textabb. 376[b] die später aber zu Gunsten glatter Seitenrippen fortfielen (Textabb. 377).

Die ältere Stofsgestaltung mit zusammenfallenden Schienen- und Schwellen-Stöfsen und Anordnung einer Stofsquerschwelle nach Hilf'schem Vorbilde gab Hohenegger zu Gunsten der Versetzung der Stöfse und der Anbringung von Schwellenlaschen auf (Textabb. 377). Auch wurde die leichtere Schiene durch die Schiene des Querschwellenoberbaues ersetzt.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen ist durch die den letzteren gegebenen oberen Ansätze eine wesentlich vollkommenere als bei Hilf und Menne, die Schrauben haben keine Seitenkräfte aufzunehmen. Auch die Stofsausrüstung ist gut durchgebildet und mit wirksamen Mitteln gegen das Wandern der Schienen auf den Schwellen versehen (Textabb. 377); die Schiene wird daher fester auf der Schwelle liegen, und sich nicht so stark in die Schwellenkopfplatte

einschleifen. Auf eine Schienenlänge von 9 m kommen drei nichttragende Querwinkel, auf denen Sättel von der Form der Schwellenlaschen zur Unterstützung der Langschwellen liegen, und diesen und den Schienen die Neigung geben. Spurstangen kommen nicht zur Anwendung. Die Langschwellen werden aus Flufseisen gewalzt und für Gleisbogen nach diesen gekrümmt.

Abb. 377.



Mafsstab 1 : 6. Hohenegger, 1894.
G der Schwelle = 29,2 kg/m.

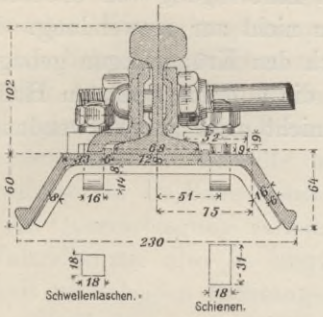
In dieser Form hat sich der Oberbau auf der österreichischen Nordwestbahn in beschränkter Ausdehnung behauptet und hier zu durchaus günstigen Ergebnissen geführt, namentlich sollen die Unterhaltungskosten wesentlich niedriger sein, als auf gleich stark belasteten Holzquerschwellengleisen[326]). Dieses Ergebnis mufs aber trotz der angebrachten Verbesserungen gegenüber den sonst überall erzielten Mifserfolgen auffallen.

Eine der ältern Hohenegger'schen Schwellenform ähnliche Anordnung hat auf den bayerischen Staatsbahnen für Lokalbahnen Eingang gefunden (Textabb. 378). Die bayerische Langschwelle hat dicht neben dem Schienenfufse Längsrippen, die die Schiene seitlich führen und alle Seitenkräfte unmittelbar aufnehmen. Auch hier sind Schwellenlaschen von 550 mm Länge in Gebrauch. Als Querverbindung dienen lediglich Spurstangen, die in den Geraden und in flachen Bogen in 3,6 m, in scharfen dagegen in 1,8 m Teilung angebracht werden.

Im Jahre 1877 entwarf Haarmann eine kastenförmige Langschwelle (Textabb. 379), die bei 90 mm Höhe und 260 mm Breite eine grofse Widerstands-

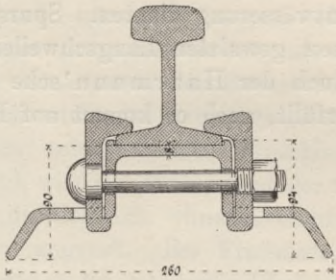
326) Hohenegger, Organ, 1905, S. 94.

Abb. 378.



Mafsstab 2 : 13.
Langschwellenoberbau, bayerische Lokalbahnen.
G der Schwelle = 17,5 kg/m.

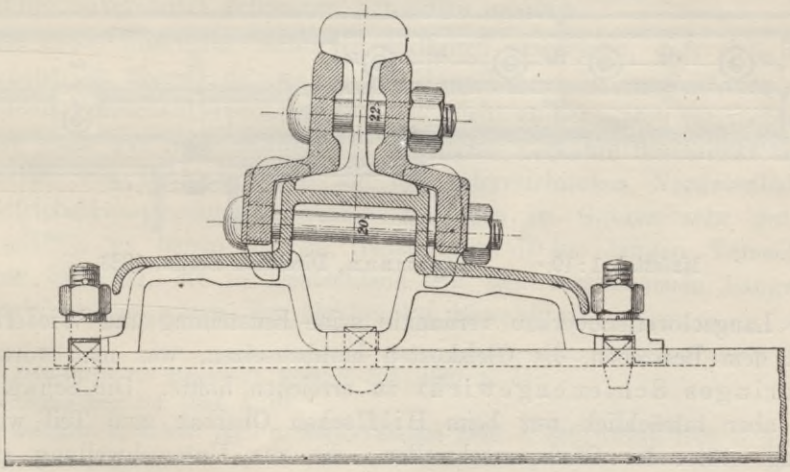
Abb. 379.



Mafsstab 1 : 6.
Langschwellenoberbau,
Haarmann, 1878.
G der Schwelle = 22 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 Teil war nur wenig breiter, als der Schienenfufs, sodafs eine kräftige Schienenverlaschung mit senkrechten, unter den Schienenfufs hinabreichenden Laschenschenkeln möglich war. Zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen dienten zwei den Schienenfufs umfassende durch wagerechte Schrauben zusammengehaltene Klammern. Der Oberbau wurde bei Einführung auf den preufsischen Staatsbahnen, zum Teil unter Mitwirkung von Schwedler, zu der Gestaltung der Textabb. 380 bis 382 weiter entwickelt.

Abb. 380.



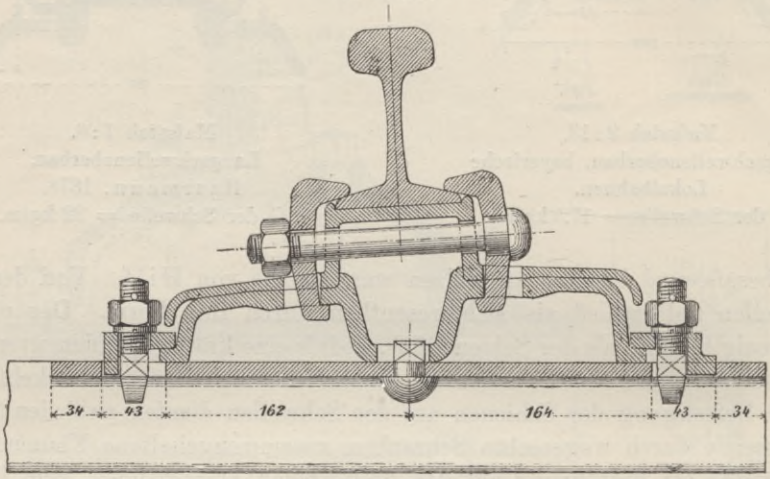
Mafsstab 1 : 5.
Haarmann, Direktion Berlin, 1883. G der Schwelle 25,73 kg/m.

Auch Haarmann legte zuerst Schienen- und Schwellen-Stofs unter Verwendung einer Stofsschwelle zusammen, demnächst ging er aber unter Versetzung der Stöfse zu Schwellenlaschen über. Unter den Schwellenlaschen wurden nichttragende Querverbindungen aus L-, ⊏-Eisen oder zusammengesetzten Formen angeordnet (Textabb. 381, 382), die sich auf eine Schwellenlänge aufserdem noch

ein- bis zweimal wiederholten und zum Teil bei Einbringung von Grobschlag als Seitenentwässerung dienten. Spurstangen kamen nicht zur Anwendung. Die aus Flufseisen gewalzten Langschwellen wurden nach den Krümmungen gebogen.

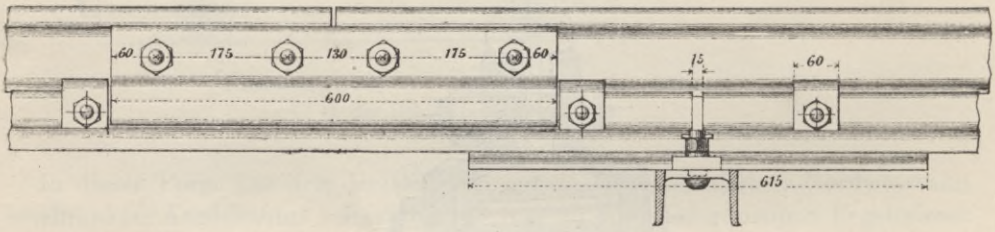
Auch der Haarmann'sche Oberbau hat die auf ihn gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt, auch er kommt auf Hauptbahnen nicht mehr zur Verwendung.

Abb. 381.



Mafsstab 1 : 5. Haarmann, Direktion Berlin, 1883.

Abb. 382.



Mafsstab 1 : 10. Haarmann, Direktion Berlin, 1883.

Der Langschwellenoberbau verdankte seine Entstehung und Wiederbelebung zum Teil dem Bestreben, die Gleiskosten herabzusetzen, was man vorzugsweise durch geringes Schienengewicht zu erreichen hoffte. Die Schwellenmasse überwog aber tatsächlich nur beim Hilf'schen Oberbau zum Teil wegen der Anordnung stützender Stofsquerschwellen, die zur Unterschwellung gerechnet werden müssen, und auch das ganze Gewicht erhöhen. Bei den übrigen Langschwellenoberbauten ist dagegen der Anteil der Schiene am Gleisgewichte sogar gröfser, als bei den meisten eisernen Querschwellengleisen. Dies hat darin seinen Grund, dafs die Verwendung schwacher Schienen als ein Fehler erkannt worden war, den man ohne Erhöhung des Gleisgewichtes durch Anordnung stärkerer Schienen auf leichteren, aber widerstandsfähigeren Schwellen zu vermeiden suchte.

Im Ganzen ergaben sich die Kosten der Langschwellengleise mit Ausnahme des ältern Hilf'schen Oberbaues, besonders im Vergleiche mit Querschwellen-

gleisen, als hohe. Die Beanspruchungen der einzelnen Gleisteile sind nach rechnerischer Ermittelung zwar nicht sehr hoch, aber die Langschwellengleise haben den Betriebsansprüchen tatsächlich weniger gut widerstanden, als die zum Teil höher beanspruchten Querschwellengleise. Das ist in der Bauart der Langschwellengleise begründet. Besonders verderblich wirkt das unmittelbare Aufliegen der Schiene auf der Schwelle mit dem daraus entspringenden Einschleifen des Schienenfufses 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 Übelstand zwar nicht so empfindlich, wie bei Schweifseisen, 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 Mafse oder gar nicht zu Gute, und sichern trotzdem Spur, Richtung und Höhenlage des Gleises nicht so gut, wie die Querschwellen.

Ferner erfordern Langschwellengleise bessere, breitere und höhere Bettung, als Querschwellengleise. Diese Tatsache ist überall im Betriebe erwiesen und auch von Schubert durch eingehende Versuche festgestellt worden[327]). Bettung, die 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 Langschwellenoberbau überall da, wo er auf Hauptbahnen in ausgedehnten und langandauernden Versuchen erprobt worden ist, nicht zu behaupten vermochte[328]), und jetzt fast ganz auf Nebenbahnen mit geringem Verkehre beschränkt ist. Wenn der Oberbau von Hohenegger auf der österreichischen Nordwestbahn bisher allen Betriebsbeanspruchungen genügt und sich im Ganzen sehr gut bewährt haben soll[329]), so haben die im Ganzen nur 70 km langen Versuchstrecken, gegenüber 5724 km, die in Deutschland mit den verschiedenen Langschwellenoberbauarten belegt waren, nur beschränkte Beweiskraft.

---

[327]) Zeitschrift für Bauwesen 1889, S. 555; 1891, S. 61.

[328]) Organ Erg.-Bd. 1894, S. 69.

[329]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1896, S. 569; Organ 1905, S. 94.

d) 5. Schwellenschienen- und Strafsenbahn-Oberbau.

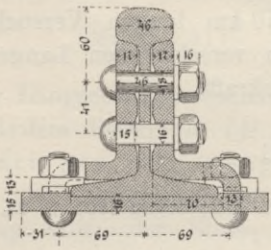
Die ersten ausgedehnten Versuche, jeden der beiden Schienenstränge eines Gleises nur aus einem tragenden Teile, einer „Schwellenschiene", zu bilden fanden 1849 mit W. Barlow's sattelförmiger Schwellenschiene von 330,2 mm Breite, 146,1 mm Höhe und 62,5 kg/m Gewicht auf der englischen Nord-Midlandbahn statt. Die anfangs günstigen Ergebnisse veranlafsten auch andere Verwaltungen in England, Frankreich und Amerika zu Versuchen, wobei die Schwellenschienen auf 300 bis 305 mm Breite, 125 bis 127 mm Höhe und 45 kg/m Gewicht verschwächt wurden. Die Barlow'sche Schwellenschiene erwies sich aber den Betriebsanforderungen auf die Dauer nicht gewachsen, mufste vielmehr schon nach wenigen Jahren wegen zahlreicher Querbrüche und Längsspaltungen ausgewechselt werden.

Hartwich legte bei der von ihm 1865 entworfenen Schwellenschiene im Gegensatze zu Barlow den Hauptwert nicht auf die breite Auflagerfläche, sondern auf grofse Höhe, also auf hohes Tragvermögen. Er gab seiner Schwellenschiene die Form gewöhnlicher Breitfufsschienen mit einer Höhe von 287,7 mm bei nur 124,2 mm Fufsbreite. Nach den ersten verhältnismäfsig günstigen Erfahrungen der rheinischen Bahn glaubte man bei weiteren Versuchen die Höhe ermäfsigen zu können, und ging allmälig bis zu 209,2 mm herab.

Auf die Dauer haben sich die Hartwich'schen Schwellenschienen aber gleichfalls auf Hauptbahnen nicht bewährt, mufsten 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 Verschleifs zeigten.

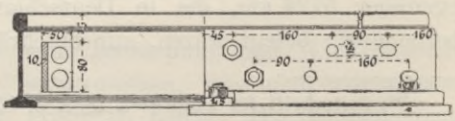
Der Hartwich'sche Oberbau hat sich nur auf Kleinbahnen oder Nebenbahnen, vornehmlich auf Strafsenstrecken solcher Bahnen, zu behaupten vermocht; hier ist die hohe Schiene besonders geeignet sich der Strafsenbefestigung anzupassen.

Abb. 383.



Mafsstab 1 : 6. Bayerische Staatsbahnen, Lokalbahn-Oberbau in Strafsenstrecken mit Hartwich-Schiene.

Abb. 384.



Mafsstab 1 : 10.

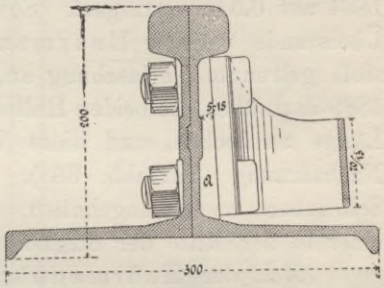
Ansicht des Stofses zu Textabb. 383.

Die Textabb. 383 und 384 stellen einen derartigen Oberbau für Lokalbahnen in Strafsenstrecken auf den bayerischen Staatsbahnen dar. Während als Querverbindung bei den Hartwich-Schienen ursprünglich nur Spurstangen benutzt wurden, 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 Schwellenschiene. Durch Versetzung des Stofses der beiden Halbschienen gelang es in weitgehendem Mafse, den Schienenstofs möglichst unschädlich zu machen. Die Schienenform vereinigt in sich die Vorzüge breiter Auflagerfläche und grofser Höhe, wodurch die Druckübertragung auf die Bettung und das Tragvermögen günstig beeinflufst werden.

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. 385). Die im Stege angebrachte Verzahnung sollte die genaue Höhenlage der beiden Teilschienen sichern, auch sie ist später weggelassen worden, ohne dafs sich hieraus Unzuträglichkeiten ergeben haben.

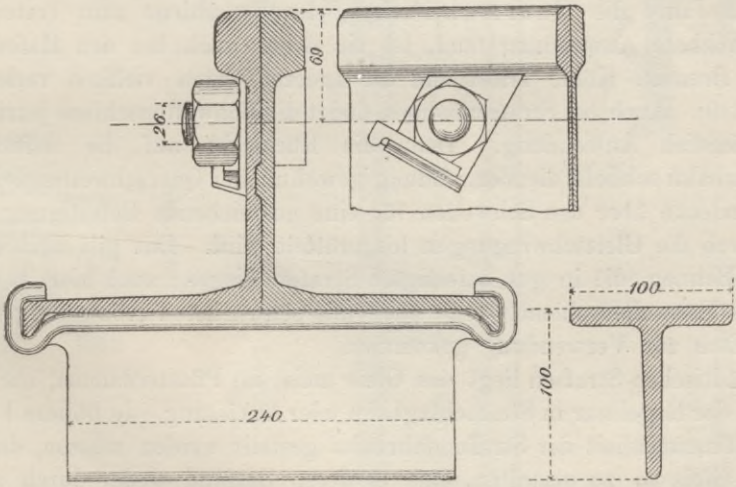
Abb. 385.



Mafsstab 1 : 6.
Haarmann'sche Schwellenschiene. 1884.

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 man sich auf preufsischen Staatsbahnstrecken mit nur einer dicht unter dem Schienenkopfe liegenden Reihe von Schrauben und

Abb. 386.



Mafsstab 1 : 6.
Haarmann'sche Schwellenschiene, württembergische Staatsbahnen.

ordnete daneben eine Fufsverlaschung an, die auf den württembergischen Staatseisenbahnen die in Textabb. 386 dargestellte, einfache und wirksame Form erhielt. Die Teilung der Fufslaschen beträgt 1,5 m, die der auf 26 mm Durchmesser verstärkten Stegschrauben 250 mm.

Als Querverbindungen der beiden Schienenstränge dienen Flacheisen, die an ihren beiden Enden winkelförmig umgebogen, mit dem Schwellenschienenstege verschraubt und in 2,5 bis 3 m Teilung angeordnet sind. Behufs Herstellung einer etwa nötigen Spurerweiterung werden zwischen den Steg und der Querverbindung Futterstücke a (Textabb. 385) eingeschaltet, deren Stärke von 5 zu 5 mm zunimmt. Durch die keilförmige Gestaltung dieser Futterstücke wird zugleich die Schienenneigung erhalten.

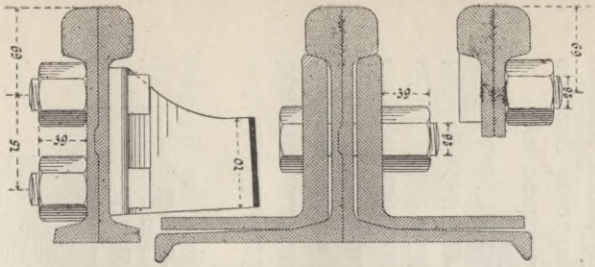
Die Versetzung der Halbschienenstöfse betrug zuerst 1,50 m, ist aber seit 1884 auf 0,5 m verringert. Sowohl bei dem gröfsern, als auch bei dem geringern Überstande wendete Haarmann zur Stofsdeckung ursprünglich für jeden Halbstofs getrennte Verlaschung an, die württembergischen Staatsbahnen gingen aber 1889 dazu über, die beiden Halbstöfse durch nur ein Laschenpaar von entsprechender Länge zu decken, und diese Verlaschungsart fand auch auf anderen Strecken Nachahmung (Textabb. 388). Die Laschen wurden zuerst durch zwei Reihen Schrauben zusammengehalten, später begnügte sich Haarmann aber mit nur einer in der Mitte der Steghöhe sitzenden Schraubenreihe (Textabb. 387).

Auch der Haarmann'sche Schwellenschinenoberbau hat sich auf Hauptbahnen nicht bewährt. Er verlangte bessere und stärkere Bettung, als der Querschwellenoberbau, und wenn auch die mit dem Schienen- und Schwellen-Stofse zusammenhängenden Schäden weniger stark hervortraten, als bei Langschwellengleisen, so sind doch namentlich die Schwierigkeiten der Entwässerung nicht kleiner, als bei diesen, und im Ganzen hat er sich den neueren Querschwellengleisen gegenüber weder technisch noch wirtschaftlich behaupten können.

Überall da jedoch, wo stark beanspruchte Gleise in Strafsenflächen liegen, ist die Schwellenschiene ein sehr geeignetes Mittel, ein fest liegendes Gleis herzustellen, das die Befestigung der Strafsenoberfläche kaum hindert. Seit 1885, in welchem Jahre die Haarmann'sche Schwellenschiene zum ersten Male im Berliner Packhofe Anwendung fand, ist sie daher auch bei den Hafenbahnen in Hamburg, Bremen, Köln, Triest und an anderen Orten vielfach verlegt worden (Textabb. 389). Auch bei Strafsenbahnen findet die Schwellenschiene jetzt in Europa fastausschliefslich Anwendung. Denn die Rücksicht auf die Befestigung der Strafsenfahrbahn schliefst die Verwendung gewöhnlicher Querschwellengleise aus, weil die Strafsendecke über den Schwellen für eine ausreichende Befestigung zu niedrig ist und durch die Gleisschwingungen losgerüttelt wird. Das gilt auch für Neben- und Klein-Bahnen, die in gut befestigten Strafsen liegen; auch hier ist die Haarmann'sche Schwellenschiene, wenn auch mit schwächeren Abmessungen (Textabb. 390) mehrfach zur Verwendung gekommen.

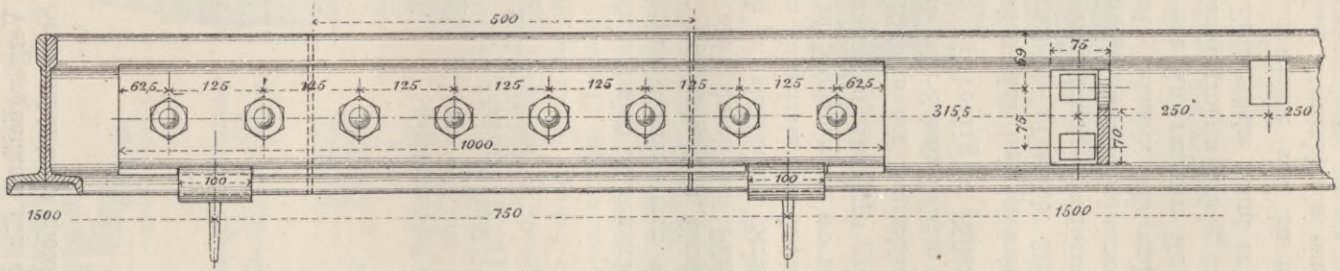
In städtischen Strafsen liegt das Gleis meist im Pflasterdamme, auf ländlichen dagegen in der Regel nur in Steinschlagbahn oder Bekiesung. Je höhere Forderungen an die Vollkommenheit der Strafsenfahrbahn gestellt werden müssen, desto nötiger ist es, das Gleis so zu gestalten, dafs es deren Bestand weder durch seinen Bau, noch durch seine Erhaltung, noch durch die Schwingungen unter den Betriebslasten beeinträgtigt. Dieser Gesichtspunkt ist um so mehr zu beachten, je schwerer die Gleisbelastung und je dichter die Wagenfolge ist. Wenn jedoch die Gleise zwar auf Wegen verlegt sind, der von ihnen eingenommene Raum aber der Benutzung des Strafsenfuhrwerkes entzogen ist, so braucht sich der Oberbau im Wesentlichen nicht von demjenigen auf eigenem Bahnkörper zu unterscheiden.

Abb. 387.



Mafsstab 1 : 6.
Haarmann'sche Schwellenschiene, Quer- und Stofs-Verbindung.
G der Halbschiene 28,64 kg/m, im Ganzen 148 kg/m.

Abb. 388.



Mafsstab 1 : 10. Haarmann'sche Schwellenschiene. Stofsanordnung mit durchgehenden Laschen.

Abb. 389.

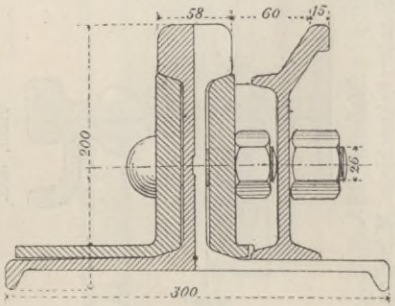
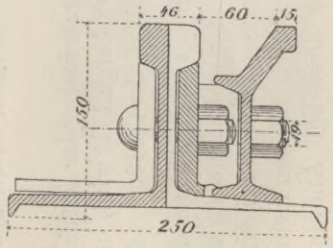


Abb. 390.



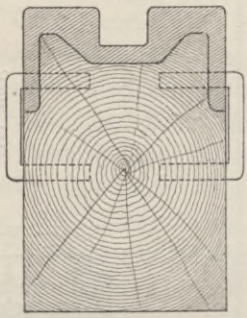
Schwellenschienen von Haarmann.

Mafsstab 1 : 6.
Oberbau für Hafenbahnen. G der Halbschiene 29,8 kg/m, der Leitschiene 20 kg/m, des Gleises 195 kg/m.

Mafsstab 1 : 6.
Oberbau für Kleinbahnen. G der Halbschiene 18,5 kg/m, der Leitschiene 17 kg/m, des Gleises 130 kg/m.

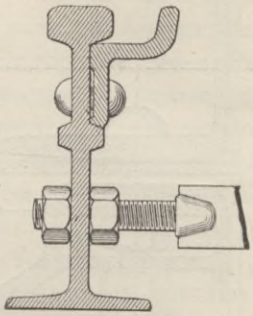
Man glaubte sich früher bei Strafsengleisen mit Holz-Langschwellengleisen mit aufgenagelter Flach-, oder flacher Rillen-Schiene (Textabb. 391) begnügen zu können, aber die Verwendung von Holz in Strafsenbahngleisen ist wegen seiner raschen Vergänglichkeit für den Bestand der Gleise, wie für die Erhaltung einer guten Strafsenfahrbahn gleich unzweckmäfsig.

Abb. 391.



Mafsstab 1 : 5.
Holz-Langschwelle mit flacher Rillenschiene.

Abb. 392.



Mafsstab 1 : 5.
Strafsenbahnschiene München.

In allen in Strafsen liegenden Gleisen erfordert die Herstellung der Spurrille besondere Aufmerksamkeit. Während man sich bei Landstrafsen mit geringerm Strafsenverkehre damit begnügen kann, die Spurrille lediglich durch Aussparung in der Fahrbahn, also etwa durch den Pflasteranschlufs herzustellen, sollte man die Spurrille namentlich in städtischen Strafsen durch die Bauweise des Gleises selbst sicher stellen, ein Grundsatz, der heute in Europa wohl ziemlich allgemein befolgt wird und auch in Nordamerika, wo man lange Zeit glaubte, davon absehen zu können, mehr und mehr zur Annahme gelangt.

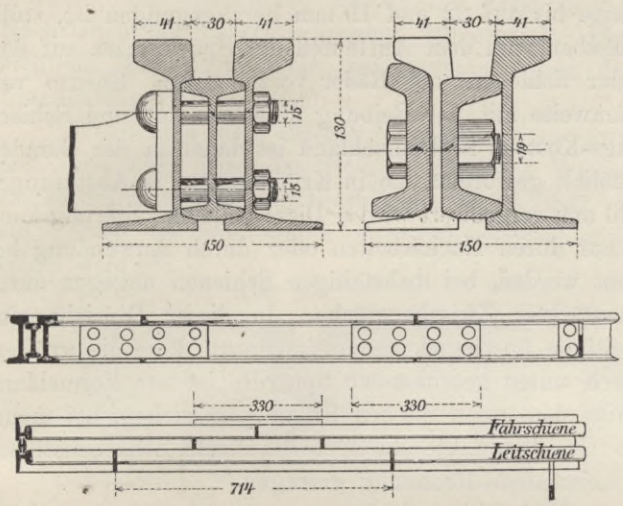
Je nachdem die Rille in der Fahrschiene selbst angeordnet, oder durch Anordnung besonderer Leit- oder Schutz-Leisten oder -Schienen hergestellt wird, unterscheidet man Gleise aus einteiligen Rillenschienen und mehrteilige Gleise.

Die letzteren ergeben sich beispielsweise aus der Hartwichschiene durch Anbringung einer Schutzleiste (Textabb. 392) oder aus der Haarmann'schen Schwellenschiene durch Anordnung besonderer Schutzschienen, wie sie bei Hafenbahnen und auch bei Neben- und Kleinbahnen in gut befestigten Strafsen mehrfach angewendet worden sind (Textabb. 389 und 390). Eine dreiteilige Anordnung, eine „Drillingschiene", hat Haarmann für Strafsenbahnen eingeführt (Textabb. 393) zeitweise hat er damit grofsen Erfolg erzielt. Bei Ersatz des durchgehenden Zwischenstückes durch Einzelstücke nennt er sie Zwillingschiene.

Als einteilige Rillenschiene sind zu nennen die Hohlschiene von Scott-Demerbe, die aufserhalb Deutschlands eine gewisse Verbreitung gefunden hat (Textabb. 394), aber nicht empfohlen werden kann[330]) weil sich die Seitenschenkel aufbiegen und die Schiene im Ganzen der nötigen Steifigkeit entbehrt, sowie die

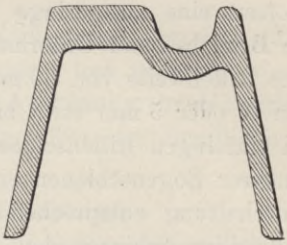
[330]) Zentrbl. d. Bauverw. 1901, S. 235.

Abb. 393.



Mafsstab 1 : 5 und 1 : 20. Oberbau mit Drillingschiene.

Abb. 394.

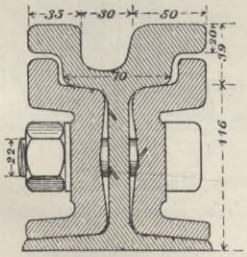


Mafsstab 1 : 5.
Hohlschiene
von Scott-Demerbe.

eigentliche Rillenschiene von Phönix[331]) (Textabb. 395 und 396). Bei dieser Schiene war der Steg ursprünglich genau in der Mitte angeordnet (Textabb. 395); um aber besonders den Fahrkopf der Schiene sicher zu unterstützen, ist der Steg später mehr nach diesem hin verschoben worden (Textabb. 396).

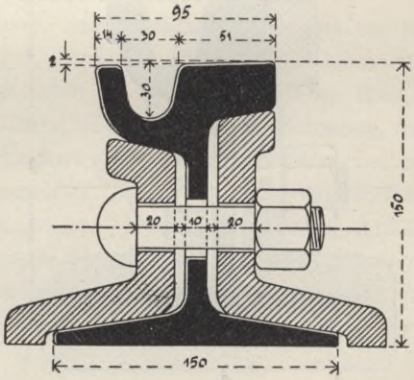
Die amerikanische Nasenschiene (Textabb. 200, S. 209) entbehrt der Rille und ist daher nach unseren Begriffen für städtische Strafsenbahnen unzureichend. Sie ist aber neuerdings durch Aufbiegung der Nase zur Rillenschiene vervollkommnet worden.

Abb. 395.



Mafsstab 1 : 5.
Phönix-Schiene, Strafsenbahnen, Berlin.

Abb. 396.



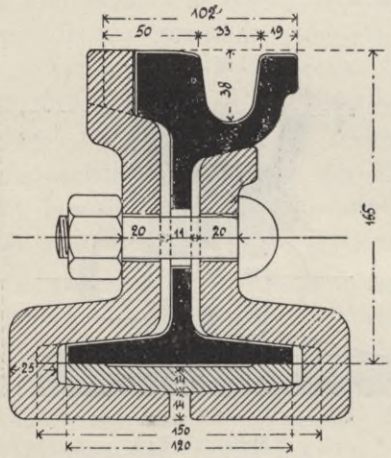
Mafsstab 1 : 4.
Phönix-Rillenschiene. Stumpfer Stofs mit Winkellaschen.
(Hörde, Nr. 17 b; G = 43,8 kg/m, J = 1825 cm⁴, W = 245 cm³.)

331) Diese Schiene ist übrigens nicht aus den amerikanischen Nasenschienen entstanden, wie auf S. 56 des Werkes von „Buchwald, der Oberbau der Strafsen- und Kleinbahnen", Wiesbaden 1903, dem die Textabb. 396 und 397 entnommen sind, irrtümlich behauptet wird, sondern ganz selbstständig entworfen worden.

Die Rillentiefe, mit der man bei der einteiligen Rillenschiene behufs Verringerung der Schienenkopfmasse bis auf 22 und 19 mm herabgegangen ist, sollte nicht unter 26 bis 28 mm bleiben, um dem Auflaufen des Spurkranzes 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 Unterhaltungs-Kosten; in Deutschland ist daher in der Geraden eine Rillenweite von 30 mm üblich geworden, die in Krümmungen in Abstufungen von 3, oder 5 mm etwa bis 40 mm vergröſsert wird Diese Rillenerweiterung kann bei einteiligen Rillenschienen nur durch Nacharbeiten oder durch Anwendung besonderer Bogenschienen erreicht werden, bei mehrteiligen Schienen dagegen durch Einschaltung entsprechend verstärkter Zwischenstücke. In dieser Hinsicht sind mehrteilige Schienen den einteiligen überlegen, anderseits 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 mehrteiligen Schienen wird diesem Gesichtspunkte durch fortlaufende Zwischenstücke, oder die besondere Form der Leitschiene Rechnung getragen.

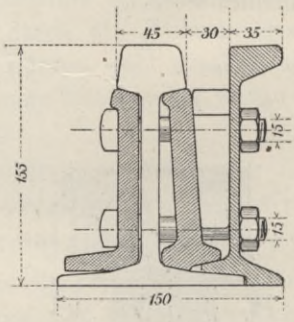
Man hat den Schienenstoſs einteiliger Schienen zur Erleichterung möglichst stoſsfreien Überganges der Fahrzeuge vielfach mit schräger Stoſsfuge hergestellt, dieser Schrägstoſs hat sich aber gar nicht bewährt und die Übelstände des Stoſses: raschen Verschleiſs der Schienenenden und Lockerung der Befestigungsmittel nicht aufgehalten. Auch verschiedene Formen von Auflauflaschen mit am Stoſse ausgefräſstem Fahrkopfe, „Halbstöſse“ mit und ohne Fuſslaschen (Textabb. 397) hat man versucht, aber abgesehen von dem in Textabb. 352 dargestellten Melaunschen Stoſse (S. 303) ohne nennenswerten Erfolg.

Abb. 397.



Maſsstab 1 : 4.
Halbstoſs mit Fuſslasche für Rillenschienen von Melaun.
(Phönix, Nr. 18f; G = 48,7 kg/m, J = 2293 cm⁴, W = 257 cm³.)

Abb. 398.



Maſsstab 1 : 5.
Keilstoſs, Essener Straſsenbahn.

Bei mehrteiligen Schienen werden die Stöſse der Fahr- und Leitschienen versetzt, wobei der Druck von der Fahrschiene auf die Leitschiene durch die Verbindung der Schienen mit den Laschen und den Zwischenstücken übertragen werden soll (Textabb. 393). Besonders wirksam soll in dieser Hinsicht der Keilstoſs sein, wie er bei der Essener Straſsenbahn zur Anwendung gekommen ist (Textabb. 398) 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 ermöglicht das Auswechseln der Laschen, ohne die Strafsendecke auf mehr, als Laschenlänge aufzubrechen.

Wenn man die Fahr-Schwellenschiene aus zwei Halbschienen herstellt (Textabb. 389, 390), wird der Stofs in derselben Weise versetzt und gedeckt, wie für solche Schwellenschienen beschrieben ist (S. 334), eine Anordnung, in der vielfach ein Vorzug der zweiteiligen Fahr-Schwellenschiene gegenüber der einteiligen erblickt wird [332]).

Abb. 399.

Abb. 400.

Mafsstab 1 : 20. Pflasteranschlüsse.

Abb. 401.

Mafsstab 1 : 20. Pflasteranschlufs.

Im Ganzen hat die einteilige Rillenschiene aber mehr Anklang bei den Strafsenbahnen gefunden, als alle mehrteiligen Anordnungen, die mehr und mehr von ersterer verdrängt werden.

Auch bei Strafsenbahnen glaubte man vielfach, trotz des seitlichen Haltes der Schienen im Pflaster zwischen den beiden Schienensträngen Querverbindungen aus Flach- oder Rund-Eisen nötig zu haben (Textbb. 392, 393).

Je dichter das Pflaster an die Schienen anschliefsen kann, um so besser wird die Fahrbahn halten, man tut daher gut, auch im Pflasteranschlusse durchweg Steine mit gleichmäfsig rechteckigen Kanten zu verwenden. Das läfst sich allerdings nur bei einteiligen Rillen- oder schmalfüfsigen Zwilling-Schienen durchführen (Textabb. 399, 400), erschwert also die Anwendung breiter Füfse bei mehrteiligen Schienen, die anderseits für feste Lage des Gleises und die von dieser abhängende Güte des Pflasteranschlufses erwünscht ist. Daraus folgern die Anhänger mehrteiliger Gleise, man solle auch abgeschrägte Steine (Textabb. 401) zulassen [333]). Die Anhänger der einteiligen Gleisanordnung sehen aber in der Schwierigkeit des Pflasteranschlusses bei mehrteiligen Gleisen einen weitern Grund gegen ihre Anwendung. Bei Holz- und Asphalt-Pflaster werden die Schienen vielfach durch behauene Saumsteine, Hartholzklötze oder besondere Asphaltplatten eingefafst; die Frage der günstigsten Gestaltung des Pflasteranschlusses ist aber überhaupt noch ungelöst.

---

[332]) Haarmann, die Kleinbahnen, Berlin 1896, S. 179.

[333]) Haarmann, die Kleinbahnen, Berlin 1896, S. 200.

B. II. Gleisverbindungen.

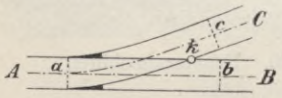
II. a) Weichen und Kreuzungen.

Bearbeitet von **Himbeck.**

a) 1. Einleitung.

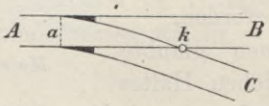
Die gewöhnliche Gleisanordnung mufs an den Stellen, wo mehrere Gleise mit einander verbunden werden, oder sich kreuzen sollen, gewisse Abänderungen erfahren. Bei der Durchschneidung zweier Gleise entstehen die Gleiskreuzungen und da, wo sich ein Gleis in zwei oder mehrere verzweigt, die Weichen oder Wechsel. Die Gleisverbindungen können aufserdem durch Drehscheiben und Schiebebühnen erfolgen. Die Weichen bieten vor diesen aber den wesentlichen Vorteil, dafs sie die Durchführung geschlossener Züge ohne Fahrtunterbrechung gestatten.

Abb. 402.



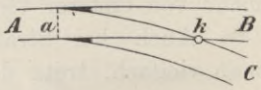
Einfache Linksweiche.

Abb. 403.



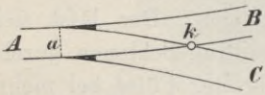
Einfache Rechtsweiche.

Abb. 404.



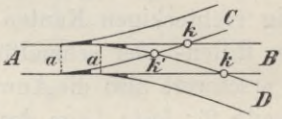
Zweibogenweiche mit gleichem Krümmungsinne.

Abb. 405.



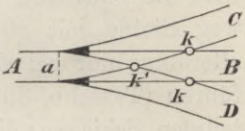
Zweibogenweiche mit entgegengesetztem Krümmungsinne.

Abb. 406.



Verschränkte Doppelweiche.

Abb. 407.



Dreischlägige Doppelweiche.

Die am häufigsten vorkommende Weichenanordnung ist die einfache Weiche (Textabb. 402), bei der aus einem geradlinigen Gleise, dem Stamm- oder Muttergleise, ein zweites abgezweigt ist. Die Abzweigstelle a wird Spitze oder Anfang der Weiche genannt, und hier befindet sich die Ablenk- oder Zungen-Vorrichtung, die Weiche im engern Sinne. Sie ist umstellbar, so dafs je nach ihrer Lage entweder der Fahrweg AB oder der Fahrweg AC für den Durchgang von Fahrzeugen geöffnet werden kann. Im Punkte k schneiden sich die benachbarten Schienen des Stammgleises und des Zweiggleises im Herzstücke. Als Ende der Weiche gelten die Punkte a und c hinter dem Herzstücke, wo die gewöhnliche Oberbauanordnung in beiden Gleisen wieder beginnt. Alle zwischen der Weichenspitze a und dem Weichenende b, c liegenden Teile bilden die einfache Weiche.

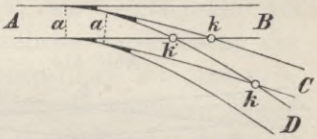
Die in Textabb. 402 dargestellte Weiche, bei der das abzweigende Gleis von der Weichenspitze aus gesehen nach links führt, wird Linksweiche genannt, bei der Abzweigung nach rechts entsteht die Rechtsweiche (Textabb. 403).

Hinsichtlich des Befahrens der Weiche unterscheidet man: Befahren im geraden Strange AB und auf Ablenkung im gekrümmten Strange AC, ferner Befahren gegen die Spitze, also in der Richtung von A nach B oder nach C, spitz befahrene Weichen, Spitzweichen, und Befahren vom Herzstücke aus, von B oder C nach A.

Ist das Stammgleis krumm, so entsteht durch die Abzweigung eines andern Gleises eine Zweibogenweiche, bei der entweder beide Gleise in gleichem (Textabb. 405) oder entgegengesetztem Sinne (Textabb. 404) gekrümmt sind.

Die in Textabb. 406 dargestellte Verbindung einer Links- und einer Rechts-Weiche, bei der die Weichengleise sich gegenseitig durchschneiden, heifst Doppelweiche. Bei dieser ergibt sich aufser den beiden Herzstücken k, die denen der einfachen Weiche entsprechen, noch eine besondere Schienenkreuzung k' mit gröfserm Kreuzungswinkel. Eine Doppelweiche, bei der die Weichenspitzen a nicht zusammenfallen, heifst eine verschränkte oder unsymmetrische Doppelweiche (Textabb. 406), während die in Textabb. 407 dargestellte Form, bei der die Spitzen a beider Weichen zusammenfallen, als symmetrische Doppelweiche, dreiteilige oder dreischlägige Weiche bezeichnet wird. Eine besondere Art der Doppelweiche bildet die einseitige Doppelweiche (Textabb. 408). Bei dieser sind zwei Zweiggleise nach derselben Seite des Stammgleises durch zwei sich gegenseitig durchschneidende Weichen abgezweigt.

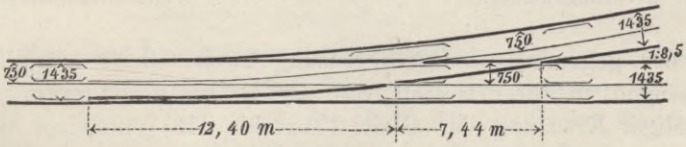
Abb. 408.



Einseitige Doppelweiche.

Beträchtlich vielteiligere Anordnungen entstehen, wenn in ein durch Einlegung einer dritten Schiene zweispurig gemachtes Gleis eine der oben aufgeführten Weichenformen eingelegt werden soll. Derartige Anordnungen sind häufig auf den sächsischen Staatsbahnen[334]). Die Zungenvorrichtung wird schon bei der

Abb. 409.



Mafsstab 1 : 300.
Einfache Linksweiche eines zweispurigen Gleises.

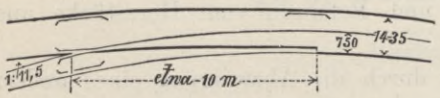
einfachen zweispurigen Weiche, in der beide Gleisspuren abgelenkt werden, dreifach, und statt des einen Herzstückes entstehen zwei Herzstücke verschiedener Neigung und ein Kreuzungstück (Textabb. 409).

Textabb. 410 zeigt eine einfache Linksweiche für 750 mm Spur in Vollspur, in der nur das Schmalspurgleis abgelenkt wird. In Textabb. 411 bezieht sich die Ablenkung umgekehrt nur auf das Vollspurgleis. Textabb. 412 zeigt die Teile,

334) Zivilingenieur 1885 Heft 8. Ledig und Ulbricht, die schmalspurigen Staatseisenbahnen im Königreiche Sachsen, Leipzig 1895.

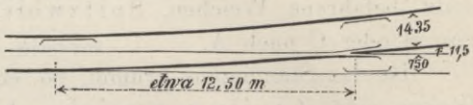
die erforderlich sind, um mittels Weichen das Schmalspurgleis von einer Seite des Vollspurgleises nach der andern zu verlegen. Hier tritt der Ausnahmefall von Weichen ohne Herzstück ein. Es liegt auf der Hand, dafs die verwickelteren Weichenformen in zweispurigen Gleisen ganz aufserordentlich vielteilig werden.

Abb. 410.



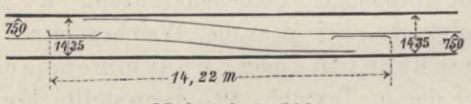
Mafsstab 1 : 300.
Einfache Linksweiche eines 750 mm Gleises aus einem Vollspurgleise.

Abb. 411.



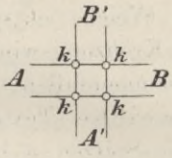
Mafsstab 1 : 300.
Einfache Linksweiche eines Vollspurgleises aus einem 750 mm Gleise.

Abb. 412.



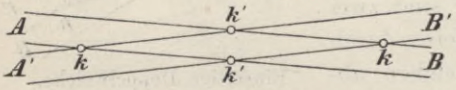
Mafsstab 1 : 300.
Übergang eines 750 mm Gleises von einer Seite eines Vollspurgleises auf die andere.

Abb. 413.



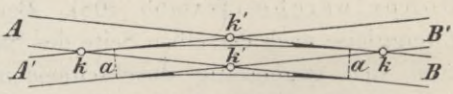
Rechtwinkelige Kreuzung

Abb. 414.



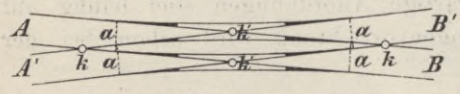
Schiefwinkelige Kreuzung.

Abb. 415.



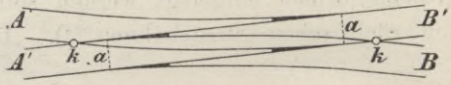
Einfache Kreuzungsweiche.

Abb. 416.



Doppelte Kreuzungsweiche.

Abb. 417.



Weichenverschlingung.

Die bei der gegenseitigen Durchkreuzung zweier Gleise entstehenden Gleiskreuzungen hängen in ihrer Gestalt von der Gröfse des Kreuzungswinkels ab. Bei rechtwickeliger Kreuzung der Gleise (Textabb. 413) entstehen vier Schienenkreuzungen k von gleicher Form, während sich bei schiefwinkeliger Kreuzung ein Paar gleichgestalteter Herzstücke k und ein Paar Kreuzungstücke k' ergeben (Textabb. 414), die vielfach zu Unrecht auch Doppelherzstücke genannt werden.

Bei Gleiskreuzungen ist der Übergang von Fahrzeugen aus dem Gleise AB in das Gleis A'B' oder umgekehrt nicht möglich. Bei Gleiskreuzungen, deren Winkel ein bestimmtes Mafs nicht überschreitet, läfst sich aber eine den Übergang von Fahrzeugen ermöglichende Verbindung zwischen den beiden Gleisen der Kreuzung in einfacher Weise dadurch herstellen, dafs innerhalb des Raumes zwischen den Herzstücken kk ein oder zwei gekrümmte Gleisstränge eingelegt werden, die bei aa (Textabb. 415 und 416) in der bei den einfachen Weichen

üblichen Weise durch Ablenkvorrichtungen an die Gleise der Kreuzung angeschlossen sind. Dadurch entstehen die Kreuzungs-Weichen. Textabb. 415 zeigt eine einfache oder einseitige, Textabb. 416 eine doppelte oder beiderseitige Kreuzungs-Weiche. Neben den beiden geradlinigen Fahrwegen gestattet die erstere Anordnung die Einstellung eines, die zweite die zweier gekrümmter Fahrstrafsen. Zur Herstellung einer einfachen Kreuzungsweiche sind zwei, zu der einer doppelten vier einfache Zungenvorrichtungen erforderlich.

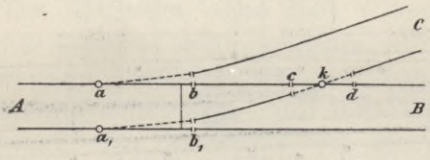
Läfst man bei einer doppelten Kreuzungsweiche eines der geraden Gleise fort, so entsteht eine Weichenverschlingung (Textabb. 417), die zwei Zungenvorrichtungen und zwei Herzstücke enthält, und bei der ein gerader Fahrweg A'B' und zwei gekrümmte AB' und A'B vorhanden sind.

a) 2. Allgemeine Anordnung der einfachen Weiche.

Bei einer einfachen Weiche sind drei verschiedene Teile zu unterscheiden: Die Ablenkvorrichtung, das Herzstück mit den Radlenkern und die zwischen beiden liegenden Gleisstränge.

Die Ablenkvorrichtung Weiche, Wechsel, ist am einfachsten bei der sogenannten Schleppweiche (Textabb. 418). Durch seitliche Verschiebung der mit einander verbundenen, um a und a_1 drehbaren Schienenstücke a b und a_1 b_1 kann nach Bedarf der Fahrweg AB oder AC geöffnet werden. In ähnlicher Weise läfst sich durch Anordnung einer um den Kreuzungspunkt k drehbaren Schiene cd

Abb. 418.



Schleppweiche.

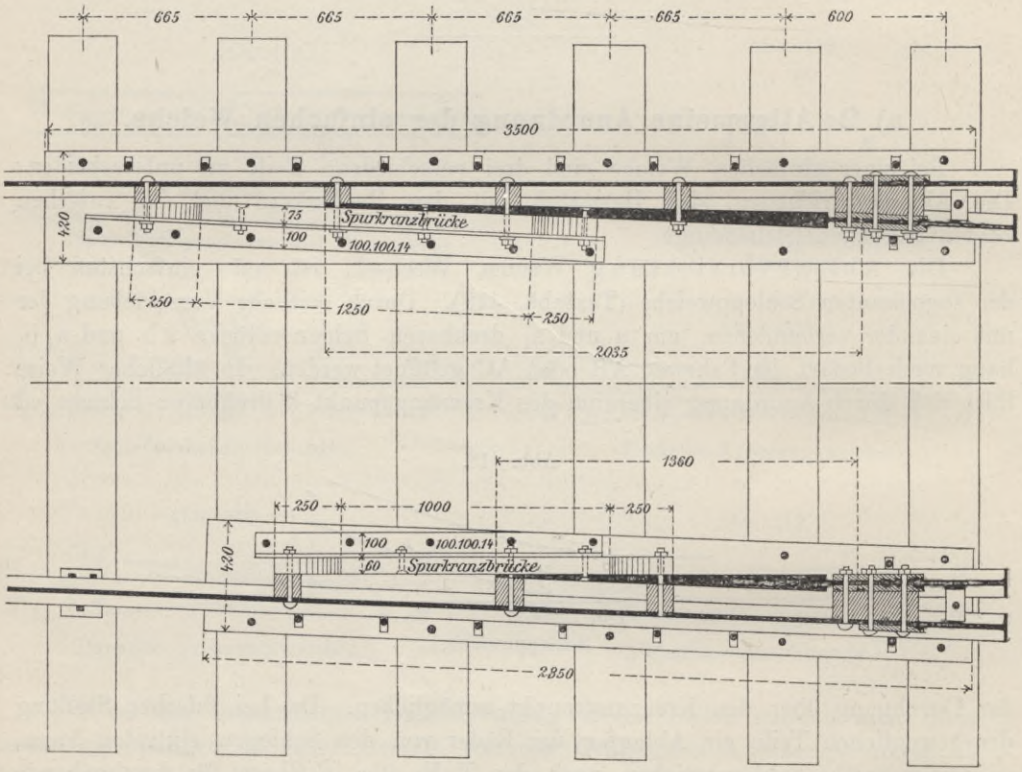
der Durchgang über den Kreuzungspunkt ermöglichen. Da bei falscher Stellung der beweglichen Teile ein Ablaufen der Räder von den Schienen eintreten kann, so dürfen solche Schleppweichen nach den T. V. 40,2 in Gleise für durchgehende Züge auf Haupt- und Neben-Bahnen nicht eingelegt werden, sie sollen auch bei Lokalbahnen, die mit mehr als 20 km/St befahren werden, in solchen Gleisen nicht zur Anwendung kommen (Grz. f. L. 34). Sie finden gegenwärtig fast nur noch für Arbeitsbahnen Verwendung. Auch bei den nordamerikanischen Bahnen, wo sie früher häufig angewendet wurden, sind sie aus den Hauptgleisen meist verschwunden[335]).

Andere, früher benutzte Formen der Ablenkvorrichtung, solche mit festen Zungen und solche mit einer beweglichen Zunge, sind im Allgemeinen nur noch bei Strafsenbahnen in Gebrauch, doch wenden neuerdings die bayerischen Staatsbahnen für die ausschliefslich vom Herzstücke her befahrenen Weichen 1 : 8 am

335) Büte und v. Borries, die Nordamerikanischen Eisenbahnen, S. 267.

Zusammenlaufe von Verschiebegruppengleisen wieder Ablenkvorrichtungen mit festen Zungen an. Diese Auslaufweichen (Textabb. 419) sind mit zwei Zungen von 1,36 und 2,035 m Länge ausgerüstet, die mit den Backenschienen fest verbunden sind. Die Abstände der Zungenspitzen von den Backenschienen betragen an der geraden Backenschiene 42, an der gekrümmten 83 mm. Die neben den Zungen angebrachten Spurkranzbrücken haben rechteckigen Querschnitt. Sie liegen in der Mitte 20,5 mm unter Schienenoberkante und sind an den Enden zur Vermittelung des Spurkranzauflaufes abgeschrägt. Diese Auslaufweichen bieten den Vorteil, dafs sie keiner Bedienung bedürfen; sie sollen sich bewährt haben.

Abb. 419.

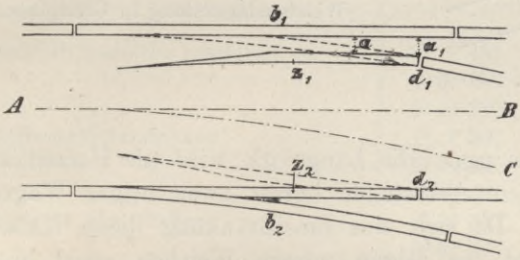


Mafsstab 1 : 28.
Auslaufweiche, bayerische Staatseisenbahnen.

Abgesehen von dieser nur für besondere Zwecke verwendbaren Bauart besteht die Ablenkvorrichtung bei Lokomotiveisenbahnen jetzt allgemein aus zwei beweglichen, gleich langen Zungen z_1 und z_2 (Textabb. 420), die aus nach der Weichenspitze hin zugeschärften Schienenstücken gebildet, und an der Zungenwurzel bei d_1 und d_2 drehbar befestigt sind. Sie sind mit einander verbunden, und können mittels einer Stellvorrichtung seitlich verschoben werden, so dafs, wenn die eine Zunge, für die Fahrrichtung AB z_2, an der zugehörigen Backenschiene b_2 liegt, zwischen der andern Zunge z_1 und der Backenschiene b_1 ein genügender Zwischenraum verbleibt, um die Spurkränze der Räder durchzulassen.

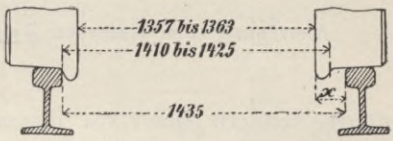
Nach den T. V. 40,2 sollen die Spitzen der Zungen mindestens 100 mm weit aufschlagen. Das übliche Mafs für die Gröfse des Zungenaufschlages beträgt jedoch 120 bis 150 mm. Bei Anwendung von Spitzenverschlüssen wird das Mafs noch vergröfsert. Die Weite a der Spurrinne zwischen Zunge und Backenschiene

Abb. 420.



Weichenzungen.

Abb. 421.



Radstände einer Achse nach den T. V.

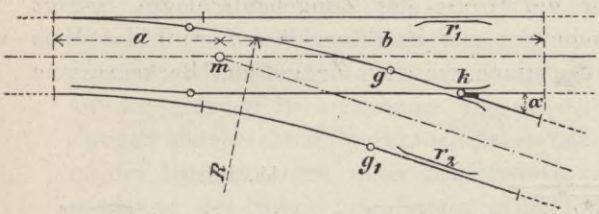
mufs so grofs bemessen werden, dafs kein Anstofsen der Radreifen an die abstehende Zunge eintreten kann. Der gröfste zulässige Abstand der Radreifen von der Schienenkopf-Innenkante ist in der Textabb. 421, in welche die durch die T. V. 69 bis 72 für die Radreifen vorgeschriebenen Grenzmafse eingetragen sind, mit x bezeichnet; er erreicht seinen gröfsten Wert, wenn der Abstand zwischen den Radreifeninnenkanten 1357 mm beträgt, und wenn gleichzeitig der an der andern Schiene laufende Spurkranz die geringste zulässige Stärke aufweist. Bei 1357 mm innerm Abstande der Radreifen mufs die Summe der beiden Spurkranzstärken mindestens 1410—1357 mm = 53 mm betragen, und da sich die beiderseitigen Spurkränze ungleich abnutzen können, ist die Mindeststärke des schwächsten Spurkranzes auf 20 mm festgesetzt. Das Mafs x kann hiernach höchstens die Gröfse von 1435—(1357 + 20) = 58 mm erreichen. Unter Berücksichtigung einer etwaigen Spurerweiterung in der Weiche wird man deshalb für die Weite a (Textabb. 420) der Spurrinne zwischen Zunge und Backenschiene ein Mafs von etwa 60 mm annehmen können. Der Abstand a_1 zwischen Zunge und Backenschiene an der Zungenwurzel ist entsprechend gröfser zu wählen, wenn die Zunge nicht so weit aufschlägt, dafs sie an der Wurzel mit der Backenschiene gleiche Richtung erhält

Die Weichen der preufsisch-hessischen, sächsischen und württembergischen Staatsbahnen zeigen 60 mm Spurrinnenweite, die der am 1. Januar 1907 verstaatlichten Kaiser Ferdinands-Nordbahn 57, die der bayerischen Staatsbahnen 55 mm. Bei den Weichen der englischen Bahnen werden vielfach noch geringere Weiten angewandt.

Die Anordnung einer einfachen Weiche, bei der die Ablenkvorrichtung in der beschriebenen Weise mit Hülfe von zwei beweglichen Zungen hergestellt ist, zeigt die Textabb. 422. In Bahnhofspläne wird die Weiche in Deutschland und teilweise auch anderwärts nur in der in Textabb. 423 gezeigten Weise eingetragen, wobei die Mafse a und b, sowie Punkt m die aus Textabb. 422 zu ersehende Bedeutung haben.

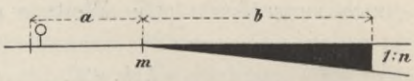
In der Kreuzung der beiden Innenschienen liegt das Herzstück. Die Kreuzungstelle k der beiden Fahrkanten heifst die mathematische Herzstückspitze. Die Krümmung des abzweigenden Gleises wird nicht durch das Herzstück durch-

Abb. 422.



Anordnung einer einfachen Weiche.

Abb. 423.



Weichendarstellung in Gleisplänen.

geführt, sondern endet vor diesem bei gg_1. Die Länge gk wird als Herzstückgerade bezeichnet und wurde nach dem Achsstande kurzer zweiachsiger Wagen früher meist auf etwa 3 m bemessen. Da sich eine Einschränkung dieses Maſses jedoch als unbedenklich erwiesen hat, so zeigen neuere Weichen meist eine wesentlich geringere Länge der Herzstückgeraden, so die Weichen 1 : 8 der bayerischen Staatsbahnen 0,68 m, die Weichen 1 : 7 der preuſsisch-hessischen Staatsbahnen 0,537 m, die Weichen 1 : 7,332 der österreichischen Nordwestbahn 0,40 m. Dem Herzstücke gegenüber liegen neben den äuſseren Fahrschienen die Radlenker r_1 und r_2. Als Weichenmittelpunkt wird der Punkt m bezeichnet, in dem die Achse des geraden Teiles des Zweiggleises die Achse des Stammgleises schneidet. Der spitze Winkel α, den die beiden sich im Herzstücke kreuzenden Schienen mit einander bilden, zugleich der Winkel zwischen den beiden Gleismittellinien, heiſst der Kreuzungswinkel der Weiche.

Die geometrische Gestalt der Weiche hängt in erster Linie von der Gröſse des Halbmessers R für das abzweigende Gleis ab, der auf Hauptbahnen in von Zügen befahrenen Gleisen in der Regel nicht kleiner als 180 m sein soll. Für Weichen in nicht von geschlossenen Zügen befahrenen Nebengleisen wenden viele Verwaltungen neuerdings erheblich geringere Halbmesser an, so die badischen Staatsbahnen 165 m, die württembergischen 145 m, die preuſsisch-hessischen 140 m, die schweizerischen Bundesbahnen sogar 118 m.

Die Gröſse des Kreuzungswinkels der Weiche hängt in erster Linie von der Gröſse des Halbmessers ab, ferner von der Bauart der Zungen, insbesondere dem Winkel, den die Zungenspitze mit der Backenschiene bildet, und von der Länge der Herzstückgeraden. Man pflegt die Gröſse des Kreuzungswinkels so zu wählen, daſs sich für die geometrische Tangente des Winkels eine einfache Verhältniszahl ergibt. Man bezeichnet in Deutschland eine Weiche, bei der die Tangente des Kreuzungswinkels $^1/_9$ ist, als eine Weiche vom Kreuzungsverhältnisse 1 : 9, oder kürzer als Weiche 1 : 9. Bei den französischen Bahnen pflegt man das Kreuzungsverhältnis in der Form eines Dezimalbruches auszudrücken. Bei den österreichischen Bahnen wird auf die Wahl eines abgerundeten Maſses für das Kreuzungsverhältnis verzichtet.

Die Eisenbahnverwaltungen sind mehr und mehr dazu übergegangen, die früher sehr beträchtliche Zahl von verschiedenen Weichenformen zu vermindern, und sich auf die Verwendung von wenigen, passend gewählten Grundformen zu beschränken. Über die bei einer Anzahl von Eisenbahnverwaltungen üblichen einfachen Weichen gibt Zusammenstellung XXVII Aufschluſs.

Zusammenstellung XXVII.

	Kreuzungs-winkel	Kreuzungs-verhältnis	Halbmesser der Zunge des krummen Stranges	Halbmesser des krummen Weichen-stranges
			m	m
Preufsisch-hessische Staatsbahnen . .	8° 7′ 48″	1 : 7	140	
„ „ „ . .	6° 20′ 25″	1 : 9	190	
„ „ „ . .	5° 42′ 38″	1 : 10	245	
Bayerische Staatsbahnen	7° 7′ 30″	1 : 8	180	
„ „	6° 20′ 25″	1 : 9	245	213
„ „	5° 42′ 38″	1 : 10	260	
Sächsische Staatsbahnen	6° 42′ 35″	1 : 8,5	180	
„ „	5° 42′ 38″	1 : 10	236	263
„ „	4° 23′ 55″	1 : 13	236	497,5
Württembergische Staatsbahnen . .	7° 35′ 41″	1 : 7½	180	145
„ „ . .	6° 54′ 40″	1 : 8¼	„	180
„ „ . .	6° 20′ 25″	1 : 9	250	210
„ „ . .	5° 42′ 38″	1 : 10	„	250
„ „ . .	4° 34′ 26″	1 : 12½	„	460
Badische Staatsbahnen	7° 7′ 30″	1 : 8	165,410	
„ „	5° 42′ 37″	1 : 10	241,358	
Kaiser Ferdinands-Nordbahn | seit 1. I. 1907 verstaatlicht	6° 16′ 15″	1 : 9,10	∞	185
„ „ „ | seit 1. I. 1907 verstaatlicht	5° 27′ 32″	1 : 10,46	∞	275
Österreichische Nordwestbahn . . .	7° 46′	1 : 7,332	∞	150
„ „ . . .	5° 25′	1 : 10,546	∞	200
„ „ . . .	4° 54′	1 : 11,664	∞	300
Gotthardbahn	6° 20′ 25″	1 : 9	128	200
„	5° 11′ 40″	1 : 11	„	273
Schweizerische Bundesbahnen . . .	8° 7′ 48″	1 : 7	191,47	118
„ „ . . .	7° 7′ 30″	1 : 8	„	150,7
„ „ . . .	6° 20′ 25″	1 : 9	„	200,7
„ „ . . .	5° 42′ 38″	1 : 10	„	240
„ „ . . .	5° 11′ 40″	1 : 11	„	280,7

Für die Gröfse des Weichenhalbmessers kommt aufser dem Achsstande der Fahrzeuge in erster Linie die Geschwindigkeit in Betracht, mit der das gekrümmte Gleis der Weiche befahren werden soll. Über die beim Befahren von Weichenbogen zulässige Geschwindigkeit hat sich die im Jahre 1893 in Strafsburg abgehaltene Techniker-Versammlung [336]) des V. D. E.-V. dahin ausgesprochen, dafs durch Weichen neuerer Bauart, die in gerader Bahn, oder in einer mäfsigen Krümmung mit entsprechender Überhöhung des äufsern Schienenstranges liegen, in der Hauptrichtung ohne Verminderung der Schnellzuggeschwindigkeit gefahren werden kann, dafs aber beim Befahren der Ablenkung eine deren Krümmungshalbmesser entsprechende Ermäfsigung der Schnellzuggeschwindigkeit eintreten mufs.

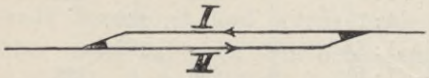
Diese Verminderung der Geschwindigkeit wird namentlich bedingt durch das Fehlen der Überhöhung der äufsern Schiene und durch die plötzliche Richtungs-

336) Organ, Ergänzungsband XI, 1894, S. 146.

änderung, welche die Fahrzeuge an der Zungenspitze erfahren. Zu schnelles Befahren des Weichenbogens gibt zu heftigen Stöfsen Anlafs und gefährdet die Sicherheit des Betriebes.

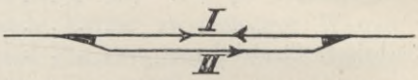
Man sucht deshalb das Befahren von Weichenbogen durch schnellfahrende Züge überhaupt zu vermeiden und stellt daher beispielsweise bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen die beiden Hauptgleise auf den Stationen eingleisiger Bahnen nicht mehr nach der früher üblichen Anordnung (Textabb. 424), sondern nach Textabb. 425 her, wobei man durchfahrende Schnellzüge beider Richtungen durch Hauptgleis I leiten, und das Befahren von Weichenbogen vermeiden kann.

Abb. 424.



Eingleisige Station mit Gleisversetzung.

Abb 425.



Eingleisige Station mit durchgehendem Hauptgleise.

Da die Krümmungen der Weichen somit bei einer derartigen Gleisanordnung nur von langsamer fahrenden Zügen befahren werden, so liegt kein Anlafs vor, mit dem Halbmesser der Weiche über das für Bahnhofsgleise im Allgemeinen übliche Mindestmafs des Krümmungshalbmessers von 180 m hinauszugehen. Solche Weichen mit einem Halbmesser von 180 bis 200 m, bei dem sich ein Kreuzungsverhältnis von etwa 1 : 8,25 bis 1 : 9 ergibt, sind bei fast allen Eisenbahnverwaltungen als Regel in Gebrauch.

So erwünscht nun auch tunlichste Einschränkung der Zahl der bei einer Verwaltung angewendeten Weichenformen ist, so hat es sich doch gezeigt, dafs mit einer einzigen nicht auszukommen ist. Bei gröfseren Bahnhöfen lassen sich die Gleise vielfach nicht so anordnen, dafs das Befahren der Weichenbogen durch schnellfahrende Züge grundsätzlich vermieden wird. Man pflegt für derartige Fälle allgemein Weichen mit schwächerer Krümmung anzuwenden, so bei den preufsisch-hessischen, württembergischen und bayerischen Staatsbahnen Weichen 1 : 10 mit 245, 250 und 260 m Halbmesser, bei der österreichischen Nordwestbahn Weichen 1 : 11,664 mit 300 m Halbmesser. Da aber die Geschwindigkeit schnellfahrender Züge auch bei Krümmungshalbmessern von etwa 250 bis 300 m mit Rücksicht auf das Fehlen der Überhöhung des äufsern Schienenstranges immer noch ermäfsigt werden mufs, so macht sich neuerdings das Bestreben geltend, den Krümmungshalbmesser der von Schnellzügen auf Ablenkung befahrenen Weichen noch weiter zu vergröfsern. Derartige Weichen mit einem Kreuzungsverhältnisse bis 1 : 15 und entsprechend grofsem Halbmesser sind auf amerikanischen Bahnen für die Abzweigung von Hauptgleisen bereits seit Jahren in Gebrauch, und ihre Einführung steht auch auf deutschen Bahnen bevor. Die in der Zusammenstellung XXVII aufgeführten Weichen 1 : 13 der sächsischen Staatsbahnen mit einem Halbmesser von 497,5 m und die 1 : 12,5 der württembergischen Staatsbahnen sind nur für die Herstellung von Bogenweichen vorgesehen, und würden sich wegen des kleinern Zungenhalbmessers von 236 und 250 m für den erörterten Zweck nicht eignen.

Während sich die Verwaltungen in ihrer Mehrzahl früher mit zwei verschiedenen Weichenformen begnügten, deren eine einen Halbmesser von 180 bis 200 m,

deren andere einen solchen von 250 bis 300 m aufwies, und Weichen mit kleinerm Halbmesser, als 180 m seltener benutzt wurden, sind gegenwärtig bei den meisten Verwaltungen auch Weichen mit 140 bis 150 m Halbmesser in Gebrauch. Die Weichen der schweizerischen Bundesbahnen weisen sogar eine Form mit nur 118 m Halbmesser auf. Eine solche Einschränkung des Halbmessers hat sich für Weichen in Nebengleisen als unbedenklich erwiesen. Nach der preufsisch-hessischen Anweisung für das Entwerfen von Eisenbahnstationen von 1905 werden für nicht von geschlossenen Zügen befahrene Nebengleise, Halbmesser bis zu 140 m, für nur von Lokomotiven mit höchstens 4,5 m Achsstand befahrene Gleise bis 100 m zugelassen. Bei Anwendung eines Halbmessers von 140 m vergröfsert sich das Kreuzungsverhältnis der Weiche auf etwa 1 : 7, und diese Vergröfserung bietet namentlich für gröfsere Bahnhofsanlagen, wo viele Gleise nebeneinander zu entwickeln sind, wesentliche Vorteile, weil sich dadurch Vergröfserung der nutzbaren Gleislängen bei gleichzeitiger Einschränkung der nicht nutzbaren Gleislänge, somit bessere Ausnutzung des verfügbaren Raumes erzielen läfst. Auch werden die Weichenstrafsen kürzer und übersichtlicher, wodurch die Bedienung der Weichen erleichtert, und der von den Wagen zu durchlaufende Weg abgekürzt wird. Die Weichen mit kleinem Halbmesser und einem Kreuzungsverhältnisse von etwa 1 : 7 eignen sich deshalb namentlich für Verschiebebahnhöfe, bei denen auf gedrungene Gleisentwickelung besonderer Wert zu legen ist. Auch in sonstigen Fällen beschränkten Raumes, in Werkstatt- und Schuppen-Gleisen, sind sie häufig mit Vorteil zu verwenden.

Die für eine Verwaltung erforderlichen Weichenformen werden sich daher in der Regel auf drei Grundformen von verschiedenem Kreuzungsverhältnisse beschränken lassen. Für die Ausbildung dieser Grundformen im Einzelnen ergibt sich allerdings noch eine weitere Mannigfaltigkeit aus dem Umstande, dafs die Eisenbahnverwaltungen fast durchweg je nach der Belastung der Strecken verschiedene Oberbauarten mit leichten und schweren Schienen verwenden, so dafs auch Weichen für verschiedene Schienenformen hergestellt werden müssen. Eine Vermehrung der Zahl der Grundformen kann jedoch dadurch vermieden werden, dafs man die Weichen mit schweren Schienen in der geometrischen Anordnung den Weichen für leichtere Schienen gleich gestaltet.

Bei der Anordnung der Weichen pflegt man in einigen Punkten von den sonst bei der Herstellung von Eisenbahngleisen beobachteten Grundsätzen abzuweichen. So läfst man in der Regel die Überhöhung der äufsern Schiene des gekrümmten Stranges weg, um die mit deren Durchführung verbundenen Schwierigkeiten zu vermeiden, auch verzichten die meisten Verwaltungen des V. D. E. V. mit Rücksicht auf die bequemere Bauart innerhalb der Weichen auf die Schrägstellung der Schienen. Bei den österreichischen Bahnen wird die Schrägstellung der Schienen meist durchgeführt. Die erwähnten Abweichungen haben sich als unbedenklich erwiesen.

Dagegen wird die Spurerweiterung auch in den Weichenkrümmungen dadurch hergestellt, dafs die innere Schiene des gekrümmten Stranges um etwa 15 bis 25 mm nach innen verschoben wird. Die Spurerweiterung pflegt schon vor der Weichenspitze zu beginnen, so dafs an der Zungenspitze bereits eine Spurerweiterung von etwa 10 mm vorhanden ist, was mit Rücksicht auf das Befahren der Krümmung

mit dreiachsigen Fahrzeugen wünschenswert erscheint. Nach dem Herzstücke zu nimmt die Spurerweiterung allmälig wieder ab, so dafs am Herzstücke auch das Zweiggleis die gewöhnliche Spurweite aufweist.

Bei manchen Bahnen wird bei Anwendung gerader Zungen ganz davon abgesehen, innerhalb der Zungenvorrichtung eine Spurerweiterung zur Ausführung zu bringen.

---

a) 3. Bogenweichen.

Bei den bislang behandelten Formen der einfachen Weiche war nur das abzweigende Gleis gekrümmt, das Stammgleis, Muttergleis, der Mutterstrang, aber gerade. In den Bogenweichen ist auch das Stammgleis gekrümmt.

Als noch der Bahnhof mit geraden Gleisen die Regel bildete, trat das Bedürfnis nach Bogenweichen selten hervor. Bei dem heutigen Verkehre und der Länge der Bahnhofsgleise müssen aber namentlich die Endweichen häufig in anschliefsende Gleisbogen vorgeschoben werden. Will man in solchen Fällen die gewöhnliche Weiche mit geradem Mutterstrange anwenden, so mufs für die Weiche eine Gerade von entsprechender Länge mit Anschlufsbogen von schärferer Krümmung in den Bogen des Stammgleises eingeschaltet werden. Ist das Zweiggleis der Weiche in demselben Sinne gekrümmt, wie das Stammgleis, „innere Abzweigung“, so genügt die Einschaltung einer Geraden von Weichenlänge, hat das Zweiggleis die entgegengesetzte Krümmung, „äufsere Abzweigung“, so ist die Gerade gemäfs den T. V. 39,4 noch um 6 m zu verlängern. Die ursprüngliche stetige Krümmung des Stammgleises wird dabei in eine Gerade und Bogen verschiedener Krümmung aufgelöst, was die Gleichmäfsigkeit der Zugbewegung beeinträchtigt und Schwankungen und Stöfse für die Fahrzeuge herbeiführt.[337])

Je mehr der Ausbau der vorhandenen Gleisanlagen, insbesondere die Erweiterung und zweckmäfsigere Ausgestaltung der Bahnhöfe gegenüber dem Baue neuer Bahnlinien in den Vordergrund trat, desto mehr mufste sich auch das Bedürfnis nach einer Weichenform geltend machen, die auch in gekrümmten Gleisen ohne die erwähnten Nachteile für den Bahnbetrieb benutzt werden kann. Da die gewöhnliche einfache Weiche dieser Bedingung nicht genügt, so ist man in steigendem Mafse zur Anwendung von Bogenweichen übergegangen, die nicht nur für die gleichmäfsige Zugbewegung von Vorteil sind, sondern auch gedrängtere Entwickelung der Gleis- und Weichen-Anlagen und deren bessere Anpassung an die gegebene Örtlichkeit ermöglichen.

Zwei Gattungen von Bogenweichen sind zu unterscheiden.

Bei der ersten wird die Ablenkvorrichtung und der Herzstückteil der gewöhnlichen einfachen Weiche unverändert beibehalten, nur die Zwischengleise erfahren eine Änderung. An Stelle des geradlinigen Stammgleises wird ein ge-

---

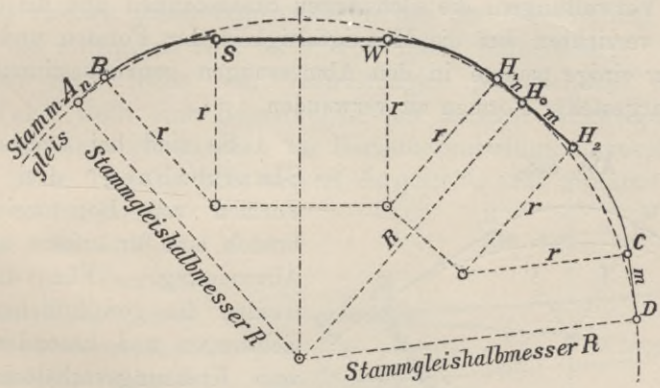
[337]) Zentrbl. d. Bauverw. 1897, S. 317 und 327, Blum.

krümmtes Gleisstück eingelegt, wobei auch das Zweiggleis eine andere Krümmung, bei äufserer Abzweigung von gröfserm, bei innerer von kleinerm Halbmesser erhält. Für die bauliche Anordnung der Weiche ergeben sich dabei nur Änderungen hinsichtlich der Länge der Zwischenstränge, sowie der Schienenabstände über den Schwellen. Die Änderungen in den Schienenstranglängen, die das Mafs von 10 cm in der Regel nicht überschreiten, sind in drei Strängen durch Kürzung je einer Schiene herzustellen, während dem vierten die ursprüngliche Länge belassen werden kann. Die Änderung der Schienenabstände läfst sich bei Holzschwellen ohne Weiteres bewerkstelligen, und auch bei eisernen Schwellen bedingt sie in der Regel die Anwendung besonders gelochter Schwellen nicht, wenn bei der Ausbildung der Schienenbefestigungsmittel auf die für Bogenweichen erforderlichen Änderungen von vornherein Rücksicht genommen ist.

Bogenweichen dieser Art mit innerer (Textabb. 404, S. 340) und äufserer (Textabb. 405, S. 340) Abzweigung wenden die badischen, württembergischen und sächsischen Staatsbahnen, sowie die österreichische Nordwestbahn an. Besonders mannigfaltig sind die in den Weichenbüchern der badischen und württembergischen Staatsbahnen vorgesehenen Anordnungen, wo die erforderlichen Mafsangaben zur Herstellung von Bogenweichen mit Hülfe der gewöhnlichen Ablenkvorrichtungen, Herzstücke und eisernen Weichenschwellen für die verschiedensten Stammgleishalbmesser auf Tafeln zusammengestellt sind.

Der Berechnung der badischen Bogenweichen liegt die Anordnung des Weichenstammgleises nach Textabb. 426 zu Grunde. Die Länge der Geraden SW entspricht bei Weichen mit innerer Abzweigung der Länge der Ablenkvorrichtung, bei Weichen mit äufserer Abzweigung wird dieses Mafs gemäfs T. V. 39,4 um 6 m vergröfsert. Die Herzstückgerade H_1 H_2 ist so gelegt, dafs die mathematische

Abb. 426.

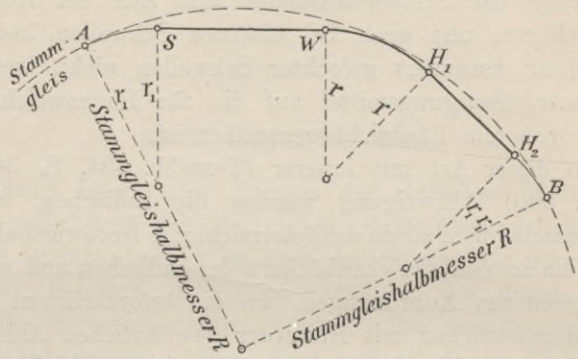


Einschaltung einer Bogenweiche in das Stammgleis, badische Staatseisenbahnen.

Herzstückspitze in die Achse des ursprünglichen Stammgleises fällt. Die Anschlufsbogen BS und H_2 C erhalten dieselben Halbmesser, wie der Bogen WH_1 des Weichenstammgleises. Das Zweiggleis der Weiche ist in der Abbildung fortgelassen. Bei äufserer Abzweigung finden die gewöhnlichen Herzstücke 1 : 8 und 1 . 10 Anwendung, bei innerer Abzweigung Herzstücke 1 : 10 und, um flachere Krümmung des Zweiggleises zu ermöglichen, auch besondere Herzstücke 1 : 10,747.

Eine etwas abweichende Art der Einschaltung des Weichenstammgleises weisen die Bogenweichen der württembergischen Staatsbahnen auf (Textabb. 427). Aufser den gewöhnlichen Herzstückneigungen 1 : 7,5, 1 : 8,25, 1 : 9 und 1 : 10 wird für Bogenweichen noch ein Herzstück 1 : 12,5 werwendet, da die flachere Neigung die Herstellung innerer Abzweigungen auch für schärfere Stammgleishalbmesser ermöglicht.

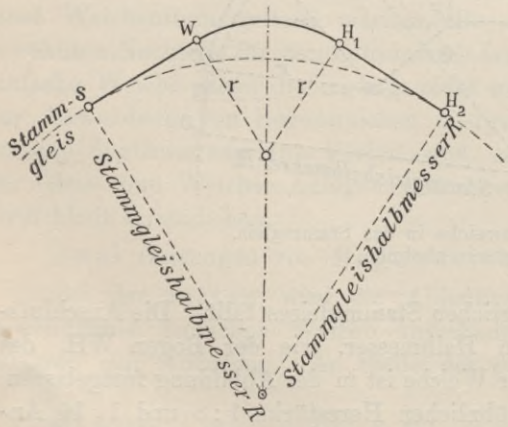
Abb. 427.



Einschaltung einer Bogenweiche in das Stammgleis, württembergische Staatsbahnen.

Das bei den badischen und württembergischen Staatsbahnen übliche Verfahren gestattet bei der Herstellung von Bogenweichen eine grofse Mannigfaltigkeit der Weichenformen, so dafs man sich dem Bedürfnisse des Einzelfalles gut anpassen kann, es erfordert aber jedesmal eine gewisse Rechen- und Zeichen-Arbeit, die sich mit Hülfe der gegebenen Tafeln allerdings auf ein geringes Mafs einschränken läfst. Andere Verwaltungen, die sächsischen Staatsbahnen und die österreichische Nordwestbahn, verzichten auf die Mannigfaltigkeit der Formen und beschränken sich darauf, nur einige wenige in den Abmessungen genau bestimmte und durch Zeichnungen dargestellte Formen zu verwenden.

Abb. 428.



Einschaltung einer Bogenweiche in das Stammgleis, sächsische Staatsbahnen.

So sind bei den sächsischen Staatsbahnen drei verschiedene Formen von Bogenweichen in Gebrauch, eine für äufsere, zwei für innere Abzweigung. Für diese Weichen werden die gewöhnlichen Ablenkvorrichtungen und besondere Herzstücke vom Kreuzungsverhältnisse 1 : 13 benutzt. Eine sächsische Bogenweiche mit innerer Abzweigung ist auf Tafel IV in Abb. 1 dargestellt. Die Gerade für die Ablenkvorrichtung hat der Backenschiene entsprechend 7,5 m Länge, ebenso lang ist die Herzstückgerade. Das Weichenhauptgleis hat 242,5 m, das Zweiggleis 180 m Halb-

messer Die Weiche läſst sich ohne Weiteres in ein Stammgleis von 436,5 m Halbmesser einlegen. Die Einschaltung entspricht der Textabb. 428. Hat das Stammgleis nicht den angegebenen Halbmesser, so wird es an der Stelle, wo die Bogenweiche eingelegt werden soll, in der erforderlichen Länge von 34 m auf diesen Halbmesser gebracht, indem die Krümmung der anschlieſsenden Bogenteile entsprechend abgeändert wird.

Auch die österreichische Nordwestbahn beschränkt sich auf die Anwendung von vier verschiedenen Bogenweichenformen, die sich mit Hülfe der gewöhnlichen Ablenkvorrichtungen und Herzstücke herstellen lassen.

Wenn auch die ursprüngliche Krümmung des Stammgleises bei den Bogenweichen der beschriebenen Gattung nicht beibehalten werden kann, wie es zur Erreichung möglichst stoſsfreien Befahrens wünschenswert erscheint, so wird gegenüber der Anwendung einer Weiche mit geradem Mutterstrange, die die Einlegung einer Geraden von ganzer Weichenlänge bedingt, doch schon ein wesentlicher Vorteil erzielt, da sich das Weichenstammgleis der Form des ursprünglichen Stammgleises besser anschmiegen läſst und die einzulegenden Geraden nur kurz sind.

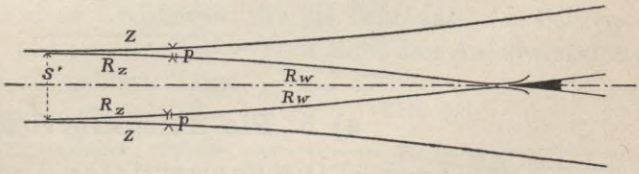
Vollkommen stetige Krümmung erhält das Weichenstammgleis bei den Bogenweichen der zweiten Gattung, bei denen die Krümmung des Mutterstranges auch durch die Ablenkvorrichtung und das Herzstück gleichmäſsig durchgeführt ist.

Derartige Bogenweichen sind auf den preuſsisch-hessischen Staatsbahnen neuerdings in zwei verschiedenen Formen für innere Abzweigung zur Einführung gekommen. Bei beiden Weichen sind federnde Zungen von 10,6 m Länge und Herzstücke 1 : 10 verwandt. Die eine Weiche (Tafel IV. Abb. 2) weist im Mutterstrange 500 m, im Zweiggleise 170 m Halbmesser auf. Die eine Fahrkante des Herzstückes liegt in einer Krümmung von 500 m Halbmesser. Die Spurrinne am gegenüber liegenden Radlenker ist mit Rücksicht auf die vorhandene Spurerweiterung von 41 auf 50 mm verbreitert.

Bei der zweiten dieser Bogenweichen hat der Mutterstrang eine Krümmung von 750 m, das Zweiggleis eine solche von 190 m Halbmesser.

Die bei einer Reihe von Verwaltungen gebräuchliche symmetrische Bogenweiche stellt eine Bogenweiche mit äuſserer Abzweigung dar, bei der beide Weichenstränge symmetrisch zur Herzstückmittellinie angeordnet sind. Diese Anordnung ist in Textabb. 429 verzerrt dargestellt. Sie gestattet die Anwendung groſser Krümmungshalbmesser und ist deshalb namentlich für Verzweigungen von Hauptgleisen mit Vorteil zu verwenden. Die symmetrische Bogenweiche der bayerischen Staatsbahnen vom Kreuzungsverhältnisse 1 : 12 hat zwei gekrümmte Zungen von 6,5 m Länge und im Übrigen nachstehende Abmessungen: Zungenhalbmesser $Rz = 1000$ m, Halbmesser der Weichenbogen $Rw = 800$ m, Spurweite an der Zungenspitze $s' = 1445$ mm, Wurzelweite $p = 140$ mm bei 65 mm Schienenkopfbreite.

Abb. 429.



Symmetrische Bogenweiche.

a) 4. Doppelweichen.

Die früher übliche symmetrische Form der Doppelweiche, dreiteiligen, dreischlägigen Weiche (Textabb. 407, S. 340) hat den Nachteil, dafs durch das Zusammenfallen beider Ablenkvorrichtungen eine Häufung beweglicher Teile herbeigeführt wird, welche die Herstellung erschwert und zu Irrtümern beim Umstellen Anlafs geben kann. Man wendet deshalb neuerdings meist die verschränkte Form an (Textabb. 406, S. 340), bei der die Ablenkvorrichtungen der einfachen Weichen unverändert benutzt werden können. Bei der Doppelweiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen (Tafel V, Abb. 1 und 2) haben die beiden Zweiggleise dieselbe Krümmung, wie bei der einfachen Weiche, und zwar ist diese Krümmung durch das bei der Doppelweiche hinzutretende dritte Herzstück vom Kreuzungsverhältnisse 1 : 5,894 hindurch geführt. Die Durchführung der Krümmung durch das Herzstück erweist sich als unbedenklich, wenn die Spurrinne an dem der gekrümmten Herzstückkante gegenüber liegenden Radlenker um das Mafs der vorhandenen Spurerweiterung verbreitet wird, wie dies im vorliegenden Falle geschehen ist. Auch bei den Doppelweichen der sächsischen und badischen Staatsbahnen, der schweizerischen Bundesbahnen und der österreichischen Nordwestbahn wird die Krümmung des einen Weichenstranges durch das dritte Herzstück hindurch geführt, während dies bei anderen Verwaltungen, so bei den bayerischen und österreichischen Staatsbahnen, vermieden und die Krümmung der beiden Zweiggleise so abgeändert wird, dafs das dritte Herzstück geradlinige Fahrkanten erhalten kann.

Bei manchen Verwaltungen, so bei den badischen Staatsbahnen und den schweizerischen Bundesbahnen werden auch Doppelweichen verwandt, die aus zwei Weichen von verschiedenem Kreuzungsverhältnisse, beispielsweise 1 : 8 und 1 : 10, zusammengesetzt sind.

Bei der österreichischen Nordwestbahn ist nach englischem Vorbilde die auf Taf. V in Abb. 3 und 4 dargestellte einseitige Doppelweiche zur Einführung gekommen. Die einseitige Doppelweiche kann da, wo mehrere Gleise neben einander zu entwickeln sind, mit Vorteil Anwendung finden, da sie gegenüber der sonst üblichen Anordnung mit geradlinigen Weichenstrafsen einen Gewinn an nutzbarer Gleislänge ermöglicht[338]). Auch auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen findet die einseitige Doppelweiche neuerdings Anwendung.

---

a) 5. Die Ablenkvorrichtung.

5. *a*) Die geometrische Anordnung.

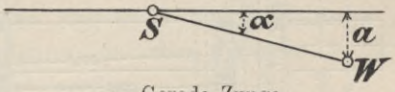
Die geometrische Anordnung der Ablenkvorrichtung gestaltet sich verschieden, je nachdem für die Zunge des Zweiggleises gerade oder krumme Grundrifsform gewählt wird.

Gerade Zungen, die bei älteren Weichen allgemein angewandt wurden, und die auch gegenwärtig noch bei österreichischen und englischen Bahnen überwiegen,

[338]) Glasers Annalen, 1895, Heft 4, Aufsatz von Göring. Zentralblatt der Bauverwaltung 1901 S. 497. Aufsatz von Blum.

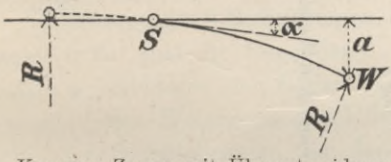
bieten den Vorteil, dafs für die Herstellung von Rechts- und Links-Weichen zwei Zungenformen ausreichen, während bei gekrümmten Zungen vier verschiedene Formen erforderlich sind, was den Bereitschaftsbestand verdoppelt. Diesem Vorteile stehen jedoch erhebliche Nachteile gegenüber. Erstens wird der Ablenkwinkel an der Zungenspitze S (Textabb. 430) bei geraden Zungen etwa doppelt so grofs, wie bei gekrümmten, da das Mafs a für die Entfernung der Zungen- und der Backenschienenfahrkante an der Zungenwurzel W bei beiden Formen gleich grofs ist, und die Länge der Zunge eine gewisse Gröfse nicht überschreiten darf. Das Mafs a ist gleich der Breite der Spurrinne an der Zungenwurzel, vermehrt um die Breite des Kopfes der Zungenschiene, und wird als Wurzelweite bezeichnet. Eine Vergröfserung des Ablenkwinkels, Anfallwinkels, α bedingt aber stärkere Stöfse und damit auch raschere Abnutzung der Zungenschiene und der Fahrzeuge. Zweitens erfordert die Anwendung gerader Zungen gröfsere Länge der ganzen Weiche, da der Winkel, den die Zunge am Wurzelende mit der Backenschiene bildet, bei geraden Zungen kleiner ist, als bei gekrümmten.

Abb. 430.



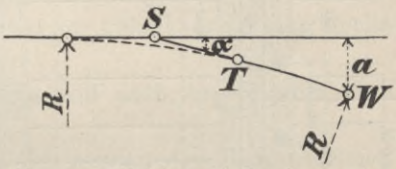
Gerade Zunge.

Abb. 431.



Krumme Zunge mit Überschneidung der Backenschiene

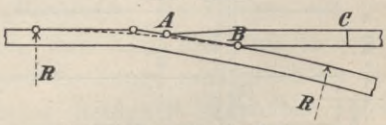
Abb. 432.



Krumme Weiche mit Berührung der Backenschiene

Die für den stofsfreien Durchgang der Fahrzeuge günstigste Anordnung, bei der sich die Fahrkante der Zunge berührend an die der Backenschiene anschliefst, ist praktisch nicht ausführbar, da die Zungenspitze dabei zu schwach werden würde. Der Anfallwinkel der Zunge mufs mindestens 30′ betragen, wenn die Zungenspitze genügende Haltbarkeit besitzen soll. Für die Grundrifsform gekrümmter Zungen sind zwei verschiedene Anordnungen in Gebrauch. Bei der einen schneidet der die Zungenfahrkante bildende Kreisbogen die Fahrkante der Backenschiene an der Zungenspitze unter dem Anfallwinkel α (Textabb. 431), bei der zweiten bildet die Fahrkante der Zunge einen Kreisbogen, der die Fahrkante der Backenschiene berührt (Textabb, 432), und ist vom Punkte T an unter dem Anfallwinkel α geradlinig an die Backenschiene geführt. Die erstbezeichnete Anordnung ergibt für gleichen Anfallwinkel eine geringere Zungenlänge, als die zweite und ist deshalb vorzuziehen.

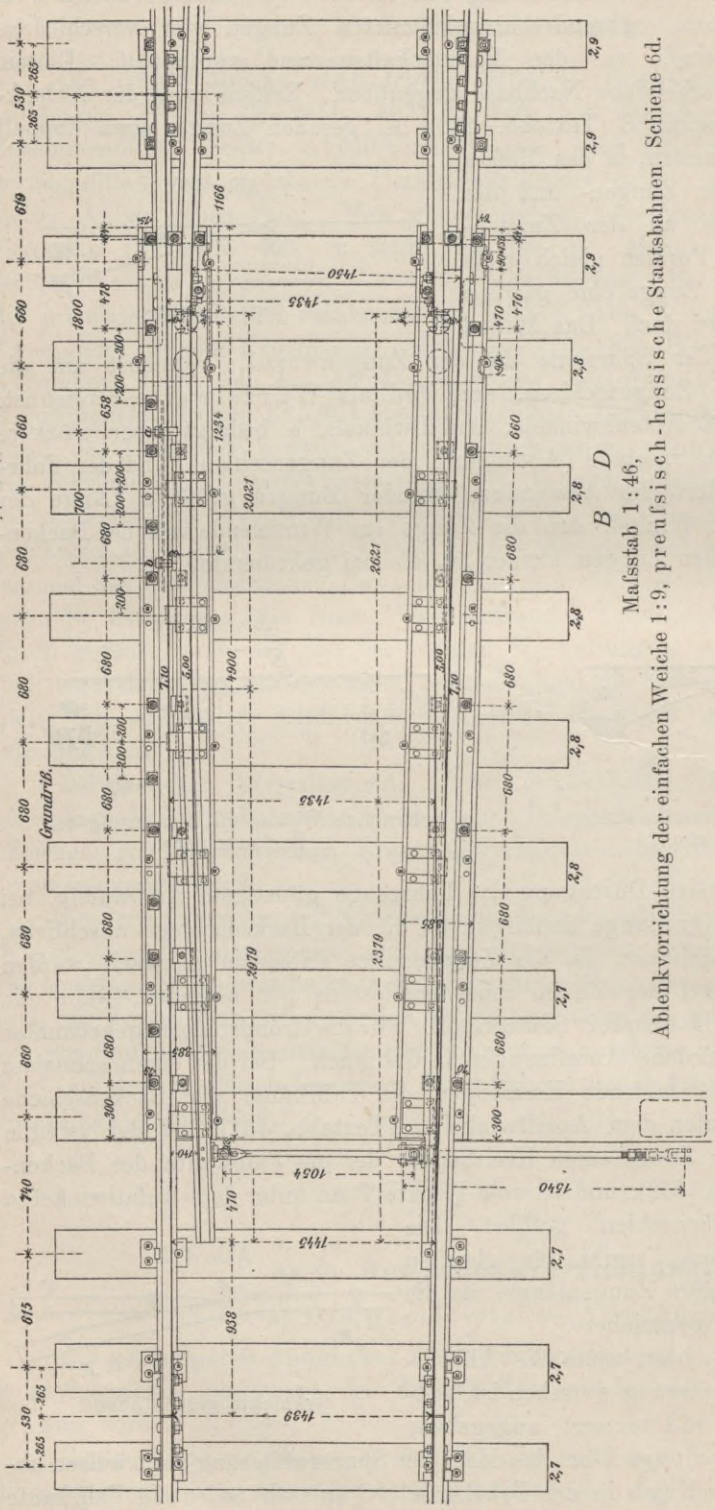
Abb. 433.



Geknickte gerade Zunge.

Die gerade Zunge erhält, wenn die Ablenkvorrichtung mit Spurerweiterung versehen ist, entweder die in Textabb. 433 verzerrt angegebene Gestalt, indem sie an der Spitze A um das Mafs der Spurerweiterung nach aufsen abgebogen wird, wobei ein Knick in der Fahrkante AC entsteht, oder die Fahrkante bildet die gerade Verbindungslinie der Punkte A an der Spitze und C an der Wurzel.

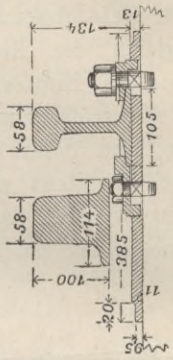
Abb. 434.



Ablenkvorrichtung der einfachen Weiche 1:9, preufsisch-hessische Staatsbahnen. Schiene 6d.

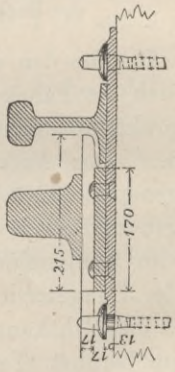
Maſsstab 1:46.

Abb. 436.



Maſsstab 1:10.
Schnitt CD zu Textabb. 434.

Abb. 435.



Maſsstab 1:10.
Schnitt AB zu Textabb. 434.

Die gekrümmte Backenschiene ist bei der in Textabb. 433 angegebenen Anordnung in dem Teile AB, wo die Zunge anliegt, geradlinig gestaltet, da diese bequemere Bearbeitung der Anlagefläche der Zunge ermöglicht Indes kommen auch Anordnungen vor, bei denen diese Anlagefläche im Grundrisse ganz oder teilweise gekrümmt ist.

5. β) Die Anordnung der Einzelteile einer Ablenkvorrichtung.

Eine gegenwärtig auf Lokomotiveisenbahnen übliche Ablenkvorrichtung soll an der in Textabb. 434 bis 436 dargestellten einer einfachen Weiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen näher erläutert werden.

Bei dieser ist jede der Zungen mit der zugehörigen Backenschiene auf einer durchgehenden schweifseisernen Grundplatte befestigt. Die Backenschiene ist auf der Platte unverschieblich, die Zunge an ihrem Wurzelende drehbar befestigt und zwischen Spitze und Wurzel durch über den Querschwellen angebrachte Gleitstühle unterstützt, auf denen sie in seitlicher Richtung verschoben werden kann. Beide Zungen sind nahe der Spitze durch eine gelenkig angeschlossene Stange mit einander verbunden. Die Weiche wird von dem seitlich aufgestellten Weichenbocke aus umgestellt, der durch eine Schubstange mit dem Zungenpaare in Verbindung steht. Zur Unterstützung dienen Querschwellen, auf denen die Grundplatten befestigt sind.

Die wichtigsten Bedingungen, denen die Bauart der Ablenkvorrichtung Rechnung tragen mufs, sind die folgenden:

1. Ablaufen der Räder von den Schienen soll auch bei falscher Stellung der Weiche ausgeschlossen sein.
2. Halbstellungen, bei denen keine der Zungen an der Backenschiene anliegt, sollen ausgeschlossen sein.
3. Der Übergang der Fahrzeuge soll möglichst stofsfrei sein.
4. Alle Teile sollen genügende Festigkeit besitzen.
5. Die Umstellung soll möglichst geringen Kraftaufwand erfordern.

5. γ) Zungen und Backenschienen.

Da der Querschnitt der Zungen in dem Teile, mit dem sie sich an die Backenchienen legen, nach der Spitze hin allmälig abnehmen mufs, so müssen die Zungen abgehobelt werden. Während die Backenschienen allgemein aus gewöhnlichen Schienen hergestellt werden, kommen für die Zungen jetzt in der Regel Schienen von abweichendem Querschnitte zur Anwendung.

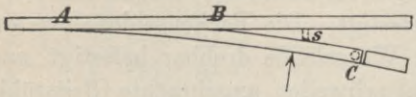
Das früher weit verbreitete und bei den westeuropäischen und amerikanischen Bahnen auch jetzt noch zum Teil gebräuchliche Verfahren, die Zungen aus gewöhnlichen Schienen herzustellen, hat den Nachteil, dafs Kopf und Fufs in weitgehendem Mafse abgehobelt werden müssen, wodurch die Zunge namentlich an der Spitze zu sehr geschwächt wird, und keine so grofse Steifigkeit gegenüber wagerechten Kräften und der Gefahr des Umkantens besitzt, wie Zungen von geringerer Höhe mit breiten Füfsen.

Diesen Übelstand kann man zwar dadurch abschwächen, dafs man die Backenschienen um ein geringes Mafs einklinkt und die entsprechend stärkere Zungen-

spitze in die Einklinkung eingreifen läfst. Bei derartigen einschlagenden Zungen entsteht aber in der Backenschiene ein Absatz, der beim Befahren der Weiche zu Stöfsen Veranlassung gibt. Im Bereiche des V. D. E. V. sind einschlagende Zungen nicht mehr in Gebrauch, in England finden sie noch bei manchen Bahnen Anwendung.

Die unzureichende Seitensteifigkeit der aus gewöhnlichen Schienen hergestellten Zungen ist um so nachteiliger, als die Zunge gegen die in wagerechter Richtung auf sie wirkenden Kräfte nur an ihren Enden abgestützt ist, und zwar einerseits durch die Befestigung am Drehpunkte C, anderseits durch die Backenschiene, an der sie in der Fläche AB anliegt (Textabb. 437). Wagerechte, zwischen B und C angreifende Kräfte können eine nicht genügend steife Zunge bei A derart auffedern lassen, dafs ein gegen die Spitze laufendes Rad mit dem Spurkranze zwischen Zunge und Backenschiene gerät und entgleist. Um nachteilige Seitendurchbiegung zu verhindern, der namentlich die gekrümmte Zunge ausgesetzt ist, pflegt man an den Backenschienen Stützbolzen s anzubringen (Textabb. 437); für Zungen von gröfserer Länge ist die Anbringung solcher Stützbolzen zu empfehlen.

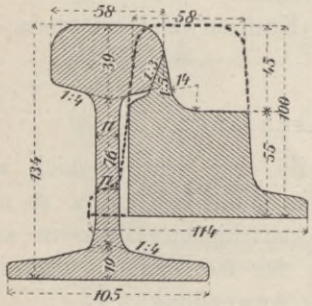
Abb. 437.



Lagerung der Zunge.

Zur Vermeidung der vorgenannten Mängel erhalten die besonders geformten Zungenschienen geringere Höhe und einen breitern Fufs, der über den Fufs der Backenschiene greift, so dafs sie zur Aufnahme wagerechter Kräfte gut geeignet sind. Dabei läfst man die Zungenspitze unter den Kopf der Backenschienen greifen und kann ihr so gröfsere Stärke geben, ohne den Fahrknopf der Backenschiene einklinken zu müssen. Solche unterschlagenden Zungen haben zuerst in Deutschland Anwendung gefunden und werden in den T. V. 40,1 zur Anwendung empfohlen.

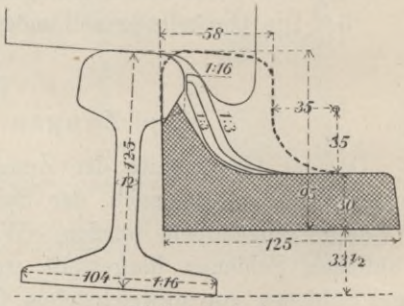
Abb. 438.



Mafsstab 1 : 4.

Zungenquerschnitt, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 439.



Mafsstab 1 : 4.

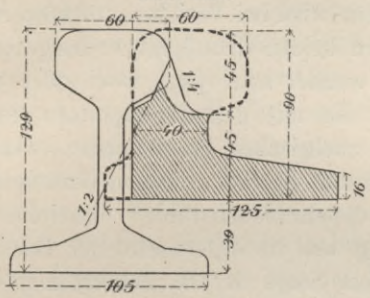
Zungenquerschnitt, österreichische Nordwestbahn.

In den Textabb. 438 bis 441 ist für eine Reihe jetzt gebräuchlicher Zungenformen der Querschnitt durch die Zungenspitze und die Backenschiene dargestellt. Der volle Zungenquerschnitt ist durch die gestrichelte Linie ergänzt.

Bei den preufsisch-hessischen Bahnen wird ein hutförmiger Querschnitt (Textabb. 438) angewandt, desgleichen bei den sächsischen Staatsbahnen. Die österreichische Nordwestbahn (Textabb. 439), die Kaiser Ferdinands-Nordbahn und die

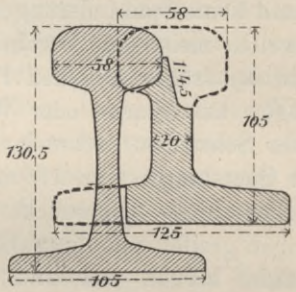
österreichischen Staatsbahnen verwenden einen Querschnitt mit einseitigem Ansatze. Der in Textabb. 440 dargestellte Querschnitt ist bei den badischen Staatsbahnen und mit einigen Abweichungen in den Abmessungen auch bei den bayerischen und württembergischen Staatsbahnen, den schweizerischen Bundesbahnen und der Gotthardbahn in Gebrauch. Die bayerischen Staatsbahnen verwenden aufserdem noch Zungenschienen der aus Textabb. 441 ersichtlichen ältern Querschnittform, die der breitfüfsigen Schiene entspricht, aber einen stärkern Steg und einen stärkern und breitern Fufs besitzt.

Abb. 440.



Malsstab 1 : 4.
Zungenquerschnitt,
badische Staatsbahnen.

Abb. 441.



Mafsstab 1 : 4.
Zungenquerschnitt,
bayerische Staatsbahnen.

Die Höhe der Zunge wird im vordern Teile so weit verringert, dafs die Zunge keine senkrechte Belastung erfährt, sodern nur die seitliche Führung des Rades zu übernehmen hat. Erst an der Stelle, wo sie etwa 30 mm Breite besitzt und stark genug ist, die Last des Rades ohne bleibende Formänderung aufzunehmen, erreicht ihre Oberkante die der Backenschiene.

Die Backenschiene erfährt vielfach keine besondere Bearbeitung. Neuerdings wird sie jedoch an der Innenseite, wo die Zunge anliegt, häufig nach einer mit 2 : 3 bis 1 : 3 geneigten Geraden unterhobelt (Textabb. 438 bis 440). Diese von Hohenegger bei den Weichen der österreichischen Nordwestbahn zuerst angewandte Anordnung bietet den Vorteil, dafs die Zungenspitze gröfsere Stärke erhalten kann; auch wirkt sie dem Auffedern der Zungenspitze in senkrechter Richtung entgegen.

Bei den Bahnen des V. D. E. V. beträgt die Länge der Zungen meist 5 bis 6 m, bei untergeordneten Weichen werden kürzere, bis 3 m lange Zungen verwandt. Man hat die Anwendung längerer Zungen mit Rücksicht auf das schwerere Umstellen und die gröfsere Beanspruchung der Zunge durch seitliche Kräfte bislang vermieden. Die Backenschiene erhält etwa 6 bis 9 m Länge und reicht über die Zunge an jedem Ende um ein gewisses Mafs hinaus, das zwischen den Grenzwerten 0,30 m und 2,0 m liegt.

Bei den amerikanischen Bahnen sind Zungen von gröfserer Länge in Gebrauch. Die Weichen der Pennsylvania Bahn weisen Zungen von 30 Fufs = 9,14 m Länge auf, die durch fünf Querstangen verbunden und durch je zwei Stützknaggen gegen die Backenschienen seitlich abgestützt sind.

Die Vergröfserung der Zungenlänge ermöglicht die Anwendung gröfserer Weichenhalbmesser.

5. δ) Die Grundplatte.

Die Anwendung von Grundplatten, auf denen Zunge und Backenschiene gemeinsam befestigt werden, trägt zur sichern Lagerung dieser Teile bei und erleichtert das Verlegen der Weichen durch Zusammensetzung der Zunge mit der zugehörigen Backenschiene in der Werkstatt. Die Anwendung von Grundplatten ist bei den meisten Verwaltungen gebräuchlich. Ihre Stärke beträgt 11 bis 15 mm. Bei der österreichischen Nordwestbahn zeigen die Grundplatten eine besondere Form (Textabb. 448, S. 364), welche die Anwendung der Hohenegger'schen Schienenbefestigung gestattet (Textabb. 225, S. 238 und 377, S. 328).

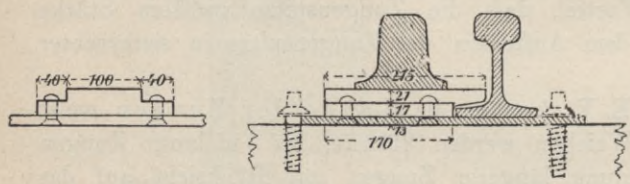
Damit keine Spuränderungen eintreten können, wird bei Weichen auf hölzernen Querschwellen meist eine Verbindung zwischen den beiden Grundplatten hergestellt. An Stelle der früher üblichen Flacheisenkreuze wendet man jetzt zwei oder drei Querstangen aus Flach- oder Winkel-Eisen an, die mit den Grundplatten durch Niete oder Schrauben verbunden sind. Bei den sächsischen Staatsbahnen werden derartige Querstangen von 115 mm Breite und 15 mm Stärke zwischen Grundplatte und Backenschiene angebracht. Diese als „Doppelschienenstühle" bezeichneten Querstangen greifen mit ihren Enden hakenförmig um die Aufsenseite der Backenschienenfüfse herum, und sind aufserdem mit dem Stege der Backenschienen verschraubt.

Um das Ausweichen der Backenschienen nach aufsen zu verhindern, werden bisweilen auch Flacheisenstücke neben der Aufsenseite des Backenschienenfufses auf die Grundplatte genietet.

5. ε) Gleitstühle.

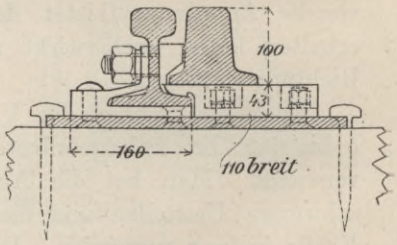
Die Gleitstühle geben der Zunge die erforderliche Unterstützung zur Aufnahme senkrechter Belastung. Sie werden entweder unmittelbar auf den Schwellen befestigt, oder bei Anwendung von Grundplatten mit diesen durch Niete oder Schrauben verbunden. Ihre Höhe entspricht meist dem Höhenunterschiede von Backen- und

Abb. 442.



Mafsstab 1 : 10.
Gleitstuhl, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 443.



Mafsstab 1 : 10.
Gleitstuhl, sächsische Staatsbahnen.

Zungenschiene. Sie kragen über den Fufs der Backenschiene aus, um die bis dicht an deren Steg reichende Zunge in ganzer Breite zu unterstützen. Vielfach dienen sie gleichzeitig mit zur Befestigung der Backenschiene auf der Grundplatte. Man gibt entweder allen Gleitstühlen dieselbe Länge, oder wendet nach der Wurzel zu kürzere an. Textabb. 442 stellt die bei den preufsich-hessischen, Textabb. 443 die bei den sächsischen Staatsbahnen gebräuchliche Gleitstuhl-Anordnung dar.

5. ζ) Befestigung der Zunge am Wurzelende.

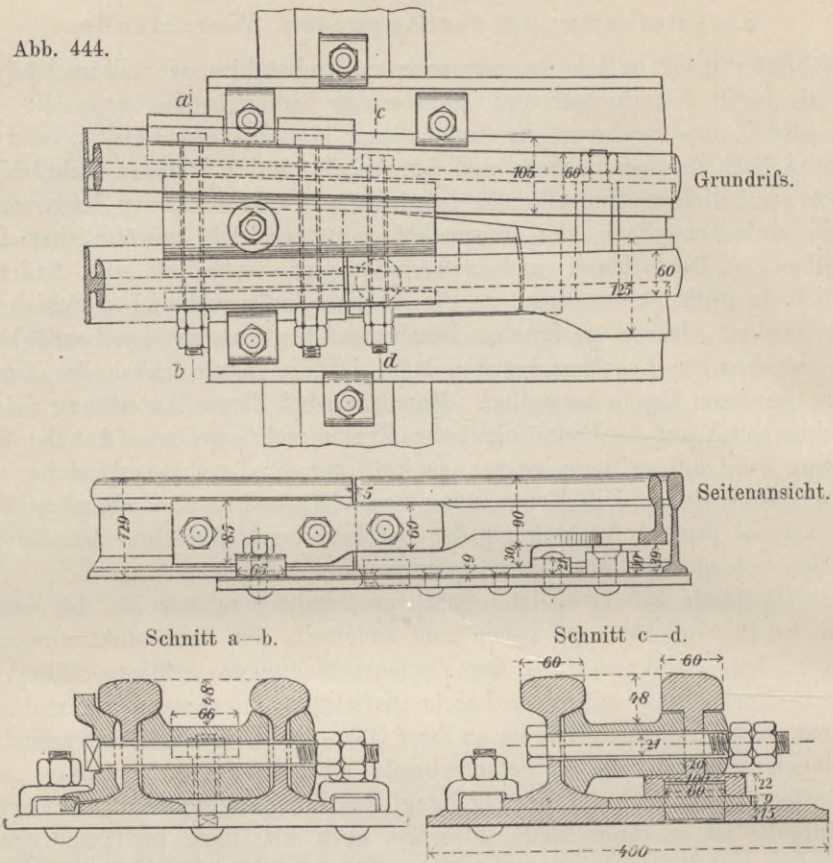
Die Befestigung mittels des sogenannten Drehstuhles oder Wurzelstuhles hat die Zunge gegen Verschieben und Abheben zu sichern. Sie mufs die Beweglichkeit der Zunge wahren, die Innehaltung des richtigen Abstandes zwischen Zunge und Backenschiene sichern und den Anschlufs der nächsten Fahrschiene an die Zunge ermöglichen. Sie soll aufserdem leichtes Auswechseln der Zunge gestatten.

Die einfachste Form der Wurzelbefestigung mittels gewöhnlicher Laschen war früher in Deutschland und aufserhalb weit verbreitet und findet auch namentlich da noch Anwendung, wo die Zungen aus gewöhnlichen Schienen hergestellt werden. Durch geeignetes Bearbeiten der inneren Laschenflächen und loseres Anziehen der Laschenschrauben läfst sich die Beweglichkeit der Zunge bis zu einem gewissen Grade herstellen. Man mufs bei dieser Anordnung jedoch im Allgemeinen auch auf die Biegsamkeit der Zunge rechnen. Diese Art der Wurzelbefestigung wird um so ungeeigneter, je kräftiger die Laschenverbindung und die Zunge gestaltet sind. Bei Verwendung besonders geformter Zungen mufs diesen am Wurzelende für die Anbringung der Laschen durch Ausschmieden ein der gewöhnlichen Schiene ähnlicher Querschnitt gegeben werden.

Der Umstand, dafs es bei der Laschenverbindung schwer ist, der Zunge die erforderliche Beweglichkeit zu geben und anderseits den Drehpunkt unverrückbar festzulegen, hat zur Anwendung der Zapfenverbindungen geführt. Diese werden vielfach in Verbindung mit einer Laschenbefestigung angewandt (Textabb. 444). Eine 9 mm starke Zwischenplatte ist an ihrer Ober- und Unter-Seite mit zylindrischen Vorsprüngen versehen, die in entsprechende Ausbohrungen der Zunge und der Grundplatte greifen und die Verschiebung des Zungendrehpunktes hindern. Die Zwischenplatte ist an ihrem Ende aufserdem noch mit einem im Grundrisse kreisbogenförmig gestalteten Ansatze versehen, der ebenfalls einer Längsverschiebung der Zunge nach der Spitze hin entgegenwirkt. Das Abheben der Zunge wird durch die Verlaschung unmöglich gemacht. Diesem Drehstuhle der badischen Staatsbahnen ähnlich gestaltete wenden die bayerischen und württembergischen Staatsbahnen, die schweizerischen Bundesbahnen und die Gotthardbahn an

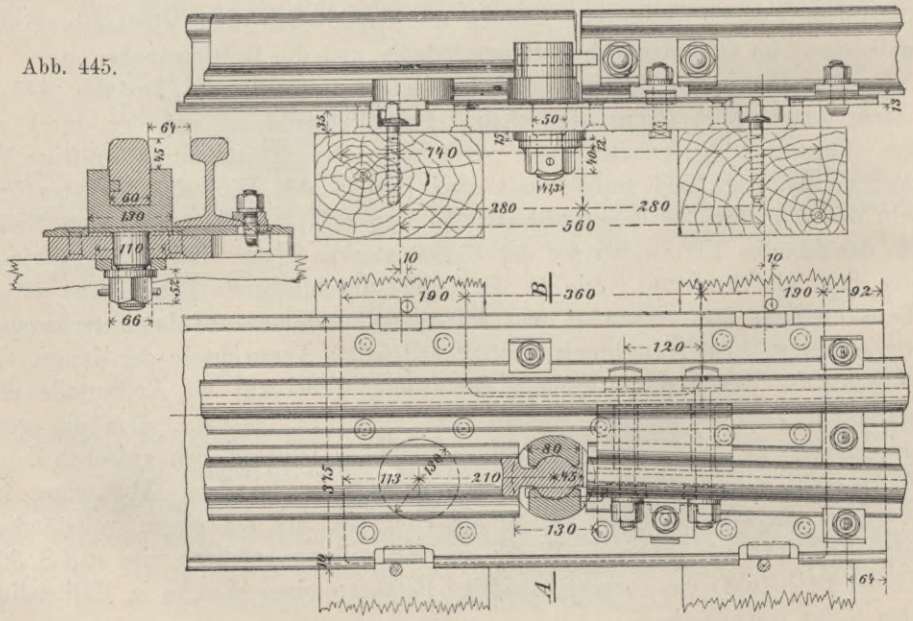
Bei dem Drehstuhle der preufsisch-hessischen Staatsbahnen (Textabb. 445) ist von einer Laschenverbindung abgesehen. Der Drehstuhl ist auf der durch eine 35 mm starke, untergenietete Platte verstärkten Grundplatte durch kräftige Verschraubung befestigt und umfafst mit zwei Backen den Wurzelzapfen, der durch Hobeln des Zungenendes hergestellt ist; ein wagerechter Splint dient zum Niederhalten der Zunge. Ein zweiter auf der 35 mm starken Platte sitzender zylindrischer Ansatz dient als Gleitstuhl. Die an die Zunge anschliefsende Fahrschiene ist mit der Backenschiene fest verbunden und mit dieser zusammen auf den unterliegenden Platten befestigt. Die Anordnung ermöglicht leichtes Auswechseln der Zunge. Die Herstellung des Zapfes durch Hobeln der Zunge, wobei nur die Aufsenteile eines vollständigen Zapfens gebildet werden, hat aber den Nachteil, dafs die gegen Längsverschiebung der Zunge in Wirkung tretenden Druckflächen zwischen Zapfen und Drehstuhl schräg zu der Kraftrichtung liegen. Bei ihrer Abnutzung tritt daher eine Längsverschiebung der Zunge eher ein, als bei einem vollständigen zylindrischen Zapfen. Wenn die Weiche in Halbstellung befahren wird (6β S. 364), bricht der Drehstuhl; das vorschriftswidrige Befahren einer Weiche in Halbstellung ist also leicht festzustellen.

Abb. 444.



Mafsstab 1 : 10 und 2 : 15
Zungenzapfen mit Laschenverbindung. badische Staatsbahnen.

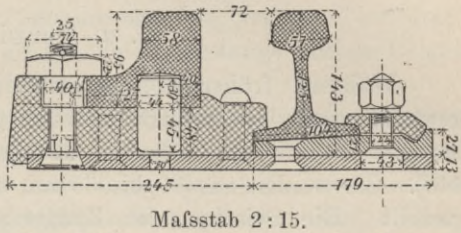
Abb. 445.



Mafsstab 4 : 45. Drehstuhl. preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Bei den Drehstühlen der österreichischen Nordwestbahn (Textabb. 446) ist der Zapfen als selbstständiger Teil hergestellt. Er besteht aus einem Stahlzylinder von 44 mm Durchmesser und greift in entsprechende Ausbohrungen der Zunge und einer auf die Grundplatte genieteten Verstärkungsplatte. Zum Niederhalten der Zunge dient ein Bolzen mit breiter Mutter. Der Bolzen besitzt nur eine geringe Stärke, damit er, wenn die Weiche vorschriftswidrig einmal in Halbstellung befahren wird, als schwächster Teil zuerst bricht, und Beschädigungen wertvollerer Teile, namentlich der Zunge, tunlichst vermieden werden.

Abb. 446.



Mafsstab 2 : 15.
Drehstuhl, österreichische Nordwestbahn.

5. η) Ablenkvorrichtungen mit federnden Zungen.

Da der Drehstuhl bei der üblichen Befestigung der Zungenwurzel namentlich beim Bremsen der Fahrzeuge erhebliche Kräfte aufzunehmen hat, und eintretender Verschleifs die sichere Lagerung der Zunge beeinträchtigt, so ist neuerdings durch den „Bochumer Verein für Bergbau und Gufsstahlfabrikation“ eine neue Bauart der Ablenkvorrichtung mit federnden Zungen, D. R. P. 103756, eingeführt, bei welcher der Drehstuhl ganz wegfällt. Eine solche, bei der Kaiser Ferdinands Nordbahn eingeführte Federweiche ist auf Tafel IV in Abb. 3 dargestellt. Die im Querschnitte hutförmige, 10 m lange Zunge ist am Wurzelende durch Umpressen in die Form der gewöhnlichen Schiene gebracht und mit der anschliefsenden Fahrschiene in der gewöhnlichen Weise verlascht. Von diesem Stofse ab ist die Zunge auf 1,865 m Länge unbeweglich mit den Schwellen verbunden Sie ruht auf einer 2,6 m langen gewalzten Zungenplatte mit erhöhten Rändern, auf der sie mit sechs Klemmplatten befestigt ist (Tafel IV, Abb. 3 Schnitt CD). Das vordere Ende der Zunge ist in der üblichen Weise auf Gleitstühlen gelagert, auch ist diesem Teile der Zunge durch Abhobeln der Füfse besondere Biegsamkeit gegeben, wodurch die sonst übliche Drehvorrichtung ersetzt wird. Durch zwei weitere, auf der Zungenplatte angebrachte Klemmplatten wird ein seitlicher Anschlag für den behobelten Teil der Zunge hergestellt (Tafel IV, Abb. 3 Schnitt AB).

Die Inanspruchnahme der abgebogenen Zunge bleibt erheblich unter der Elastizitätsgrenze, so dafs die Zungen durch die Bewegungen keine nachteiligen Veränderungen erfahren. Das Umstellen erfordert kaum mehr Kraft, als bei der gewöhnlichen Weiche mit Drehstuhl. Federweichen sollen das Befahren in Halbstellung ohne Brüche oder bleibende Verbiegungen der Zungen vertragen können.

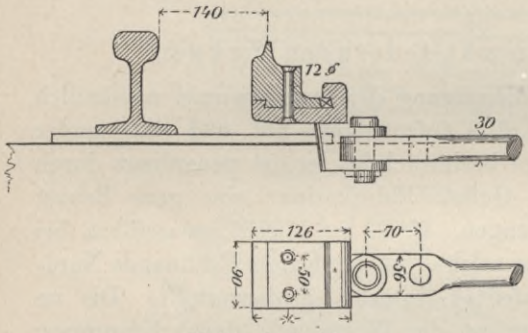
Solche Weichen sind auch bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen für die Hauptgleise der Schnellzugstrecken versuchsweise eingeführt. Eine befriedigende Lösung der Verwendung federnder Zungen auch bei Kreuzungsweichen ist noch nicht gefunden.

a) 6. Verbindungstangen, Stellvorrichtung und Weichensignale.

6. α) Verbindungstangen.

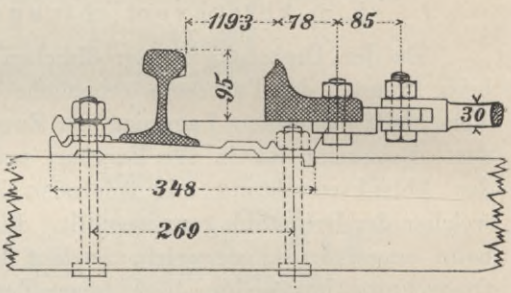
Während früher vielfach eine gröfsere Zahl von Verbindungstangen angewandt wurde, beschränkt man sich gegenwärtig meist auf eine oder zwei. Die Stangen werden mit Gelenken an die Zungen angeschlossen (Textabb. 447 und 448). Sie werden aus 30 bis 35 mm starkem Rundeisen, oder aus Gasrohren hergestellt. Die zwischen den Zungenspitzen angebrachte Stange steht durch die Schubstange mit dem Weichenbocke in Verbindung.

Abb. 447.



Mafsstab 1 : 10.
Zungenverbindung-Stange, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 448.



Mafsstab 1 : 10.
Zungenverbindung-Stange, österreichische Nordwestbahn.

Bei Anbringung der sogenannten Spitzenverschlüsse kommen zur Verbindung der Zungen besondere Teile zur Anwendung, die im Abschnitte D dieses Bandes behandelt werden.

6. β) Stellvorrichtung.[339])

Der Weichenbock zum Umstellen mufs so eingerichtet sein, dafs stets eine der Weichenzungen fest an der zugehörigen Backenschiene liegt. Wird eine Weiche gegen die Spitze befahren, während die Zungen sich in der Mittelstellung befinden, Halbstellung der Weiche, so tritt „doppelspuriges" Einfahren ein, wobei jedes Rad zwischen Backenschiene und geöffnete Zunge tritt. Da wo der Abstand der äufseren Zungenkanten gröfser wird, als der der inneren Radflächen, mufs eine Verbiegung der Zungen nach innen und eine Beschädigung der Ablenkvorrichtung eintreten. Um den festen Zungenschlufs zu sichern, wandte man früher Einfallhaken an, die jedoch beim Aufschneiden einer Weiche, die vom Herzstücke her auf dem Gleise befahren wird, für welches die Ablenkvorrichtung nicht eingestellt ist, zu Beschädigungen Veranlassung geben. Gegenwärtig benutzt man zu diesem Zwecke allgemein Gegengewichte, die mit dem Stellhebel verbunden sind.

---

339) Die Vorrichtungen zum Umstellen fernbedienter Weichen sind in Band II, Abschnitt D, der 1. Auflage eingehend behandelt, und werden hier nicht beschrieben.

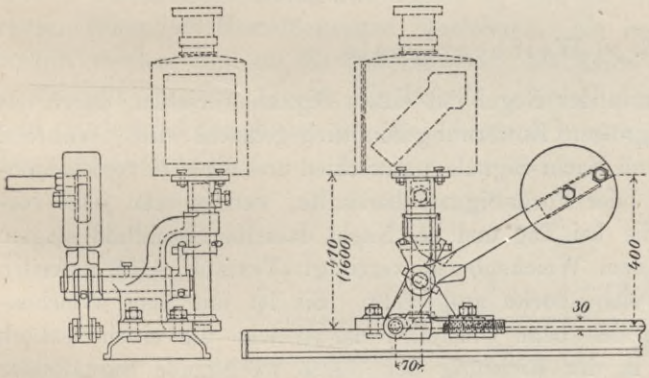
Wird eine derartige Weiche aufgeschnitten, so verschieben die Radkränze die Zungen seitlich unter gleichzeitiger Hebung des Gegengewichtes, ohne dafs Beschädigungen einzutreten brauchen.

Zur ordnungsmäfsigen Umstellung wird ein um eine wagerechte Achse drehbarer ein- oder zweiarmiger Hebel benutzt, an den die Schubstange mittels Gelenk angeschlossen ist; Kurbeln haben keine Verbreitung gefunden.

Die Gegengewichte werden jetzt durchweg als doppelwirkende so angeordnet, dafs sie für beide Endstellungen der Ablenkvorrichtung festen Zungenschlufs bewirken. Eine grundsätzliche Verschiedenheit besteht nur darin, dafs die Gegengewichte entweder als überschlagende, oder als rückschlagende angeordnet sind. Überschlagende gehen beim Aufschneiden in die neue Endstellung über, rückschlagende gehen in die alte Lage zurück. Bei letzterer Anordnung mufs daher jede nachfolgende Achse die Weiche von Neuem aufschneiden, wobei die Zungen starke Stöfse erleiden. Auch kann bei rückschlagendem Gegengewichte ein Fahrzeug doppelspurig einfahren, wenn es gleich nach dem Aufschneiden gegen die Spitze zurückfährt.

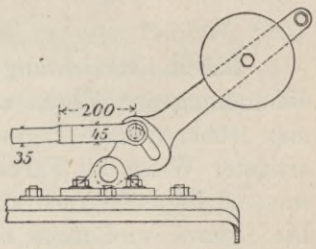
Bei der Stellvorrichtung der preufsisch-hessischen Staatsbahnen (Textabb. 449) ist der obere Arm des zweiarmigen Stellhebels gabelförmig gestaltet. Das mit dem Handgriffe versehene, rückschlagend angeordnete Gegengewicht ist mit der Achse des Stellhebels drehbar verbunden. Ein Ansatz am Gewichtshebel überträgt die Wirkung des Gewichtes auf die Gabel des Stellhebels.

Abb. 449.



Mafsstab 1 : 20.
Weichen-Stellvorrichtung, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 450.



Mafsstab 1 : 20.
Weichen-Stellvorrichtung, badische Staatsbahnen.

Eine ähnliche Bauart zeigen die Stellvorrichtungen bei den württembergischen Staatsbahnen, den schweizerischen Bundesbahnen, der Kaiser Ferdinands-Nordbahn und der österreichischen Nordwestbahn.

Die badischen Staatsbahnen verwenden die aus Textabb. 450 ersichtliche Stellvorrichtung, bei der das Gegengewicht mit dem einarmigen Stellhebel fest verbunden ist. Die Schubstange greift mit einem Bolzen in einen kreisförmig gekrümmten Schlitz des Stellhebels. Dieselbe Bauart ist bei der Gotthardbahn in Gebrauch.

Die vorstehenden Anordnungen zeigen Gegengewichte, die sich in einer senkrechten Ebene bewegen. Ihnen gegenüber haben die bei älteren Weichen

häufig vorkommenden Stellvorrichtungen mit wagerechter Bewegung des Gegengewichtes den Nachteil, dafs das Gegengewicht in der Mittelstellung liegen bleiben kann, wobei Halbstellung der Weiche eintritt.

Der Weichenbock wird den Zungenspitzen gegenüber aufserhalb der Umgrenzung des lichten Raumes auf einer, oder zwei zu diesem Zwecke verlängerten Weichenschwellen befestigt.

Zuweilen werden die Ablenkvorrichtungen der Weichen noch mit besonderen Einrichtungen versehen, um unbefugtes Umstellen unmöglich zu machen. Solche Einrichtungen werden als Weichenschlösser[340]) bezeichnet, und finden namentlich bei Abzweigung von Anschlufsgleisen auf freier Strecke Anwendung. Sie bestehen gewöhnlich aus einem Klammerverschlusse, der die im Hauptgleise liegende Zunge mit der zugehörigen Backenschiene derart verbindet, dafs die für das Hauptgleis gestellte und verschlossene Weiche erst nach dem Öffnen des Verschlusses für das Nebengleis umgestellt werden kann. Bei den vollkommenen Anordnungen dieser Art kann der zugehörige Schlüssel nur dann aus dem Weichenschlosse entfernt werden, wenn die Weiche in der vorgeschriebenen Stellung verschlossen ist. Der verantwortliche Beamte kann sich also durch Vorhandensein des Weichenschlüssels an bestimmter Stelle von der richtigen Weichenstellung überzeugen, ohne selbst die Weiche zu sehen.

Über andere Sicherungsvorrichtungen, mit denen die Weichen vielfach ausgerüstet werden, wie Spitzenverschlüsse und Druckschienen, ist im Abschnitte D der 1. Auflage dieses Bandes das Erforderliche mitgeteilt.

6. γ) Weichensignale.

Die Stellvorrichtung ist in der Regel mit einem Signale versehen, durch das die Stellung der Weiche auf gröfsere Entfernung kenntlich gemacht wird. Während man früher vielfach Tages- und Nacht-Signale unterschied und diese in verschiedenartigster Weise als Farben- oder Form-Signale herstellte, wendet man jetzt vorwiegend Signallaternen an, die bei Tag und bei Nacht dasselbe Signalbild zeigen. Die Laterne wird meist mit dem Weichenbocke vereinigt (Textabb. 449), zuweilen aber auch getrennt vom Weichenbocke aufgestellt. Sie ist mit dem Weichenbocke so verbunden, dafs sie sich beim Umstellen der Weiche um einen rechten Winkel dreht und dadurch in der Richtung der Gleise wechselnde Signalbilder zeigt. Die Signallaterne der preufsisch-hessischen Weichen zeigen bei der Stellung der Weiche auf gerades Gleis in beiden Richtungen viereckige Scheiben von Milchglas, bei Stellung der Weiche auf Ablenkung nach der Spitze einen weifsen Pfeil, nach dem Herzstücke einen weifsen Kreis. Die Signalbilder werden durch Ausschnitte in den Blechwänden des Laternenkastens hergestellt, hinter denen sich weifse, bei Dunkelheit von innen beleuchtete Milchglasscheiben befinden (Textabb. 449). Auch bei den anderen deutschen Bahnen hat sich die Kennzeichnung des geraden Gleises und der Ablenkung durch eine rechteckige Scheibe und einen Pfeil ziemlich allgemein eingebürgert.

Die Weichenlaternen wurden früher vielfach in 1,5 bis 2 m Höhe über den Schienen angebracht, wenn die Laternen aber zwischen Gleisen aufzustellen sind,

---

340) Organ 1892, S. 31 1893. S. 114.

deren Entfernung kleiner ist, als 4,5 m, so müssen sie geringere Höhe erhalten, um die Umgrenzung des lichten Raumes frei zu lassen. Der tiefern Lage der Weichenlaternen wird neuerdings ziemlich allgemein der Vorzug gegeben, da sich bei dieser Anordnung die Zusammengehörigkeit von Weiche und Signal leichter erkennen läfst. So werden die Laternen bei den Weichen der badischen Staatsbahnen stets dicht über S. O. angeordnet; auch bei anderen Bahnen hat dieses Verfahren Eingang gefunden.

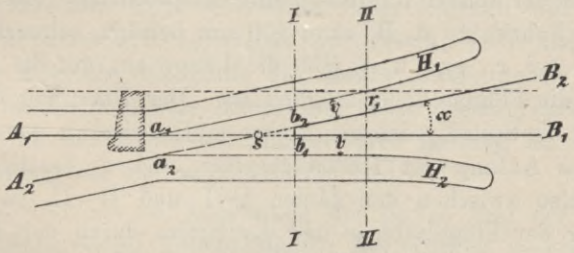
---

a) 7. Herzstück, Radlenker und Merkzeichen.

7. *a*) Allgemeine Anordnung des Herzstückes.

Im Herzstücke müssen die Fahrkanten $A_1 B_1$ und $A_2 B_2$ (Textabb. 451) der beiden sich kreuzenden Schienen eine Unterbrechung erleiden, damit die Spurkränze der Räder die Kreuzungstelle ungehindert durchfahren können. Die Länge $a_1 s = a_2 s$ dieser Unterbrechung ist abhängig von der Breite v der Spurrinne und dem Kreuzungswinkel α des Herzstückes. Der von den beiden in der mathematischen Herzstückspitze s zusammenlaufenden Fahrkanten B_1 und B_2 eingeschlossene Teil wird im weitern Sinne als Herzstückspitze bezeichnet. Sie mufs im vordern Teile abgestumpft werden, weil sie die Unterstützung des Rades erst von den Punkten b_1 b_2 an übernehmen kann, wo sie die hierfür erforderliche Breite besitzt. Somit entsteht in jeder Fahrschiene auf die Länge $a_1 b_1 = a_2 b_2$ eine Unterbrechung, die Herzstücklücke

Abb. 451.



Linienanordnung des Herzstückes.

Das die Herzstücklücke durchfahrende Rad wird hier durch die Flügel- oder Horn-Schienen H_1 H_2 gestützt, die in den Punkten a_1 a_2 beginnen und die Fortsetzung der Fahrschienen bilden. Das die Lücke befahrende Rad wird aufserdem durch den bereits erwähnten, neben den äufseren Fahrschienen angebrachten Radlenker (Textabb. 422 S. 346) seitlich geführt, der den Spurkranz des auf der äufsern Fahrschiene laufenden Rades so nahe an dieser entlang führt, dafs das andere Rad an der Herzstückspitze nicht in unzulässiger Weise seitlich ausweichen und keine Seitenstöfse gegen die Herzstückspitze ausüben kann. Da der gröfste Abstand

der Radreifen-Innenkante 1363 mm (Textabb. 421 S. 345) und die gröfste Stärke der Spurkränze unter Annahme gleicher Stärke für beide Spurkränze dabei $\frac{1425-1363}{2}$ = 31 mm betragen kann, so mufs die Innenkante des Radlenkers mindestens um 1363 + 31 = 1394 mm von der gegenüber liegenden Fahrkante des Herzstückes entfernt sein, wenn Seitenstöfse gegen die Herzstückspitze vermieden werden sollen (T. V. 40,7). Die Weite der Spurrinne am Radlenker darf also höchstens 1435—1394 = 41 mm betragen, dieses Mafs wird bei den meisten Verwaltungen auch angewandt.

Die Weite v der Spurrinne zwischen Herzstückspitze und Flügelschiene müfste, wenn Seitenstöfse der Fahrzeuge gegen die Flügelschiene völlig vermieden werden sollten, ebenso grofs sein, wie bei der Spurrinne neben der Zunge, also mindestens 60 mm. Um die Länge der Herzstücklücke aber möglichst einzuschränken, ist die Anwendung einer geringern Weite erwünscht und auch bis zu gewissem Grade unbedenklich, da die Flügelschienen seitlichen Stöfsen gegenüber erheblich widerstandfähiger sind, als die Zungen. Man wendet deshalb allgemein ein kleineres Mafs an, bei den sächsischen Staatsbahnen 50 mm, bei den preufsisch-hessischen, bayerischen und württembergischen Staatsbahnen 49 mm, bei den badischen Staatsbahnen, den schweizerischen Bundesbahnen, der Gotthardbahn und der Kaiser Ferdinands-Nordbahn 48 mm, bei der österreichischen Nordwestbahn und den österreichischen Staatsbahnen 45 mm. Diese Spurrinnenweite wird mindestens auf die Länge beibehalten, auf die die Flügelschiene zur Unterstützung des Rades zu dienen hat. An ihrem Ende wird die Flügelschiene mit möglichst flachem Bogen bis auf etwa 70 bis 100 mm von der Spitze abgebogen, damit die Räder sicher und möglichst stofsfrei einlaufen.

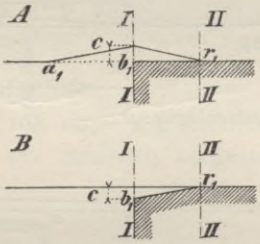
Ein in der Richtung gegen die Herzstückspitze laufendes Rad wird vom Punkte a_1 (Textabb. 451), dem Knie der Flügelschiene, an nicht mehr im gewöhnlichen Laufkreise unterstützt, sondern rollt in einer Schraubenlinie auf der Flügelschiene ab, wobei sich der Unterstützungspunkt immer mehr der äufsern Begrenzung des Radreifens nähert. Die der äufsern Radreifenkante entsprechende gestrichelte Linie, deren Abstand von der Fahrkante $A_1 B_1$ etwa 100 mm beträgt, schneidet die Innenkante der Flügelschiene bei r_1, und $a_1 r_1$ gibt die Länge an, auf die die Unterstützung des Rades durch die Flügelschiene möglich ist. Der Übergang des Rades von der Flügelschiene auf die Spitze, oder umgekehrt mufs zwischen den durch die Punkte b_1, den wirklichen Anfang der Herzstückspitze, und r_1 bezeichneten Grenzlagen vor sich gehen, also zwischen den Linien I—I und II—II, da nur dort gleichzeitige Berührung der Flügelschiene und der Spitze durch den Radreifen möglich ist. Soll der Übergang an der Stelle I—I, wo die Spitze die erforderliche Stärke besitzt, erfolgen, so mufs die Spitze hier um das der kegelförmigen Gestalt der Radreifen entsprechende Mafs, also um etwa 5 mm niedriger sein, als die Flügelschiene, wenn ein Stofs gegen die Spitze vermieden werden soll. Man kann diesen Höhenunterschied entweder dadurch herstellen, dafs man die Flügelschiene vom Knie an um das der Kegelgestalt entsprechende Mafs ansteigen läfst und die Herzstückspitze wagerecht durchführt, oder indem man die Flügelschiene wagerecht anordnet und die Herzstückspitze um das genannte Mafs erniedrigt.

Ausgelaufene Radreifen weichen aber von der richtigen Kegelform nach der zylindrischen hin ab. Soll der Übergang auch bei solchen Radreifen stofsfrei

erfolgen, so müssen Flügelschiene und Herzstückspitze an der Übergangstelle in derselben Höhe liegen. Der mit Rücksicht auf neue Radreifen erforderliche Höhenunterschied an der Spitze mufs deshalb innerhalb der Grenzen I—I und II—II, zwischen denen die Übergangstelle liegen mufs, wieder ausgeglichen werden. Dies kann bei erhöhter Flügelschiene dadurch geschehen, dafs man diese von dem b_1 gegenüber liegenden höchsten Punkte ab wieder fallen, oder bei wagerechter Flügelschiene dadurch, dafs man die Spitze wieder ansteigen läfst, so dafs in beiden Fällen Flügelschiene und Spitze bei II—II wieder dieselbe Höhe besitzen.

Hiernach ergeben sich die in Textabb. 452 dargestellten Anordnungen A und B. Bei beiden findet der Übergang neuer Radreifen bei I—I, alter bei II—II statt. Für Radreifen mit mittlerer Abnutzung wird die Übergangstelle zwischen I—I und II—II liegen. Bei der Anordnung A werden Räder mit neuen Reifen das Herzstück ohne Hebung oder Senkung durchlaufen, Räder mit alten Reifen werden sich um das Mafs c heben und wieder senken. Bei der Anordnung B werden sich Räder mit neuen Reifen um das Mafs c senken und wieder heben,

Abb. 452.

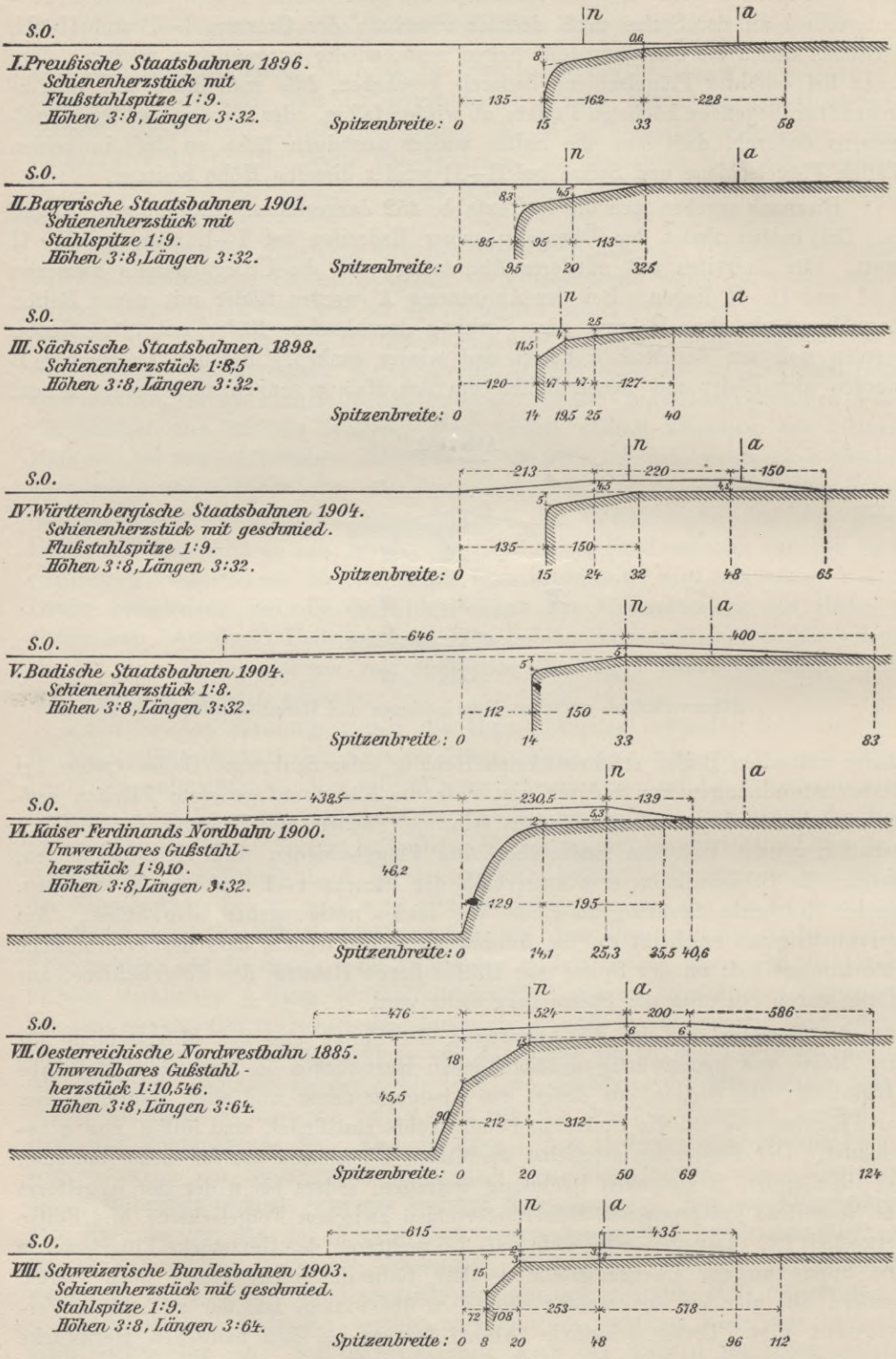


Höhenverhältnis zwischen Flügelschienen und Herzstückspitze.

Räder mit alten Reifen erfahren keine Hebung oder Senkung. Stöfse treten bei beiden Anordnungen nur dadurch ein, dafs die Räder auf geneigte Flächen auflaufen, sie werden um so geringer sein, je flacher die Neigung der Flächen gehalten wird. Bis zum Ende überhöhte Flügelschienen und Herzstückspitzen, welche die Schienenhöhe erst aufserhalb der Strecke I—I und II—II erreichen, machen lotrechte Sprünge im Laufe des Rades nötig, geben also Stöfse. Am zweckmäfsigsten erscheint es, die Anordnung so zu treffen, dafs der erforderliche Höhenunterschied an der Spitze zur Hälfte durch Hebung der Flügelschiene, zur Hälfte durch Senkung der Spitze hergestellt wird.

In Textabb. 453 ist die Anordnung der Spitze und der Flügelschiene für eine Reihe von gegenwärtig gebräuchlichen Herzstücken in verzerrtem Mafsstabe dargestellt. Die Stellen, an denen der Übergang neuer und alter Radreifen von der Flügelschiene auf die Spitze und umgekehrt stattfindet, sind mit n und a bezeichnet. Der Forderung möglichst stofsfreien Überganges ist für neue Radreifen bei allen diesen Herzstücken Rechnung getragen, indem bei n der der Kegelform des Radreifens entsprechende Höhenunterschied zwischen Flügelschiene und Spitze hergestellt ist. Dagegen zeigt sich, dafs bei mehreren der Herzstücke Flügelschiene und Spitze an der Übergangstelle a alter Radreifen nicht gleich hoch liegen, sondern dafs hier ein senkrechter Absatz zu überwinden ist, der zu Stöfsen Veranlassung gibt. Dieser schädliche Absatz beträgt bei dem badischen Herzstücke

Abb. 453.



Verhältnis zwischen Flügelschiene und Herzstückspitze bei acht Verwaltungen.

etwa 3,5 mm, bei dem württembergischen etwa 4,5 mm, bei dem Herzstücke der schweizerischen Bundesbahnen 5 mm, bei dem der österreichischen Nordwestbahn sogar 6 mm.

Früher wurde, um die Räder in der Herzstücklücke zu unterstützen, vielfach ein „Auflauf“ hergestellt, indem zwischen Spitze und Flügelschienen eine gabelförmige, von den Enden her schwach ansteigende Platte eingelegt wurde, auf die die Räder mit den Spurkränzen aufliefen. Derartige Herzstücke mit Auflauf haben sich nicht bewährt und sind nicht mehr in Anwendug. Mann hat ferner Herzstücke mit beweglicher Spitze und mit beweglichen Flügelschienen eingeführt (spring rail frog), bei denen ein Schlufs der Herzstücklücke angestrebt wurde. Von diesen Anordnungen haben sich nur die mit beweglichen Flügelschienen bewährt, sie werden besonders in Nordamerika angewandt, finden neuerdings aber auch in Europa Eingang (Textabb. 464, S. 376). Aus dem Bestreben, die Herzstücklücke wenigstens für die eine Schiene zu beseitigen, sind ferner die noch zu behandelnden Herzstücke mit ununterbrochener Hauptgleisfahrschiene hervorgegangen (7. ζ. S. 377).

Die im Bereiche des V. D. E. V. üblichen Herzstücke lassen drei Hauptformen unterscheiden:

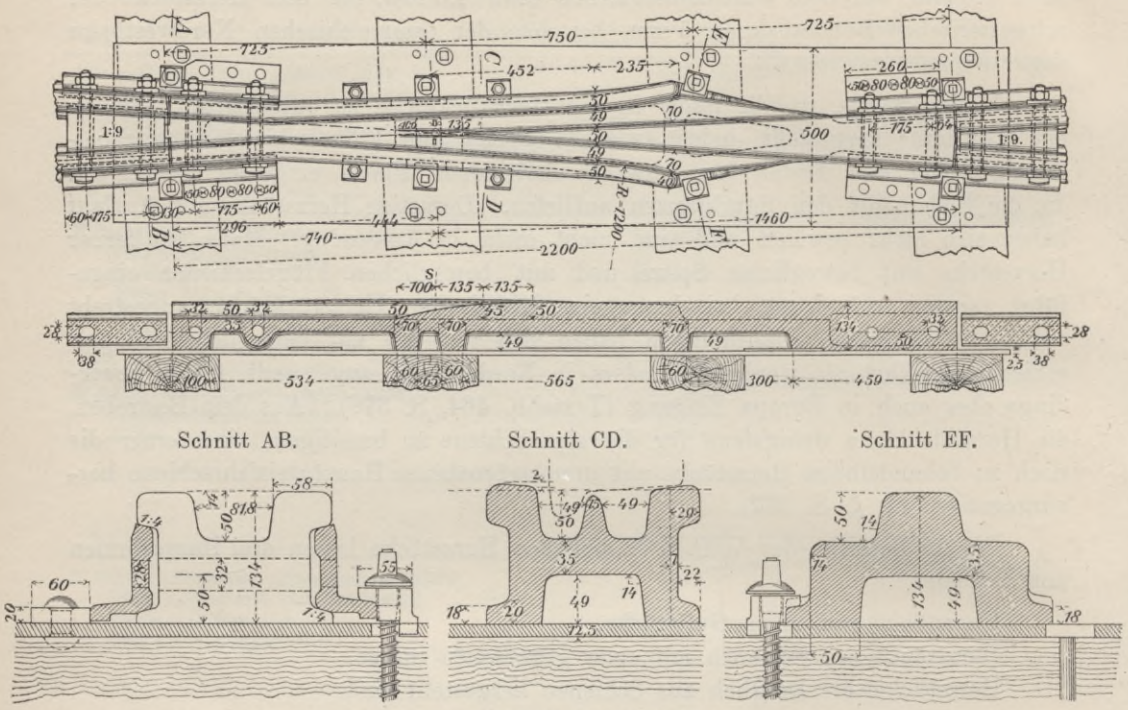
Herzstücke aus einem Gufsstücke,
Herzstücke aus Schienen mit einer gegossenen Spitze,
Herzstücke, die lediglich aus Schienen hergestellt sind.

7. β) Gegossene Herzstücke.

Die gegossenen Herzstücke wurden früher vielfach aus Hartgufs, jetzt werden sie in der Regel aus Flufsstahl hergestellt. Man unterscheidet umwendbare und nicht umwendbare. Letztere haben den Vorteil, dafs sie breitere Auflagerflächen besitzen und sicherer liegen, als die umwendbaren, bei denen der Vorteil der Umwendbarkeit wegen der stärkern Abnutzung der Auflagerflächen häufig nicht ausgenutzt werden kann. Die Stöfse mit den anstofsenden Fahrschienen werden bei Gufsherzstücken in der Regel als ruhende hergestellt, da die Verlaschung für schwebenden Stofs schwierig ist. Die Tiefe der Spurrinne im Herzstücke mufs mindestens 38 mm betragen, ist aber mit Rücksicht auf das Eindringen von fremden Körpern tunlichst etwas gröfser zu wählen. Da man die Gufsherzstücke nicht so lang machen kann, dafs sie bis an das Weichenende reichen, von wo ab der Oberbau wieder in der gewöhnlichen Weise hergestellt werden kann, so müssen hinter den Gufsherzstücken kurze Schienenstücke, Pafsschienen, angeordnet werden.

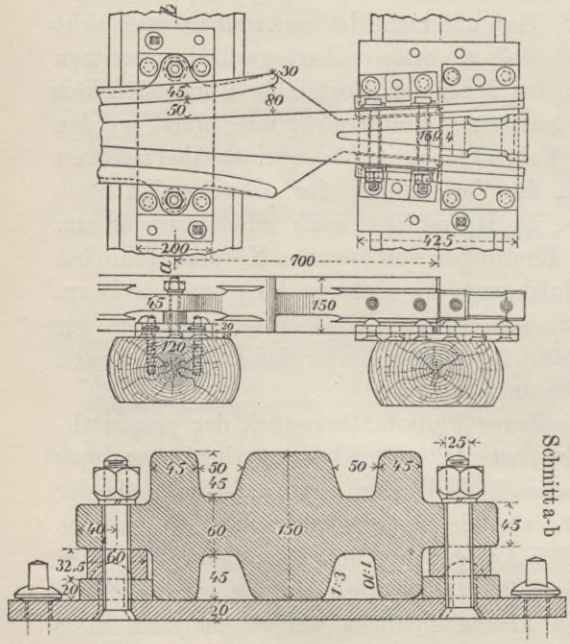
Textabb. 454 zeigt ein nicht umwendbares Flufsstahlherzstück der preufsisch-hessischen Weiche 1 : 9. Die Länge beträgt 2,20 m und ist so bemessen, dafs die Länge vor dem Knie eine halbe Laschenlänge beträgt, und dafs am Ende der Spitze genügende Breite vorhanden ist, um die Pafsschienen ohne wesentliche Bearbeitung anschliefsen zu können. Bei Anwendung hölzerner Schwellen wird das Herzstück auf einer durchgehenden Grundplatte befestigt, auf die zur Sicherung gegen Seitenverschiebung an den Enden Flacheisenstücke aufgenietet sind. Der Kopf der Flügelschiene hat eine Querneigung von 1 : 15 und ist an der Innenseite nach einem Halbmesser von nur 5 mm abgerundet, um für die Radreifen

Abb. 454.



Mafsstäbe 1 : 20 und 2 : 15.
Nicht umwendbares Flufsstahl-Herzstück 1 : 9, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 455.



Mafsstäbe 1 : 20 und 2 : 15. Umwendbares Flufsstahl-Herzstück 1 : 8,5, sächsische Staatsbahnen.

eine breitere Auflagerfläche zu schaffen. Neuerdings werden bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen Gufsherzstücke nicht mehr beschafft, sondern nur Schienenherzstücke mit und ohne Flufsstahlspitze.

Textabb. 455 zeigt einen Teil eines umwendbaren Flufsstahlherzstückes der sächsischen Staatsbahnen für das Kreuzungsverhältnis 1 : 8,5. Ein an das Herzstück angegossener Zapfen greift zwischen die anstofsenden Schienen, die aufserdem durch Laschen angeschlossen sind. In ähnlicher Weise sind die bei der Kaiser Ferdinands-Nordbahn und der österreichischen Nordwestbahn gebräuchlichen umwendbaren Flufsstahlherzstücke hergestellt.

7. γ) Herzstücke aus Schienen mit Flufsstahlspitze.

Das bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen angewandte Herzstück ist in Textabb. 456 bis 458 dargestellt. Die Köpfe der Flügelschienen sind an der Innenseite auf 9 mm Breite abgehobelt und haben dadurch eine für die Unterstützung der Radreifen geeignetere Form erhalten.

Ähnliche Anordnungen verwenden die bayerischen, sächsischen, württembergischen Staatsbahnen, die schweizerischen Bundesbahnen und die Gotthardbahn.

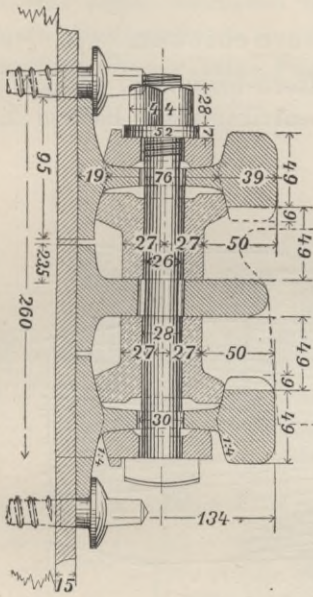


Abb. 456.

Maſsstab 1 : 20. Schienenherzstück mit Flufsstahlspitze 1 : 9, preufsisch-hessische Staatsbahnen, für Schienen Nr. 6 d.

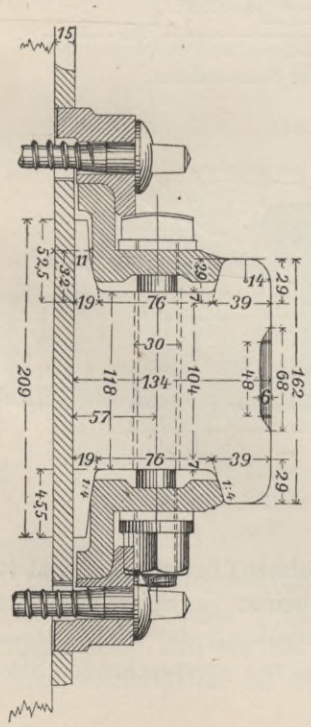


Abb. 457.

Maſsstab 1 : 5. Schnitt AB, Textabb. 456.

Abb. 458.

Maſsstab 1 : 5. Schnitt CD, Textabb. 456.

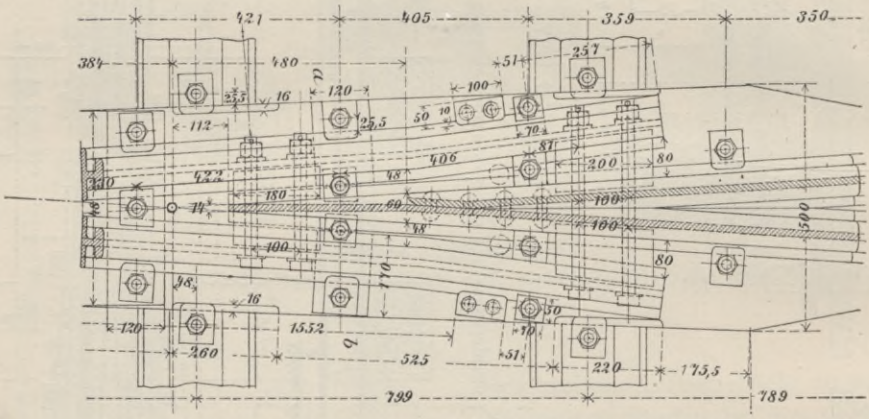
Bei den meisten Verwaltungen werden Herzstücke dieser Art mit einer Grundplatte auf den Schwellen befestigt. Die preufsisch-hessischen Staatsbahnen wenden die Grundplatte nur für die Verlegung der Herzstücke auf hölzernen Schwellen an, bei eisernen Schwellen wird sie fortgelassen.

Die bayerischen Staatsbahnen legen, wenn die Herzstücke auf Eisenschwellen verlegt werden, zwischen Grundplatte und Schwellen elastische Zwischenlagen aus 20 mm starken Filz- oder Gewebe-Bauplatten, um sanfteres Befahren der Herzstücke zu erzielen.

7. δ) Herzstücke aus gewöhnlichen Schienen.

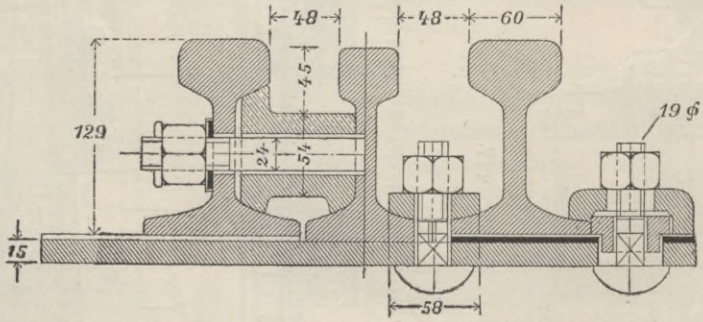
Herzstücke aus Schienen kommen auf den preufsisch-hessischen, sächsischen und badischen Staatsbahnen zur Verwendung. Auf amerikanischen Bahnen sind derartige Herzstücke vorwiegend in Gebrauch.

Abb. 459.



Mafsstab 1 : 15. Schienenserzstück 1 : 6, badische Staatsbahnen.

Abb. 460.



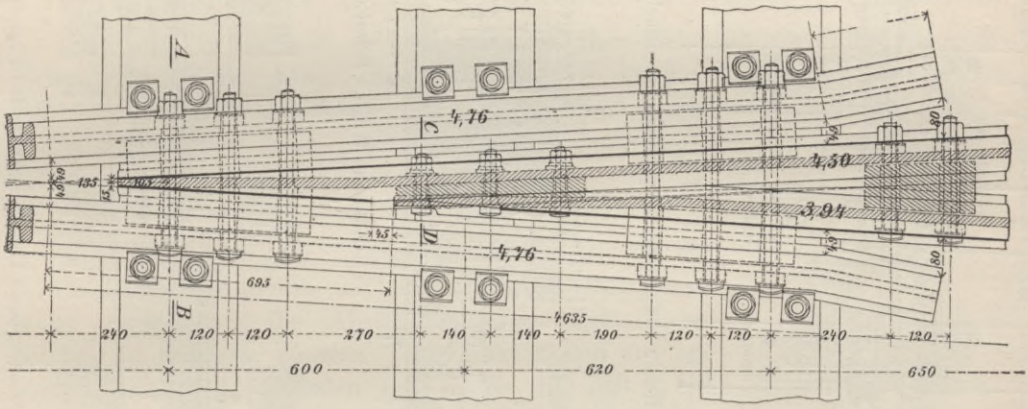
Mafsstab 1 : 5. Schnitt ab zu Textabb 459.

Bei den Schienenherzstücken der badischen Staatsbahnen (Textabb. 459 und 460) sind die durch Strichelung gekennzeichneten Stege der beiden zur Spitze zusammenlaufenden Schienen durch Niete verbunden. Die Überhöhung der Flügelschienen (Textabb. 453) ist durch 120 mm breite Unterlegstreifen von entsprechender Stärke

hergestellt. Die Befestigung des Herzstückes auf der Grundplatte erfolgt nicht mehr, wie früher, durch Niete, sondern durch Schraubenbolzen und Klemmplatten, wodurch die Auswechselung schadhafter Teile erleichtert wird.

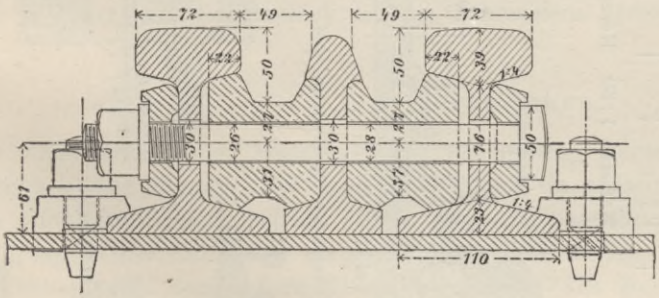
Bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen sind für Weichen mit schweren Schienen Nr. 8 Schienenherzstücke der in Textabb. 461 bis 463 dargestellten Bauart eingeführt. Die beiden Spitzenschienen sind hier durch Schraubenbolzen mit Futterstücken derart verbunden, dafs eine Fuge in der Kopffläche der längern, die eigentliche Spitze bildenden Schiene, wie sie beispielsweise Textabb. 459 zeigt, vermieden ist. Diese Herzstücke werden in der Regel mit der längern Spitzenschiene in den geraden Weichenstrang gelegt, so dafs für die Hauptfahrrichtung keine Fuge in der Schienenkopffläche auftritt.

Abb. 461.



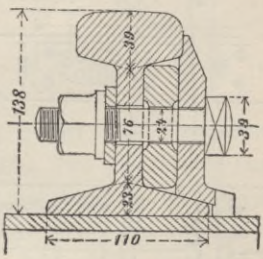
Mafsstab 1 : 15.
Schienenherzstück, preufsisch-hessische Staatsbahnen, 1902, für Schienen Nr. 8.

Abb. 462.



Mafsstab 1 : 5.
Schnitt AB zu Textabb. 461.

Abb. 463.



Mafsstab 1 : 5.
Schnitt CD zu Textabb. 461.

Die Schienenherzstücke mit oder ohne Flufsstahlspitze haben den Vorteil, dafs sie sich elastischer befahren, als die schwereren, ambosartig wirkenden Flufsstahlherzstücke, dafs sie die Anwendung des schwebenden Stofses gestatten und die Möglichkeit bieten, bei Beschädigungen einzelne Teile auszuwechseln.

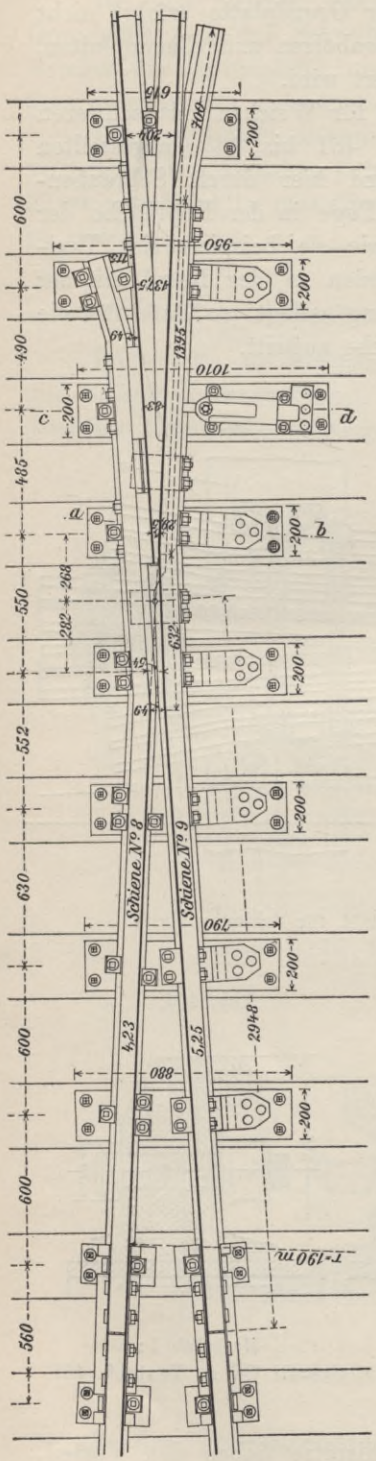


Abb. 464.

Maſsstab 1 : 30. Herzstück mit beweglicher Flügelschiene, preuſsisch-hessische Staatsbahnen, 1905.

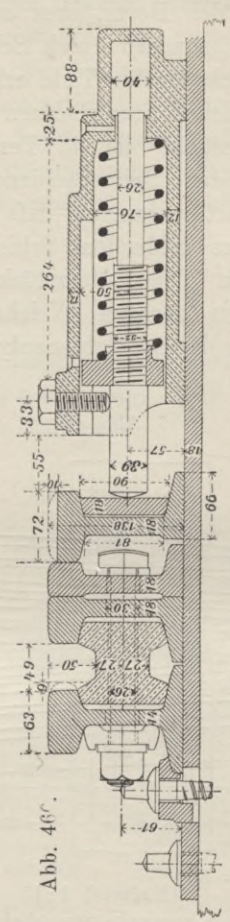


Abb. 466.

Maſsstab 2 : 15. Schnitt cd zu Textabb. 464.

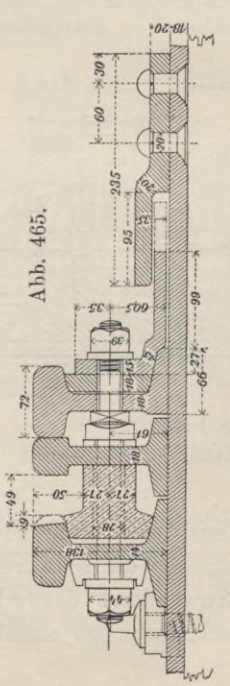


Abb. 465.

Maſsstab 2 : 15. Schnitt ab zu Textabb. 464.

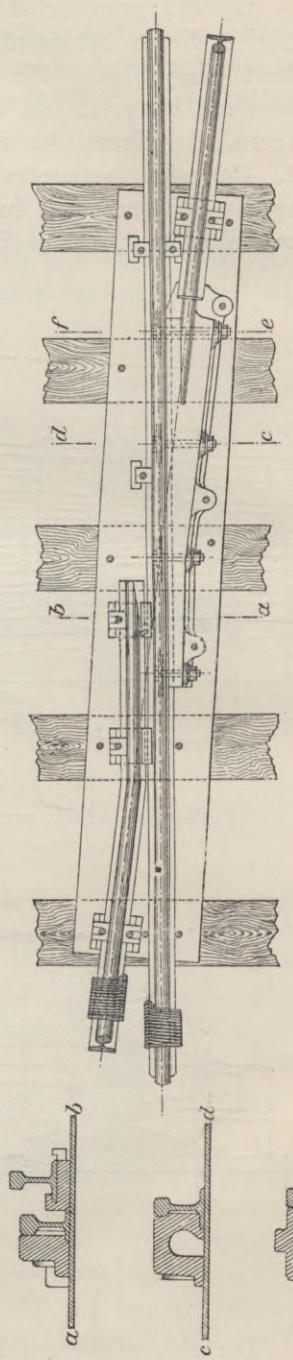


Abb. 467.

Maſsstab 1 : 30 Herzstück ohne Unterbrechung des Hauptgleises.

7. ε) Herzstück mit beweglicher Flügelschiene.

Ein Herzstück mit beweglicher Flügelschiene, das die preufsisch-hessischen Staatsbahnen nach amerikanischen Vorgange eingeführt haben, zeigen Textabb. 464 bis 466. Es ist für Weichen bestimmt, die im geraden Strange von Schnellzügen ohne Ermäfsigung der Geschwindigkeit durchfahren werden, deren abzweigendes Gleis dagegen wenig benutzt wird. Die 5,25 m lange bewegliche Fahr- und Flügel-Schiene wird durch eine Feder gegen die Herzstückspitze gedrückt, so dafs die Herzstücklücke für das Hauptgleis geschlossen ist. Beim Befahren des Nebengleises wird diese Schiene durch die Spurkränze zur Seite geschoben, wobei die Verlaschung mit der anschliefsenden Schiene den Drehpunkt bildet. Die zugehörigen Radlenker sind 4,4 m lang.

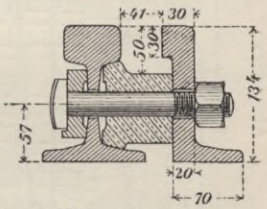
7. ζ) Herzstück ohne Unterbrechung des Hauptgleises.

Bei dem in Textabb. 467 dargestellten Herzstücke ist die Fahrschiene des Nebengleises 50 mm höher angeordnet, so dafs die das Nebengleis benutzenden Fahrzeuge die Hauptgleisfahrschiene mit den Spurkränzen nicht berühren.

7. η) Radlenker.

Die Radlenker oder Zwangschienen erhalten 3,0 bis 3,75 m Länge und liegen mit ihrer Mitte der Herzstücklücke gegenüber. Ihr Abstand von der Fahrschiene beträgt im mittlern, engsten Teile meist 41 mm und erweitert sich an den Enden auf 75 bis 100 mm. Sie werden aus gewöhnlichen Fahrschienen, oder aus besonderen winkelförmigen Eisen hergestellt und bisweilen gegen die Fahrschiene überhöht. Textabb. 468 zeigt den bei den preufsisch-hessischen Weichen gebräuchlichen Radlenker, der an vier Stellen durch je zwei Schraubenbolzen und ein gufseisernes Zwischenstück mit der Fahrschiene verbunden ist.

Abb. 468.

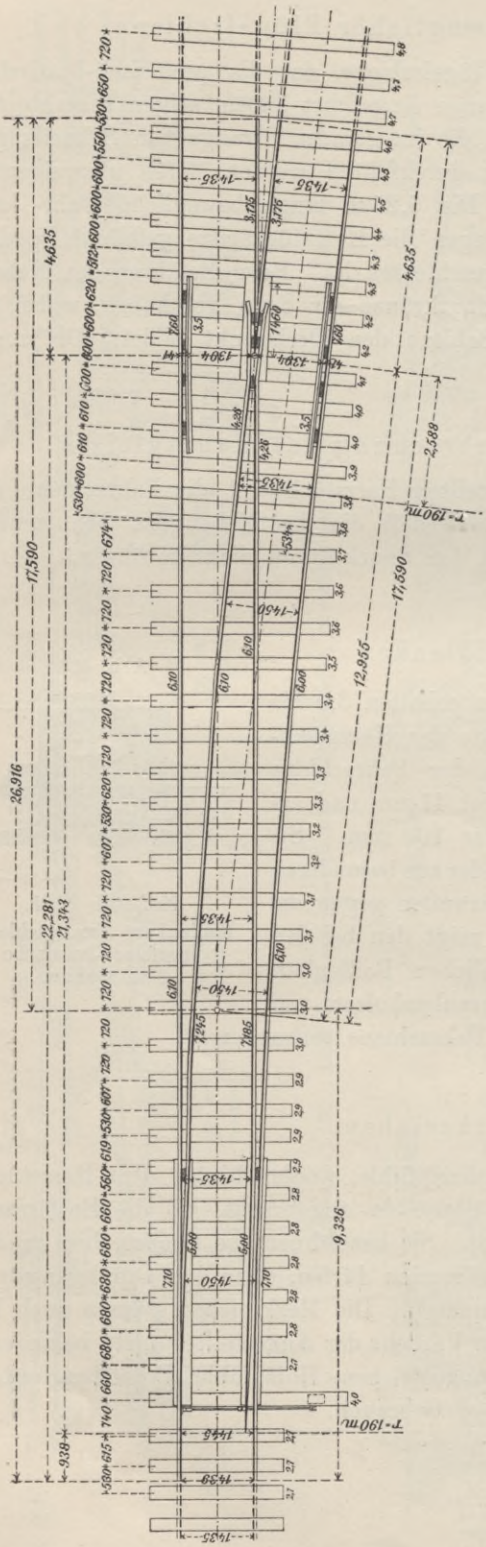


Mafsstab 2 : 15.
Radlenker, Zwangschiene, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

7. ϑ) Merkzeichen.

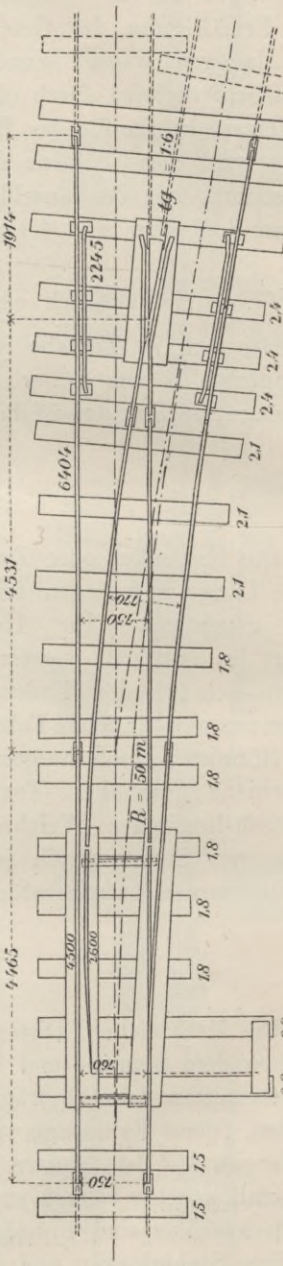
Die Merkzeichen, Distanzpfähle, Polizeipfähle, werden hinter dem Herzstücke zwischen dem Stamm- und dem Zweig-Gleise da angebracht, wo die Entfernung der Gleismitten 3,5 m beträgt (T. V. 43). Sie bezeichnen die Grenze, bis zu der in jedem Gleise Fahrzeuge vorgeschoben werden dürfen, ohne den Durchgang von Fahrzeugen auf dem andern Gleise zu hindern. Die Merkzeichen müssen auch bei Schneefall sichtbar bleiben und dürfen den Verkehr der Angestellten nicht behindern. Als Merkzeichen sind vornehmlich hell angestrichene Holzpfähle, Porzellanglocken, emaillirte Stahlglocken und dergleichen in Gebrauch.

Abb. 469.



Maßstab 1 : 150. Schwellenlage der einfachen Weiche 1 : 9 mit Schienen Nr. 6d, preußisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 470.



Maßstab 1 : 80. Weiche 1 : 6 der württembergischen Nebenbahnen mit 750 mm Spur.

a) 8. Anordnung der Weichenschwellen und Schienenteilung.

Zur Auflagerung der ganzen Weiche werden jetzt fast ausschliefslich hölzerne oder eiserne Querschwellen benutzt. Die Anwendung eiserner Langschwellen in den Weichen bietet bauliche Schwierigkeiten und erschwert die sichere Erhaltung der richtigen Spurweiten. Bei einigen Bahnen sind aber noch Zungenvorrichtungen auf eisernen Langschwellen in Gebrauch. Zu der Frage, ob in den Weichen zweckmäfsiger hölzerne oder eiserne Querschwellen anzuwenden sind, hat sich die Techniker-Versammlung des V. D. E.-V. im Jahre 1893[341]) dahin ausgesprochen, dafs das Verlegen auf eisernen Schwellen rascher, leichter und genauer erfolgen könne, als auf Holzschwellen, dafs der Betrieb sicherer und das Befahren wegen der zuverlässigern Befestigung auf den Schwellen ruhiger sei. Als Nachteil wurde nur die bei Entgleisungen unter Umständen eintretende, ausgedehntere Zerstörung bezeichnet.

Die Weichenschwellen erhalten eine solche Länge, dafs sie beide Weichengleise gemeinsam unterstützen. Bei eisernen Schwellen mufs jede besonders gelocht werden. Die Schwellen werden entweder alle rechtwickelig zum geraden Gleise angeordnet oder auch im Weichenteile am Herzstücke rechtwinkelig zur Mittellinie des letztern (Textabb. 469). Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen erfolgt mit den üblichen Befestigungsmitteln, bei Holzschwellen unter Anwendung von Unterlageplatten. Bei Weichen mit senkrecht stehenden Schienen müssen ein bis zwei der an die Weichenenden anschliefsenden Schwellen Unterlageplatten von besonderer Neigung erhalten, um den Übergang von der üblichen schrägen Stellung der Schienen zur senkrechten in der Weiche zu vermitteln, oder die Holzschwellen müssen entsprechend gekappt werden.

Bei der Schienenteilung in den Weichen ist tunlichst auf Anwendung von Schienen regelmäfsiger Länge Bedacht zu nehmen. Kurze Pafsstücke sind zu vermeiden. Die Stöfse der Weichengleise werden, wie die gewöhnlichen Schienenstöfse, als schwebende angeordnet. Bei den preufsisch-hessischen Weichen fallen die Stöfse beider Weichengleise zwischen dieselben Schwellen (Textabb. 469), vielfach werden jedoch die Stöfse beider Gleise gegen einander versetzt.

---

a) 9. Weichen für Schmalspur.

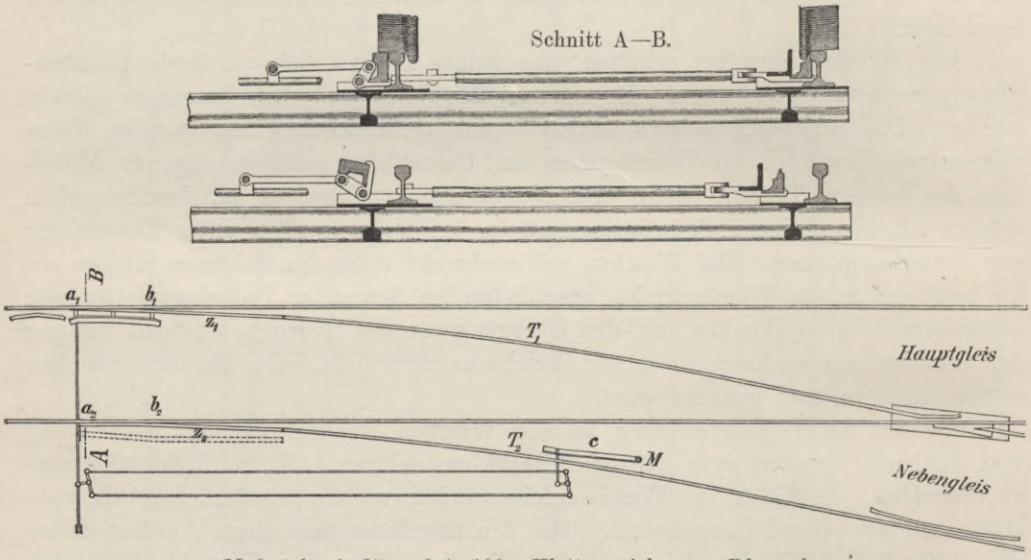
Weichen für Schmalspur unterscheiden sich von den vorbeschriebenen im Wesentlichen nur durch den geringern Halbmesser des Zweiggleises und den gröfsern Kreuzungswinkel des Herzstückes. Textabb. 470 stellt eine bei den württembergischen Staatsbahnen angewandte Weiche für 0,75 m Spur dar. Der Halbmesser beträgt 50 m, das Kreuzungsverhältnis 1 : 6, die Zungenlänge 2,6 m. Die Weichen der sächsischen Schmalspurbahnen für 0,75 m Spur haben 60 m Halbmesser, ein Kreuzungsverhältnis von 1 : 7 und gerade Zungen von 2,5 m Länge.

[341]) Organ, Ergänzungsband IX, 1894.

a) 10. Kletterweichen.

Wo grofser Wert auf die ununterbrochene Durchführung der Fahrschienen des Hauptgleises gelegt wird, und doch eine Ablenkung möglich sein soll, also besonders bei Abzweigungen von Anschlufsgleisen auf freier Strecke bedient man sich der Kletterweichen, bei denen der Anschlufs des Nebengleises durch eine innere und äufsere Zunge bewirkt wird. Bei der von Blauel vorgeschlagenen Bauart (Textabb. 471) ist die innere Zunge z_1 in der üblichen Weise auf Gleitstühlen verschieblich, während die äufsere z_2 in Gelenken drehbar gelagert ist und in die gestrichelt angegebene Lage seitlich umgelegt werden kann. Die Zungen liegen

Abb. 471.



Mafsstäbe 1 : 25 und 1 : 100. Kletterweiche von Blauel.

bei a_1 und a_2 in Höhe der Fahrschienen und steigen bis b_1 und b_2 um 50 mm, so dafs der Spurkranz eines in das Nebengleis fahrenden Rades bei b_2 über die Fahrschiene des Hauptgleises hinwegsteigen kann. Das Herzstück wird in der auf S. 377 zu Textabb. 467 beschriebenen Weise hergestellt. Um Entgleisungen der aus dem Nebengleise kommenden Fahrzeuge zu verhüten, wenn die Weiche für das Hauptgleis gestellt ist, ist der um M drehbare Hebel c angebracht, der bei dieser Weichenlage an der Fahrschiene T_2 anliegt, und von einem auf dem Nebengleise kommenden Fahrzeuge seitlich verschoben wird, wodurch die Umstellung der Weiche stattfindet.[342])

[342]) Kletterweiche der österreichischen Staatsbahnen: Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1897, No. 45, S. 607. Organ 1898, S. 19. Coughlin's swing rail frog für Kletterweichen: Engineering News 1897, November, S. 322.

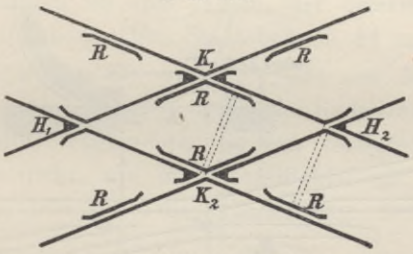
a) 11. Kreuzungen.

11. *a*) Allgemeine Anordnungen.

Bei der Kreuzung zweier Gleise entstehen vier Schienenkreuzungen, die alle gleiche Gestalt erhalten, wenn der Kreuzungswinkel 90° beträgt, und die für einen von 90° abweichenden Kreuzungswinkel zu je zweien in ihrer Gestalt übereinstimmen (Textabb. 413 und 414, S. 342; 472). Bei H_1 und H_2 entstehen Kreuzungen, bei denen die beiden zusammenstofsenden Fahrschienen einen spitzen Winkel bilden, also Herzstücke, hei R_1 und R_2 dagegen Kreuzungen, bei denen diese Fahrschienen in einem stumpfen Winkel zusammenstofsen, Kreuzungstücke oder Doppelherzstücke; diese letztere Bezeichnung ist aber nicht folgerichtig, denn die beiden entstehenden Spitzen werden anders befahren, als die Herzstückspitze. Gegenüber den an den Kreuzungstücken entstehenden Lücken in den Fahrschienen müssen Radlenker R angebracht werden.

Die Anordnung der Herzstücke und Kreuzungstücke zeigt je nach der Gröfse des Kreuzungswinkels gewisse Verschiedenheiten. Solange der Kreuzungswinkel kleiner ist, als etwa 45°, bleiben die Räder der Fahrzeuge beim Übergange über die Lücken in senkrechter Richtung dauernd unterstützt, und zwar beim Herzstücke durch die Flügelschiene, beim Kreuzungstücke durch die kreuzende Fahrschiene.

Abb. 472.



Mafsstab 1 : 120. Spitzwinkelige Kreuzung.

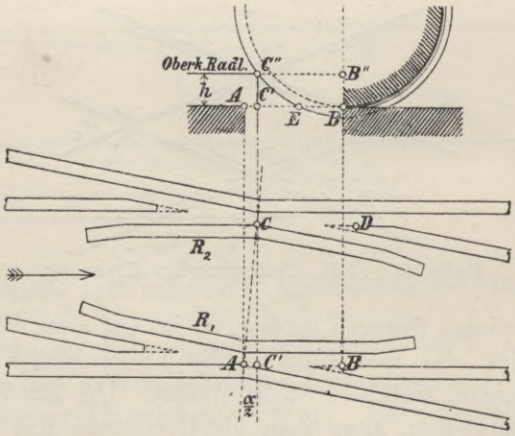
Wird der Kreuzungswinkel dagegen gröfser, so ist auf diese Weise keine dauernde Unterstützung möglich, das Rad sinkt in die Lücke und mufs wieder auf die Fahrschiene hinaufsteigen, wobei es Stöfse erfährt. Um das Einsinken der Räder in die Lücken zu vermeiden, kann man die Herzstücke und Kreuzungstücke bei Kreuzungen mit mehr, als 45° Kreuzungswinkel mit einem Auflaufe für den Spurkranz versehen Man hat den erwähnten Übelstand namentlich bei rechtwinkeliger Kreuzung eines Hauptgleises mit einem Nebengleise wenigstens für das Hauptgleis auch wohl dadurch beseitigt, dafs man seine Fahrschienen ohne Unterbrechung durchgeführt und die Fahrschienen des Nebengleises um Spurkranzhöhe überhöht hat. Im Nebengleise entsteht dabei allerdings eine um so gröfsere Lücke, da die Schienen hier auf eine der ganzen Radreifenbreite entsprechende Länge ausgeschnitten werden müssen.

Eine andere Schwierigkeit ergibt sich für die Kreuzungstücke, wenn der Kreuzungswinkel sehr klein ist. Wie die in verzerrtem Mafsstabe gezeichnete Textabb. 473 zeigt, ist es dann nicht angängig, die Radlenker an den gegenüber den Lücken in den Fahrschienen liegenden Schienen in der üblichen Weise anzu-

bringen, da die Spurrinnen für die Radkränze offen bleiben müssen. So wird die Lücke AB nur auf die Länge AC′ durch den Radlenker R_2 gedeckt, während der Radlenker dem Teile C′B gegenüber fehlt. So lange C′B kleiner ist, als das aus dem Längenschnitte ersichtliche Mafs EB, das für Räder mit dem kleinsten zulässigen Halbmesser von 400 mm und einer Spurkranzhöhe von 25 mm 144 mm beträgt, wird sich eine in der Pfeilrichtung kommende Achse in dem Augenblicke, wo der Spurkranz des linken Rades die seitliche Führung am Radlenker R_2 verliert, mit dem rechten Rade bereits über der Spitze B befinden und dort wieder sichere Führung gefunden haben. Wird C′B jedoch bei den Kreuzungen mit kleinerer Neigung, als etwa 1 : 4,5, gröfser, als EB, so verlieren zeitweise beide Räder einer Achse gleichzeitig die Führung, und es tritt die Gefahr ein, dafs die Achse durch zufällige Seitenverschiebung vor den Spitzen B und D aus dem richtigen Gleise abweicht, in das kreuzende Gleis gerät und zur Entgleisung gebracht wird. Diese Gefahr ist um so gröfser, je länger die führunglose Stelle ist. Man sucht ihre Länge deshalb möglichst einzuschränken und wendet zu diesem Zwecke bei den Kreuzungstücken jetzt allgemein überhöhte Radlenker an (T. V, 41,3).

Diese Überhöhung darf nach der durch die B. O. 11, T. V. 29 und 33,1 festgesetzten Umgrenzung des lichten Raumes höchstens 50 mm betragen, und wird meist auf 40 bis 50 mm bemessen. Bei den Kreuzungen der preufsisch-hessischen

Abb. 473.



Führung des Rades in der Herzstücklücke.

Staatsbahnen ist das Mafs der Überhöhung wegen Anwachsens des Höhenunterschiedes zwischen Radlenker und Fahrschiene durch Abnutzung der letztern auf 40 mm bsschränkt worden. Durch die Überhöhung h (Textabb. 473) wird die Länge, auf welche der Spurkranz die sichere Führung des Rades in der Lücke vermittelt, von EB auf C″B″, also für h = 40 mm von 144 auf 226 mm vergröfsert, die führungslose Stelle also um 226—144 = 82 mm verkürzt.

Immerhin besitzt die führunglose Stelle für 40 mm Überhöhung und Räder von 400 mm Halbmesser bei dem Kreuzungsverhältnisse 1 : 10 noch eine Länge von etwa 360 mm, bei 1 : 9 von etwa 280 mm, bei 1 : 8 von etwa 200 mm und verschwindet erst, wenn das Kreuzungsverhältnis gröfser wird, als 1 : 5,5. Die führunglose Stelle wird in Wirklichkeit etwas kürzer sein, als hier angegeben, da

die Annahme, dafs das rechte Rad erst in der gezeichneten Stellung über der Spitze B wieder sichere Führung erlangt, etwas zu ungünstig ist.

Es hat sich als unbedenklich erwiesen, das Kreuzungsverhältnis kleiner als 1 : 5,5 zu wählen, doch darf es den Wert von 1 : 10 nicht unterschreiten, wenn die führunglose Stelle nicht eine unzulässige Länge erhalten soll (T. V. 41,1). Bei den preufsisch-hessischen Staatsbahnen werden für Kreuzungen und Kreuzungsweichen als kleinste Kreuzungsverhältnisse in der Regel 1 : 9 und nur ausnahmsweise 1 : 10 angewandt, bei den sächsischen 1 : 8,5 und 1 : 10, bei den bayerischen und württembergischen Staatsbahnen und der Gotthardbahn 1 : 9, bei den badischen Staatsbahnen 1 : 8 und 1 : 10, bei der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn 1 : 9,1 (6° 16′ 15″).

11. β) Kreuzungstücke.

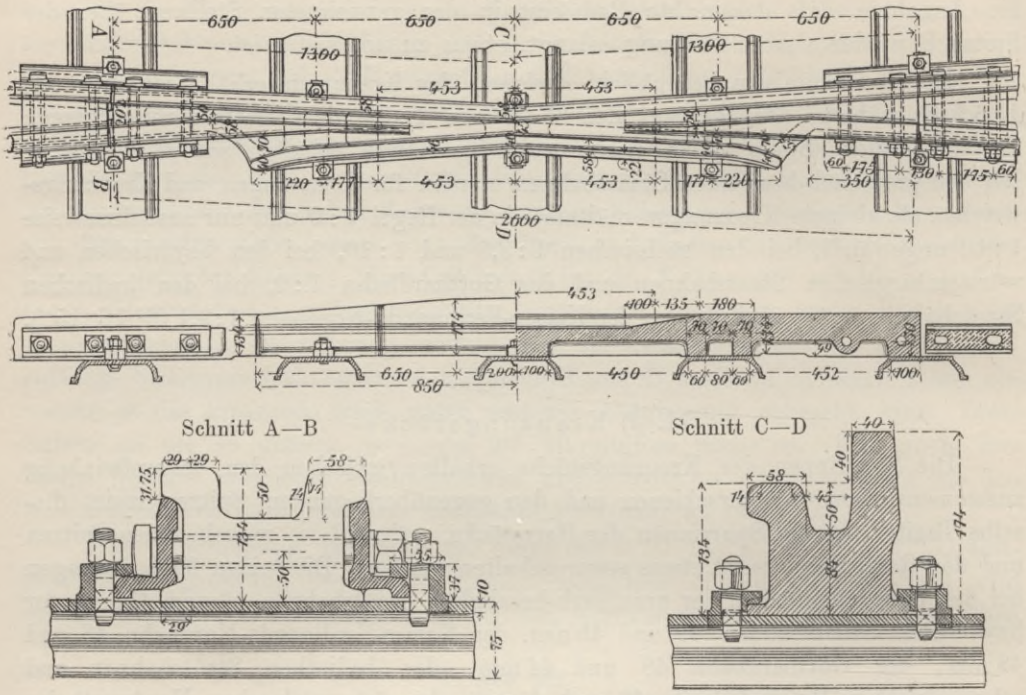
Die Spurrinnen der Kreuzungstücke erhalten zwischen den stumpfwinkelig zusammenstofsenden Fahrschienen und den gegenüberliegenden Spitzen meist dieselbe Breite, wie die Spurrinnen der Herzstücke, während sie zwischen den Spitzen und den Radlenkern meist etwas enger gehalten werden. Die beiden Mafse betragen bei den Kreuzungstücken der preufsisch-hessischen Staatsbahnen 50 und 45 mm, der bayerischen Staatsbahnen 49 und 45 mm, der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn 48 und 48 mm, der Gotthardbahn 48 und 44 mm, der badischen Staatsbahnen und schweizerischen Bundesbahnen 48 und 41 mm, der österreichischen Nordwestbahn 45 und 45 mm, der württembergischen Staatsbahnen 44 und 44 mm.

Die beiden Spitzen werden im vordern Teile aus dem bei Besprechung der Herzstücke erörterten Grunde der Kegelneigung der Radreifen entsprechend erniedrigt (S. 369). Die Anwendung wagerechter Spitzen verbietet sich, da die äufseren Teile der Radreifen hier nicht, wie bei Herzstücken, auf Flügelschienen, sondern auf Fahrschienen laufen, und weil die Überhöhung dieser unzweckmäfsig sein würde.

Die Kreuzungstücke werden, wie die Herzstücke, entweder aus einem Gufsstücke, oder aus Schienen unter Anwendung gegossener Spitzen, oder lediglich aus Schienen hergestellt. Für die gegossenen Teile ist vorwiegend Flufsstahl in Gebrauch. Kreuzungstücke aus Flufstahl in der aus Textabb. 474 ersichtlichen Form haben auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen vielfache Verwendung gefunden. Der Radlenker ist um 40 mm überhöht, die Stöfse sind ruhend angeordnet. Neuerdings werden bei dieser Verwaltung jedoch nur noch Schienenkreuzungstücke verwendet.

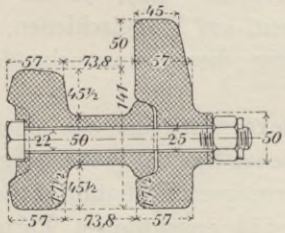
Eine ähnliche Anordnung, aber mit schwebenden Stöfsen, zeigen die Kreuzungstücke der Kreuzungsweiche 1 : 7,33 der österreichischen Nordwestbahn. Indes sind bei der österreichischen Nordwestbahn und der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn auch noch vielfach umwendbare Flufsstahlkreuzungstücke in Gebrauch, die jedoch mit ruhenden Stöfsen ausgeführt werden, da sich bei ihnen keine so kräftige Verlaschung anbringen läfst, wie sie der schwebende Stofs erfordert. Bei der erstern bestehen sie aus zwei durch wagerechte Schraubenbolzen mit einander verbundenen Teilen (Textabb. 475). Der überhöhte Radlenker bildet einen Teil für sich und bleibt beim Umwenden des Kreuzungstückes in seiner ursprünglichen Lage. Bei letzterer wird die Überhöhung des Radlenkers durch ein aufgeschraubtes Gufsstück, den Kreuzungsattel, hergestellt (Textabb 476).

Abb. 474.



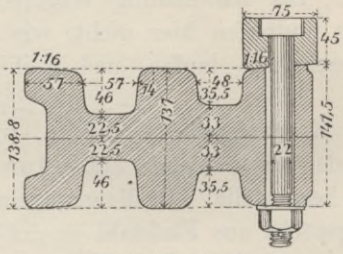
Mafsstäbe 1 : 25 und 1 : 10.
Kreuzungstück aus Flufsstahl, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 475



Malsstab 2 : 15.
Zweiteiliges, umwendbares Kreuzungstück aus Flufsstahl, österreichische Nordwestbahn.

Abb. 476.

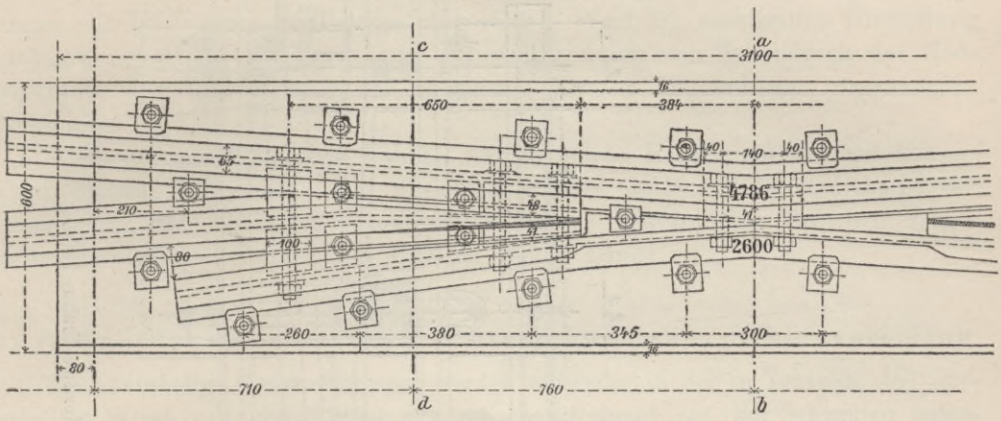


Mafsstab 2 : 15.
Kreuzungsattel, Kaiser-Ferdinands-Nordbahn.

Kreuzungstücke aus Schienen mit Flufsstahlspitzen wenden die bayerischen Staatsbahnen an. Die Radlenker bestehen aus ungleichschenkeligen Winkeleisen und sind je nach der Gröfse des Kreuzungswinkels bis 49,5 mm gegen die Fahrschienen überhöht.

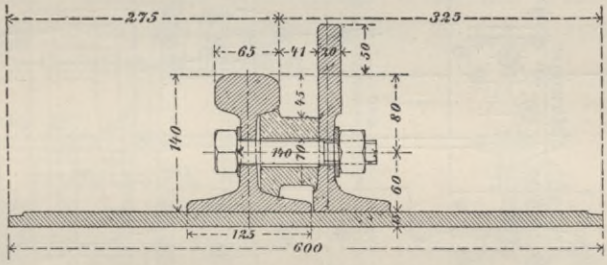
Bei den lediglich aus Schienen hergestellten Kreuzungstücken der badischen Staatsbahnen (Textabb. 477 bis 479) ist die den Radlenker bildende Schiene in ihrem mittlern Teile zu gröfserer Höhe ausgeschmiedet. Die Schienen werden nicht mehr in der früher üblichen Weise durch Vernietung, sondern durch Schrauben und Klemmplättchen auf der Grundplatte befestigt.

Abb. 477.



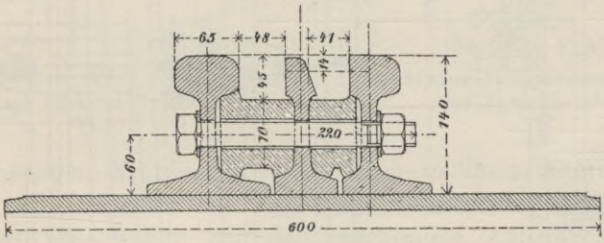
Mafsstab 3 : 50. Gleiskreuzung 1 : 8, badische Staatsbahnen, 1899.

Abb 478.



Mafsstab 2 : 15. Schnitt ab zu Textabb. 477.

Abb. 479.



Mafsstab 2 : 15. Schnitt cd zu Textabb. 477.

Kreuzungstücke von kleinerm Kreuzungsverhältnisse als 1 : 10 lassen sich in der gewöhnlichen Weise nicht mehr betriebsicher herstellen, da die Länge der führunglosen Stelle das zulässige Mafs überschreiten würde. Für solche Fälle ist eine besondere, 1869 durch Hohenegger bei den Kreuzungsweichen 1 : 10,546 der österreichischen Nordwestbahn eingeführte Form des Kreuzungstückes verwendbar, bei der die führunglose Stelle durch Anwendung beweglicher Spitzen beseitigt ist. Die Anordnung ist in der aus Textabb. 480 ersichtlichen Form noch jetzt bei den Kreuzungsweichen 1 : 10,546 der genannten Bahn in Gebrauch und hat sich bewährt. Die nach Art der Weichenzungen hergestellten, 2 m langen Spitzen sind auf Gleitstühlen gelagert und haben an der Wurzel einen Zapfen-

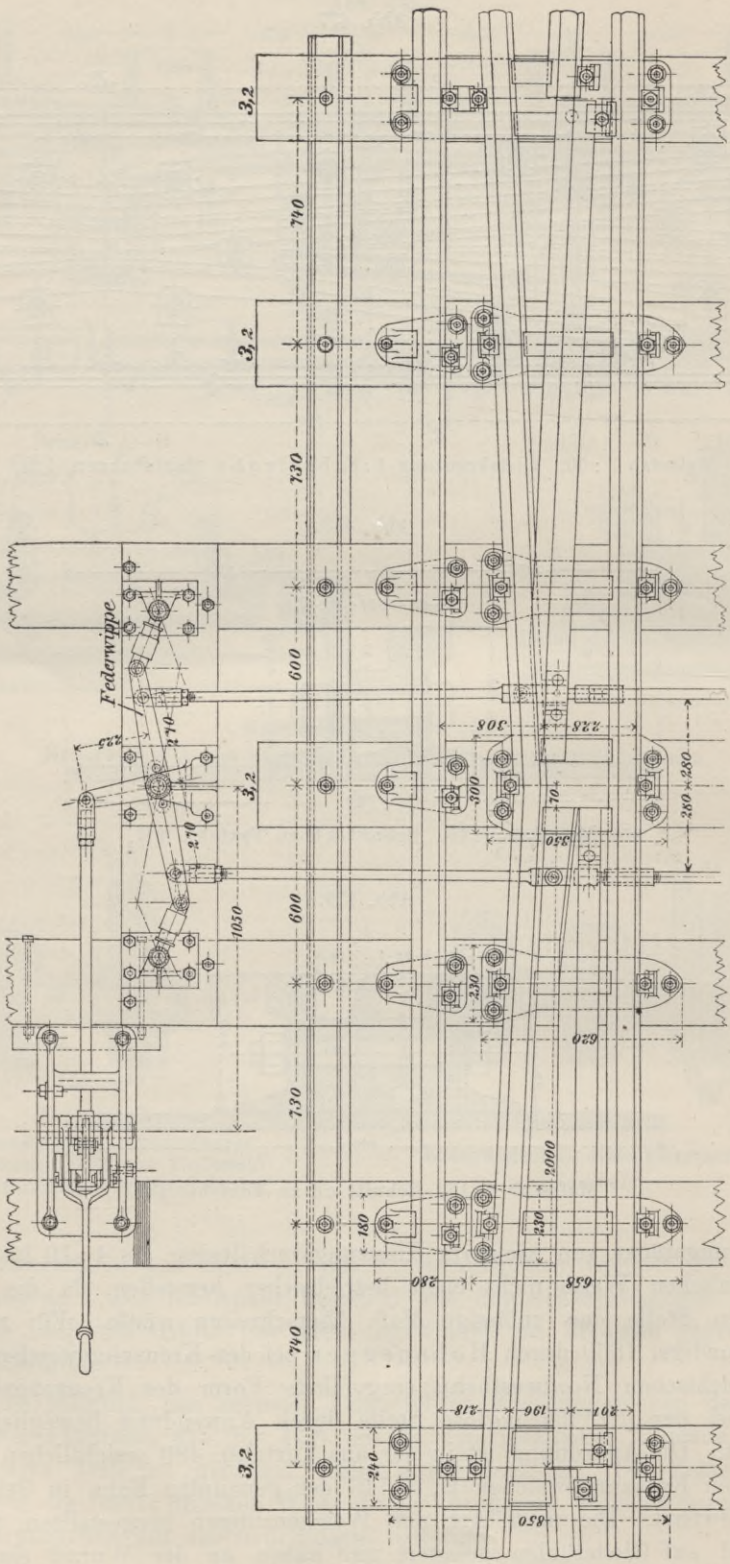


Abb. 480.

Hohenegger's Kreuzungstück mit beweglicher Spitze 1 : 10,546, österreichische Nordwestbahn, 1904.

Maßstab 2 : 45.

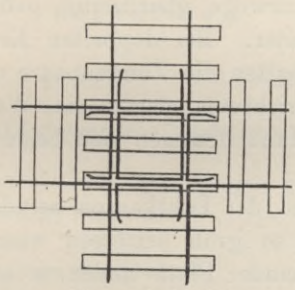
drehstuhl. Die vier Spitzen der beiden Kreuzungstücke werden, wie die Weichenzungen mit Hülfe eines Stellbockes umgestellt. Wird die rechtzeitige Umstellung versäumt, so erfolgt die Umstellung selbsttätig durch den Seitendruck der Radspurkränze unter Mitwirkung der zu diesem Zwecke angeordneten sogenannten Federwippe.

Auch auf amerikanischen Bahnen werden solche Kreuzungstücke mit beweglichen Spitzen verwendet. Die Kreuzungsweichen 1 : 10, 1 : 12 und 1 : 15 der Pennsylvania Bahn haben Kreuzungstücke mit aus gewöhnlichen Schienen hergestellten beweglichen Spitzen von 4,22 bis 4,47 m Länge.

11. γ) Anordnung im Ganzen, Unterschwellung, Schienenteilung.

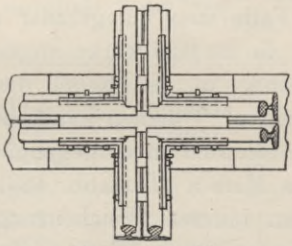
Rechtwinkelige Gleiskreuzungen werden entweder in der in Textabb. 481 dargestellten Weise, oder durch einen quadratischen Rahmen aus vier Schwellen unterstützt, die man an den Ecken überblattet, so dafs die Schienen innerhalb der Kreuzung voll aufliegen. Die Kreuzungstücke rechtwinkeliger Kreuzungen werden entweder in der aus Textabb. 482 ersichtlichen Weise aus Schienen hergestellt, die mit Laschen verbunden sind, oder es werden an den Kreuzungstellen entsprechend gestaltete Gufsstücke angeordnet.

Abb. 481.



Mafsstab 1 : 150.
Rechtwinkelige Gleiskreuzung.

Abb. 482.



Mafsstab 1 : 30.
Rechtwinkeliges Krümmungstück zu Textabb. 481.

Die spitzwinkeligen Kreuzungen entsprechen in ihrer Anordnung der auf Taf. V in Abb. 5 und 6 dargestellten doppelten Kreuzungsweiche unter Fortfall der beiden gekrümmten Gleisstränge und der zugehörigen Ablenkvorrichtung. Die Schwellen werden rechtwinkelig zur Verbindungslinie der Herzstücke angeordnet.

Die Anordnung von Kreuzungen in gekrümmten Gleisen ist im Bezirke des V. D. E. V. nicht gebräuchlich. Die Techniker-Versammelung von 1893 hat sich dahin ausgesprochen, dafs für die Bemessung der Spurerweiterung und der Rillenweiten bei derartigen Kreuzungen zur Zeit genügende Erfahrungen noch nicht vorliegen, und hat es als ratsam bezeichnet, Gleiskreuzungen in gekrümmten Hauptgleisen durch Einlegen von kurzen geraden Strecken zu vermeiden[343]).

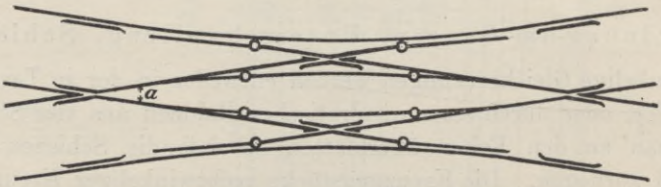
[343]) Organ, Ergänzungsband XI, 1894, S. 167.

a) 12. Kreuzungsweichen, Weichenverschlingungen.

12. *a*) Kreuzungsweichen.

Die Entwickelung einer doppelten Kreuzungsweiche ist in Textabb. 483 verzerrt dargestellt. Bei der einfachen Kreuzungsweiche fällt das eine der beiden gekrümmten Gleise mit den beiden zugehörigen Ablenkvorrichtungen weg. Die Einzelteile der Kreuzungsweichen sind bei den einfachen Weichen und den Kreuzungen bereits näher beschrieben.

Abb. 483.



Anordnung einer doppelten Kreuzungsweiche.

Die Umstellung der doppelten Kreuzungsweichen erfolgt derart, dafs die beiden Zungenpaare an demselben Weichenende entweder in entgegengesetzter, oder in gleicher Richtung bewegt werden. Im erstern Falle sind entweder die beiden geraden, oder die beiden gekrümmten Fahrwege gleichzeitig geöffnet, im zweiten Falle stets ein gerader und ein gekrümmter. Bei doppelten Kreuzungsweichen, die an Stellwerke angeschlossen sind, erhalten die Zungenpaare an jedem Weichenende in der Regel dieselbe Bewegungsrichtung, damit die Weiche als Schutzweiche[344]) dienen kann, bei Stellung von Hand bewegen sich beide Zungenpaare gewöhnlich in entgegengesetzter Richtung.

Das Mafs a (Textabb. 483), das den Abstand der Fahrkanten an der Spitze der beiden inneren Weichenzungen angibt, mufs so grofs bemessen werden, dafs beide Zungen in geöffnetem Zustande neben einander Platz finden, a mufs also dem Doppelten des Zungenaufschlages, vermehrt um die doppelte Zungenbreite an der Spitze gleich sein, oder dieses Mafs übertreffen. Bei der Kreuzungsweiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen mit einem Aufschlage an der Zungenspitze von 153 mm beträgt das Mafs a 441 mm, bei der Kreuzungsweiche 1 : 7,33 der österreichischen Nordwestbahn ist es durch Verminderung des Zungenaufschlages auf 120 mm, und durch starke Abschrägung der vorderen Zungenenden bis auf 344 mm eingeschränkt worden.

Aus dem Abstande a der inneren Zungenspitzen, dem Anfallwinkel der Zungen und dem Halbmesser der gekrümmten Gleise ergibt sich das Kreuzungsverhältnis der Weiche. Es darf, wie früher erörtert, mit Rücksicht auf die führunglose Stelle der Kreuzungstücke nicht kleiner werden, als 1 : 10, anderseits läfst sich ein gröfseres Kreuzungsverhältnis als 1 : 8 kaum erzielen, wenn der Halbmesser das übliche Mindestmafs von 180 m nicht unterschreiten soll. Bei der Kreuzungsweiche 1 : 7,33 der österreichischen Nordwestbahn mit 190 m Halbmesser ist der Anfallwinkel der Zungen wesentlich gröfser ($1^0\ 27'\ 6''$), als dies sonst bei gekrümmten Zungen üblich ist. Bei den auf den preufsisch-hessischen Staatsbahnen neuerdings

344) 1. Auflage, Band II, S. 920, 1645.

eingeführten Kreuzungsweichen 1 : 7 ist ein Zungenhalbmesser von 140 m und ein Anfallwinkel von 1° 30′ angewandt. Die Kreuzungsweichen 1 : 7 der sächsischen Staatsbahnen weisen ähnliche Mafse auf: 140,72 m und 1° 37′ 15″.

Einfache Kreuzungsweichen erhalten in der Regel dieselben Abmessungen, wie doppelte, damit sie zu solchen ergänzt werden können.

Bei der Durchbildung der Kreuzungsweichen wird von den meisten Verwaltungen Bedacht darauf genommen, dafs die Ablenkvorrichtungen und Herzstücke der einfachen Weichen tunlichst unverändert Anwendung finden können. Jedoch werden die inneren Zungen, ebenso wie die zugehörigen Grundplatten an ihrem vordern Ende vielfach abgeschrägt, um die Ablenkvorrichtung näher an die Herzstücke rücken zu können, und dadurch für die gekrümmten Gleise günstigere Krümmungsverhältnisse zu erzielen. Auch weicht die Länge der Backenschienen zuweilen von derjenigen der einfachen Weichen ab.

Über die bei einer Anzahl von Eisenbahnverwaltungen üblichen Kreuzungsweichen gibt Zusammenstellung XXVIII Aufschlufs.

Zusammenstellung XXVIII.

No.	Verwaltung.	Kreuzungswinkel	Kreuzungsverhältnis	Halbmesser der gekrümmten Zunge	Halbmesser d. anschliefsenden Weichenbogens
				m	m
1	Preufsisch-hessische Staatsbahnen .	8° 7′ 48″	1 : 7	140	175
2	„ „ „ .	6° 20′ 25″	1 : 9	190	230
3	„ „ „ .	5° 42′ 38″	1 : 10	245	
4	Bayerische Staatsbahnen	7° 7′ 30″	1 : 8	195	
5	„ „	6° 20′ 25″	1 : 9	236	235,6
6	Sächsische Staatsbahnen	8° 7′ 48″	1 : 7	140,72	234,25
7	„ „	6° 42′ 35″	1 : 8,5	180	201,60
8	„ „	5° 42′ 38″	1 : 10	236	332,89
9	Württembergische Staatsbahnen . .	6° 54′ 40″	1 : 8¼	180	
10	„ „ . .	6° 20′ 25″	1 : 9	250	180
11	Badische Staatsbahnen	7° 7′ 30″	1 : 8	165,41	158,79
12	„ „	5° 42′ 38″	1 : 10	270	259,717
13	Kaiser Ferdinands-Nordbahn . . .	6° 16′ 15″	1 : 9,10	∞	191,716
14	Österreichische Nordwestbahn . . .	7° 46′	1 : 7,332	190	
15	„ „ . . .	5° 25′	1 : 10,546	∞	200
16	Schweizerische Bundesbahnen . .	7° 7′ 30″	1 : 8	190,3	140,89
17	„ „ . .	6° 20′ 25″	1 : 9	„	245
18	„ „ . .	5° 42′ 38′	1 : 10	„	567,43

Die Kreuzungsweichen amerikanischer Bahnen weisen oft kleinere Kreuzungsverhältnisse auf. Die Pennsylvania Bahn verwendet Kreuzungsweichen 1 : 10, 1 : 12 und 1 : 15, deren Kreuzungstücke aber wie die in der Zusammenstellung XXVIII Nr. 15 aufgeführte Kreuzungsweiche 1 : 10,546 der österreichischen Nordwestbahn mit beweglichen Spitzen ausgerüstet sind.

Auf Tafel V ist in Abb. 5 und 6 die doppelte Kreuzungsweiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen dargestellt, Ablenkvorrichtung und Herzstück sind genau dieselben, wie bei der früher (Textabb. 469 S. 378, und Textabb. 456 bis 458 S. 373) mitgeteilten einfachen Weiche 1 : 9, bei der Ablenkvorrichtung (Textabb. 434 S. 356) hat nur die Befestigung der Schubstange an den Zungenspitzen eine Abänderung erfahren.

Bei den doppelten Kreuzungsweichen der Gotthardbahn und der schweizerischen Bundesbahnen werden die vier Zungenvorrichtungen an jedem Weichenende durch mehrere die Grundplatten verbindende Flacheisen noch besonders gegen einander abgesteift. Die württembergischen Staatsbahnen wenden derartige Querverbindungen zwischen den Grundplatten der inneren Zungen an.

Die Signalanordnung für Kreuzungsweichen ist bei verschiedenen Bahnen sehr verschieden und richtet sich aufserdem nach der Art der Zungenkuppelung. Wenn alle vier Ablenkvorrichtungen von einem Punkte aus gleichzeitig gestellt werden, genügt eine Signallaterne, die, je nachdem die vier Zungenpaare auf geraden Strang, oder auf Ablenkung stehen, wechselnde, aber stets nach beiden Weichenenden hin übereinstimmende Signalbilder zeigt. Werden dagegen, wie bei der auf Tafel V im Abb. 5 und 6 dargestellten Anordnung, nur zwei neben einander liegende Zungenpaare durch einen Hebel gestellt, so werden zweckmäfsig zwei oder vier Signallaternen angebracht, je nachdem sich die beiden Zungenpaare bei der Umstellung in entgegengesetztem, oder in gleichem Sinne bewegen.

Die Kreuzungsweichen finden in ausgedehntem Mafse Anwendung, da sie in bequemer Weise die Anlage von Weichenstrafsen in der Mitte gleich gerichteter Gleise ermöglichen und gegenüber der Verwendung einfacher Weichen erhebliche Raumersparnis bieten. Die früher hinsichtlich ihrer Betriebsicherheit herrschenden Bedenken haben sich bei Vermeidung von allzu spitzen Kreuzungswinkeln als hinfällig erwiesen. Bei Kreuzuugsverhältnissen unter 1 : 10 müssen die Kreuzungstücke bewegliche Spitzen erhalten.

12. β) Weichenverschlingungen.

Weichenverschlingungen unterscheiden sich von den doppelten Kreuzungsweichen durch den Fortfall des einen geraden Gleises, wodurch gleichzeitig zwei Ablenkvorrichtungen und beide Kreuzungstücke in Wegfall kommen (Textabb. 417 S. 342)

---

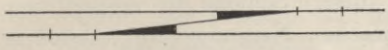
a) 13 Verwendung der Weichen zu Gleisverbindungen.

Mit den beschriebenen Weichen und Kreuzungen lassen sich die verschiedensten Gleisverbindungen herstellen.

Textabb. 484 zeigt eine einfache Verbindung zweier gleich gerichteter Gleise urch zwei einfache Weichen und ein Verbindungsgleis. Die gegenseitige Durchkreuzung zweier derartiger Verbindungen gibt die doppelte, oder gekreuzte Gleisverbindung, die man früher vielfach als „Kreuzweiche“ bezeichnete (Textabb. 485). Sie besteht aus vier einfachen Weichen und einer Kreuzung vom doppelten Herzstückwinkel. An die Stelle der einfachen Weichen können dabei nach Textabb. 486 auch Doppelweichen, Kreuzungen und Kreuzungsweichen treten.

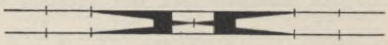
Zur Verbindung der verschiedenen Gleise auf Bahnhöfen dienen die Weichenstrafsen, Aneinanderreihungen von Weichen in einem durchlaufenden Gleise. Dabei können einfache (Textabb. 487 und 488) und Doppelweichen (Textabb. 489), Kreuzungen und Kreuzungsweichen (Textabb 490) zur Anwendung kommen.

Abb. 484.



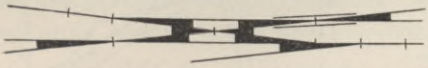
Mafsstab 1 : 1500
Einfache Gleisverbindung.

Abb. 485.



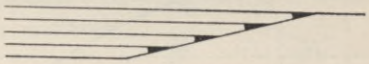
Mafsstab 1 : 1500.
Gekreuzte Gleisverbindung.

Abb. 486.



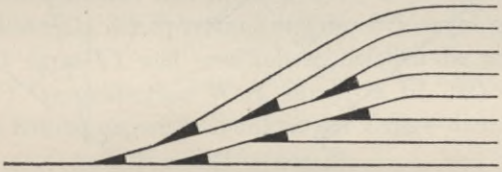
Mafsstab 1 : 1500. Gekreuzte
Gleisverbindung mit Kreuzungsweiche.

Abb. 487.



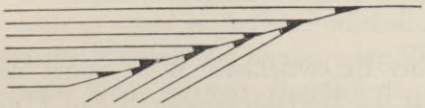
Einfache Weichenstrafse.

Abb. 488.



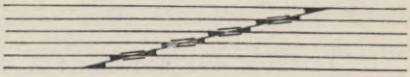
Doppelte Strafse einfacher Weichen.

Abb. 489.



Weichenstrafse mit Doppelweichen.

Abb. 490.



Weichenstrafse mit Kreuzungsweichen.

Die einfachen Weichenstrafsen nach Textabb. 487 erfordern viel Raum und enthalten grofse nicht nutzbare Gleislänge. Werden viele Gleise durch derartige Weichenstrafsen in der üblichen Trapezform neben einander entwickelt, so nimmt die nutzbare Gleislänge nach dem Ende der Weichenstrafsen zu rasch ab, diese grofsen Unterschiede in den Gleislängen sind aber unbequem für den Betrieb. Durch Verdoppelung der einfachen Weichenstrafsen nach Textabb. 488 oder durch Anwendung von Weichenstrafsen aus einseitigen oder zweiseitigen Doppelweichen läfst sich die Gleisentwickelung auf geringere Länge zusammendrängen. Hierdurch wird die Übersichtlichkeit erhöht, die Nutzlänge gröfser und gleichmäfsiger, und die Wagen haben eine geringere Zahl von Weichen und kürzere Wege zu durchlaufen [345]).

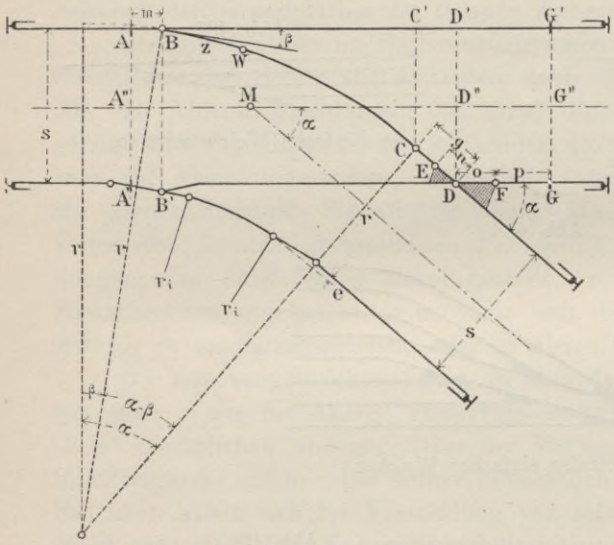
345) Zentralblatt der Bauverwaltung 1901, S. 497, Blum.

a) 14. Berechnung der Weichen.

14. *a*) Einfache Weiche.

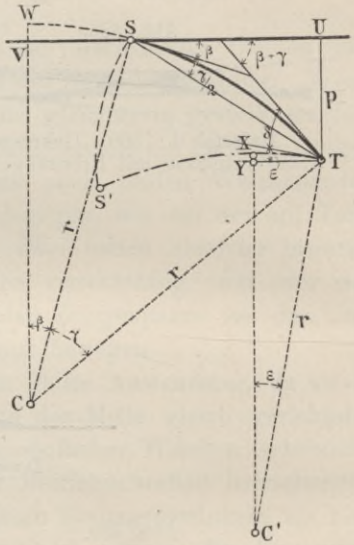
Für die geometrische Anordnung einer Weiche ist nächst der Neigung die Gröfse des Halbmessers des abzweigenden Gleises mafsgebend. In der Regel wird nicht der Halbmesser der Achse, sondern der der äufsern Schiene des Zweiggleises in die Rechnung eingeführt. Die Wahl eines einfachen Neigungsverhältnisses ist zweckmäfsig.

Abb. 491.



Geometrische Anordnung der einfachen Weiche.

Abb. 492.



Zungenaufschlag.

In Textabb. 491 bedeuten: A den Stofs der Backenschiene, B die Spitze der ablenkenden Zunge, CD die Herzstückgerade, D die Herzstückspitze, E und F die Enden des Herzstückes und FG die an das Herzstück anschliefsende Pafsschiene.

Bei allen Weichenberechnungen werden die Schienen durch ihre Fahrkanten ersetzt, und alle Mafse auf diese bezogen, wodurch sich die Rechnung vereinfacht, da die Schienenkopfbreite aufser Betracht bleibt. Ferner wird angenommen, dafs die Zunge nach demselben Halbmesser gekrümmt ist, wie die anschliefsende Schiene.

Zunächst ist die Grundrifsform der äufsern Schiene des gekrümmten Stranges festzulegen, und hierfür der Anfallwinkel β der Zunge zu ermitteln.

Aus Textabb. 492, in der S die Zungenspitze, T die Zungenwurzel, TU = p die Wurzelweite und r den Halbmesser der Zunge bezeichnet, ergeben sich folgende Beziehungen:

Gl. 90) . . . . . $\gamma = \frac{\text{Bogen ST}}{\text{r}} \; \frac{180^0}{\pi}$

Gl. 91) . . . . . Sehne ST = 2 r. $\sin \frac{\gamma}{2}$

Gl. 92) . . . . . $\sin(\beta + \frac{\gamma}{2})$ = p : Sehne ST

Sind r und p bekannt, so läfst sich β für eine gegebene Bogenlänge ST der Zunge mit Hülfe dieser Gleichungen ermitteln. Ergibt sich für β ein aus praktischen Rücksichten nicht anwendbares Mafs, so ist die Zungenlänge entsprechend abzuändern.

Für die Wurzelweite p, die bei geraden Zungen gleich der erforderlichen Weite der Spurrinne zwischen Zunge und Backenschiene, vermehrt um die Schienenkopfbreite ist, mufs bei gekrümmten Zungen ein etwas gröfserer Wert gewählt werden. Denn, wie Textabb. 492 zeigt, in der S'T die Lage der geöffneten Zunge angibt, liegt die engste Stelle der Spurrinne nicht bei T, da der Zungenaufschlag aus praktischen Rücksichten meist nicht so grofs bemessen werden kann, dafs der Aufschlagwinkel $\delta \gtreqless \beta + \gamma$ ist. Die Weite der Spurrinne an der Wurzel mufs deshalb um das Mafs XY gröfser sein, als an der engsten Stelle. Da der Zungenaufschlag SS' und die Zungenlänge ST bekannt sind, so läfst sich das Mafs XY nach Berechnung von β und γ aus folgenden Gleichungen ermitteln.

Gl. 93) . . . . . $\delta = \sim \frac{SS'}{ST} \frac{180^0}{\pi}$

Gl. 94) . . . . . $\varepsilon = \beta + \gamma - \delta$

Gl. 95) . . . . . $XY = r(1 - \cos \varepsilon)$

Man berechnet zunächst einen Annäherungswert für β, indem man in Gl. 92) für p den sich aus der Mindestweite der Spurrinne und der Schienenkopfbreite ergebenden Wert einsetzt, bestimmt dann XY und ermittelt schliefslich die genaue Gröfse von β, indem man den um XY vergröfserten Wert für p in Gl. 92) einführt. Zur Bestimmung der Lage des Krümmungsmittelpunktes der Zunge dienen die Gleichungen:

Gl. 96) . . . . . $VW = r(1 - \cos \beta)$

Gl. 97) . . . . . $VS = r. \sin \beta$

Nach Ermittelung von β sind die Länge g der Herzstückgeraden CD (Textabb. 491) und der Kreuzungswinkel α festzulegen. Die Gröfse von α kann innerhalb gewisser Grenzen beliebig gewählt werden, mit der Änderung von α ändert sich auch g. Am einfachsten wird die Gröfse von α unter Annahme eines Mittelwertes für g durch Zeichnung oder Versuchsrechnung vorläufig ermittelt, und der erhaltene Wert so weit abgeändert, dafs das Kreuzungsverhältnis tg α einen einfachen Wert annimmt.

Aus den hiernach bestimmten Gröfsen von α und β und dem Halbmesser r lassen sich die Abmessungen der Weiche berechnen (Textabb. 491):

Gl. 98) . . . . . $BC' = r(\sin \alpha - \sin \beta)$

Gl. 99) . . . . . $CC' = r(\cos \beta - \cos \alpha)$

Gl. 100) . . . . . $g = CD = \frac{s - r(\cos \beta - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$

Gl. 101) . . . . . $C'D' = \frac{s - r(\cos \beta - \cos \alpha)}{\operatorname{tg} \alpha}$

Gl. 102) . . . . . Bogen $BC = \frac{\alpha - \beta}{180^0}. r. \pi$

Für die Bestimmung der Herzstückmafse n und o gelten die Bedingungsgleichungen (Textabb 493):

Gl. 103) . . . . . $n \geqq \frac{v}{\sin \alpha} + \frac{1}{2}$ Laschenlänge

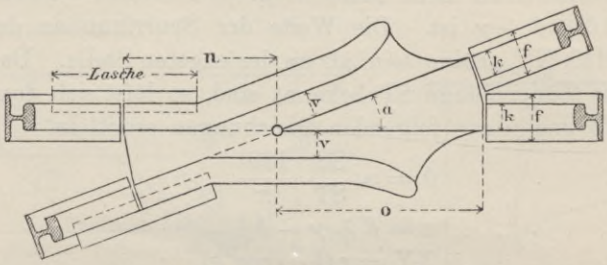
Gl. 104) . . . . . $o \geqq \frac{k + f}{\operatorname{tg} \alpha}$, wenn die anschliefsenden Pafsschienen keine Bearbeitung erfahren sollen.

Die ganze Länge der Weiche ist (Textabb. 491):

Gl. 105) $$AG' = m + r(\sin\alpha - \sin\beta) + \frac{s - r(\cos\beta - \cos\alpha)}{\operatorname{tg}\alpha} + o + p$$

Hierin folgt m aus der Anordnung der Zungenvorrichtung, o aus der des Herzstückes. Die Paſsschienenlänge p wird so gewählt, daſs die Länge AG' aus Schienen von gewöhnlicher, oder doch an anderer Stelle bei der Weiche wiederkehrender Länge hergestellt werden kann.

Abb 493.



Anordnung des Herzstückes.

Im äuſsern Strange des Zweiggleises ist die Schienenlänge zwischen Zungenwurzel W und Herzstückanfang E:

Gl. 106) . . . . . $$WE = \frac{\alpha - \beta}{180^0} \cdot r\pi + g - z - n,$$

worin z die Zungenlänge bezeichnet.

Da die innere Schiene des krummen Stranges gegenüber dem Herzstücke um das Maſs e der in der Weichenkrümmung erforderlichen Spurerweiterung nach diesem zu verschoben wird, so wird ihr Halbmesser $r_i = r - s - e$. Die Lage der nach der Weichenspitze hin anschlieſsenden Geraden folgt aus der Bedingung, daſs die verlangte Spurerweiterung am Weichenanfange A' und an der Zungenspitze B' vorhanden sein muſs. Die Berechnung der bezüglichen Einzelmaſse würde hier zu weit führen.

Die Lage des Weichenmittelpunktes M ist durch die Gleichung bestimmt:

Gl. 107) . . . . . $$MD'' = \frac{s}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Zahlenbeispiel: Einfache Weiche 1:9 der preuſsisch-hessischen Staatsbahnen.

Gegeben: Halbmesser r = 190 m, Zungenlänge bis zum Drehpunkte 5,0—0,045m = 4,955m.

Aus Gl. 90) . . . . . $\gamma = \frac{4{,}955}{190} \cdot \frac{180^0}{\pi} = 1^0\ 29'\ 39{,}2''$

„ Gl. 91) . . . . . Sehne ST = 2 . 190 . sin 44' 49,6'' = 4,9549 m.

Da die Spurrinnenweite 60 mm und die Zungenkopfbreite 58 mm betragen soll, ist für die Wurzelweite am Drehpunkte gemessen vorläufig der Wert p = 60 + 58 = 118 mm einzusetzen. Danach wird:

aus Gl. 92) . . . . . $\sin(\beta + 44'\ 49{,}6'') = \frac{0{,}118}{4{,}9549}$

$$\beta = 37'\ 1{,}6''.$$

Unter Benutzung dieses Wertes für β läſst sich aus den Gl. 93), 94) und 95) das Maſs XY, um welches der vorläufig angenommene Wert von p zu vergröſsern ist, hinreichend genau ermitteln.

Zungenaufschlag an der Spitze: SS' = 150 mm.

Aus Gl. 93) . . . . . $\delta = \sim \frac{0{,}150}{4{,}955} \cdot \frac{180^0}{\pi} = 1^0\ 44'\ 3{,}7''$

„ Gl. 94) . . . . . $\varepsilon = 37'\ 1{,}6'' + 1^0\ 29'\ 39{,}2'' - 1^0\ 44'\ 3{,}7'' = 22'\ 37{,}1''$

„ Gl. 95) . . . . . $XY = 190\ (1 - \cos\ 22'\ 37{,}1'') = 4{,}2$ mm.

Somit ist die Wurzelweite $p = 118 + 4{,}2 = 122{,}2$ mm und aus Gl. 92): $\beta = 39'\ 57{,}9''$. Für die Ausführung ist das abgerundete Mafs $\beta = 40'$ gewählt.

Nachdem durch Zeichnung oder Versuchsrechnung festgestellt ist, dafs die Kreuzungsgerade g bei dem Kreuzungsverhältnisse tg $a = 1:9$, $a = 6^0\ 20'\ 24{,}69''$, noch eine ausreichende Länge erhält, können aus den Werten $r = 190$ m, $a = 6^0\ 20'\ 24{,}69''$, und $\beta = 40'$ alle Abmessungen der Weiche berechnet werden. Es folgt

aus Gl. 98) . . . $BC' = 190\ (\sin\ 6^0\ 20'\ 24{,}69'' - \sin\ 40') = 18{,}7713$ m

„ Gl. 99) . . . $CC' = 190\ (\cos\ 40' - \cos\ 6^0\ 20'\ 24{,}69'') = 1{,}1492$ m

„ Gl. 100) . . . $g = \frac{1{,}435 - 1{,}1492}{\sin\ 6^0\ 20'\ 24{,}69''} = 2{,}5878$ m

„ Gl. 101) . . . $C'D' = \frac{1{,}435 - 1{,}1492}{\text{tg}\ 6^0\ 20'\ 24{,}69''} = 2{,}5719$ m

„ Gl. 102) . . . Bogen $BC = \frac{6^0\ 20'\ 24{,}69'' - 40'}{180^0}\ 190\,\pi = 18{,}8141$ m

Die ganze Länge der Weiche ist mithin:

aus Gl. 105) . . . $AG' = 0{,}938 + 18{,}771 + 2{,}572 + 1{,}460 + 3{,}175 = 26{,}916$ m,

wie in Textabb. 469, S. 378 angegeben, wobei für m, o und p die aus der Bauart der Weiche folgenden Werte eingesetzt sind.

Für die Lage des Weichenmittelpunktes wird:

Gl. 107 . . . . $MD'' = \frac{1{,}435}{2\ \text{tg}\ 3^0\ 10'\ 12{,}34''} = 22{,}955$ m.

Die beiden Hauptmafse der Weiche (Textabb. 423, S. 346) sind also:

$$b = MD'' + o + p = 17{,}590 \text{ m}$$
$$a = AG' - b = 9{,}326 \text{ m}.$$

14. β) Doppelweiche.

Die in Textabb. 494 dargestellte verschränkte Doppelweiche besteht aus zwei einfachen, einer Rechts- und einer Links-Weiche, deren Spitzen so weit gegen einander verschoben sind, wie es die Rücksicht auf das ungehinderte Aufschlagen der Zungen der zweiten Weiche erfordert. $B_1\ B_1'$ bezeichnen die Zungenspitzen der ersten, $B_2\ B_2'$ die der zweiten Weiche. Wenn für die Zungenvorrichtungen und die Herzstücke bei D_1 und D_2 die Anordnung der einfachen Weiche Anwendung findet, und alle Abmessungen der letztern unverändert beibehalten werden, so ergeben sich für das bei O erforderliche dritte Herzstück gekrümmte Fahrkanten.

Das erforderliche Mindestmafs für die Verschiebung v der beiden einfachen Weichen gegen einander ergibt sich aus der Bauart der Zungenvorrichtungen und der Bedingung, dafs der Fahrkantenabstand $t = B_2'\ P$ an der Zungenspitze der zweiten Weiche grofs genug sein mufs, um das Aufschlagen der Zunge zu ermöglichen. Dabei ist auch die in der Zeichnung nicht angedeutete Spurerweiterung an der Zungenspitze B_2' zu berücksichtigen. Bei den Weichen der preufsisch-hessischen Bahnen ist t etwa 360 mm grofs.

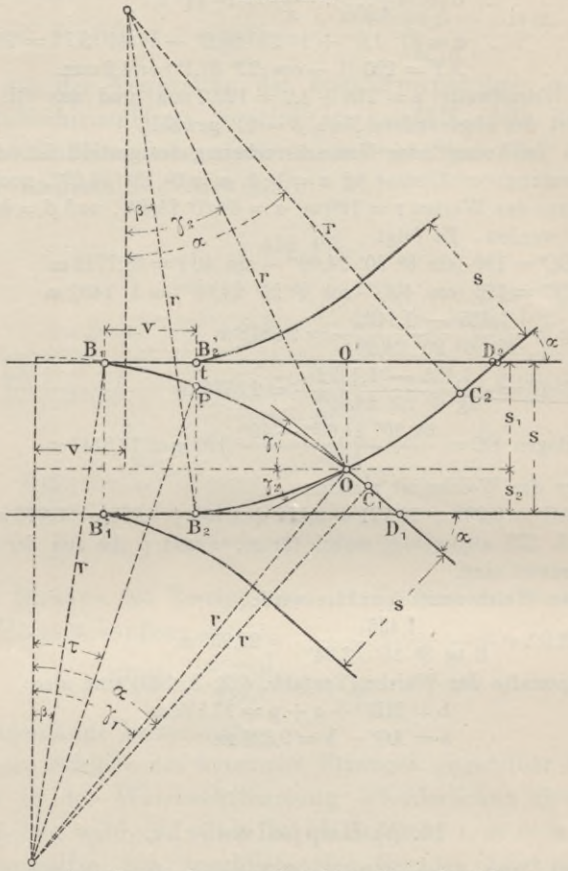
Aus den Gleichungen:

Gl. 108) . . . . . $t = r\ (\cos\ \beta - \cos\ \tau)$

Gl. 109) . . . . . $v = r\ (\sin\ \tau - \sin\ \beta)$

lassen sich τ und v berechnen, da t, r und β bekannt sind. Der berechnete Wert für v wird zweckmäfsig auf ein bequemes Mafs nach oben abgerundet.

Abb. 494.



Anordnung der verschränkten Doppelweiche.

Für die Bestimmung der Lage des Kreuzungspunktes O und der dort entstehenden Kreuzungswinkel dienen die Gleichungen:

Gl. 110) . . . . . $v = r\ (\sin \gamma_1 - \sin \gamma_2)$

Gl. 111) . . . . . $s_1 = r\ (\cos \beta - \cos \gamma_1)$

Gl. 112) . . . . . $s_2 = r\ (\cos \beta - \cos \gamma_2)$

Gl. 113) . . . . . $s = s_1 + s_2,$

woraus

Gl. 114) . . . . . $\sin \gamma_1 - \sin \gamma_2 = \frac{v}{r} = m$

Gl. 115) . . . . . $\cos \gamma_1 + \cos \gamma_2 = 2 \cos \beta - \frac{s}{r} = n$

folgt, wenn $\frac{v}{r} = m$ und $2 \cos \beta - \frac{s}{r} = n$ gesetzt wird.

Durch Umformung erhält man:

Gl. 116) . . . . . $\cos (\gamma_1 + \gamma_2) = \frac{m^2 + n^2}{2} - 1.$

Gl. 117) . . . . . $\operatorname{tg} \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2} = \frac{m}{n}.$

Aus diesen Gleichungen lassen sich die beiden Winkel γ_1 und γ_2 berechnen, da m und n bekannt sind. Der Kreuzungswinkel bei O ist gleich $\gamma_1 + \gamma_2$. Die Lage von O ist bestimmt durch die Gleichung:

Gl. 118) . . . . . $B_1\ O' = r\ (\sin \gamma_1 - \sin \beta)$

und durch die aus Gl. 111) und 112) zu ermittelnden Werte von s_1 und s_2.

Die Bogenlänge wird:

Gl. 119) . . . . . Bogen $B_1\ O = r\pi\ .\ \frac{\gamma_1 - \beta}{180^0}$

Gl. 120) . . . . . Bogen $O\ C_1 = r\pi \frac{\alpha - \gamma_1}{180^0}$

Ebenso lassen sich die Bogen $B_2\ O$ und $O\ C_2$ bestimmen.

Etwas verwickelter gestaltet sich die Rechnung, wenn man die Krümmungen nicht durch das mittlere Herzstück hindurchführt, sondern für dieses gerade Stücke einlegt. Die Krümmung der anschliefsenden Bogen mufs dann entsprechend abgeändert werden.

Durch Fortfall des mittlern, geraden Gleises entsteht eine Zweibogenweiche.

Zahlenbeispiel: Doppelweiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen.

Gegeben: $r = 190$ m, $\alpha = 6^0\ 20'\ 24{,}69''$, $\beta = 40'$.

Für das kleinste zulässige Mafs von $t = 340$ mm folgt:

aus Gl. 108) . . . . . $0{,}340 = 190\ (\cos 40' - \cos \tau)$

$\tau = 3^0\ 29'\ 33''$

„ Gl. 109) . . . . . $v = 190\ (\sin 3^0\ 29'\ 33'' - \sin 40') = 9{,}364$ m.

Dieses Mindestmafs von v ist für die Ausführung auf $v = 9{,}5$ m abgerundet.

Aus r, α, β und v lassen sich alle Weichenmafse berechnen.

Da nach Gl. 114) $m = \frac{9.50}{190} = 0{,}05$ und nach 115) $n = 2\ .\ \cos 40' - \frac{1{,}435}{190} = 1{,}992312$ ist, so folgt:

aus Gl. 116) . . . . $\cos (\gamma_1 + \gamma_2) = \frac{0{,}05^2 + 1{,}992312^2}{2} - 1$

„ Gl. 117) . . . . $\operatorname{tg} \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2} = \frac{0{,}05}{1{,}992312}$

$\gamma_1 + \gamma_2 = 9^0\ 37'\ 54{,}1''$, $\gamma_1 - \gamma_2 = 2^0\ 52'\ 30{,}9''$, $\gamma_1 = 6^0\ 15'\ 12{,}5''$ und $\gamma_2 = 3^0\ 22'\ 41{,}5''$

$\gamma_1 + \gamma_2 = 9^0\ 37'\ 54{,}1''$ ist der Kreuzungswinkel des dritten Herzstückes.

Weiter folgt:

aus Gl. 118) . . $B_1\ O' = 190\ (\sin 6^0\ 15'\ 12{,}5'' - \sin 40') = 18{,}485$ m

„ Gl. 111) . . $s_1 = 190\ (\cos 40' - \cos 6^0\ 15'\ 12{,}5'') = 1{,}118$ m

„ Gl. 112) . . $s_2 = 1{,}435 - 1{,}118 = 0{,}317$ m

„ Gl. 119) . . Bogen $B_1\ O = 190\ \pi\ .\ \frac{6^0\ 15'\ 12{,}5'' - 40'}{180^0} = 18{,}527$ m

„ Gl. 120 . . Bogen $O\ C_1 = 190\ \pi\ .\ \frac{6^0\ 20'\ 24{,}7'' - 6^0\ 15'\ 12{,}5''}{180^0} = 0{,}288$ m.

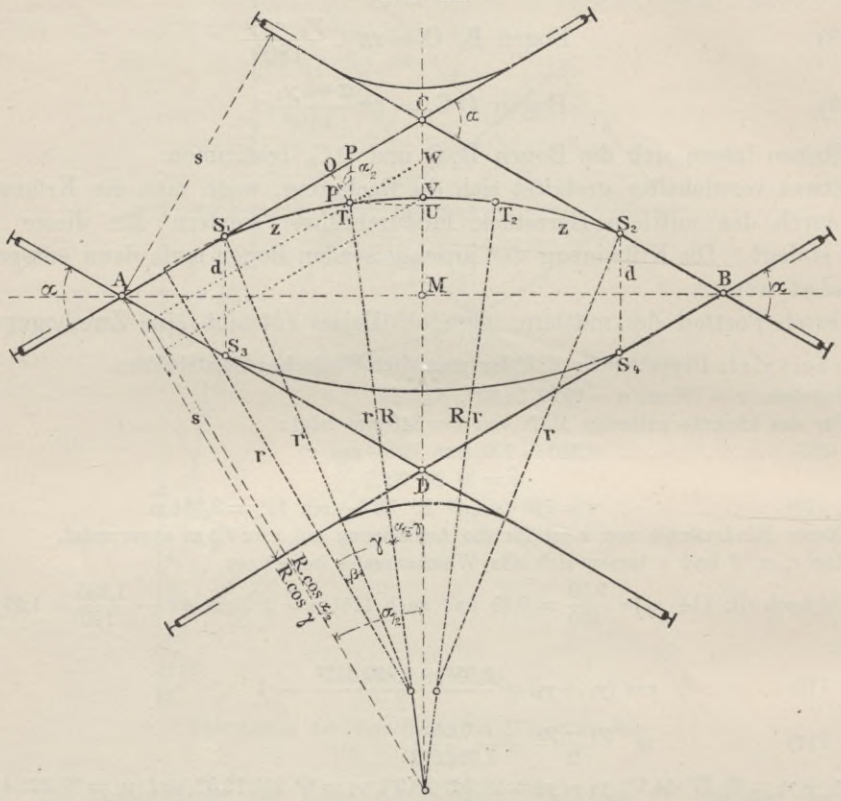
14. γ) Kreuzungsweiche.

Für die Berechnung soll angenommen werden, dafs die Kreuzungsweiche unter Benutzung der auch bei der einfachen Weiche verwendeten Zungenvorrichtung herzustellen ist, was sich aus Zweckmäfsigkeitsgründen empfiehlt.

Für die in Textabb. 495 dargestellte Kreuzungsweiche stehen somit die folgenden Abmessungen fest: Die Zungenlänge z, der Zungenhalbmesser r, die Wurzelweite p und die Winkel β und γ, welche den Richtungsunterschied zwischen Zungenspitze und Zungenwurzel gegenüber der Backenschiene angeben.

Der Abstand der gegenüber liegenden Zungenspitzen $d = S_1 S_3 = S_2 S_4$ mufs so grofs bemessen werden, dafs beide Zungen gleichzeitig geöffnet werden können. Das hiernach erforderliche Mindestmafs für d läfst sich aus der Bauart der Zungenvorrichtung und der Gröfse des Aufschlages ermitteln, wie bereits früher erörtert.

Abb. 495.



Anordnung der Kreuzungsweiche.

Dann sind der Kreuzungswinkel a und der Halbmesser R des die Zungenwurzeln T_1 und T_2 verbindenden Bogens zu bestimmen. R darf nicht kleiner sein, als der Zungenhalbmesser r. Je gröfser a gewählt wird, desto kleiner wird der Wert für R. Zur Ermittelung der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen a und R dienen die Gleichungen:

Gl. 121) . . . . . $A C = \frac{s}{\sin a}$

Gl. 122) . . . . . $A S_1 = \frac{d}{2 \sin \frac{a}{2}}$

Gl. 123) . . . . . $S_1 O = r (\sin \gamma - \sin \beta)$

Gl. 124) . . . . . $O P = p \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2}$

Gl. 125) . . . . . $T_1 U = R \cdot \sin (\frac{a}{2} - \gamma)$

Aus $T_1 U = P C \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$ folgt ferner:

$$\text{Gl. 126)} \quad R = \left[\frac{s}{\sin \alpha} - \frac{d}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - r (\sin \gamma - \sin \beta) - p \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right] \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin (\frac{\alpha}{2} - \gamma)}$$

Indem man $R = r$ setzt, erhält man durch Versuchsrechnung den gröfsten für α zulässigen Wert. Da anderseits der Mindestwert von α aus den Betriebsverhältnissen nach früheren Erörterungen feststeht, so ist α hiermit zwischen Grenzen eingeschlossen. Womöglich wählt man für α denselben Wert, wie bei den einfachen Weichen, damit man geradlinig durchlaufende Weichenstrafsen erhält und bei A und B die Herzstücke der einfachen Weichen verwenden kann. Jedenfalls empfiehlt es sich, α möglichst grofs und so zu wählen, dafs das Kreuzungsverhältnis tg α einen einfachen Wert annimmt. Der zugehörige Wert von R folgt aus Gl. 126. Den berechneten Wert von R kann man, falls dies erwünscht ist, nach unten abrunden, wobei d eine entsprechende Vergröfserung erfahren mufs. Der endgültige Wert für d läfst sich mit Hülfe der vorstehenden Gleichungen ermitteln.

Sind α und R bestimmt, so lassen sich alle Weichenmafse berechnen:

$$\text{Gl. 127)} \quad \ldots\ldots \quad A B = \frac{s}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{Gl. 128)} \quad \ldots\ldots \quad C D = \frac{s}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{Gl. 129)} \quad \ldots\ldots \quad \text{Bogen } T_1 T_2 = R\pi \cdot \frac{\alpha - 2\gamma}{180}$$

$$\text{Gl. 130)} \quad \ldots\ldots \quad C V = \frac{p + R (\cos \gamma - \cos \frac{\alpha}{2})}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

Von der Berechnung der Einzelmafse für den innern Schienenstrang, der Bogengleise, bei welcher auf die Spurerweiterung Rücksicht zu nehmen ist, mufs hier abgesehen werden.

Einfache Kreuzungsweichen erhalten in der Regel dieselben Abmessungen wie die doppelten, damit sie zu solchen ergänzt werden können.

Zahlenbeispiel: Kreuzungsweiche 1 : 9 der preufsisch-hessischen Staatsbahnen.

Gegeben sind $r = 190$ m, $z = 5{,}0$ m, $\beta = 40'$, woraus sich $p = 0{,}124$ m und $\gamma = 2^0\ 10'\ 28{,}04''$ auf dem bereits angegebenen Wege ermitteln lassen (S. 392 bis 395.)

Für die einfache Weiche ist oben nur das Mafs p (Textabb. 492) für die Wurzelweite am Zungendrehpunkte berechnet, während hier die Wurzelweite am Zungenende in Betracht kommt, für die sich der gröfsere Wert $p = 0{,}124$ m ergibt.

Indem man für d zunächst den erforderlichen Mindestwert, der zu 420 mm angenommen werden mögen, in Gl. 126 einführt, kann man durch Versuchsrechnung für verschiedene Werte von α das zugehörige R ermitteln.

So erhält man für das Kreuzungsverhältnis 1 : 9, $\alpha = 6^0\ 20'\ 24{,}69''$:

$$\text{aus Gl. 126) . } R = \left[\frac{1{,}435}{\sin 6^0\ 20'\ 24{,}69''} - \frac{0{,}430}{2 \sin 3^0\ 10'\ 12{,}34''} - 190\ (\sin 2^0\ 10'\ 28{,}04'' - \sin 40') - 0{,}124\ .\ \mathrm{tg}\ 3^0\ 10'\ 12{,}34''\right] . \frac{\cos 3^0\ 10'\ 12{,}34''}{\sin (3^0\ 10'\ 12{,}34'' - 2^0\ 10'\ 28{,}04'')}$$

$$= [12{,}9945 - 3{,}8879 - 4{,}9983 - 0{,}0069]\ .\ 57{,}4616 = 236{,}25\ \mathrm{m}.$$

Da $R > r$, so steht der Anwendung des Kreuzungsverhältnisses 1 : 9 nichts im Wege. Für die Ausführung ist R auf 230,0 m abgerundet.

Gl. 126) erhält dann die Form:

$$230 = \left[12{,}9945 - \frac{d}{2 \sin 3^0\ 10'\ 12{,}34''} - 4{,}9983 - 0{,}0069\right] . 57{,}4616.$$

Hieraus folgt der endgültige Wert $d = 0{,}4409$ m.

Die übrigen Maſse sind:

aus Gl. 121) $AC = \dfrac{1{,}435}{\sin 6^0\ 20'\ 24{,}69''} = 12{,}9945\ \mathrm{m}$

„ Gl. 127) $AB = \dfrac{1{,}435}{\sin 3^0\ 10'\ 12{,}34''} = 25{,}9492\ \mathrm{m}$

„ Gl. 128) $CD = \dfrac{1{,}435}{\cos 3^0\ 10'\ 12{,}34''} = 1{,}4372\ \mathrm{m}$

„ Gl. 129) Bogen $T_1\ T_2 = 230\ \pi\ \dfrac{6^0\ 20'\ 24{,}69'' - 4^0\ 20'\ 56{,}08''}{180^0} = 7{,}9935\ \mathrm{m}$

„ Gl. 130) $CV = \dfrac{0{,}124 + 230\ (\cos 2^0\ 10'\ 28{,}04'' - \cos 3^0\ 10'\ 14{,}34'')}{\cos 3^0\ 10'\ 12{,}34''} = 0.3180\ \mathrm{m}$

II. b) Drehscheiben und Schiebebühnen.

Bearbeitet von **S. Fraenkel.**

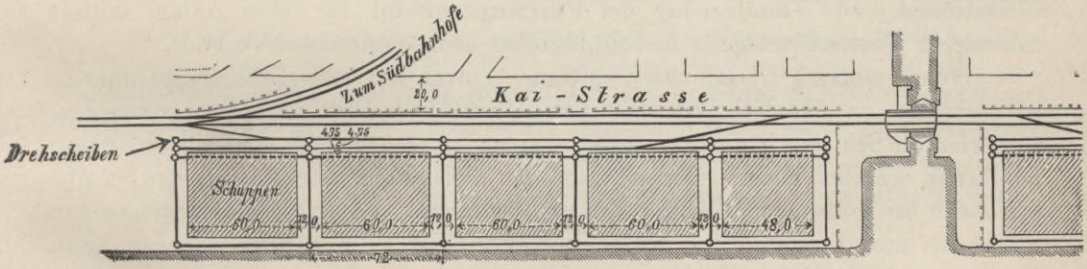
b) 1. Drehscheiben für Wagen und Lokomotiven.

Drehscheiben vermitteln den unmittelbaren Uebergang einzelner Fahrzeuge zwischen Gleisen, die sich unter beliebigem Winkel treffen, und dienen zum vollständigen Drehen der Fahrzeuge, um sie in umgekehrter Stellung auf dasselbe oder ein benachbartes Gleis zurückzubringen. Letzteres ist namentlich für Lokomotiven mit Tendern, Postwagen, Dienst-, Aussichts- und andere Wagen besonderer Bauart nötig; Hof-, D-Zug- und Schlaf-Wagen werden vielfach nach der Jahreszeit so gedreht, dafs der Seitengang im Sommer auf der Sonnen-, im Winter auf der Wetter-Seite liegt. Auch müssen mitunter Güterwagen mit Bremserhaus gedreht werden, um sie an Kopframpen laderecht stellen zu können.

1. *a*) Drehscheiben als Gleisverbindung.

Zur Ausnutzung der verfügbaren Grundfläche ist die Gleisverbindung durch Drehscheiben in vielen Fällen unentbehrlich; sie ersetzt Weichenverbindung und Krümmung und ist namentlich da angebracht, wo es zur Anlage einer Krümmung

Abb. 496.



Die Schelde.

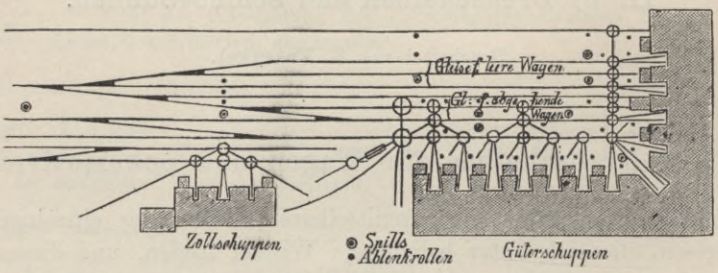
Mafsstab 1 : 4000. Drehscheiben-Anlage am Scheldekai in Antwerpen.

von ausreichendem Halbmesser an Platz fehlt. Sie hat den Nachteil, dafs die Fahrzeuge einzeln bewegt werden müssen, aber sie erfordert hierzu den geringsten Aufwand an Arbeit. Die Anlagekosten sind den Weichen gegenüber höher, Raumbedarf und Verschiebewege dagegen geringer.

Wenn es sich um Verteilung und Verschiebung zahlreicher einzelner Fahrzeuge handelt, wie an Güterschuppen und in Hafenanlagen, so sind Drehscheiben-Anlagen sehr leistungsfähig und deshalb in den sehr beengten Bahnhöfen englischer Grofsstädte in ausgedehnter Anwendung. Liegen die Scheiben in einer Flucht, wie bei der Gleisanlage am Schelde-Kai in Antwerpen (Textabb. 496), so

mufs der Scheiben-Durchmesser kleiner sein, als der Gleisabstand; von den drei benachbarten Gleisen dient hier eines zum Laden und je eines zum Aufstellen von vollen und von leeren Wagen.

Abb. 497.



Mafsstab 1 : 2500.

Gleisplan des Güterbahnhofes zu Frankfurt a. M.

Bei Anordnung von Zungenrampen zur Vermehrung der Ladeflächen an Güterschuppen werden häufig Drehscheiben mit Stichgleisen zu ihrer Bedienung verwendet. Die Anordnung der Drehscheiben des Güterbahnhofes in Frankfurt a. M. zeigt Textabb. 497. Vor dem Güterschuppen sind zwei Scheiben gröfsern Durchmessers vorgesehen, um Wagen mit langem Achsstande zu bewältigen. Durch die Anwendung der schrägen Verbindungen zwischen dem ersten und zweiten Gleise an der Längsseite des Güterschuppens ist die Zahl der Drehscheiben wesentlich eingeschränkt worden, und doch kann jeder abzufertigende Wagen einzeln herausgeholt, oder an eine beliebige Rampe herangebracht werden. Bei der gegen einander versetzten Lage der Drehscheiben innerhalb der Vieh- und Langholz-Rampe[346]) kann deren Durchmesser erheblich gröfser genommen werden, als der Gleisabstand. Die Verschiebung der Fahrzeuge erfolgt bei dieser Anlage mittels zahlreicher Wasserdruckspille und Hülfsrollen nach englischem Vorbilde.

Wenn mehrere Gleise unter spitzem Winkel auf eine Drehscheibe führen, so entstehen an den Ueberschneidungen Herzstücke. Will man diese vermeiden, so dürfen die Schienen höchstens soweit aneinander rücken, dafs noch eine Schienenkopfbreite erhalten bleibt. Der Abstand der Gleismitten am Umfange der Scheibe mufs also bei Vollspur mindestens 1500 mm betragen. Ist er gleich der Summe von Spurweite und Fufsbreite, so findet kein Verschneiden der Schienenenden statt. Bei Herzstücken wendet man für alle sich schneidenden Gleise möglichst denselben Winkel an, um mit einer Herzstückform auszukommen. Ferner sucht man des leichten Ersatzes wegen die auch sonst üblichen Herzstück-Neigungen anzuwenden. Bisweilen kommt doppelte Ueberschneidung der Gleise vor, doch ist die Herstellung der zahlreichen Herzstücke recht kostspielig. Da die Lücke des Herzstückes nicht an den Scheibenumfang fallen darf, so ist nicht jeder beliebige Winkel möglich; ausführbar sind für zwei Gleise Abstände der Gleismitten, am Umfange der Grube als Sehne gemessen, von 108 bis 1327 mm und 1500 mm und mehr. Gehen mehrere Gleise ab, so führt die zeichnerische Untersuchung am sichersten zum Ziele.

---

346) Band II, 1. Auflage, S. 730, Textabb. 826.

Die Herzstücke müssen stets in der Geraden liegen; auch sonst ist wegen des sichern Auf- und Abfahrens und zur Schonung der Drehscheibe ein Stück Gerade an diese anzuschliefsen, das gleich dem längsten festen Achsstande der für die Drehscheibe in Betracht kommenden Fahrzeuge sein sollte.

Drehscheiben mit zahlreichen Gleisen, Stern-Drehscheiben, findet man namentlich vor den ringförmigen und in den runden Lokomotivschuppen, bisweilen auch im Freien und vor Wagenschuppen. Goering gibt für derartige Anlagen folgende Regeln für die Grenzwerte:

Zusammenstellung XXIX.

Drehscheiben-Durchmesser D	Falls keine	einfache	doppelte	Bemerkungen
	Ueberschneidung der Schienen stattfinden darf			
m	$\operatorname{tg}\delta = 2 \arcsin \frac{1,5}{D}$	$\operatorname{tg}\delta_1 = {}^1/_2 \operatorname{tang}\delta$	$\operatorname{tg}\delta_2 = {}^1/_3 \operatorname{tang}\delta$	allgemein
4,4	1 : 1,2	1 : 2,75	1 : 4,25	abgerundet
7,5	1 : 2,35	1 : 5	1 : 7,5	„
12,5	1 : 4	1 : 8	1 : 12	„

Hierin bedeuten δ, δ_1, δ_2 den Winkel zweier benachbarter Gleise.

Die Zahl der Stände ergibt sich durch Teilung der obigen Werte in 2π; beispielsweise erhält man bei 12,5 m Scheiben-Durchmesser ohne Überschneidung $\frac{2\pi}{1:4} \cong 25$ Stände im Vollkreise, und mit einfacher Überschneidung ebensoviele im Halbkreise; beides ist häufig ausgeführt. Bei gröfserm Scheiben-Durchmesser kommt man nicht mehr in Verlegenheit und wird die Grenzwerte in der Regel nicht erreichen. Kleinere Winkel, als sich nach Zusammenstellung XXIX ergeben, wendet man nur in besonderen Fällen an, etwa wenn es sich im Ganzen nur um wenige Gleise handelt.

1. β) Allgemeine Anordnung und Ausführung.

Früher sind viele Drehscheiben ganz aus Gufseisen hergestellt worden. Wegen der unvermeidlichen Stöfse beim Befahren ist dies nicht empfehlenswert, da das Unbrauchbarwerden einer Drehscheibe meist empfindliche Betriebstörungen hervorruft. Abgesehen von kleineren, nur von einzelnen Wagen befahrenen Drehscheiben bis höchstens 3 m Durchmesser in Werkstätten werden daher die Hauptträger der Drehscheiben aus gewalztem Eisen oder Stahl, vorwiegend wohl aus Flufseisen hergestellt. Nur in Amerika findet man auch grofse Drehscheiben aus Gufseisen. Die Abmessungen der tragenden Teile müssen wegen der Erschütterungen reichlich gewählt werden, wenn Dauerhaftigkeit erzielt werden soll.

Wagen-Drehscheiben werden häufig als Kreuz-Drehscheiben mit zwei sich kreuzenden Gleisen gebaut, sodafs sie für zwei sich schneidende Gleise stets richtig liegen.

In einigen Fällen wird nur eine Drehung um einen kleinen Winkel verlangt, beispielsweise in Kopfbahnhöfen, wenn ein Lokomotivgleis mit den Bahnsteig-Gleisen verbunden werden soll. Von der Grube wird dann ebenfalls nur ein Kreisausschnitt hergestellt.

Gröfsere Drehscheiben werden nicht in Scheibenform, sondern als drehbares Gleisstück ausgeführt und bestehen im Wesentlichen aus zwei Hauptträgern, welche die Fahrschienen meist unmittelbar tragen, und den erforderlichen Querabsteifungen, welche zugleich die Last auf die Unterstützungen: Mittelzapfen, Laufachsen, Rollkranz, übertragen. Der Mittelzapfen ruht auf dem Königstuhle; er soll der Höhe nach verstellbar und möglichst leicht zugänglich sein. Die Fläche zwischen den Schienen, ein schmaler Steg aufserhalb dieser und der Stand an der Drehvorrichtung werden mit Riffelblech abgedeckt. In diesem Belage sind Einsteigeklappen vorzusehen, um behufs Ausbesserung, Reinigung und Anstrich zwischen die Hauptträger gelangen zu können Aus demselben Grunde sind die Belagbleche nicht mit Nieten sondern mit Schrauben zu befestigen. Das dröhnende Geräusch beim Befahren der Scheibe kann man mildern, wenn man die Träger unter den Belagblechen mit Streifen aus Dachpappe, geteertem Segelleinen, Asbestfilz oder dergleichen belegt.

Bei Drehscheiben, die in Werkstätten, Güter- und Lokomotiv-Schuppen, in Ladegleisen und in Höfen liegen, wo Menschen und Fuhrwerke verkehren, ist es ratsam, die ganze Grube abzudecken. Bei Kreuzdrehscheiben ist dies leicht auszuführen; bei einfachen Scheiben baut man zu diesem Zwecke an die Hauptträger beiderseits nach aufsen Stützen an, verbindet deren Enden durch einen Ring und bringt eine Abdeckung aus Bohlen oder Riffelblech darauf. Bei offenen Gruben wird der Schutz gegen Hineinfallen bisweilen auch durch ein mit der Drehscheibe fest verbundenes und mit ihr umlaufendes Geländer bewirkt. Bei der englischen Grofsen Nordbahn ist die Grube in einigen Fällen nur soweit mit Ummauerung versehen, wie Gleise angeschlossen sind; der übrige Teil der Grube läuft bis zur Höhe des umliegenden Geländes in flacher Böschung allmälig aus.[347]) Auch dadurch ist die Gefahr des Hineinstürzens verringert. Bei grofsen Scheiben, die meist eine tiefe Grube erfordern, empfiehlt es sich, auch die Scheibe selbst mit einem Geländer zu versehen, da es häufig vorkommt, dafs der Heizer von der Lokomotive steigen mufs, um beim Drehen zu helfen. Unfälle durch Abstürzen sind in solchen Fällen wiederholt vorgekommen. Bei im Freien liegenden Scheiben werden durch die Abdeckung Grube und Laufkranz auch frei von Schnee gehalten. Im Norden Amerikas hat man zu letzterm Zwecke auch wohl Heizkörper am Rande der Grube herumgeführt.[348])

Drehscheiben werden in der Regel versenkt, indem die Träger und das Laufwerk in eine Grube gelegt werden. Halbversenkte Drehscheiben, bei denen die Hauptträger gröfstenteils über S. O. und in solchem Abstande liegen, dafs sie die

---

347) Organ 1898, S. 172. Nach Engineering News 1898, März, S. 211.

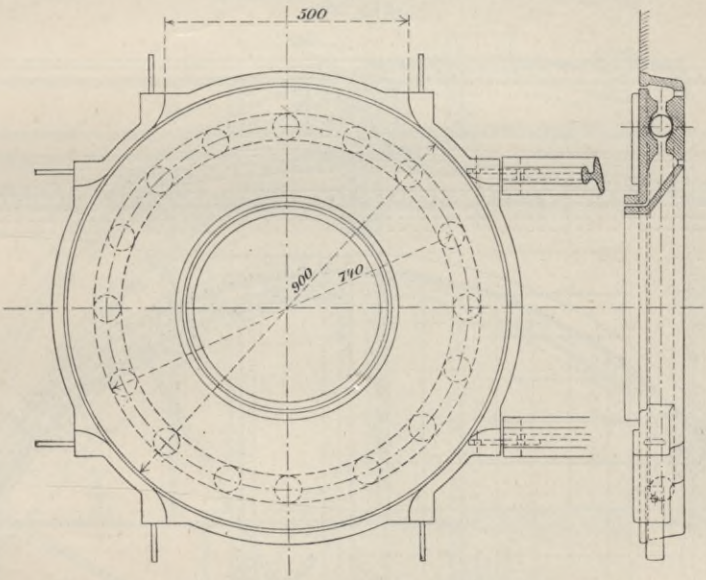
348) Organ 1906, S. 182.

Umgrenzung der Betriebsmittel freilassen, finden sich in Amerika und bei der Paris—Orléans-Bahn[349]), bei letzterer mit 17 m Durchmesser, 440 mm tiefer Grube, geradliniger Unterkante im Hauptträger und Laufkranz in Höhe der Fahrschienen aufserhalb der Grube.[350])

1. γ) Drehscheiben für Förder- und Werk-Gleise.

Die Drehscheiben kleinster Art sind aus den Wendeplatten entstanden, die bei Förder- und Werk-Gleisen an jeder Kreuzung zu finden sind. Sobald die Fahrzeuge ein erhebliches Gewicht haben, ist das Herumschwenken auf der Wendeplatte mit erheblicher Anstrengung und Abnutzung der Achsen und Lager verbunden. Man wendet daher auch bei Schmalspur- und Förder-Bahnen in den Kohlenplätzen und Werkstättenanlagen vielfach Drehscheiben an, von denen Textabb. 498 eine zweckmäfsige Ausführung der Maschinenbaugesellschaft Grafenstaden darstellt. Die gufseiserne flache ringförmige Scheibe läuft auf Stahlkugeln. Häufig drehen sich derartige Scheiben so leicht, dafs Fufsgänger beim Hinauftreten in Gefahr kommen, zu fallen. Man kann die Gangbarkeit durch Vermehrung

Abb. 498.



Mafsstab 1 : 15. Schmalspur-Drehscheibe, Grafenstaden.

oder Verminderung der Zahl der Kugeln in gewissen Grenzen regeln. Die Grundplatte, welche unmittelbar in den Boden verlegt wird, also kein Grundmauerwerk erfordert, ist mit führenden Vorsprüngen für die Spurkränze der Wagen versehen; für die anschliefsenden Gleise sind Laschen eingegossen. Andere Anordnungen haben einen mittlern Drehzapfen, der die Last allein trägt, und aufsen einen Auflager-

349) Organ 1890, S 111. Engineering News 1897, Nov., S. 333.
350) Vergleiche 1 μ. S. 426.

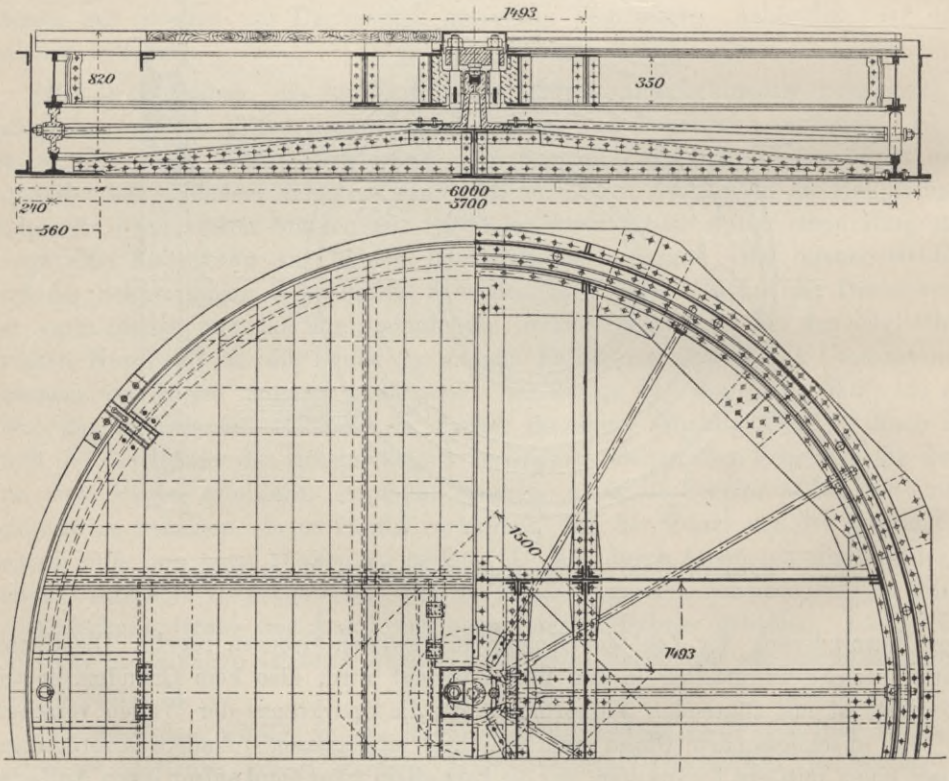
ring, um das Kippen zu verhindern. Letzterer läfst sich bei der sogenannten Teller-Drehscheibe vermeiden, bei der das Kippmoment auf den Mittelzapfen übertragen wird.[351]) Bei beiden Arten mufs eine kleine gemauerte Grube hergestellt werden.

1. δ) Drehscheiben für Wagen.

Die Spurkränze der Räder schneiden die S. O. etwa 200 mm vor der Achsmitte; die nutzbare Schienenlänge der Drehscheiben, welche kleiner ist, als deren Durchmesser, mufs daher mindestens 400 mm gröfser sein, als der Achsstand des Fahrzeuges. Hierzu kommt ein kleiner Zuschlag an Gleislänge, damit man bei der Aufstellung des Fahrzeuges etwas Bewegungsfreiheit behält und bei einseitiger Belastung einen gewissen Ausgleich durch Verschieben auf der Scheibe bewirken kann. Mit einem Zuschlage von im Ganzen 1 m zum mafsgebenden Achsstande wird man im Allgemeinen auskommen.

Da die Achsstände der gewöhnlichen Güterwagen 4,5 m in der Regel nicht übersteigen, so genügt für die Drehscheiben auf Güterbahnhöfen häufig ein Durchmesser von 5,5 m. Ist aber mit Wagenladungen leichter Güter, wie Baumwolle, Stroh, Torf, leere Oelfässer, zu rechnen, die lange Wagen von 6 m bis 6,5 m Achsstand erfordern, so werden Drehscheiben von 7,5 m Durchmesser nötig. Ferner

Abb. 499.



Mafsstab 1 : 50.

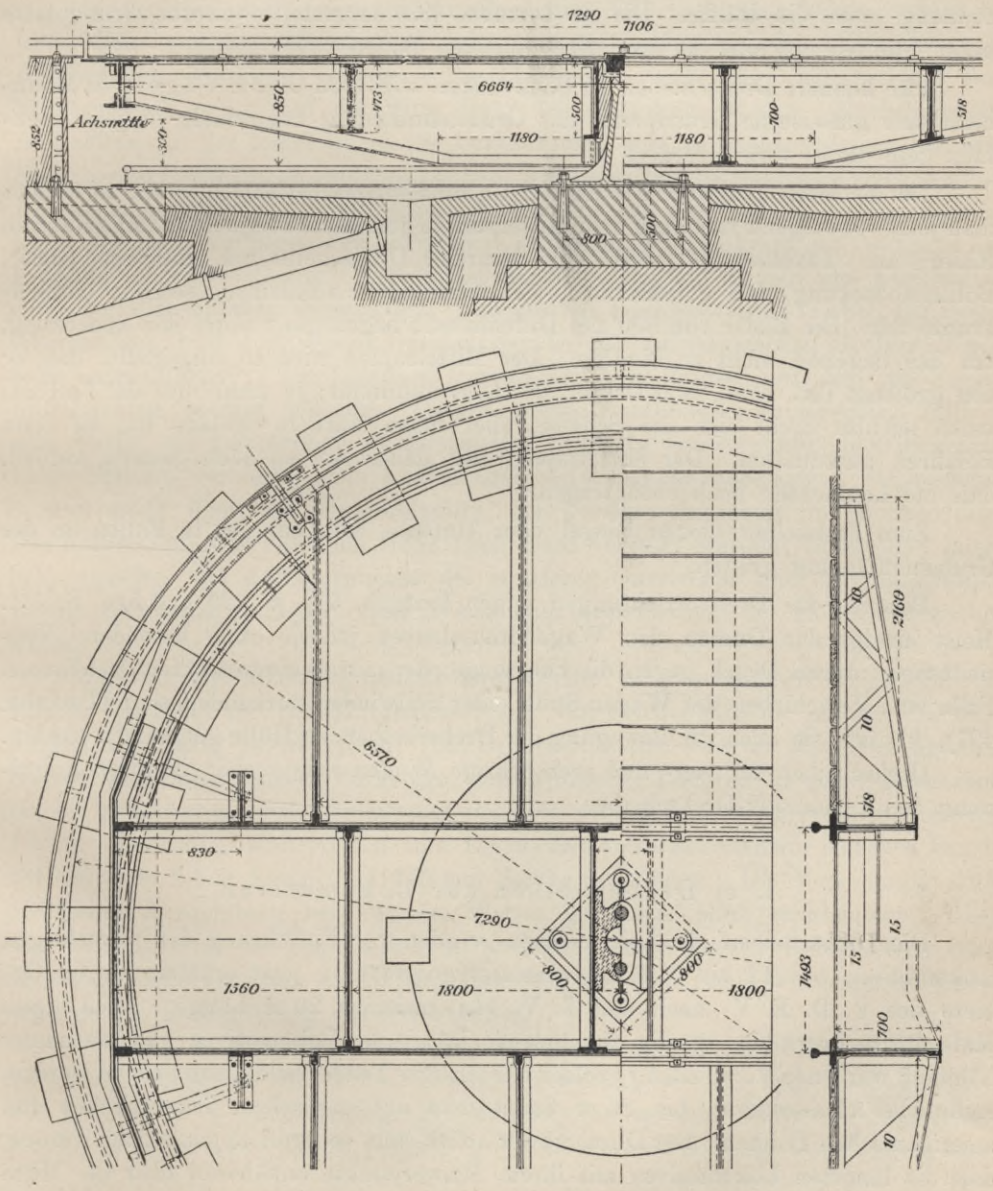
Eingleisige Wagen-Drehscheibe von 6,0 m Durchmesser mit Rollkranz und ohne Grundmauerwerk.

[351]) Praktischer Maschinen-Konstrukteur 1905, Nov., S. 196.

ist darauf zu achten, dafs die überstehenden Teile der Wagen beim Drehen nirgends anstofsen können, dafs also ein Kreis mit dem übereck genommenen Mafse des Fahrzeuges von Bufferscheibe zu Bufferscheibe freigehalten wird. Personenwagen mit längeren Achsständen können meist auf den Lokomotivdrehscheiben gedreht werden.

Bei Kreuzdrehscheiben, die bis zu 5,5 m Durchmesser zu empfehlen sind, wird das eine Paar der Hauptträger vom andern durchschnitten. Die Verbindung beider mufs kräftig und sorgfältig hergestellt werden, indem entweder die Gurtungen

Abb. 500.



Mafsstab 1 : 50. Wagendrehscheibe von 7,5 m Durchmesser mit Laufachsen.

und die Träger abwechselnd durchgeführt, oder grofse obere und untere Gurtlaschen oder Knotenbleche, angebracht werden. Die Kreuzungen der Fahrschienen werden durch rechtwinkelige Herzstücke aus Hartgufs, Flufsstahl, Formgufs oder durch Ausklinkung der Schienenköpfe hergestellt. Diese darf nach unten keine scharfen Ecken erhalten, weil sie sonst Einbrüche des Schienensteges verursacht.

Eine früher viel ausgeführte und auch heute noch verwendete eingleisige Drehscheibe von 6 m Grubendurchmesser mit Mittelzapfen, Rollenkranz und Holzbelag zeigt Textabb. 499. Die Rollen laufen zwischen zwei Schienenkränzen und werden durch die am Mittelzapfen in einem Ringe befestigten Stangen geführt. Der einstellbare Mittelzapfen trägt stets nur einen Teil der Last, bei dieser Anordnung etwa die Hälfte. Die in Textabb. 499 dargestellte eiserne Grundplatte nebst Umfassungskranz ist für aufgeschütteten Boden zweckmäfsig.

Für kleinere Drehscheiben zu Bauzwecken wird von Gebr. Vögele in Mannheim eine gufseiserne Grundplatte mit Grubeneinfassung angewandt, welche ebenfalls kein Mauerwerk erfordert.

Da die losen Tragrollenkränze viel Unterhaltungsarbeiten erfordern, so wendet man jetzt vorwiegend vier nach dem Mittelpunkte gerichtete Tragachsen mit gröfseren Rädern an. Textabb. 500 stellt eine derartige Drehscheibe mit einfachem Gleise, Bohlenabdeckung und gufseisernem, aus Abschnitten zusammengesetztem Grubenkranze dar. Die Räder von 600 mm Durchmesser liegen ganz unter der Abdeckung, um das Begehen nicht zu hindern. Der Mittelzapfen wird so eingestellt, dafs er den gröfsten Teil, etwa zwei Drittel, der Last aufnimmt; je mehr dies der Fall ist, umso leichter dreht sich die Scheibe, aber umso stärkere Schläge hat sie beim Befahren auszuhalten. Der Mittelzapfen soll daher nur so hoch gestellt werden, dafs die Laufachsen noch eben tragen.

Zum Feststellen dienen Riegel oder einfache Klinken, die in Fallen an der Grubeneinfassung greifen.

Beispiele für Drehvorrichtungen zeigen Textabb. 514, S. 420 und 515, S. 421. Meist erfolgt das Drehen der Wagendrehscheiben jedoch ohne besondere Vorrichtungen durch Druck gegen die Fahrzeuge oder mittels eingesteckter Drehbäume. Falls zum Verschieben der Wagen Spille oder Seilwinden vorhanden sind (Textabb. 497), können sie auch zur Bewegung der Drehscheiben zu Hülfe genommen werden.

Drehscheiben für vier- und sechsachsige Wagen entsprechen in ihrer Anordnung den Lokomotiv-Drehscheiben.

1. ε) Drehscheiben für Lokomotiven.

Die Drehscheiben für Lokomotiven wurden vor Einführung der vierachsigen Lokomotiven mit 12 bis 14 m Durchmesser ausgeführt; jetzt erhalten sie im Gebiete des V. D. E. V nach den T. V. 44,1 meistens 20 m Länge. Auch dieses Mafs dürfte durch die ständig zunehmende Länge der Lokomotiven und die immer häufiger werdende Verwendung grofser vierachsiger Tender bald unzureichend werden. Aehnliche Abmessungen bis 26 m findet man auf englischen, französischen und amerikanischen Bahnen. Der Durchmesser sollte stets so grofs angenommen werden, dafs die längsten Lokomotiven mit ihrem Schwerpunkte annähernd über die Mitte der Scheibe fahren können, da die Scheibe nur dann leicht beweglich ist, wenn die

Last fast ausschliefslich auf dem Mittelzapfen ruht. Um dies in belastetem Zustande zu erreichen, mufs der Zapfen so stark niedergeschraubt werden, dafs sich die Laufräder in unbelastetem Zustande von den Schienen abheben, und zwar um so mehr, je biegsamer die Hauptträger sind. Da nun die Stöfse beim Auf- und Abfahren um so heftiger sind, je weiter die Laufräder von den Schienen abstehen, so müssen die Hauptträger behufs Verminderung der Durchbiegungen sehr hoch und stark ausgeführt werden, um jene zerstörend wirkenden Stöfse möglichst zu beschränken. Bei kräftig gebauten neueren Drehscheiben sollen die Laufräder in unbelastetem Zustande 5 bis 7 mm, keinesfalls mehr, als 10 mm hoch über dem Laufkranze stehen.

In Amerika stellt man die Scheiben zum Teil bedeutend höher, sodafs die Last allein auf dem Mittelzapfen ruht und die Laufachsen nur beim Auf- und Abfahren zur Wirkung kommen. Die Lokomotive mufs dann jedesmal mit dem Schwerpunkte genau auf die Mitte der Scheibe gefahren werden. Kurbelantriebe sind selten; in der Regel gehen die Drehscheiben dort so leicht, dafs ein bis zwei Mann sie an Drehbäumen bewegen können. Bei lebhaftem Betriebe wird mechanischer Antrieb angewandt. Mitunter fehlen die Laufachsen ganz; die Enden der Scheibe legen sich beim Auffahren der Lokomotive auf einen Schienenkranz auf, während der Drehung schweben sie frei. Auch findet man Lagerung auf Kugeln oder Kegelrollen statt des Mittelzapfens angewendet. Letztere hat beispielsweise Strobel bei Drehscheiben von 18,3 und 19,8 m Durchmesser bei der amerikanischen Grofsen Nordbahn ausgeführt.[352]) Der mittlere Durchmesser des Ringes, auf dem die Kegelrollen laufen, beträgt 864 mm. Diesem grofsen Durchmesser entsprechend fällt es sehr leicht, die Lokomotive so aufzustellen, dafs ihr Schwerpunkt stets innerhalb dieser Strecke verbleibt. Die Endauflager schweben bei unbelasteter Drehscheibe 32 mm hoch über der Unterstützung, bei gröfster Belastung nur noch 3 mm. Das Rollen-Auflager kann der Höhe nach nicht verstellt werden; es ist aber möglich, zwischen die Auflagerpunkte der mittleren Querträger und die Hauptträger Bleche einzulegen und auf diese Weise eine Veränderung der Höhenlage zu erzielen.

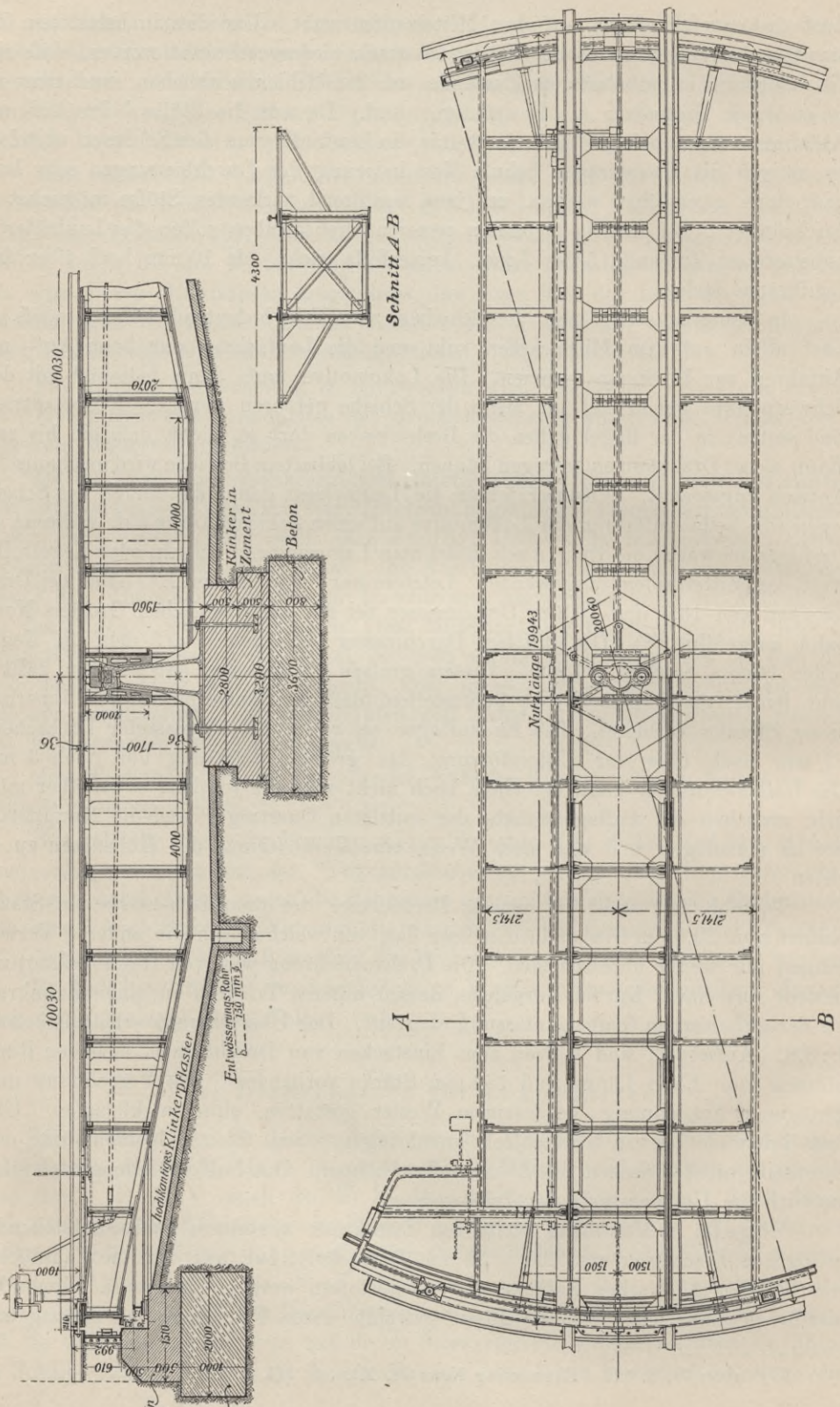
Textabb. 501 stellt die neueste Drehscheibe der preufsisch-hessischen Staatsbahnen von 20,06 m Grubendurchmesser dar, von welcher sich die anderer Verwaltungen nur wenig unterscheiden. Die Drehvorrichtung wird von Hand betätigt und besteht aus einem Kurbel-Vorgelege, dessen unteres Triebrad in einen Zahnkranz an der gufseisernen Grubeneinfassung eingreift. Das Übersetzungsverhältnis beträgt 1 : 8,8. Aufserdem sind Hülsen zum Einstecken von Drehbäumen, eichenen Rundhölzern von 2,5 m Länge und 130 mm Stärke vorhanden Die Verzahnung mufs genügende Ausdehnung bei warmem Wetter gestatten, ohne zu klemmen. Über dem Triebrade ist ein Schutzblech anzubringen, damit Steine, Kohlenstücke oder Eisenteile nicht zwischen die Zähne fallen können. Das hohle Windengestell bildet zugleich die Umkapselung des Triebwerkes.

Vögele in Mannheim stellt den Zahnkranz aus einem hochkant stehenden gebogenen Flacheisen von 135 × 25 mm Querschnitt her, aus dem die Zahnlücken wie bei den Abt'schen Zahnstangen ausgestofsen werden. Mayr in Nippes hat hierfür in sinnreicher Weise [-Eisen gewählt, deren Flanschen der Teilung ent-

---

[352]) Organ 98, S. 172. Engineering News 98, März, S. 211.

Abb. 501.



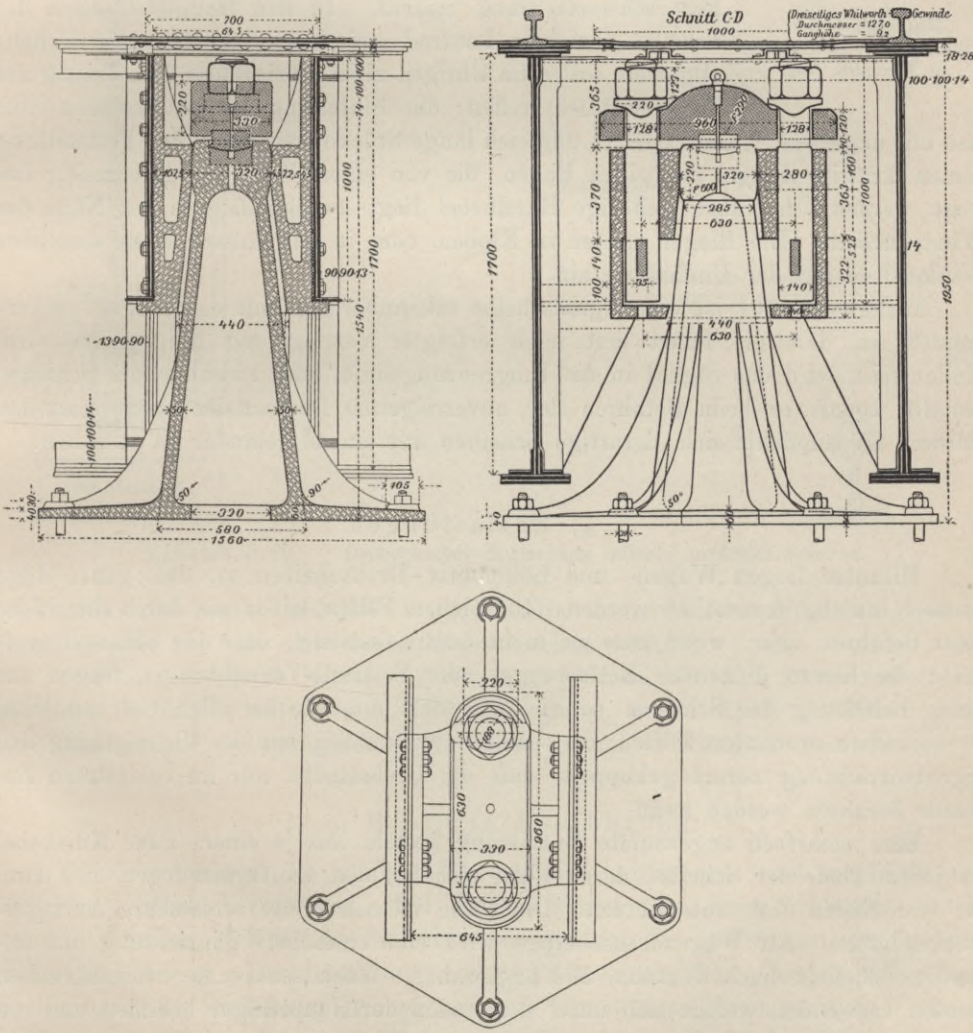
Maſsstab 1 : 103. Lokomotiv-Drehscheibe von 20 m Durchmesser, preuſsisch-hessische Staatsbahnen.

sprechend gelocht wurden; in die 25 mm grofsen Löcher wurden lose Niete eingesteckt. Auf diese Weise erzielt er eine billige und leicht zu ersetzende Triebstock-Verzahnung, die ganz aus Flufseisen besteht.

Eine andere Bewegungsvorrichtung, die durch den Fortfall des grofsen Zahnkranzes billiger wird und leichter aufzustellen ist, besteht in dem Antriebe einer, oder besser beider Laufachsen einer Langseite mittels eines Vorgeleges. Diese Ausführung ist aber bei glatten Schienen und ungleicher Belastung nicht immer zuverlässig.

Die Fahrschienen sollen tunlichst für die ganze Scheibenlänge aus einem Stücke bestehen; sie werden mit Klemmplatten auf den Langträgern befestigt, sodafs sie sich frei ausdehnen können. Für die Laufräder hat sich Tiegel-Gufsstahl und Hartgufs bewährt.

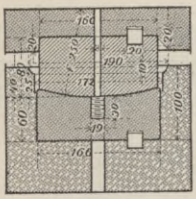
Abb. 502.



Mafsstab 1 : 30. Königstuhl und Mittelzapfen einer Lokomotiv-Drehscheibe von 20 m Durchmesser, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Aus Textabb. 502 und 503 ist zu ersehen, wie die Übertragung der Kräfte von den Hauptträgern auf den Königstuhl erfolgt und wie die Nachstellbarkeit der Auflagerung erzielt wird. Die beiden Haupt-Tragbolzen lassen eine pendelnde Bewegung in der Querrichtung zu. Der Hauptzapfen und die Pfanne werden nach einer Kugelhaube geformt, aus bestem Stahle hergestellt, gehärtet und geschliffen. Als Schmiermittel ist Maschinenfett oder Vaseline, nicht Öl zu nehmen.

Abb. 503.



Maſsstab 1 : 10.
Drehzapfen und Pfanne zu Textabb. 502.

Der aus Schienen gebogene Laufkranz muſs ebenso sicher gelagert sein, wie der Königstuhl und die Umfassung. Er wird am besten auf guſseisernen Unterlagen verlegt, welche durch Untergieſsen mit Zement oder Unterlegen leicht in richtiger Lage erhalten werden können. Für den Laufkranz und die Fahrschienen verwendet man die schwersten verfügbaren Schienen. Auf völlig ebene und zur Mitte richtige Lage des Laufkranzes muſs dauernd geachtet werden, damit kein schwerer Gang eintritt. In den Hauptstellungen der Scheibe darf kein Laufrad auf einem Schienenstoſse stehen; allgemein sollen im Übrigen nicht zwei Räder gleichzeitig auf Schienenstöſse treffen; die Einteilung des Laufkranzes muſs also mit ungerader Anzahl oder in ungleich lange Stücke erfolgen. Zur Feststellung dienen kräftige Riegel an beiden Enden, die von einer Stelle aus gleichzeitig bewegt werden; der dazu gehörige Handhebel liegt zweckmäſsig in der Nähe der Windekurbeln. Die Riegel greifen in Kloben, oder in mit Ausschnitten versehene Winkeleisen auf der Umfassung ein.

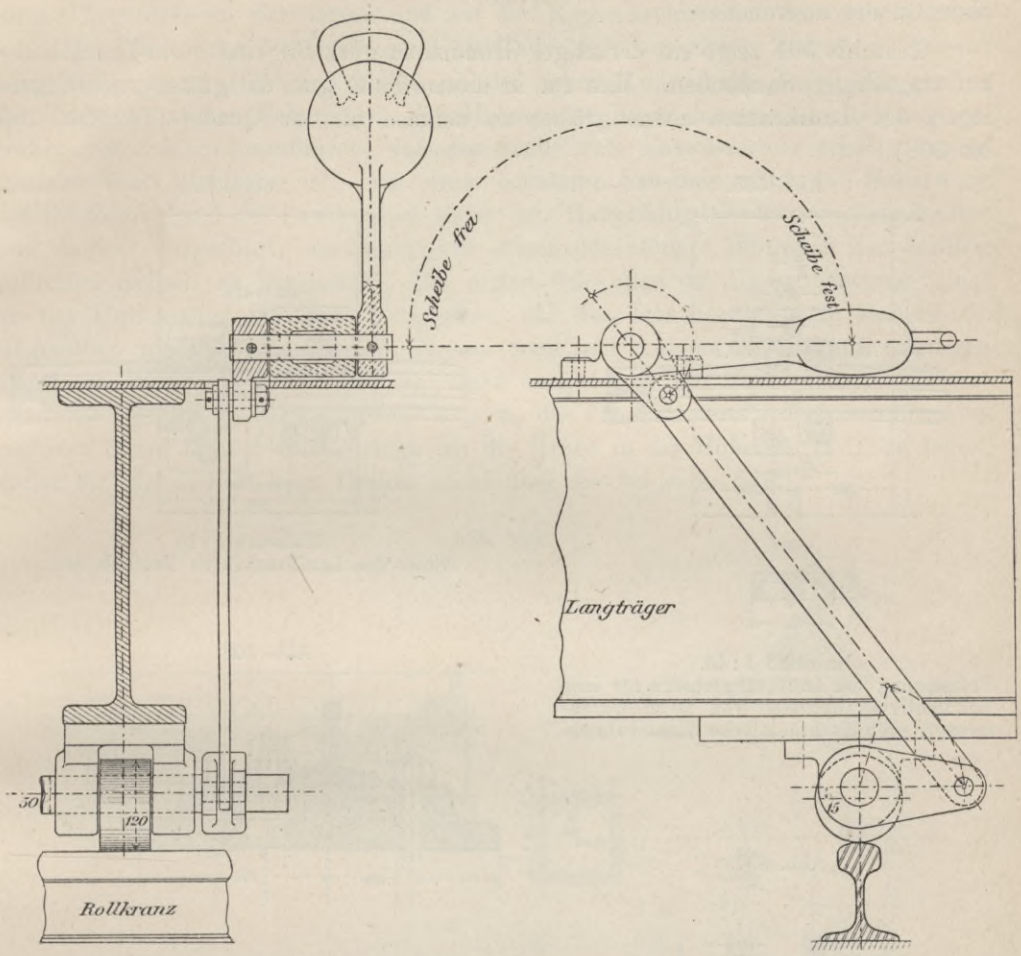
In Textabb. 501 ist eine Signalscheibe erkennbar, die mit den Riegeln so verbunden ist, daſs die Fahrt erst nach erfolgter Verriegelung freigegeben wird. Stellenweise wird das Signal in die Umgrenzungslinie, oder zwischen die Schienen gestellt, sodaſs es beim Befahren der unverriegelten Drehscheibe zerstört werden würde. Es empfiehlt sich, derartige Scheiben mit einem Geländer zu versehen.

1. ζ) Entlastungen.

Mitunter liegen Wagen- und Lokomotiv-Drehscheiben so, daſs ganze Züge darüber hinweg verschoben werden. In solchen Fällen leiden sie durch die Stöſse beim Befahren sehr, wenn man sie nicht derart feststellt, daſs das Schlagen aufhört; die hierzu dienenden Entlastungs- oder Feststell-Vorrichtungen tragen zur guten Erhaltung der Scheiben so viel bei, daſs man sie bei allen viel benutzten Drehscheiben anwenden sollte. Sie werden zweckmäſsig mit der Verriegelung und Signalvorrichtung derart gekuppelt, daſs die Drehscheibe nur im entlasteten Zustande befahren werden kann.

Eine mehrfach angewandte Entlastung besteht aus je einem Paar Kniehebel an jedem Ende der Scheibe, deren Füſse sich auf den Laufkranz legen und dann die vier Enden fest unterstützen. Die Füſse müssen breite, ersetzbare Auflagerstücke haben. An Wagendrehscheiben wird eine einfachere Einrichtung mit unrunden Scheiben nach Textabb. 504 angewandt. Auch senkrechte Stützschrauben werden verwendet, welche sich unter den Enden der Hauptträger befinden und von einer Stelle aus durch Kegelräder, Räder und Wellen gleichzeitig mit der Verriegelung bewegt werden. Vereinzelt läſst man auch die ganze Scheibe fest auf

Abb. 504.



Mafsstab 1 : 10. Drehscheiben-Entlastung mittels unrunder Scheibe.

dem Laufkranze liegen, und hebt vor jedem Drehen den Mittelzapfen durch Wasserdruck so weit an, dafs die Scheibe leicht drehbar wird.[353])

Auf dem Bahnhofe Münster i. W. liegt seit kurzem eine 20 m-Drehscheibe mit einer Entlastung mittels ungleicharmiger Hebel, welche durch einen besondern, vom Fahrantriebe unabhängigen elektrischen Antrieb in Tätigkeit gesetzt wird.

1. η) Bauliche Ausführung.

Die Grundmauern des Königstuhles und des Laufkranzes sind sorgfältig und ausreichend stark herzustellen. Für erstern nimmt man einen schweren, untermauerten Quader, welcher der Verschiebung und den Erschütterungen genügenden Widerstand leistet. Der Laufkranz wird vielfach durch lange Quader unterstützt, die bis unter die Einfassung reichen und mit dem übrigen Mauerwerke in Verband liegen.

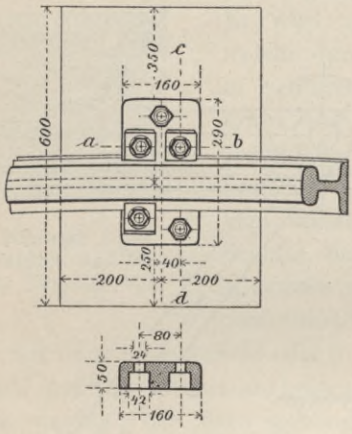
---

353) Engineer 1894, II. S. 219.

Bei besten Klinkern und sorgfältiger Ausführung in Zement kann man auch ohne Quader auskommen.

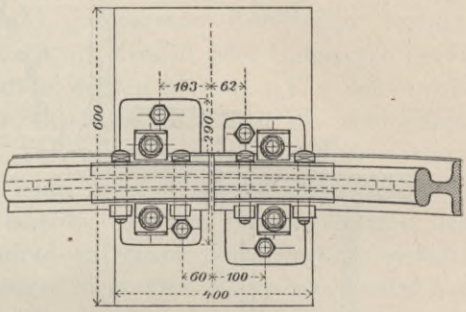
Textabb. 501 zeigt ein derartiges Grundmauerwerk für eine 20 m-Drehscheibe auf tragfähigem Sandboden. Man tut in diesem Falle gut, die gufseisernen Unterlagen des Laufkranzes etwas gröfser zu nehmen als für Quader (Textabb. 505 bis 508).

Abb. 505.



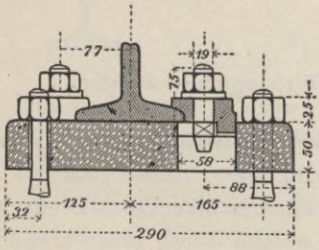
Mafsstab 1 : 15.
Befestigung der Laufkranzschiene für eine Lokomotiv-Drehscheibe von 20 m Durchmesser, preufsisch-hessische Staatsbahnen.

Abb. 506.



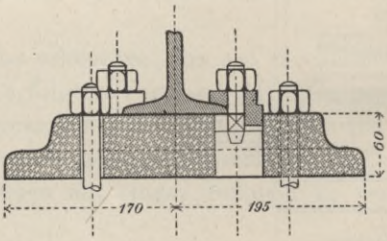
Mafsstab 1 : 15.
Stofs des Laufkranzes zu Textabb. 505.

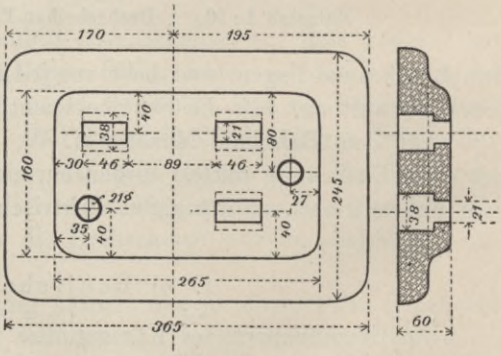
Abb. 507.



Mafsstab 2 : 15.
Stuhl für Quaderunterstützung, Schnitt c – d Textabb. 505.

Abb. 508.





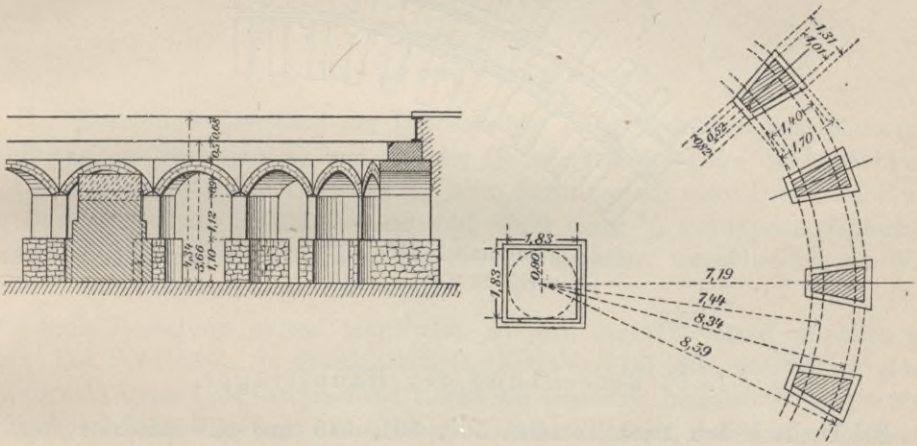
Mafsstab 2 : 15.
Stuhl für Ziegelunterstützung zu Textabb. 505.

Die früher oft verwendeten Einfassungen der Gruben aus Holzschwellen oder Mauerwerk sind nicht haltbar, daher werden jetzt meist gufseiserne Einfassungen nach Textabb. 500 und 501 ausgeführt. Bei Wiederverwendung einer vorhandenen Drehscheibe in der Hauptwerkstätte Guben hat der Verfasser die ganze Gruben-

Umfassung aus mehreren, auf einander gelegten [-Eisen-Ringen gebildet, die von alten Wagenträgern herrührten und auf der Biegemaschine kalt gebogen wurden.

Die Pflasterung der Grube wird als Rollschicht aus harten Ziegeln in Zement hergestellt, damit sie bei Arbeiten an der Scheibe oder beim Aufwinden von in die Grube geratenen Fahrzeugen den Hebezeugen hinreichende Unterstützung gewährt. Sie ist so auszuführen, dafs die Grube gute Entwässerung erhält, worauf gröfster Wert zu legen ist. Bei stark benutzten Scheiben wird das Mauerwerk der Umfassung und des Laufkranzes unter dem Hauptfahrgleise zweckmäfsig breiter und stärker ausgeführt, um Senkungen durch das häufige Hämmern der darüber rollenden Achsen zu vermeiden. Die ersten Schwellen der Gleise lege man dicht an die Umfassung, bei dem Hauptgleise auf das hier hochgeführte Mauerwerk. Gegenüber nicht durchgehenden Gleisen wird ein kurzer Gleisstumpf angelegt, damit zu weit rollende Fahrzeuge nicht entgleisen. Bei Drehscheiben, die unmittelbar gedreht werden, empfiehlt es sich, das Pflaster oder das Erdreich in einem mehrere Meter breiten Gürtel rings um die Grube in die Höhe der S. O. zu legen, damit die Mannschaft beim Drehen nicht über die Schienen fällt.

Abb. 509.

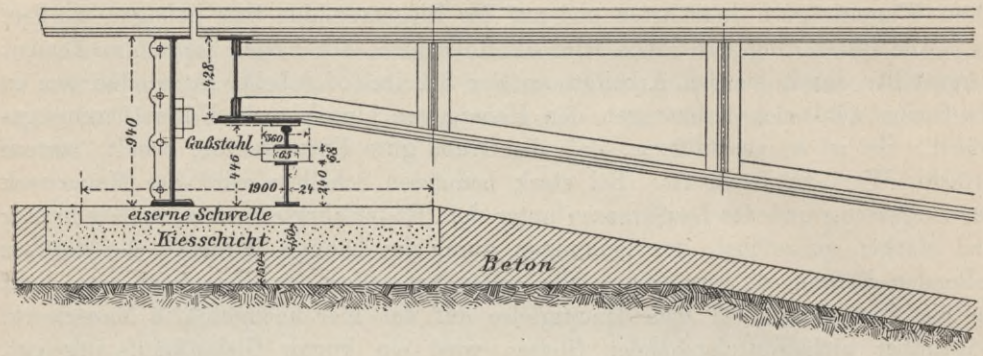


Mafsstab 1 : 200. Grundmauerwerk einer Lokomotiv-Drehscheibe in Anschüttung.

Textabb. 509 zeigt das Grundmauerwerk für eine Lokomotivdrehscheibe in aufgeschüttetem Boden. Wagen-Drehscheiben werden im gleichen Falle nach Textabb. 499 und mittels schweifseiserner Grundplatte unmittelbar auf ein Schotterbett verlegt.

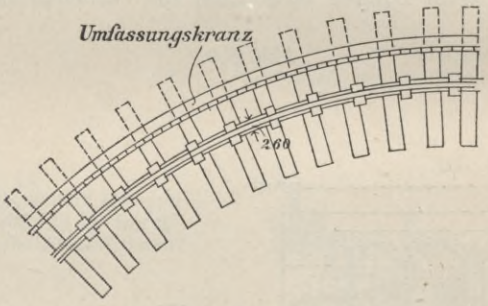
In Hamm hat man bei einer Lokomotiv-Drehscheibe von 16 m Durchmesser auf schlechtem Baugrunde die tiefe Gründung des Laufkranzes durch folgende Anordnung vermieden. Die ganze Grube ist mit einer 15 cm starken Betonplatte abgedeckt, die am Umfange eine gleich starke Kiesschicht aufnimmt (Textabb. 510 und 511). Auf dem Kiese ruhen in 580 mm Teilung 88 in Strahlrichtung verlegte, 1900 mm lange eiserne Schwellen. Diese tragen die Umfassung und den Laufkranz und halten beide in sicherm Abstande von einander. Zur Druckverteilung liegt auf den Schwellen zunächst noch ein Ring aus I-Eisen Nr. 24, der die Stühle für den Laufschienenkranz aufnimmt. Die Anordnung hat sich bewährt und empfiehlt sich durch ihre Billigkeit und schnelle Ausführbarkeit.

Abb. 510.



Maſsstab 1 : 40.
Lagerung eines Laufkranzes auf Schwellen, Bahnhof Hamm.

Abb. 511.



Maſsstab 1 : 100.
Grundriſs zu Textabb. 510.

1. ϑ) Berechnung der Hauptträger.

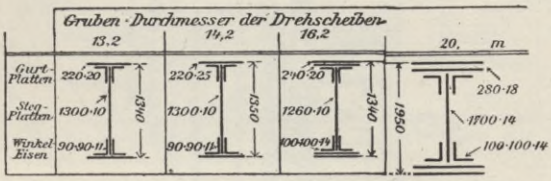
Bei Drehscheiben nach Textabb. 500, 501, 515 und 525 mit vier fest gelagerten Achsen ruht die Last zeitweise allein auf dem Mittelzapfen; die Hauptträger sind daher auch für diesen Belastungsfall zu berechnen. Bei Scheiben mit Laufkranz nach Textabb. 499 pflegt man anzunehmen, daſs ein Drittel der Last auf diesem, zwei Drittel auf dem Mittelzapfen ruhen. Die Last selber ist bei Wagendrehscheiben zu zweimal 15000 kg in 4,5 m Abstand, oder falls der Achsstand der Wagen gröſser ist, diesem entsprechend anzunehmen; bei Lokomotivdrehscheiben ist einmal die ungünstigste Stellung der längsten und schwersten Lokomotive nach den Achsbelastungen in betriebsfähigem Zustande zu ermitteln, und einmal die Stellung mit dem Schwerpunkte über dem Mittelzapfen zu untersuchen.

Die Beanspruchung kann in den Hauptträgern zu 7 bis 9 kg/qmm, in den Endquerträgern, welche erheblichen Stöſsen ausgesetzt sind, zu 5 kg/qmm angenommen werden.

Zur Vermeidung der oben erwähnten Übelstände bei zu groſser Durchbiegung müssen die Hauptträger genügend hoch sein, und zwar nicht unter $^1/_{12}$, besser $^1/_{10}$ des Durchmessers. Bei den preuſsischen Staatsbahnen sind die in Textabb. 512

angegebenen gröfsten Querschnitte der Hauptträger eingeführt. Gewichte sind für die Drehscheiben der preufsischen Staatsbahnen unter Nr. 11, 13 bis 16, Zusammenstellung XXXI, S. 431 angegeben.

Abb. 512.



Mafsstab 1 : 105.
Hauptträger-Querschnitte für verschiedene Drehscheiben.

Die auf S. 405 erwähnte brückenartige Drehscheibe der Orléans-Bahn von 17 m Durchmesser wiegt wegen der grofsen Höhe ihrer Hauptträger von 1770 mm in der Mitte nur etwa 24000 kg, obwohl die Bauart besondere Schienenträger erfordert.

1. *i*) Bewegungswiderstand.

Der Bewegungswiderstand der Drehscheiben hängt sehr von dem Mafse der Uberhöhung des Mittelzapfens und von der Genauigkeit der Lage des Laufkranzes ab. Der Verfasser fand den Widerstand beim Ingangsetzen einer Drehscheibe von 13 m Durchmesser der Bauart Textabb. 501 unter einer $^3/_3$ gekuppelten Güterzug-Lokomotive mit Tender bis 135 kg am Scheibenumfange, einschliefslich der Verluste der Räderübersetzung in der Winde.

Ist die Bewegung einmal eingeleitet, so wird der Widerstand erheblich geringer. Die Drehscheibe in Frankfurt a. O. (Textabb. 513) läfst sich[354]) bei einem Wasserdrucke unter 1 at, entsprechend 120 kg am Umfange, langsam in Gang setzen. Bei 2 at Druck läuft sie mit ausreichender Geschwindigkeit, bei 3 at erfolgt eine Drehung um 180° in 45 Sekunden. Amerikanische Drehscheiben, die Scheibe der Orléans-Bahn und ähnliche, die vorwiegend auf dem Mittelzapfen ruhen und von einem bis zwei Mann an Drehbäumen unmittelbar gedreht werden, haben bei 17 bis 18 m Durchmesser einen Drehwiderstand von höchstens 90 kg am Scheibenumfange.

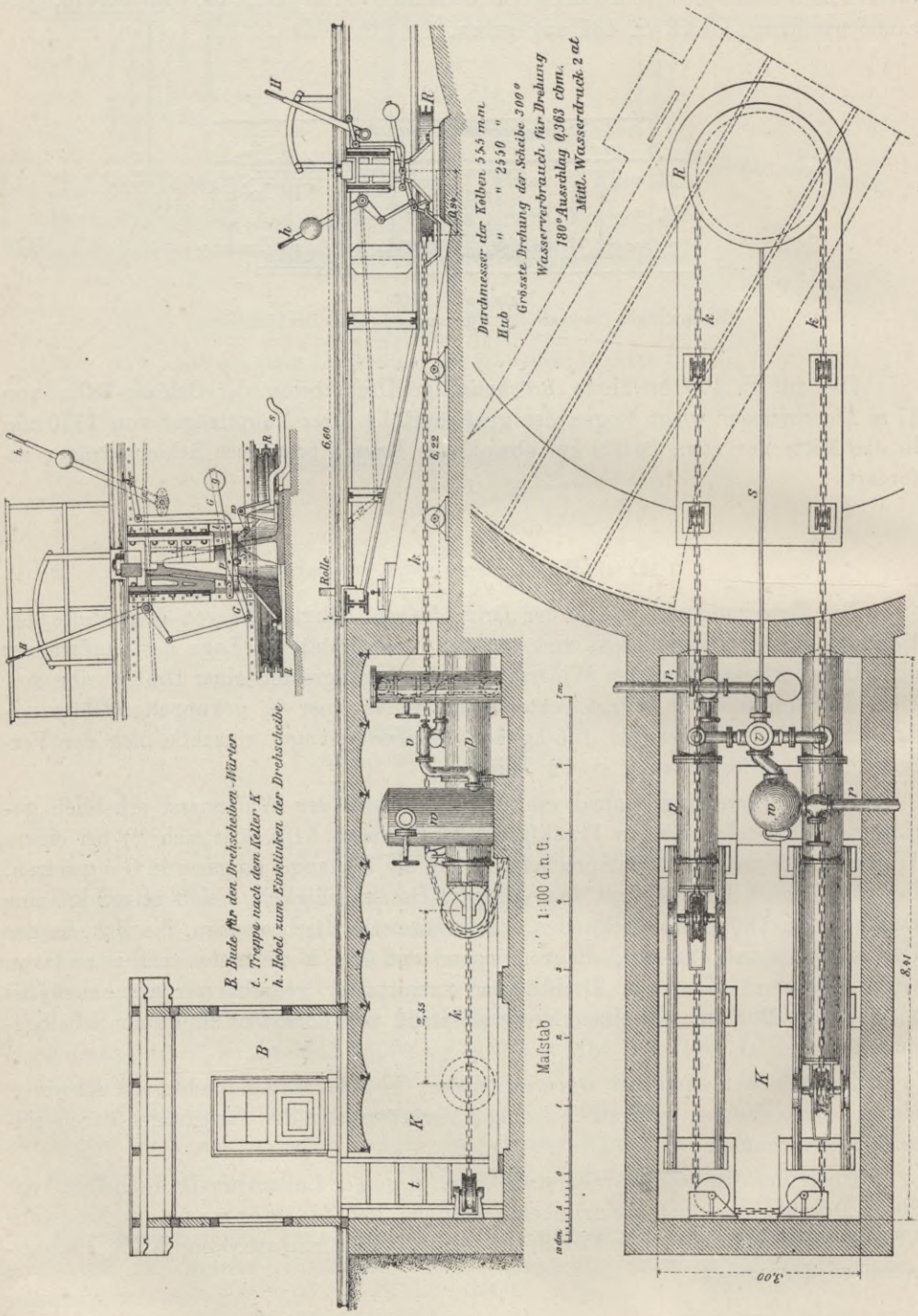
Drehscheiben sind bei warmem Wetter in den Mittagstunden oft schwerer, als sonst zu drehen, vermutlich infolge Verkrümmung der Langträger durch einseitige Erwärmung.

Über den Bewegungswiderstand von neueren Lokomotiv-Drehscheiben mit 20 m Durchmesser und elektrischem Antriebe hat Zimmermann in Karlsruhe Versuche gemacht.[355]) Die Ergebnisse sind in Zusammenstellung XXX auszugsweise wiedergegeben.

---

[354]) Mehrtens, Zentralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 491.
[355]) Organ, 1904, S. 127.

Abb. 513.



Maßstab 1 : 100. Drehscheibe mit Preßwasserantrieb in Frankfurt a/O

Zusammenstellung XXX.

Versuchsergebnisse über den Bewegungswiderstand an badischen 20 m-Drehscheiben.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Nr.	Belastungsart der Drehscheibe	Arbeit beim Anfahren P. S.	Arbeit während des Ganges P. S.	Zeit für eine Umdrehung Sek.	Ort	Arbeit beim Anfahren P. S.	Arbeit während des Ganges P. S.	Zeit für eine Umdrehung Sek.
	A. Drehscheiben mit Zahnkranzantrieb				B. Drehscheiben mit Schlepper-Antrieb[356])			
1.	leer	4,3	1,8	60	Karlsruhe	4,5	2,2	59,5
					Bruchsal	3,0	1,4	75
2	Lokomotive von 86 t	—	—	—	Bruchsal	3,3	1,5	93
3.	Lokomotive von 93 t	4,9	2,3	76	Karlsruhe	5,4	2,5	69,5
4	Lokomotive von 86 t einseitig aufgestellt	—	—	—	Bruchsal	3,6	2,0	97,7
5.	Lokomotive von 43 t einseitig aufgestellt	6,1	2,9	91	Karlsruhe	5,3	2,7	77,5

Bemerkungen.

1. Die Lokomotive von 86 t Gewicht war eine 3/5 gekuppelte, die von 93 t eine 2/4 gekuppelte Schnellzuglokomotive, beide mit vierachsigem Tender.
2. Die obigen Zahlen sind Mittelwerte aus mehreren Versuchen in beiden Fahrrichtungen.
3. Der Arbeitsbedarf ist an den Klemmen der Triebmaschine gemessen.
4. Die Versuche fanden nach längerer Betriebszeit von 1,5 bis 3 Jahren statt.
5. Das Gewicht der Drehscheiben beträgt rund 30 t; nur die Drehscheibe in Karlsruhe ist etwas schwerer, weil sie ein mit der Scheibe umlaufendes Geländer besitzt.

Der Bewegungswiderstand stellt sich bei Belastung durch Lokomotiven nur mäfsig höher, als für die leere Scheibe, wenn die Lokomotive mit dem Schwerpunkte ungefähr über der Scheibenmitte steht; er wächst aber merklich an, wenn die Last einseitig steht.

1. κ) Mechanische Antriebe.

Für stark benutzte Drehscheiben wird häufig mechanischer Antrieb verwendet, um an Zeit und Bedienungsmannschaft zu sparen. Früher hat man, namentlich in Amerika, Dampf-Kessel und -Maschinen auf die Drehscheiben gesetzt und damit die Drehvorrichtung betrieben. In Europa ist mehrfach Wasserantrieb verwendet und zwar mit unmittelbarem Angriffe, oder mit einer Umtrieb-Maschine. Neuer-

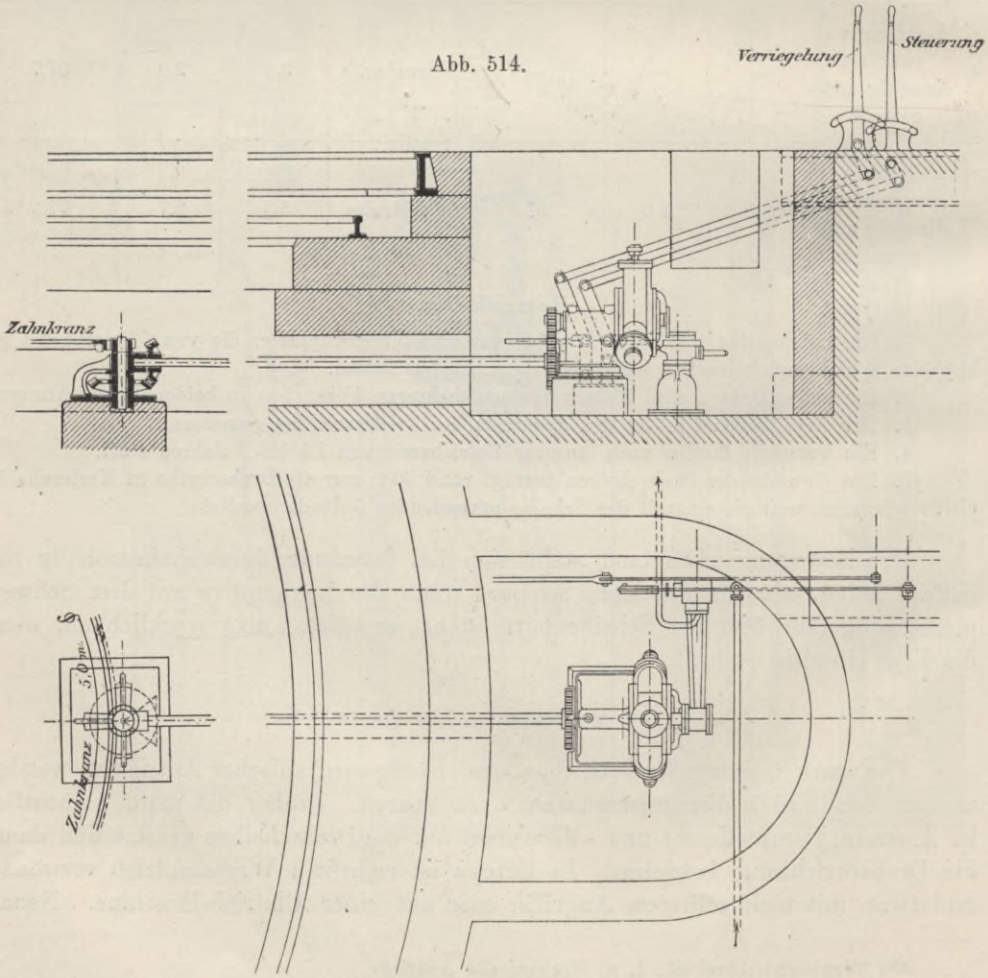
356) Vergleiche Abschnitt 1. κ) Mechanische Antriebe.

dings wird vorwiegend elektrischer Antrieb, vereinzelt auch Prefsluftantrieb angewendet. Man verlangt bei 16 m Durchmesser etwa 0,6 m/Sek., bei 24 m 0,83 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit.

κ) A. Prefswasser-Antrieb.

Textabb. 513 zeigt den Prefswasser-Antrieb für die Lokomotivdrehscheibe auf dem Bahnhofe Frankfurt a. O., welche vor einem halbringförmigen Lokomotivschuppen liegt, und bis zu 300 Drehungen im Tage auszuführen hat. Hier wird nur der geringe Druck der städtischen Wasserleitung benutzt, die Zylinder mufsten daher bedeutende Abmessungen erhalten. Sie liegen seitlich in einer besondern Grube und haben einfach wirkende Tauchkolben, welche mittels je einer Kette k an den grofsen Rollen R unter der Drehscheibenmitte angreifen. Zum Herausziehen der Kolben beim Rückschwingen der Scheibe sind beide Querhäupter durch eine dritte Kette verbunden. Die Steuerung erfolgt mittels Muschelschiebers durch den Handhebel H von der Scheibe aus, wobei die Bewegung durch einen senkrecht beweglichen Ring S übertragen wird. Die Anlage arbeitet seit vielen Jahren ohne Anstände.

Abb. 514.



Mafsstab 1 : 50. Drehscheiben-Antrieb mit drei Prefswasser-Zylindern, Frankfurt a/M.

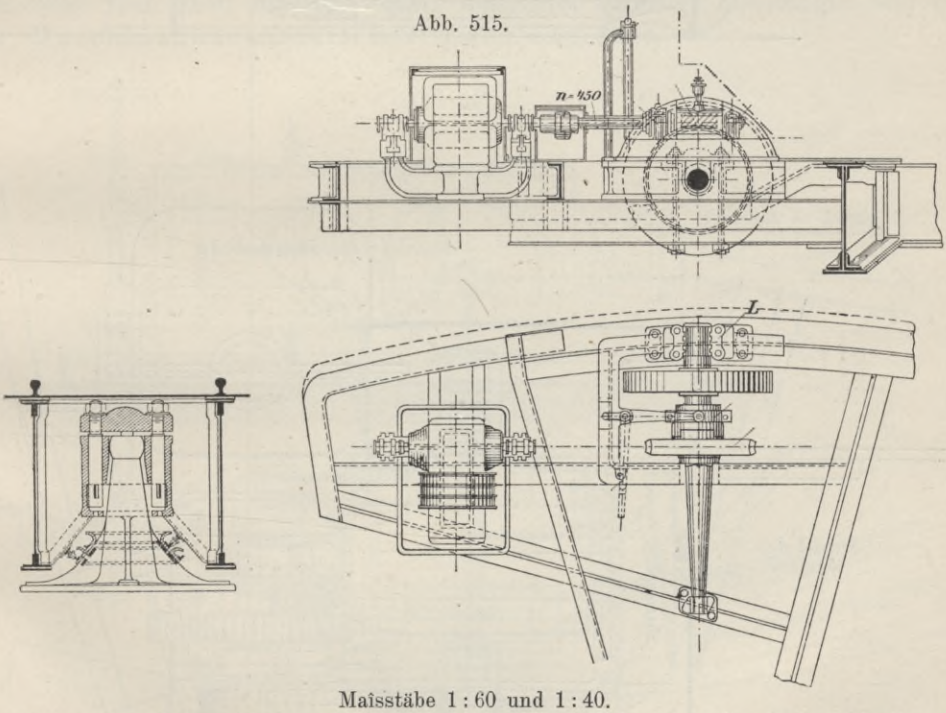
Steht höherer Druck zur Verfügung, so werden die Zylinder und das Raumerfordernis entsprechend kleiner, sodafs sich die Einrichtung einfacher unterbringen läfst. Derartige Anlagen befinden sich auch auf den Bahnhöfen Bremen und Stendal[357]); die letztere hat 28 at Betriebsdruck.

In Frankfurt a. M. sind dreizylindrige Umtriebmaschinen in der Anordnung nach Textabb. 514 zur Anwendung gekommen, welche ebenfalls seitlich unter dem Boden untergebracht sind, und durch eine Welle und Zahnräder einen Zahnkranz von 5 m Durchmesser drehen, der unten am Scheibenkörper befestigt ist. Der Wärter steht hier aufserhalb der Drehscheibe; ein Hebel bewegt die Verriegelung, der andere die Steuerung. Diese Einrichtung ist billiger, aber weniger zuverlässig, als diejenige mit zwei Tauchkolben. Die beschriebenen Anlagen rühren von C. Hoppe in Berlin her.

κ) B. Elektrischer Antrieb.

Textabb. 515 zeigt einen von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ausgeführten elektrischen Antrieb eines Laufrades mittels Schneckenrades und Schnecke. Mufs die Handwinde in Gebrauch genommen werden,

Abb. 515.

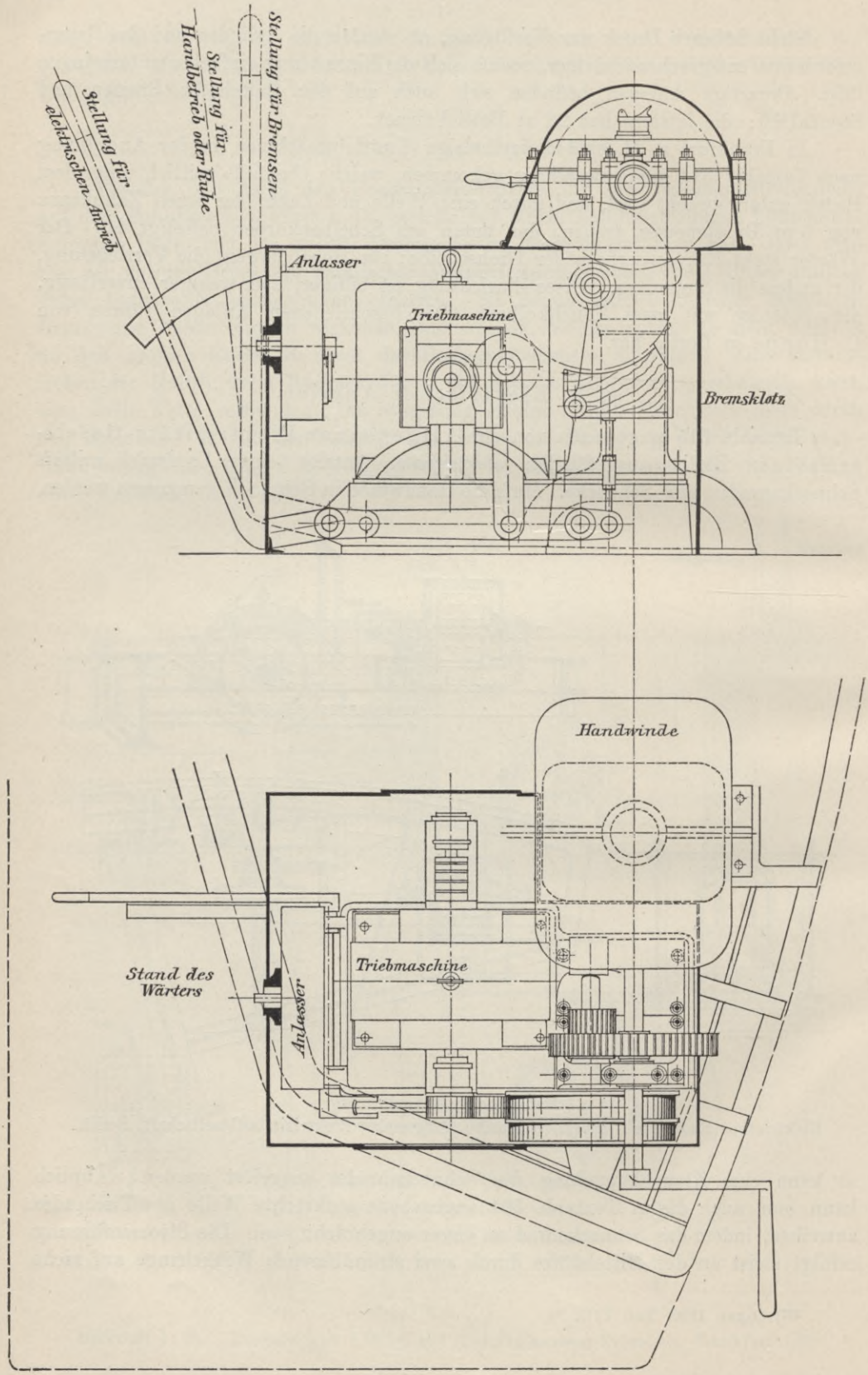


Maisstäbe 1 : 60 und 1 : 40.
Elektrischer Radantrieb einer Drehscheibe, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

so kann eine Klauenkuppelung des Schneckenrades ausgelöst werden. Ähnlich kann man auch die in Textabb. 501 angegebene senkrechte Welle des Triebrades antreiben, indem das Schneckenrad an dieser angebracht wird. Die Stromzuführung erfolgt meist an der Mittelstütze durch zwei stromführende Winkelringe auf nicht

357) Organ 1890, Taf. VIII.

Abb. 516.



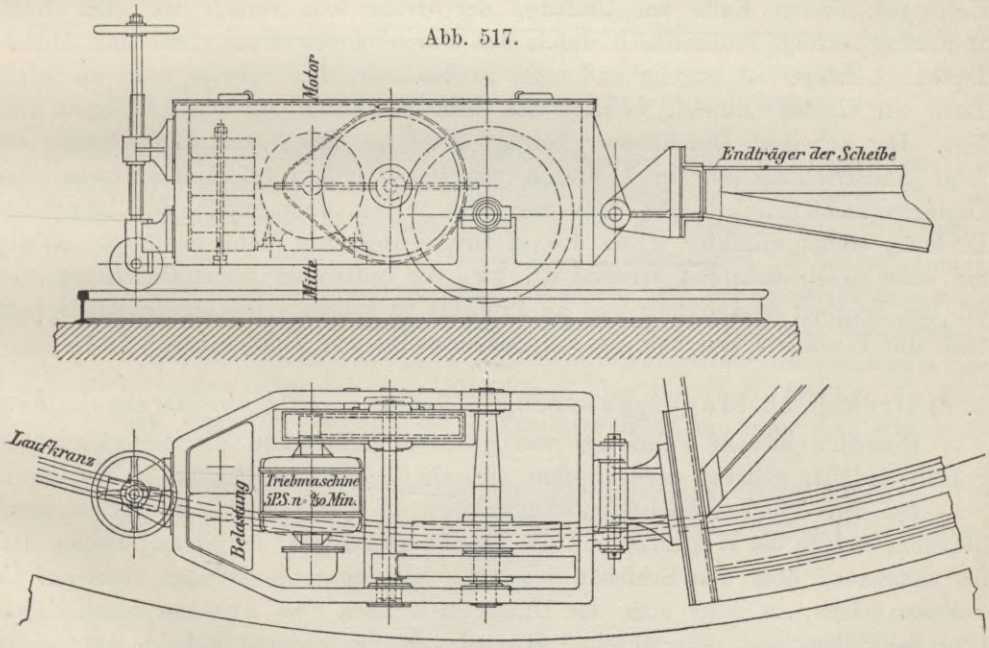
Mafsstab 3 : 50. Elektrischer Antrieb der Drehscheibe in Lichtenberg-Friedrichsfelde bei Berlin.

leitender Unterlage, an denen zwei federnde, am Scheibenkörper befestigte Klammern schleifen und den Strom abnehmen, sodafs sie auch der schaukelnden Bewegung der Scheibe folgen können. Um Kurzschlufs durch zufällige Verbindung der beiden Winkelringe zu verhüten, sind diese durch krempenartige Schutzringe gedeckt.

In geschickter Weise hat Hoppe den elektrischen Antrieb für die Drehscheiben auf dem Bahnhofe Lichtenberg-Friedrichsfelde bei Berlin unter Benutzung der Handwinde und des Zahnkranzes ausgeführt (Textabb. 516). Von drei vorhandenen Reibrädern dient das mittlere zugleich als lösbare Kuppelung; bewegt man den Handhebel über die Ruhestellung hinaus, so wird der Bremsklotz angeprefst. Sobald der Wärter den Hebel losläfst, geht er in die Ruhestellung zurück. Hierbei mufs zum Antriebe eine Nebenschlufsmaschine verwendet werden, um das Durchgehen zu vermeiden.

Soll der elektrische Antrieb nachträglich ohne Betriebstörung angebracht werden, oder liegt die Grube im Grundwasser, so kann die Zuleitung auch von oben erfolgen. Man setzt einen die Umgrenzungslinie der Fahrzeuge umspannenden Rahmen auf die Mitte der Scheibe und versieht ihn über der Scheibenmitte mit zwei Rollen, die an der blanken Hin- und Rückleitung schleifen Die die Schleifleitungen tragenden Maste müssen soweit von der Grube abstehen, dafs das längste Fahrzeug noch nicht mit den Buffern anstreift. Derartige Zuleitungen sind von der Maschinenbauanstalt Esslingen ausgeführt.

Abb. 517.



Mafsstab 1 : 30. Elektrisch betriebener Schlepper für Drehscheiben.

Zur nachträglichen Anbringung des elektrischen Antriebes an vorhandenen Drehscheiben eignet sich besonders der Vorspannwagen oder Schlepper[358]), namentlich auch für Drehscheiben ohne Zahnkranz an der Umfassung (Textabb. 517). Hierbei wird die Triebmaschine mit den Räderübersetzungen in einem das ganze

[358]) Organ 1897, S. 191; 1904, S. 127; Railroad Gazette 1896, S. 371.

Getriebe umfassenden, gufseisernen Gehäuse auf ein einziges Laufrad gesetzt, das auf dem Laufkranze in der Grube ruht.[359]) Das Gehäuse wird mit dem Endträger der Drehscheibe durch ein Gelenk verbunden, sodafs die benachbarte Laufachse der Drehscheibe um das Mafs des überhängenden Gewichtes entlastet, das Gewicht der Drehscheibe also teilweise für den Schlepper nutzbar gemacht wird. Die zur Fortbewegung der belasteten Scheibe erforderliche Reibung kann durch Belastungs-Gewichte erzielt und durch die der Höhe nach verstellbare Hülfslaufrolle geregelt werden. Der Drehscheibenwärter steht auf der Drehscheibe, weil er von hier die Stellung der Scheibe zu den anschliefsenden Gleisen am besten beobachten kann und bedient den Fahrschalter, welcher den elektrischen Antrieb regelt oder umsteuert Bedingung für diese Bauart ist genügende Reibung zwischen dem Treibrade des Schleppers und der Laufkranzschiene, also neben ausreichender Belastung des Rades am Schlepper, Freihalten der Laufschiene von Verunreinigungen etwa durch Öl. Im Notfalle mufs Sand gestreut werden. Nach Beobachtungen in Karlsruhe und Bruchsal[360]) arbeiten die Schlepper schiebend besser, als ziehend.

κ) C. Prefsluftantrieb.

Bei der Drehscheibe der Pennsylvania-Bahn[361]) vor dem Lokomotivschuppen des Kohlenhafen-Bahnhofes in Trenton, N. J., treibt eine umlaufende Prefsluftmaschine mit 240 Umläufen in der Minute mittels kegelförmiger Reibräder ein Kettenrad, dessen Kette am Umfange der Grube lose verlegt ist. Die Luftzuführung erfolgt unterirdisch durch den durchbohrten Königstuhl und Mittelzapfen. Letzterer ist kugelig und nicht nachstellbar. Die Scheibe trägt an jedem Ende ein kleines Laufrad, welches sich beim Auffahren auf den Laufkranz auflegt. Der Scheiben-Durchmesser beträgt 23,86 m. Bei 5,6 at Luftpressung erfolgt eine Drehung leer in 1 Minute, mit 155 t Last in 1,5 Minuten, was einer Umfangsgeschwindigkeit von 1,25 und 0,83 m/Sek. entspricht. Zur langsamen Drehung sollen mitunter schon 1,4 at Druck oder zwei Mann genügen. Sobald die volle Geschwindigkeit erreicht ist, wird die Luftzufuhr selbsttätig abgesperrt, um die Trägheit auszunutzen und an Prefsluft zu sparen. Die ausströmende Luft trifft die Triebkette und hält sie von Schmutz, Eis und Schnee frei.

1. λ) Drehen zu langer Fahrzeuge, Verlängerung von Drehscheiben.

Bisweilen müssen Fahrzeuge von gröfserm Achsstande, als die vorhandene Scheibe zuläfst, gedreht werden, ohne dafs ein Gleisdreieck benutzt werden kann.

Bei zwei- und dreiachsigen Wagen wird die eine überstehende Achse durch Winden, welche die Wagenlast auf die Scheibe übertragen, soweit angehoben, dafs der Spurkranz über den Schienen schwebt; kann man die Winden nicht auf die Scheibe setzen, so mufs man das Untergestell nach dem Anheben durch Klötze oder Schwellenstapel unterstützen. Hierbei sind die anderen Achsen von beiden Seiten fest zu verlegen und ihre Tragfedern durch untergelegte Klötze zu entlasten.

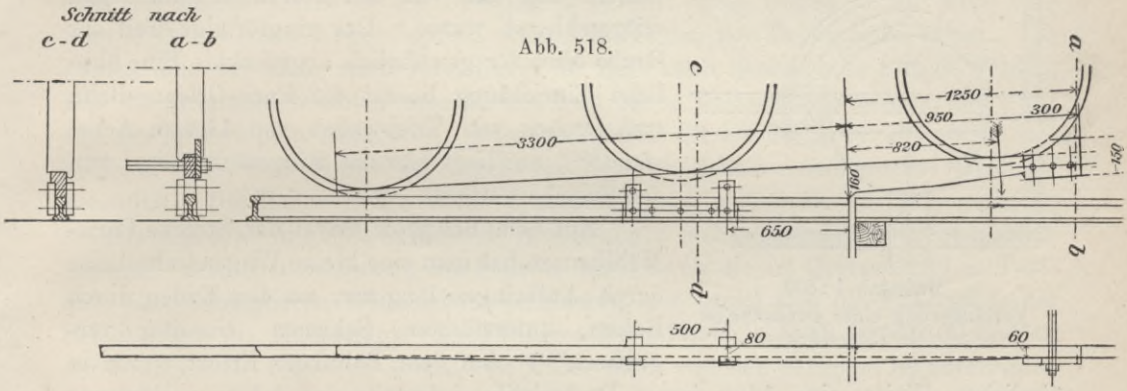
Unter Drehgestell- und Langholz-Wagen können die Drehgestelle, jedes für sich, auf kleinen Scheiben gedreht werden, wenn die Drehgestelle oder Drehschemel keine feste Hubbegrenzung haben und das andere Gestell vorübergehend auf ein abzweigendes Gleis gebracht werden kann.

---

[359]) Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 583.
[360]) Organ 1904, S. 127.
[361]) Organ 1905, S. 60; Railroad Gazette 1903, S. 282.

Lokomotiven und Tender müssen häufig entkuppelt und dann einzeln gedreht werden. Zu diesem Zwecke werden stellenweise besondere Vorrichtungen benutzt, um beide soweit zusammen zu bringen, dafs der Hauptkuppelbolzen herausgezogen werden kann. Ist letzterer leicht beweglich, so kann man ohne besondere Vorrichtung entkuppeln, wenn man mit der Lokomotive gegen den festgebremsten Tender oder mit dem Tender gegen einen Prellbock oder eine andere gebremste Lokomotive fährt und den Bolzen mittels einer Brechstange in dem Augenblicke aushebt, in dem die Kuppelung entlastet ist. Auch kann man, wie bei Wagen, die hintere Tenderachse anheben, was ziemlich rasch geht, wenn es eingeübt ist, und die Vorrichtungen bereit liegen.

Abb. 518.

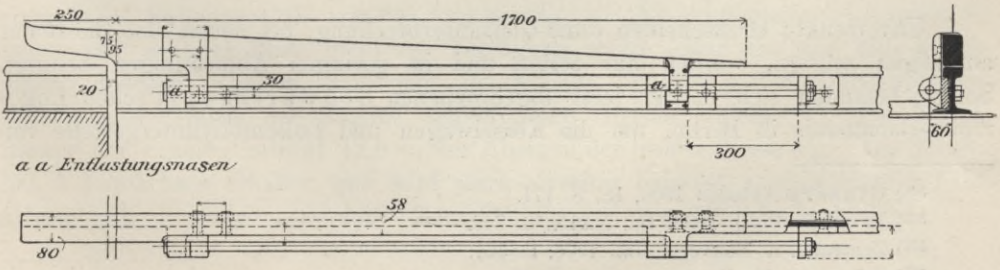


Mafsstab 1 : 50. Verlängerung einer Drehscheibe mittels Auflaufschienen.

Wo zu lange Fahrzeuge häufig wiederkehren, hat man die Drehscheiben vielfach durch Auflaufschienen nach Textabb. 518 verlängert. Diese werden für den Gebrauch an die Fahrschienen geschraubt und lagern für gewöhnlich neben letzteren auf der Scheibe. Für Lokomotiven bestimmte Auflaufschienen müssen so schlank geformt sein, dafs die Bahnräumer nicht aufsetzen; aus demselben Grunde mufs der Anschlag etwas seitlich stehen. Die Auflaufschienen sind nur für Tender-, nicht für Lokomotiv-Achsen geeignet. Mit dem Schornsteine voran ankommende Lokomotiven fahren daher um eine halbe Länge über die Scheibe hinüber, die Aufläufer werden angeschraubt und die Lokomotive fährt dann so weit wie nötig zurück.

Eine zweckmäfsige Form für kleinere Verlängerungen zeigt Textabb. 519, bei der die Auflaufschienen für gewöhnlich um das Mafs der Verlängerung zurück-

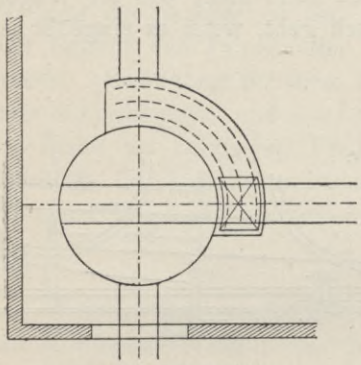
Abb. 519.



Mafsstab 1 : 20. Drehscheibenverlängerung durch umlegbare Auflaufschienen.

geschoben und seitlich heruntergeklappt werden. Die Ösen und Kloben sind mit Vorsprüngen versehen, welche die Führungstange beim Befahren der Auflaufschienen entlasten. Im Lokomotivschuppen zu Amsterdam sind die Drehungsachsen der niederzuklappenden Auflaufschienen so schräg gelegt, dafs sich die Auflaufschienen beim Niederklappen von selbst einziehen, also nicht zurückgeschoben zu werden brauchen.

Abb. 520.



Mafsstab 1 : 300.
Verlängerung einer Drehscheibe mittels Ringstückes.

In der alten Berliner Lokomotivbauanstalt vormals Schwartzkopff war eine zu kurze Drehscheibe nach Textabb. 520 durch ein Ringstück verlängert worden, welches auf sechs kleinen Rädern lag und von den gedrehten Fahrzeugen mitgeschleppt wurde. Der ringförmige Teil der Grube blieb für gewöhnlich abgedeckt. Eine ähnliche Einrichtung besitzt die Paris-Orléans-Bahn zum Drehen von Triebwagen von 11,4 m Achsstand[362]), nur liegt hier das Ringstück weiter von der Scheibe entfernt.

Auf dem Bahnhofe Bayel der Strecke Paris-Mühlhausen hat man eine kleine Wagendrehscheibe durch Aufbringen längerer, an den Enden durch Rollen unterstützter Schienen einseitig vergröfsert.[363]) Auf dem Bahnhofe Erfurt wurde in ähnlicher Weise eine 14 m lange Drehscheibe jederseits um 1,1 m verlängert; doch mufsten hier die Schienen durch trogförmige Träger unterstützt werden[364]).

Beim Aufbringen kräftiger Schienen kann die Rollenunterstützung fortbleiben. Man erreicht auf diese Weise Verlängerungen um einige 100 mm an jedem Scheibenende; bei Schienen aufsergewöhnlichen Querschnittes wohl auch noch mehr, beispielsweise bei Goliathschienen des Stahlwerkes Osnabrück mit $h = 200$ mm, $W = 419$ cm³, jederseits bis 800 mm. Die Anschlufsgleise müssen hierbei gehoben werden. Beim Auffahren legen sich die Schienenenden auf eine Unterstützung, etwa eine untermauerte eiserne Schwelle.

Auch hat man verschiedentlich die Hauptträger durch Einnieten verstärkter Mittelstücke verlängert; doch ist alsdann auch die Grubeneinfassung abzubrechen und zu erweitern, wodurch beträchtliche Kosten entstehen[365]), so dafs dieses Mittel im Allgemeinen nicht empfohlen werden kann. Weitere Angaben finden sich im folgenden Abschnitte.

1. μ) Aufsergewöhnliche Anordnungen.

Unversenkte Drehscheiben ohne Gleisunterbrechung, bei denen also die Räder aufsteigen müssen, werden nur selten und in geringen Abmessungen benutzt. Solche befanden sich in der jetzt abgebrochenen Schwartzkopff'schen Lokomotiv-Bauanstalt in Berlin, um die Kesselwagen und Lokomotivuntergestelle von

362) Glasers Annalen 1906, II., S. 171.
363) Le Génie Civil, 1896, Bd. XXIX. S. 349.
364) Zentralbl. d. Bauverw. Juli 1906, S. 364.
365) Zeitschrift für Bauwesen 1900, S. 90.

dem durchgehenden Längsgleise auf die einzelnen Stände zu bringen. Nachdem das Fahrzeug aufgefahren war, wurde der Mittelzapfen so weit herunter geschraubt, dafs die Drehung erfolgen konnte. Die Pfannen für den Mittelzapfen und die flachen Laufkränze konnten in den Fufsboden eingelassen werden. Diese Drehscheiben waren überdies beweglich und wurden zur Freihaltung der Gleise nach Gebrauch bei Seite geschoben.

Eine von den oben beschriebenen Bauarten grundsätzlich abweichende Unterstützung und Lastverteilung hat Mayr in Nippes bei der Verlängerung einer Lokomotivdrehscheibe von 14 auf 18 m Durchmesser angewendet (Textabb. 521 bis 523). Er verlegt zwei gleichmittige Laufkränze mit 1,5 m Abstand in der Grube und läfst auf diesen jederseits ein Drehgestell laufen; diese tragen in der Mitte eine Pfanne für je einen Kugel-Zapfen, worauf die Enden der Drehscheibe ruhen. Die Zapfen sind der Höhe nach verstellbar; die Last kann demnach so verteilt werden, dafs die Drehgestelle einen wesentlichen Teil davon übernehmen müssen, und zwar soll der Mittelzapfen etwa 50 %, jedes Drehgestell 20 bis 30 % der Belastung aufnehmen. Die tiefe Grube ist durch ein mit der Scheibe umlaufendes Geländer geschützt. Die Räder haben keine Spurkränze und sind jedes für sich gelagert, so dafs sich etwa ungleich ausfallende Abnutzungen nicht störend bemerkbar machen können. Seitliches Schaukeln der Scheibe wird durch die im Querschnitte in Textabb. 523 erkennbaren Winkeleisen verhindert, mit denen sich die Untergurte der Scheibe auf die Hauptträger der Drehgestelle auflegen. Auch ist der Ausschlag der Drehgestelle begrenzt, so dafs die Räder nicht von den Schienen herunterlaufen können.

Durch diese Bauart wird folgendes erreicht:

1. das Schlagen der Scheibe beim Auf- und Abfahren der Fahrzeuge hört auf;
2. eine Entlastungsvorrichtung ist nicht erforderlich; über diese Scheibe können ohne weiteres Züge gefahren werden;
3. die Beanspruchung und damit die Höhe der Hauptträger fällt kleiner aus;
4. die Bauart ist gegen geringe Abweichungen in der Lage der Laufkränze weniger empfindlich.

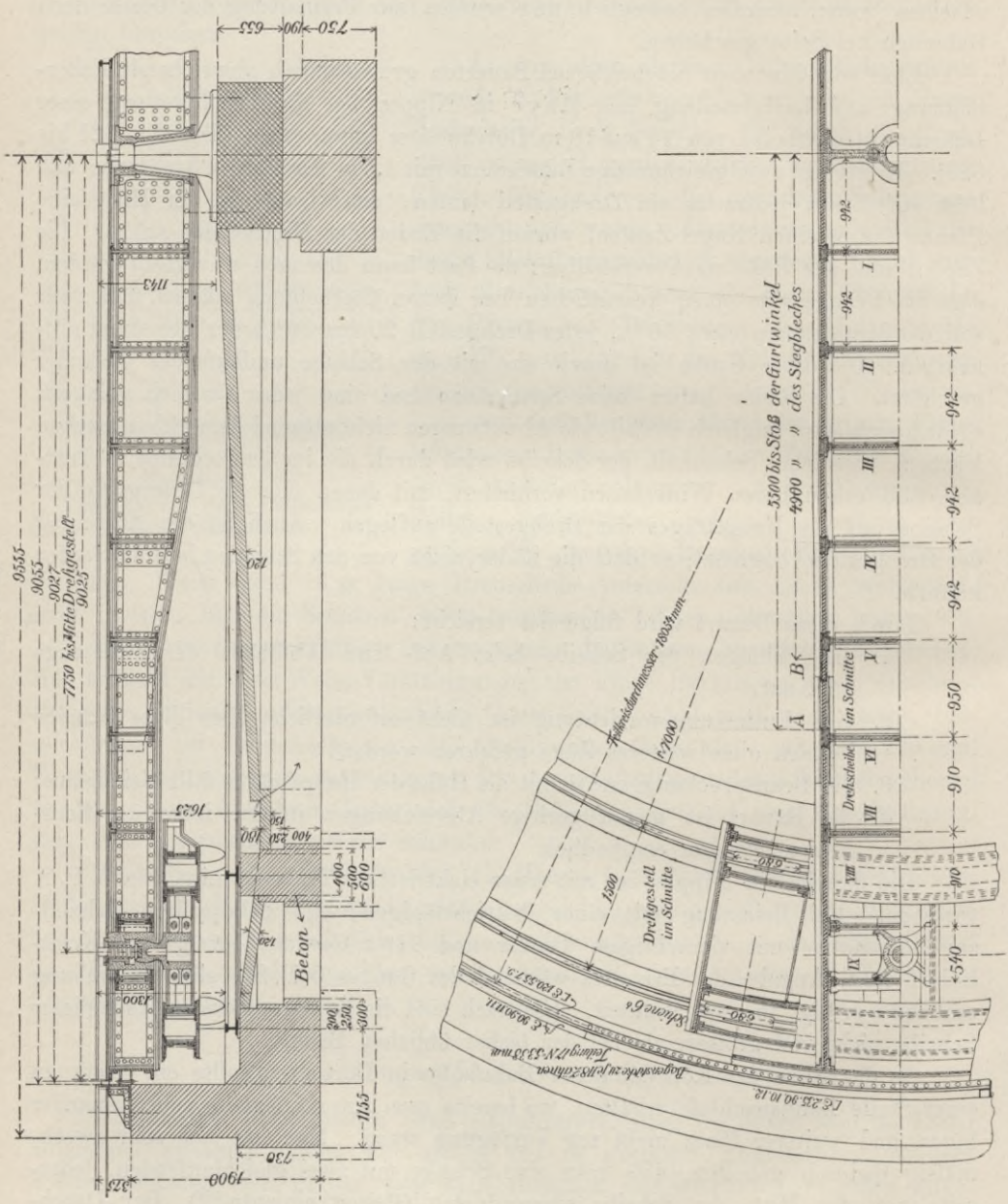
Die Scheibe in Nippes ist mit einer elektrischen Triebmaschine von 5 P. S. versehen. Bei Belastung mit einer betriebsfähigen, 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotive mit vierachsigem Tender und 110 t Gewicht beträgt der Kraftbedarf nach Angabe des Erbauers während des Ganges 3 P. S.; eine Umdrehung um 360° erfolgt in zwei Minuten. Hiernach sind die Bewegungswiderstände dieser Scheibe nicht viel gröfser, als bei der bisher üblichen Bauart.

In der Nähe des Köln-Mindener Bahnhofes in Dortmund sollte ein Werk an einer Stelle Bahnanschlufs erhalten, wo bereits zwei Anschlufsgleise neben einander lagen und weiterer Platz nicht zur Verfügung stand. Man hat sich sehr zweckmäfsig dadurch geholfen, dafs man eine Scheibe mit zwei gleichlaufenden, jederseits von der Mitte der Scheibe angeordneten Gleisen einlegte.[366]) Der Durchmesser der Scheibe beträgt 12,6 m, der Abstand der beiden Gleise 4 m Die Scheibe hat 6 Laufachsen erhalten und wird stark einseitig belastet, so dafs stets 2 Laufachsen nahezu entlastet werden. Zum Drehen sind vier Mann erforderlich.

---

366) Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 173.

Abb. 521.



Maßstab 1 : 72. Verlängerung einer Lokomotiv-Drehscheibe in Nippes von 14 m auf 18 m.

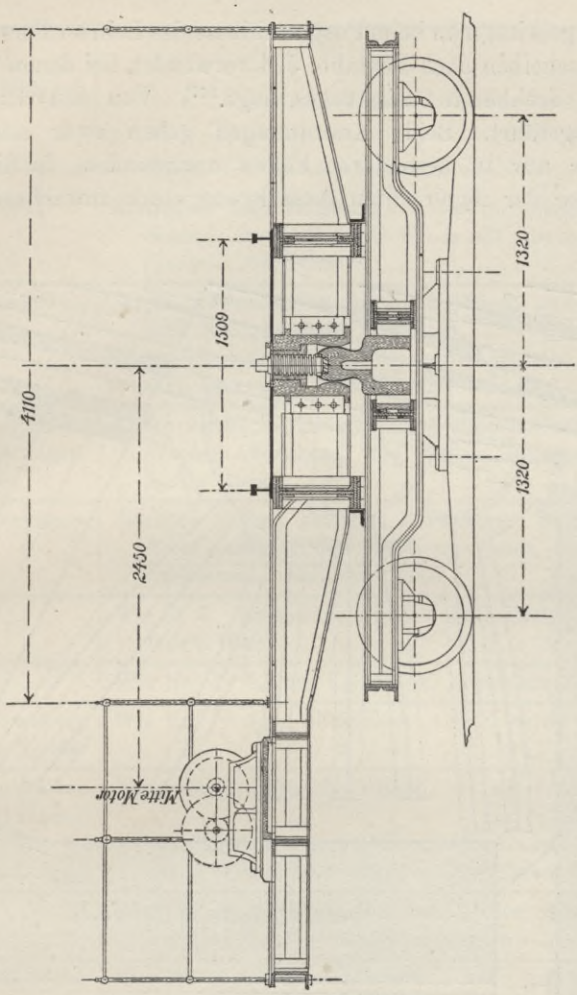


Abb. 523.

Maßstab 1 : 40. Querschnitt zu Textabb. 521.

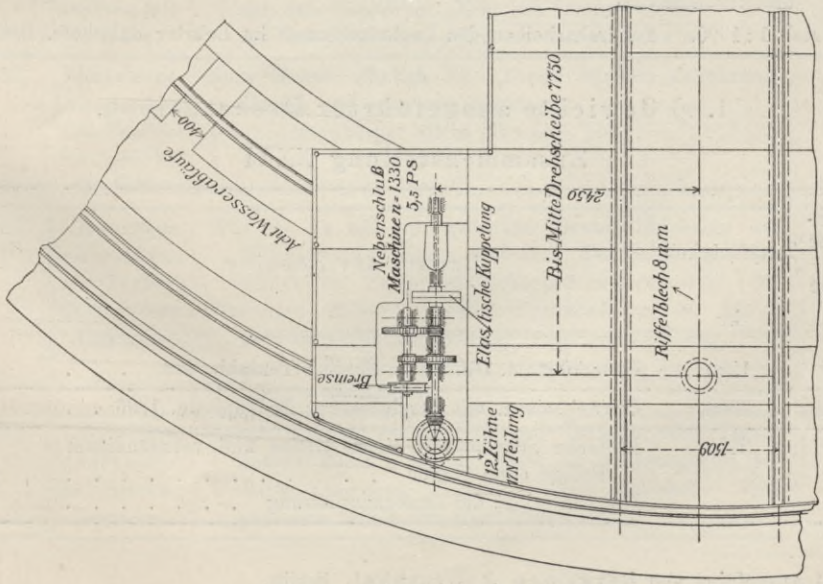
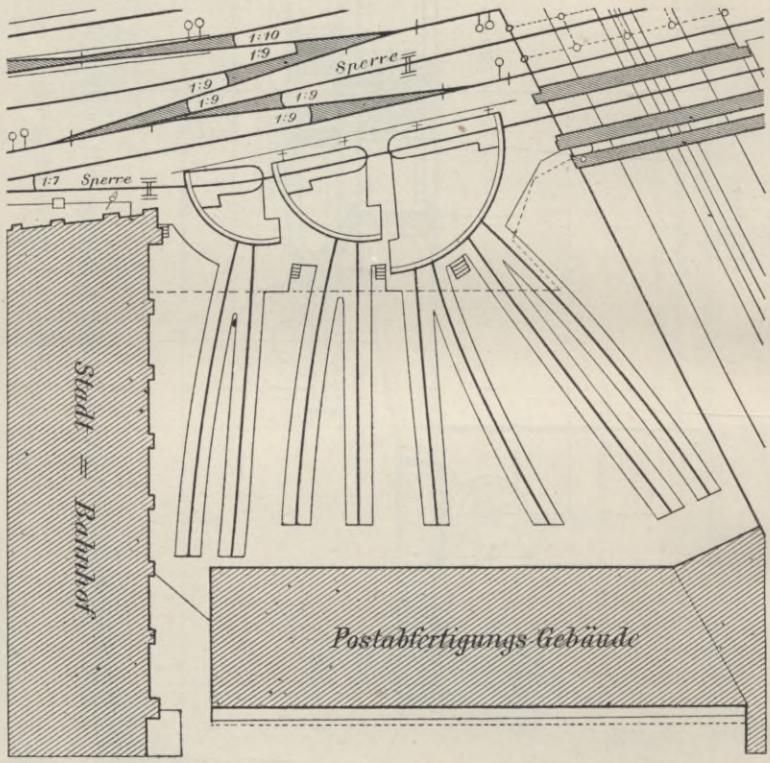


Abb. 522.

Maßstab 1 : 72. Grundriß zu Textabb. 521.

Wegen Platzmangels hat man beim Postanschlusse des Lehrter Personenbahnhofes in Berlin halbe Drehscheiben nach Textabb. 524 verwendet, bei denen der Drehpunkt nahe dem Ende des drehbaren Gleisstückes liegt.[367]) Von den Gruben sind nur Kreisausschnitte ausgeführt. Beide Anordnungen geben zwar sehr gedrungene Lösungen, sind aber nur in besonderen Fällen anzuwenden, da die Bewegungswiderstände gegenüber der regelrechten Ausführung stark anwachsen.

Abb. 524.



Maſsstab 1 : 1000. Teildrehscheiben des Postanschlusses im Lehrter Bahnhofe, Berlin.

1. ν) Gewichte ausgeführter Drehscheiben.

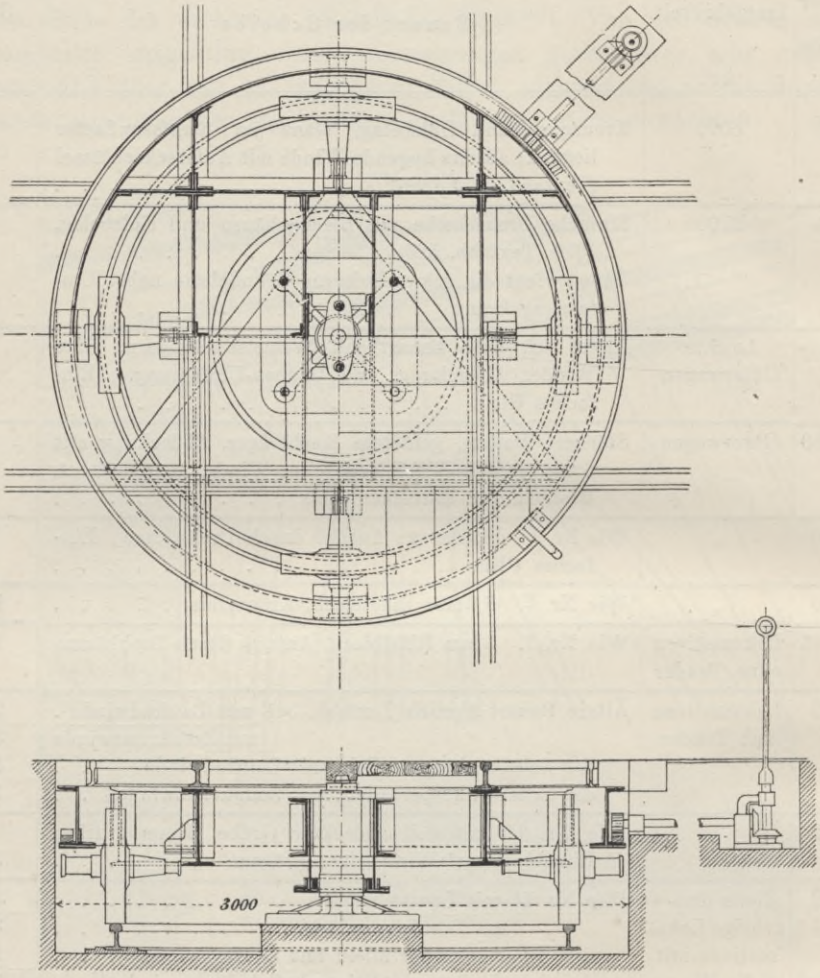
Zusammenstellung XXXI.

Nr.	Durchmesser der Grube m	Tragfähigkeit kg	Bauart der Scheibe	Gewicht kg
1	1,0	1250	Spur 700 mm, Guſseisen, ähnlich Textabb. 498 . . .	250
2	1,25	2500	Schweiſseisen, mit geschlossener Bodenplatte. 1896 . ,	350
3	3,0	3000	Einfache Scheibe mit einem Gleise und vollständigem Belage ohne Winde	2760
			Hiervon wiegt die Grubenumfassung	1760

[367]) Ausgeführt von Bergmann & Westphal, Berlin.

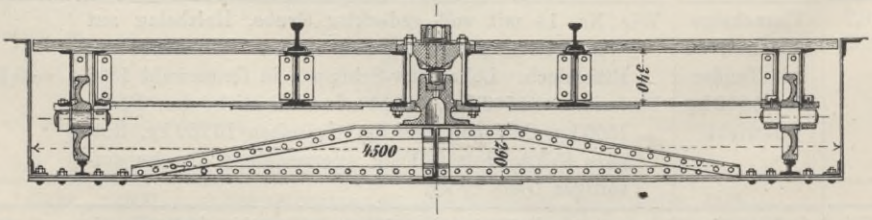
Nr.	Durchmesser der Grube m	Tragfähigkeit kg	Bauart der Scheibe	Gewicht kg
4	3,0	8000	Kreuzgleis und Holzbelag. Ganz im Strafsenpflaster liegend; abseits liegende Winde mit Aufsteckschlüssel (Textabb. 525) 1896	5700
5	4,5	25 000	Einfache Drehscheibe mit Blechgehäuse und Holzbelag, 1896 (Textabb. 526)	8500
			Davon wiegt die schweifseiserne Grundplatte nebst Umfassungskranz	4000
6	5,0	Leichte Güterwagen	Ältere schwache Bauart mit Walzeisen-Trägern, ohne Winde, Abdeckung und Gruben-Umfassung. Einfaches Gleis	2300
7	5,50	Güterwagen	Stärkere Bauart, genietete Blechträger, Abdeckung mit 6 mm starkem Riffelbleche, ohne Winde, Antrieb durch Drehbäume. Einfaches Gleis	8700
8	6,0	„	Wie Nr. 7. Holzbelag; Antrieb durch Drehbäume. Einfaches Gleis	9800
9	6,0	„	Wie Nr. 7. 6,5 mm Riffelblech, Kreuzgleis	13 000
10	7,65	Lokomotiven ohne Tender	Wie Nr. 7. 5 mm Riffelblech, Antrieb durch Drehbäume	14 500
11	13,2	Lokomotiven mit Tender	Ältere Bauart ähnlich Textabb. 501 mit Laufradwinde .	28 400
			mit Zahnkranzwinde	31 000
			der Scheibenkörper allein mit Laufradwinde . . .	18 500
			der Scheibenkörper allein mit Zahnkranzwinde . .	18 250
12	13,2	„	Wie Nr. 11 mit voll gedeckter Grube, 6 mm starkes Riffelblech auf Winkeleisen-Trägern	39 400
13	14,2	Neue dreiachsige Lokomotiven mit Tender	Wie Nr. 11 mit Laufradwinde	30 350
			mit Zahnkranzwinde	33 200
			der Scheibenkörper allein mit Laufradwinde . . .	19 800
			der Scheibenkörper allein mit Zahnkranzwinde . .	19 650
14	16,2	Vierachsige Lokomotiven mit Tender bis 85 000 kg Gewicht	Neue Bauart, ähnlich Nr. 11 und 13; mit Zahnkranzantrieb und schweren Schienen	41 300
			Der Scheibenkörper allein (Textabb. 501)	24 900
15	16,2	Vierachsige Lokomotiven mit Tender bis 85 000 kg Gewicht	Wie Nr. 14 mit voll gedeckter Grube, Holzbelag auf Winkeleisen-Trägern, zwischen den Schienen 8 mm Riffelblech. Lokomotiv-Schuppen in Grunewald 1896 Flufseisen 22 560 kg, Stahl einschliefslich der Räder 1500 kg, Schienen 3300 kg, Gufseisen 16 760 kg, Rotgufs 45 kg, Holz 5200 kg, Verriegelung für ein einseitiges Gleis 87 kg.	49 350
16	17,4	Lokomotive und Tender bis 100 000 kg Gewicht	Bauart ähnlich wie Nr. 14 und Textabb. 501; Handantrieb durch 3 Mann. Höhe der Haupträger in der Mitte 1440 mm. Berlin-Anhalter Bahnhof. Vergröfserte Stühle für Klinkermauerwerk	47 700

Abb 525.



Maſsstab 1 : 40.
Kreuzdrehscheibe von 3,0 m Durchmesser.

Abb. 526.



Maſsstab 1 : 42,5.
Wagen-Drehscheibe von 4,5 m Durchmesser mit Blechgehäuse, ohne Grundmauerwerk.

Nr.	Durchmesser der Grube m	Tragfähigkeit kg	Bauart der Scheibe	Gewicht kg
17	20,06	Lokomotiven und Tender bis 120000 kg Gewicht	Nutzlänge 19,943 m. Regelform der preufsischen Staatsbahnen; Bauart ähnlich Nr. 14 und Textabb. 501 und 502. Vergröfserte Stühle wie bei Nr. 16 . . .	58 500
			Davon der Scheibenkörper allein	33 950
			Flufseisen 29 000 kg, davon der Riffelblechbelag 5100 kg; Stahl einschliefslich der Räder 2000 kg, Schienen 4100 kg, Gufseisen 22500, Rotgufs oder Weifsgufs 30 kg, dazu Geländer an der Scheibe 500 kg, Werkstätten-Inspektion Tempelhof bei Berlin.	

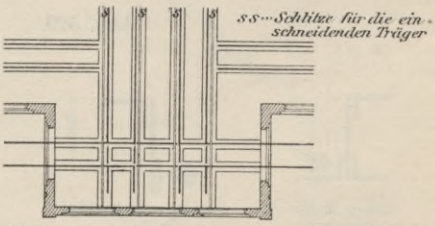
Bemerkung: Nr. 4 bis 14 nach Ausführungen und Gewichts-Angaben von der Maschinenbauanstalt Cyclop in Berlin, Nr. 2 vom Bochumer Vereine, Nr. 15 von der Union in Königsberg, Nr. 16 und 17 vom Eisenwerke Schaffstaedt, vormals Gebrüder Schimpff, in Schaffstaedt, Bezirk Halle.

b) 2. Schiebebühnen für Lokomotiven und Wagen.

2. α) Allgemeine Anordnung.

Eine Schiebebühne ist ein verschiebbares Gleisstück und dient zur Verbindung gleichgerichteter Gleise. Schiebebühnen werden in Werkstatt-Hallen und -Höfen, Lokomotiv- und Wagen-Schuppen und in Aufstellungsgleisen auf Bahnhöfen verwendet. An Gebäuden, die durch Schiebebühnen mit den Zu- und Abfuhrgleisen in Verbindung stehen, wird zweckmäfsig ein Vorbau mit Seitentoren nach Textabb. 527 ausgeführt, wobei die Bühne stets unter Dach bleibt.

Abb. 527.



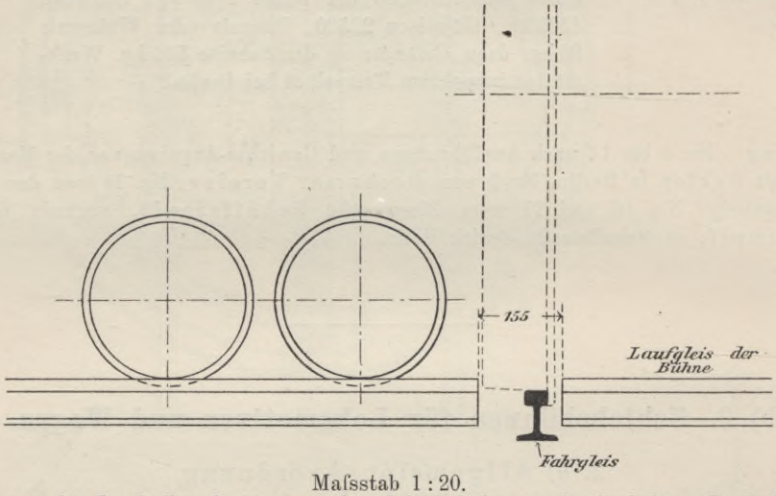
Mafsstab 1 : 500. Anordnung der Gleise und Tore für eine Schiebebühne.

Die Ausführung der Bühne selbst wird am einfachsten, wenn man sie ganz versenkt. Die Schienen liegen dann in gleicher Höhe mit den anschliefsenden Gleisen und werden auf Längsträger gelegt, die durch Querträger verbunden sind; letztere übertragen die Last auf Achsen, welche auf den in der Grube liegenden Schienen laufen. Die Quer- und Längs-Träger sowie die Laufräder können hierbei genügende Höhe erhalten, sodafs die Anordnung der Teile keine Schwierigkeiten bietet. Ein erheblicher Nachteil ist aber die tiefe offene Grube, welche die Gleise unterbricht, den Verkehr erschwert, im Freien leicht verschneit und sich mit Tagewasser füllt, auch eine Gefahr für in Bewegung geratene Fahrzeuge bildet. Aus letzterm Grunde untersagen die T. V. 44, die Anlage versenkter Schiebebühnen in Hauptgleisen aufser an deren Enden und empfehlen, die Gruben der Schiebe-

bühnen möglichst flach und nicht über 500 mm tief herzustellen, welches Maſs übrigens vollständig ausreicht.

Bei unversenkten Schiebebühnen werden diese Nachteile vermieden. Die Hauptgleise der Bühne müssen aber über die durchgehenden Fahrgleise hinweggehen und wegen der Höhe der Spurkränze und Spielräume mit der Fahrfläche mindestens 45 mm höher liegen, als diese. Hierdurch wird das Aufschieben beladener oder schwerer Wagen, namentlich aber der Lokomotiven erschwert. Unversenkte Lokomotivbühnen werden daher selten ausgeführt. Soll die Oberkante der Laufschienen der Bühne mit den zu verbindenden Gleisen bündig liegen, so müssen in beiden Gruppen von Schienen Lücken für die Spurkränze der Räder ausgespart werden.

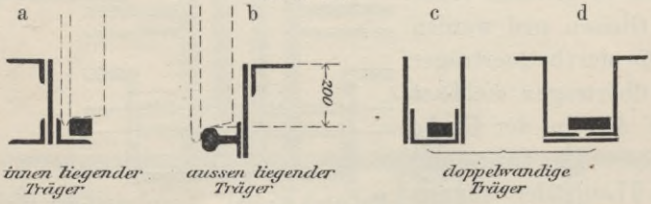
Abb. 528.



Maſsstab 1 : 20.
Anordnung der Laufrollen für unversenkte Schiebebühnen mit überhöhten Laufschienen.

Um die zahlreichen Unterbrechungen der Fahrgleise und die erforderlichen Herzstücke zu vermeiden, können die Laufgleise der Bühne um so viel höher gelegt werden, daſs die Spurkränze der Bühnenräder über die Schienen der Fahrgleise eben hinwegrollen; die Lücke, welche die Bühnenräder überschreiten müssen, wird dann so groſs, daſs die Bühne am Ende jedes Querträgers zwei Laufrollen nach Textabb. 528 erhalten muſs. An unversenkten Bühnen läſst man oft die Räder der Fahrzeuge mit den Spurkränzen auflaufen. Bei der durch die Umgrenzung der Fahrzeuge beschränkten Höhe ist es hier schwierig, genügend tragfähige Längsträger zu erhalten. Einige der hierfür üblichen Querschnitte sind in Textabb. 529 angegeben.

Abb. 529.



Maſsstab 1 : 25.
Querschnitte von Längsträgern unversenkter Schiebebühnen.

Noch schwieriger ist die Ausbildung der Querträger, welche stellenweise nur aus dicken Flachstäben bestehen. Man findet daher zur Vermehrung der Unterstützungspunkte auſserhalb und innerhalb der Längsträger Tragrollen angeordnet (Textabb. 530 und 531). Letztere müssen sehr klein sein, um nicht in die Umgrenzung der Fahrzeuge einzuschneiden; sie bewirken daher schweren Gang der

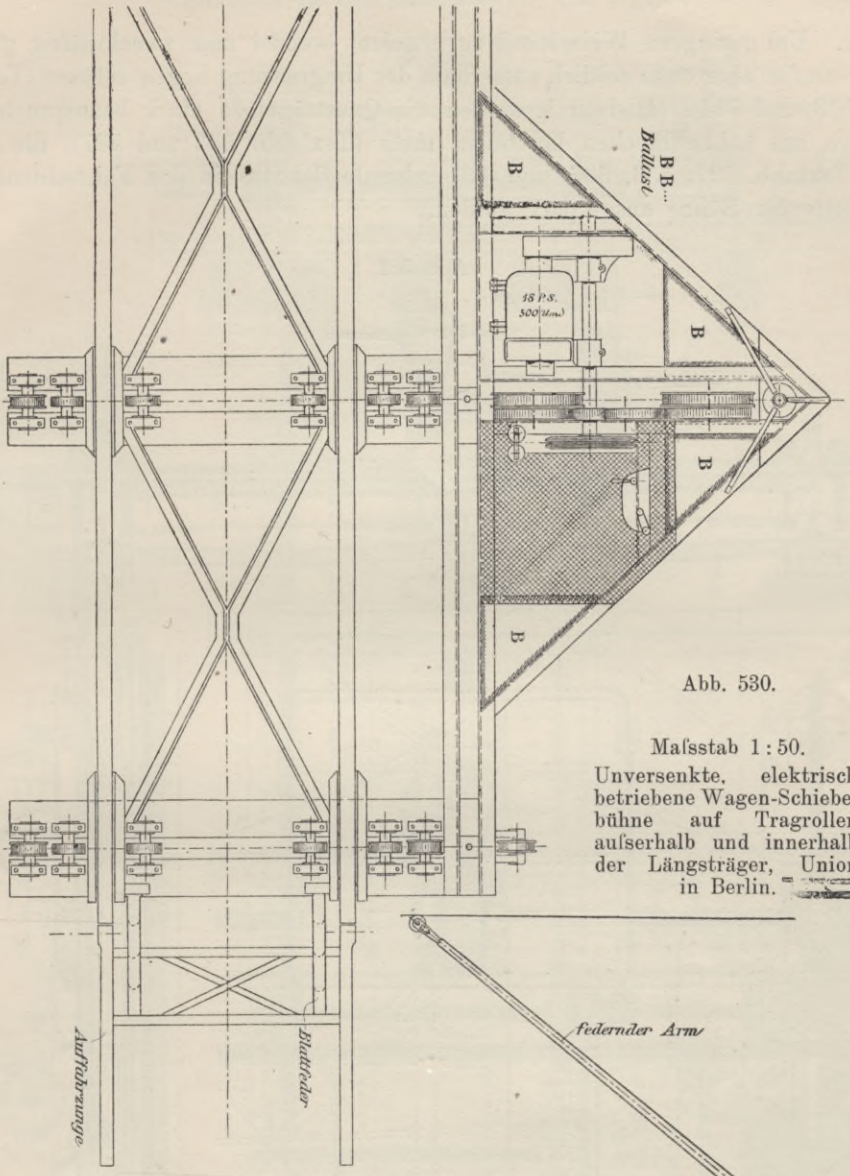


Abb. 530.

Maſsstab 1 : 50.
Unversenkte, elektrisch betriebene Wagen-Schiebebühne auf Tragrollen auſserhalb und innerhalb der Längsträger, Union in Berlin.

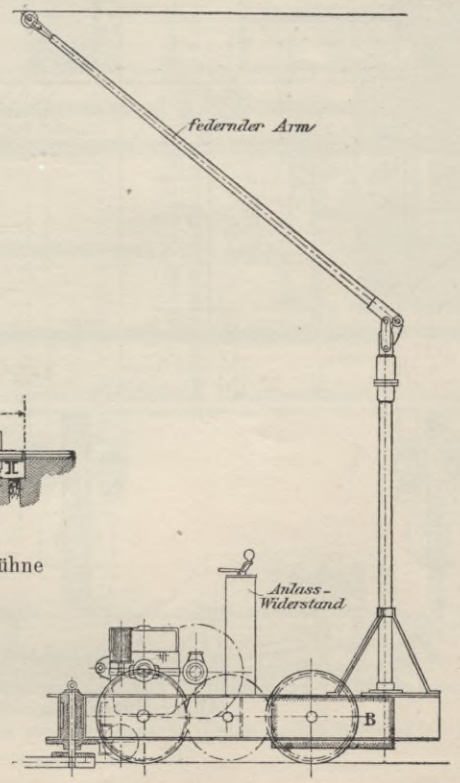
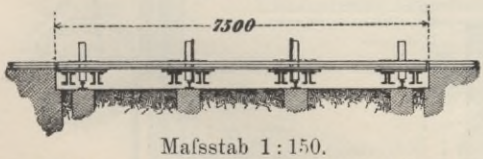


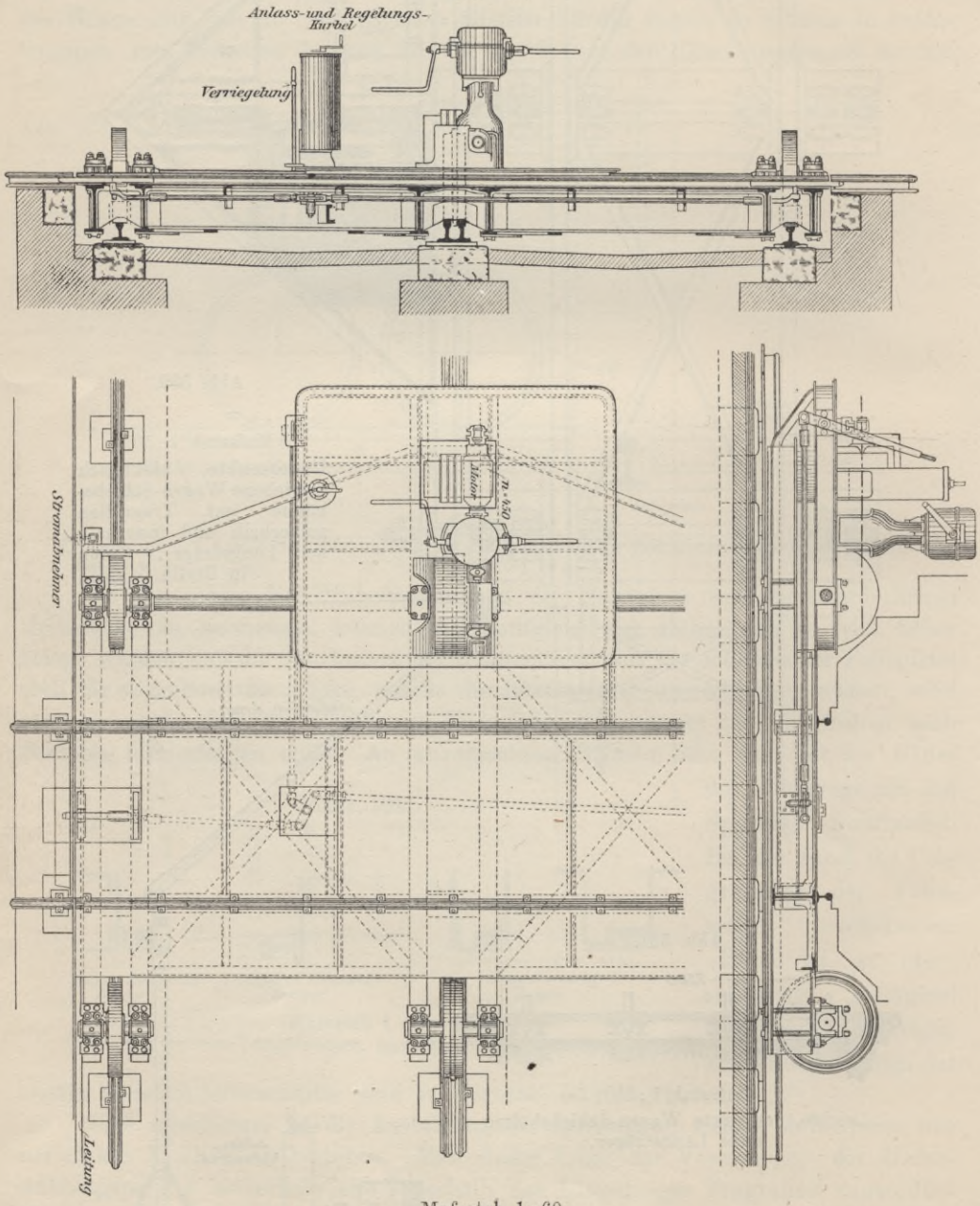
Abb. 531.



Maſsstab 1 : 150.
Leichte, versenkte Wagen-Schiebebühne ohne Längsträger.

Bühne. Um geringern Widerstand zu erzielen, wendet man zweckmäfsig gröfsere Räder an,die aber dann seitlich aufserhalb der Umgrenzung liegen müssen (Textabb. 532, 533 und 534). Hierdurch werden die Querträger so stark beansprucht, dafs man sie aus hohen Blechen herstellen mufs (Textabb. 533 und 537), für welche nach Textabb. 527, 533, 536 und 537 schmale Schlitze in den Fahrschienen und dem Bette der Bühne ausgespart werden.

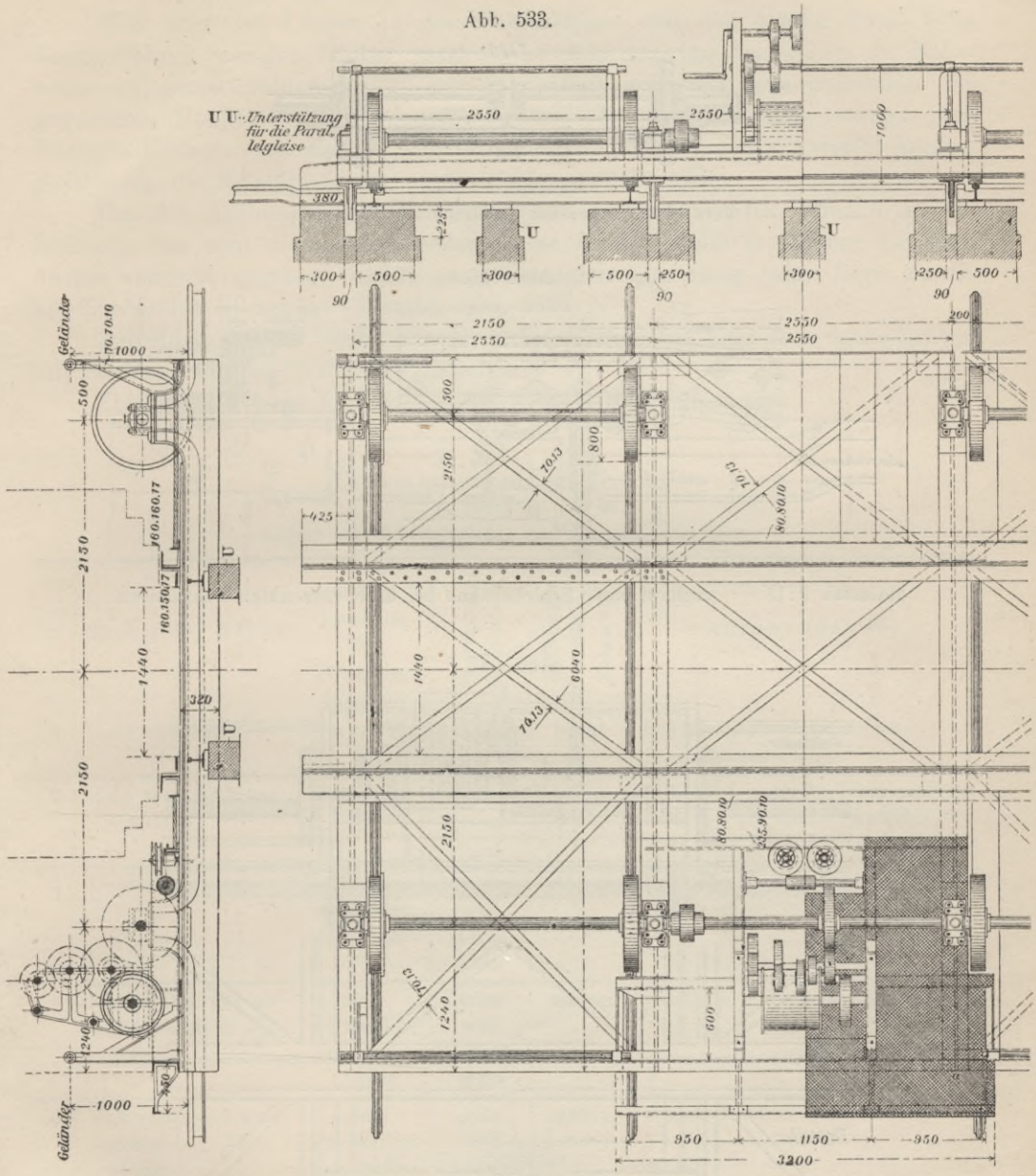
Abb. 532.



Mafsstab 1 : 60.

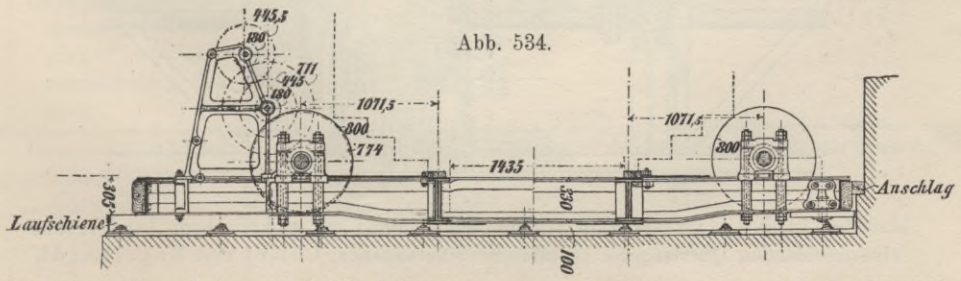
Kleine Lokomotiv-Schiebebühne mit elektrischem Antriebe, preufsische Staatsbahnen und Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.

Abb. 533.



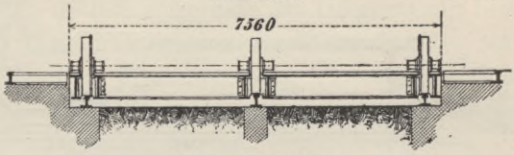
Mafsstab 1 : 60. Unversenkte Wagen-Schiebebühne, Hauptwerkstatt Potsdam.

Abb. 534.



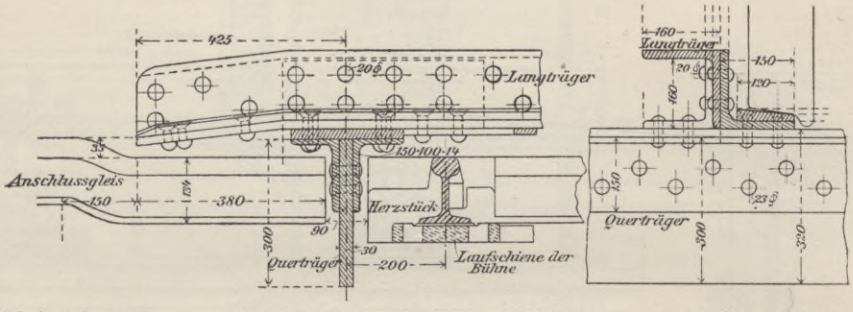
Mafsstab 1 : 60. Lokomotiv-Schiebebühne mit versenktem Gleise und beschränkter Bauhöhe, Hauptwerkstatt Grunewald.

Abb. 535.



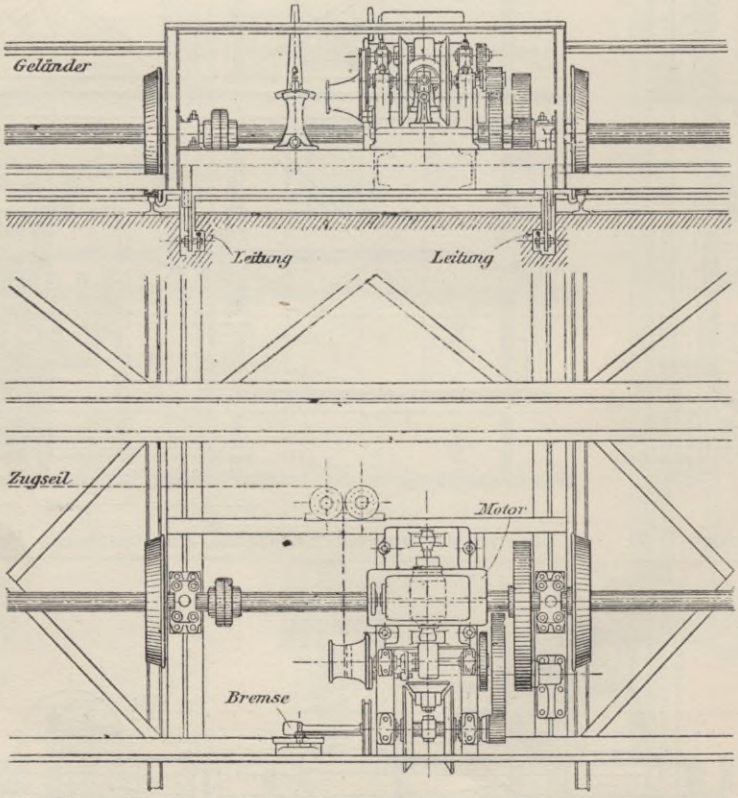
Maſsstab 1 : 150.
Versenkte Wagen-Schiebebühne aus Walzeisen.

Abb. 536.



Maſsstab 1 : 15. Auflauf einer Schiebebühne bei flach versenkten Fahrgleisen.

Abb. 537.



Maſsstab 1 : 60. Unversenkte Wagen-Schiebebühne mit elektrischem Antriebe und einschneidenden Querträgern, preuſsische Staatsbahnen, Collet und Engelhardt.

Will man die Lücken in den Fahrschienen und den harten Stofs beim Darüberfahren weniger fühlbar machen, so läfst man die Spurkränze der Fahrzeuge an diesen Stellen bei 20 mm Rinnentiefe auflaufen, was namentlich bei gegossenen Herzstücken leicht ausführbar ist. In anderen Fällen wendet man Hartgufs-Einlagen an, die auf eisernen Platten befestigt sind. Letztere können gleichzeitig die Befestigung der kurzen Schienenstücke bilden.

Um das Aufbringen der Fahrzeuge auf die unversenkten Bühnen zu erleichtern, hat man die durchgehenden Gleise in der Breite der Bühne um etwa 35 mm versenkt angelegt, sodafs das Bühnengleis nur wenig höher liegt, als die anschliefsenden Gleisenden (Textabb. 533, 536).

Zur Milderung der Übelstände der tiefen Gruben hat man auch flache Gruben mit Schlitzen für die Querträger ausgeführt.

Zusammenstellung XXXII gibt eine Übersicht der Bauarten.

Zusammenstellung XXXII.

Bauart von Schiebebühnen und deren Anwendung.

Nr.	Bauart der Bühne	Unterbrechung der Fahrgleise:	Bewegungs-Widerstand:	Aufbringen der Fahrzeuge:	Anzuwenden für
1	Ganz versenkt	vorhanden	gering	leicht	Lokomotiv-Werkstätten und -Schuppen.
2	Halb oder flach versenkt	vorhanden	gering	leicht	Wie Nr. 1, auch für Werkstatthöfe, falls die Gleise unterbrochen werden dürfen.
3	Unversenkt	nicht vorhanden, nur Lücken	grofs, weil Tragräder klein	schwer	Bahnhöfe in Nebengleisen.
4	Unversenkt mit einschneidenden Trägern	nicht vorhanden, mehrfache Lücken	gering, weil Tragräder grofs	schwer	Bahnhöfe in Nebengleisen.
5	Unversenkt mit flach gesenkten Fahrgleisen	nicht vorhanden, nur Lücken	grofs, weil Tragräder klein	mäfsig schwer	Wagen-Werkstätten und -Höfe.
6	Unversenkt mit flach gesenkten Fahrgleisen und einschneidenden Trägern	nicht vorhanden, mehrfache Lücken	gering, weil Tragräder grofs	mäfsig schwer	Wagen-Werkstätten und -Höfe.
7	Unversenkt mit überhöhten Laufschienen	nicht vorhanden, auch keine Lücken	grofs, weil Tragräder klein	schwer	Hauptgleise und für untergeordnete Zwecke.

Die Bauarten Nr. 1 und 6, Zusammenstellung XXXII, werden neuerdings am meisten angewendet.

Auch bei unversenkten Bühnen wird oft ein Teil der zu verbindenden Gleise nicht durch die Bühnenbahn hindurch geführt.

Die übliche Länge der Schiebebühnen beträgt

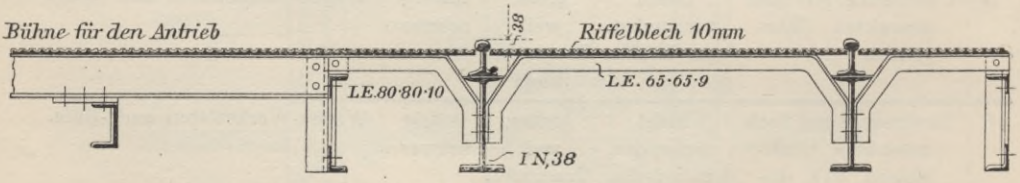
für Güterwagen mindestens	5,0 m,
„ zwei- und dreiachsige Personenwagen, sowie Tender-Lokomotiven und Lokomotiven ohne Tender in Werkstätten	7,5 bis 12 m,
„ Lokomotiven mit Tendern und vierachsige Wagen .	16 bis 20 m und mehr

Die Anzahl der Laufgleise beträgt meist drei bis sechs; häufig werden sie aus je zwei Schienen gebildet, namentlich die mittleren, weil diese einen gröfsern Teil der Last aufnehmen. Solche Doppelschienen sind steifer, bewahren ihre richtige Lage besser, als einzelne, und können versetzte Stöfse erhalten. Bei versenkten Bühnen legt man die beiden Schienen ganz nahe an einander, und läfst breite Räder auf beiden laufen. Bei unversenkten Bühnen werden häufig zwei soweit gegen einander versetzte Tragrollen angewandt, dafs immer nur eine davon über eine Lücke kommt.

Haben die Bühnen in der einen Richtung nur beladene, in der andern nur leere Wagen zu befördern, wie in Gruben-Bahnhöfen, so verlegt man die Bühnenbahn vorteilhaft mit Gefälle von 1,5 bis 2 mm/m nach ersterer Richtung, sodafs die Bewegungsarbeit für beide Richtungen annähernd gleich wird. Derselbe Fall kommt bei Lokomotiv-Ausfahrgleisen in Kopfbahnhöfen vor, wo man von beiden Seiten nach dem Mittelgleise hin Gefälle geben kann, weil die Bühne in der andern Richtung stets leer geht. Ein Mann kann alsdann eine schwere Tender-Lokomotive befördern.

Einige der Bühnenräder, bei einfachen Schienen die an den vier Ecken, bei doppelten die nächst der Längenmitte, werden zur Führung der Bühne mit Spurkränzen versehen; die übrigen Räder bleiben besser glatt, um keine unnötige Reibung zu verursachen. Bei Doppelschienen nimmt man breite Räder mit mittlerm Spurkranze. Der zwischen den Längsträgern befindliche Teil der Bühnen mufs glatt und ohne vorspringende Teile ausgeführt sein, damit die Wagenkuppelungen sich nicht festhängen können.

Abb. 538.



Mafsstab 1 : 30.
Unterstützung des Belages der versenkten Lokomotiv-Schiebebühne in Tempelhof.

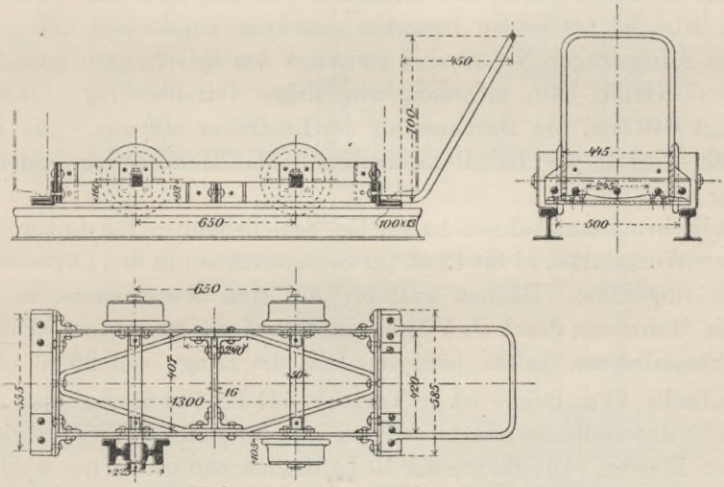
Der Belag liegt bei versenkten Bühnen am zweckmäfsigsten in Unterkante Spurkranz, also etwa 40 mm unter SO. Dann fallen die Rillen neben den Schienen fort, die schwer rein zu halten sind, und man erhält eine so niedrige Stufe gegen den anschliefsenden Fufsboden, dafs sie weder beim Fahren von Handwagen noch

beim Hinübergehen störend wirkt. Bohlenbelag ist im Allgemeinen nicht haltbar genug. Am besten ist Riffelblech[368]) und zwar soll es für Lokomotiv-Werkstätten 10 mm Stärke erhalten. Eine zweckmäfsige Unterstützung des Riffelbleches ist in Textabb. 538 angegeben. In diesem Beispiele sind als Fahrschienen Eisenbahnschienen verwendet, während früher vielfach auch Flacheisen oder Flachstahl von etwa 80 × 40 mm Querschnitt als Fahrschiene genommen wurde. Solche Flachschienen sind aber nicht jederzeit in den gewünschten Abmessungen erhältlich.

2. β) Achsenkarren.

Die kleinsten Schiebebühnen sind die Achsen- oder Räder-Karren, die in den Werkstätten zum Verschieben einzelner Achssätze innerhalb der Aufstellungsgleise für solche dienen. Textabb. 539 zeigt einen solchen Karren mit 500 mm Spurweite.

Abb. 539.



Mafsstab 1 : 30. Achsenkarren.

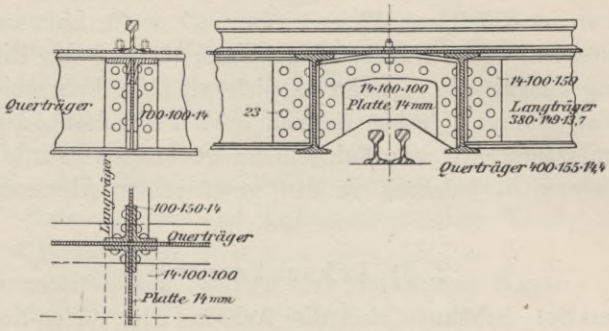
Die Räder der zu verschiebenden Achssätze müssen mit den Spurkränzen auf die Endwinkeleisen des Karrens aufsteigen. Letztere sind hier mit Anläufen und einer geringen mittlern Einsenkung versehen, damit die Achssätze nicht von selbst herunterrollen. Zum bequemen Bewegen des Karrens ist ein bügelartiger Handgriff angebracht.

2. γ) Versenkte Schiebebühnen.

Versenkte Schiebebühnen für Wagen und Lokomotiven unterscheiden sich meist nur durch die leichtere oder schwerere Bauart vone inander. Textabb. 532 zeigt eine Lokomotivschiebebühne, jetzt noch meist mit 9 m Schienenlänge ausgeführt mit elektrischem Antriebe, im Übrigen nach dem Muster der preufsisch-hessischen Staatsbahnen, für Lokomotiven ohne Tender in Werkstätten und Lokomotivschuppen bestimmt. In Schuppen für Lokomotiven mit Tendern ist dieselbe Bauart vielfach mit 16,15 m Schienenlänge und fünf Laufschienen ausgeführt worden, von

[368]) Vergleiche S. 401.

Abb. 540.



Mafsstab 1 : 30.

Trägerverbindung für versenkte Lokomotiv-Schiebebühnen (Textabb 532 und 533).

denen nur die beiden äufseren aus einfachen Schienen bestehen. Die Querträger, I-Eisen Nr. 40, sind bei beiden Bauarten paarweise angeordnet und gehen durch, die einfachen Längsträger Nr. 30 sind zwischen den Querträgern gestofsen. Diese Verbindung (Textabb. 540) erfordert sorgfältige Durchbildung. Die Tiefe der Grube beträgt 440 mm, der Durchmesser der Laufräder 800 mm. Die Feststellung erfolgt durch Riegel, wie bei Drehscheiben. Bei Handbetrieb findet oft keine Verriegelung statt.

Die badischen Staatsbahnen haben bei Schiebebühnen für Lokomotiven ohne Tender in den Werkstätten 11 bis 12 m, für Schiebebühnen in den Lokomotivschuppen 20 m Länge eingeführt. Bühnen letzterer Art sind beispielsweise in Freiburg in Baden und in Mannheim durch J. Vögele in Mannheim ausgeführt. Die preufsisch-hessischen Staatsbahnen haben jetzt ebenfalls die Länge von 20 m angenommen.

Die badische 11 m-Bühne ist in Textabb. 541 bis 544 dargestellt. Die Längsträger bestehen aus einfachen, die Querträger aus doppelten [-Eisen; beide liegen in verschiedenen Ebenen. Die Bühne hat 10 Laufräder, von denen nur 4 mit Flanschen versehen und kegelförmig, die übrigen zylindrisch sind. Drei Räder sind für den elektrischen Antrieb durch eine durchgehende Welle gekuppelt, alle anderen sind je für sich gelagert. Diese Räder-Anordnung erzielt leichten Gang der Bühne. Die Überschreitung der Grube ist durch die durchlaufende Stufe in der Wange bequem gemacht, die Langträger sind der Stufe entsprechend ausgekragt. Der Stand, der den elektrischen Antrieb und die Seilwinde trägt (in Textabb. 541 bis 544 nicht sichtbar), wird durch zwei kleine Laufrollen nochmals unterstützt, was vielleicht entbehrlich wäre.

Eine sehr einfache und billige versenkte Schiebebühne zeigt Textabb 545 nach einer Ausführung der Pennsylvania-Bahn. Die Querträger liegen unter den Längsträgern; als Achsen werden alte Wagenachsen benutzt. Ein grofser Nachteil ist jedoch die bedeutende Tiefe der Grube, so dafs die Anordnung im Allgemeinen nur zu empfehlen ist, wenn die Bühne nahe an die Grenze des Grundstückes gelegt werden kann.

Die Schiebebühnengruben bilden immerhin eine gewisse Gefahr für die Arbeiter, und hindern den Verkehr innerhalb der Werkstatt. Man legt daher vielfach Wert darauf, die Grube so flach wie möglich zu halten, und beschränkt die Bauhöhe der Bühne. Textabb. 546 und 547 zeigen die Ecken und den Antrieb der sehr niedrigen

Abb. 541.

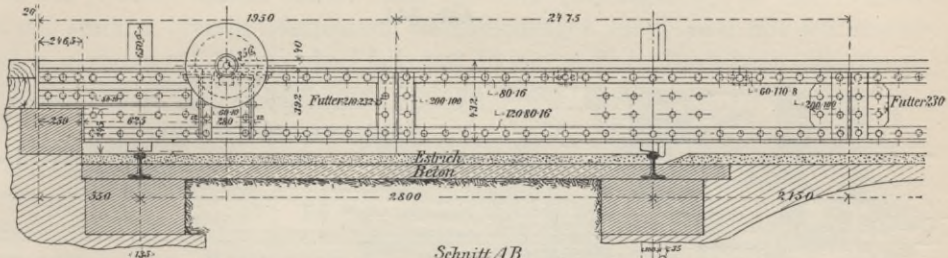


Abb. 542.

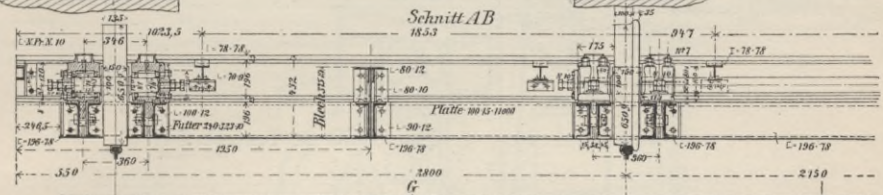


Abb. 543.

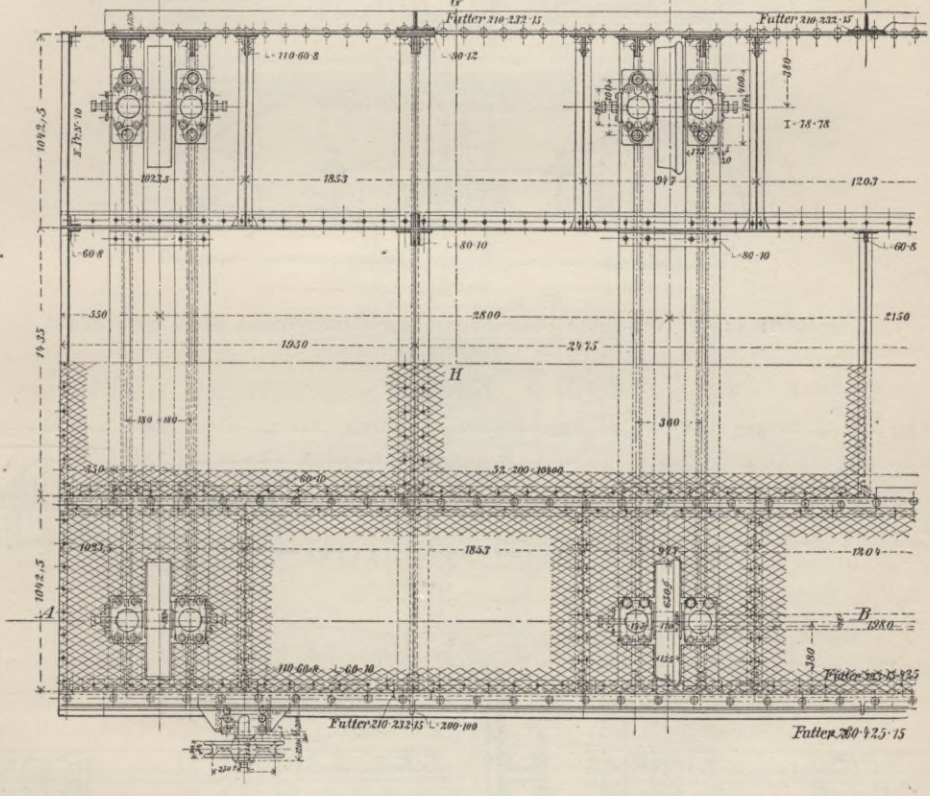
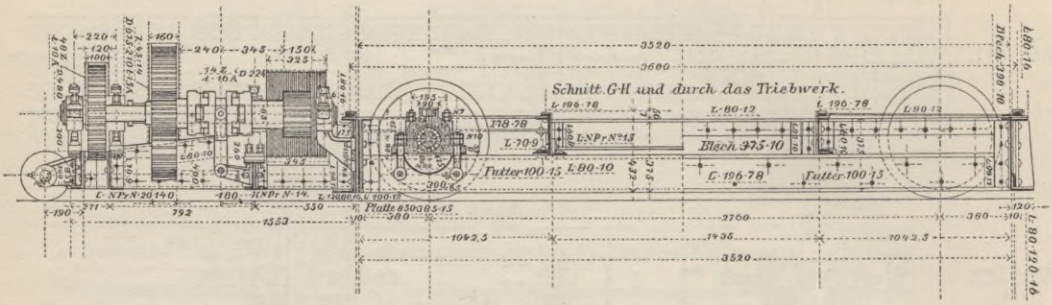


Abb. 541.	Maſsstab 1 : 40.	Schiebebühne der badischen Staatsbahnen, Ansicht.
Abb. 542.	Maſsstab 1 : 40.	Längsschnitt zu Textabb. 541.
Abb. 543.	Maſsstab 1 : 40.	Grundriſs und wagerechter Schnitt zu Textabb. 541.
Abb. 544.	Maſsstab 1 : 40.	Querschnitt (S. 444).

Schiebebühne in dem groſsen Lokomotiv-Schuppen des Pragbahnhofes bei Stuttgart.[369]) Die Bauhöhe der Bühne beträgt nur 230 mm, die Tragkraft 100 t bei 14,7 m Länge. Die Bühne hat sechs Paar Räder, alle mit Spurkranz, achtpferdigen elektrischen Antrieb und Handwinde. Sie ist von Kuhn in Stuttgart-Berg, der elektrische Antrieb von der Maschinenbauanstalt Eſslingen geliefert. Die Schienen

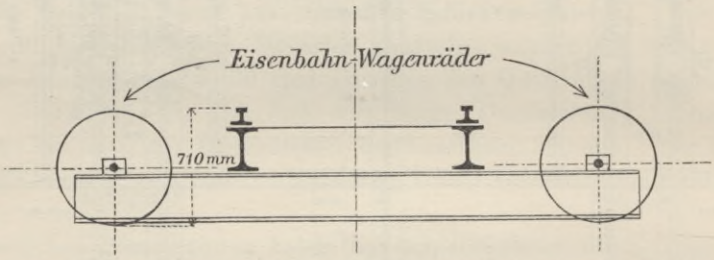
369) Organ 1896, S. 1.

Abb. 544.



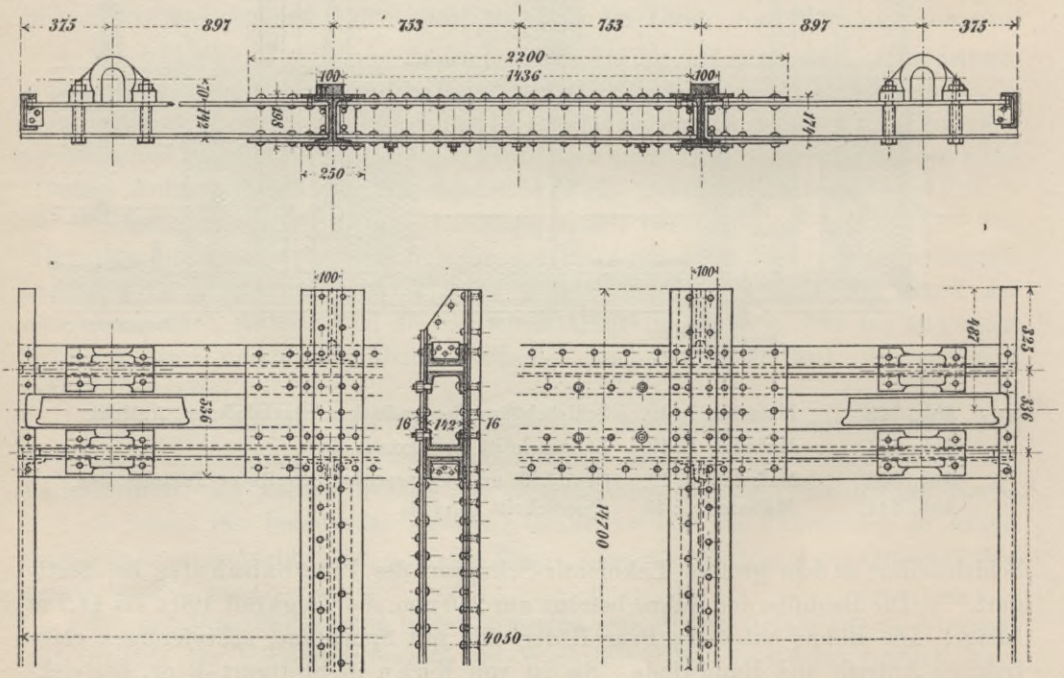
Maſsstab 1 : 40. Querschnitt zu Textabb. 541.

Abb. 545.



Maſsstab 1 : 50. Versenkte Schiebebühne der Pennsylvania-Bahn, Querschnitt.

Abb. 546.

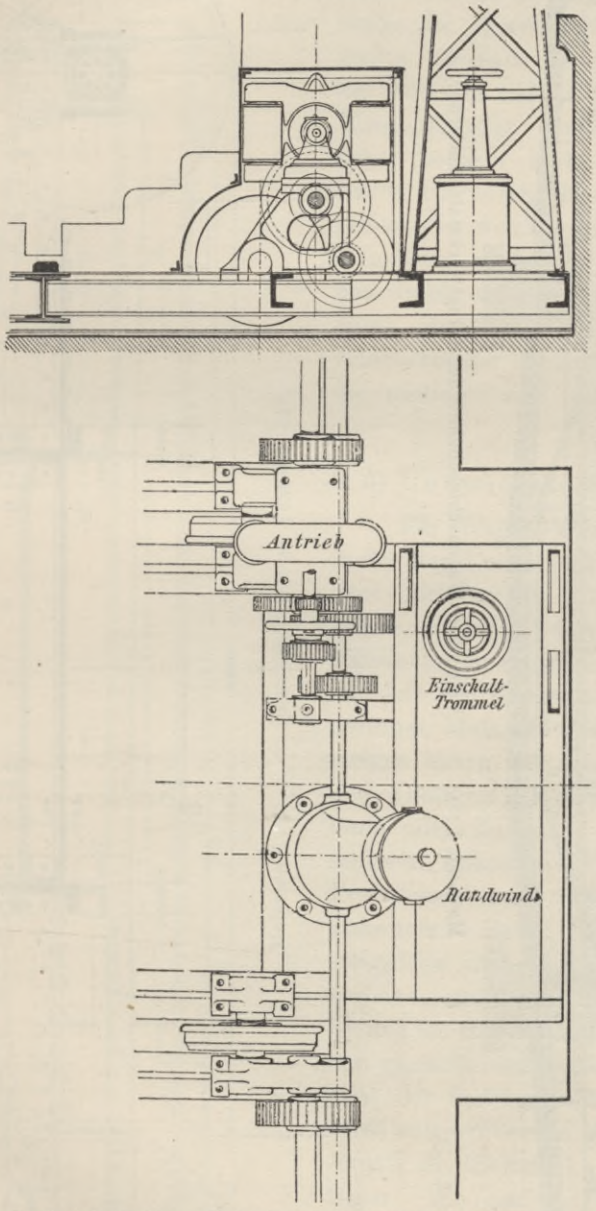


Maſsstab 1 : 30

Versenkte Lokomotiv-Schiebebühne von beschränkter Bauhöhe, Pragbahnhof bei Stuttgart.

bestehen aus je einem flachen Stücke Stahl, die fünf Querträger aus je vier [-Eisen mit 16 mm starken, breiten Gurtplatten, die Längsträger aus je zwei mit den Stegen zusammen genieteten [-Eisen, gleichfalls mit 16 mm starken Gurtungen; die Querträger gehen durch, die Längsträger sind an ihnen gestofsen.

Abb. 547.



Mafsstab 1 : 30. Elektrischer Antrieb der Lokomotiv-Schiebebühne Textabb. 546, Pragbahnhof bei Stuttgart.

Auch Textabb. 534 zeigt den Schnitt einer versenkten Schiebebühne von beschränkter Bauhöhe für Lokomotiven ohne Tender aus der Hauptwerkstatt Grunewald.

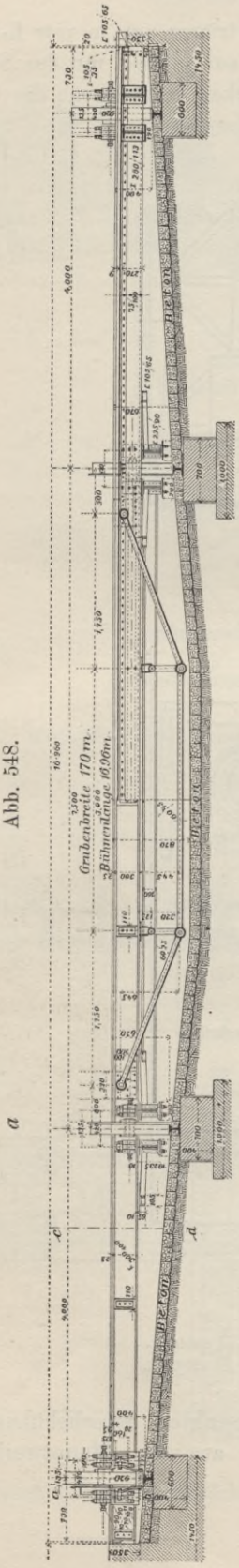


Abb. 548.

b Maſsstab 1 : 80. Versenkte Wagenschiebebühne der Hauptwerkstatt Karlsruhe.

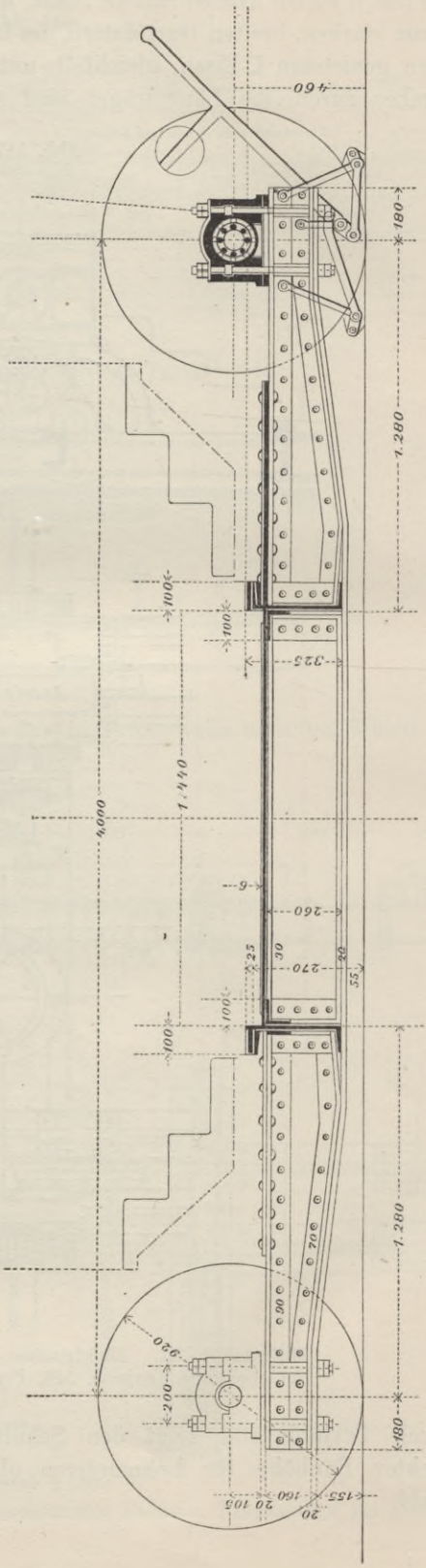


Abb. 549.

Maſsstab 1 : 25. Stirnansicht und Querschnitt a-b zu Textabb. 548.

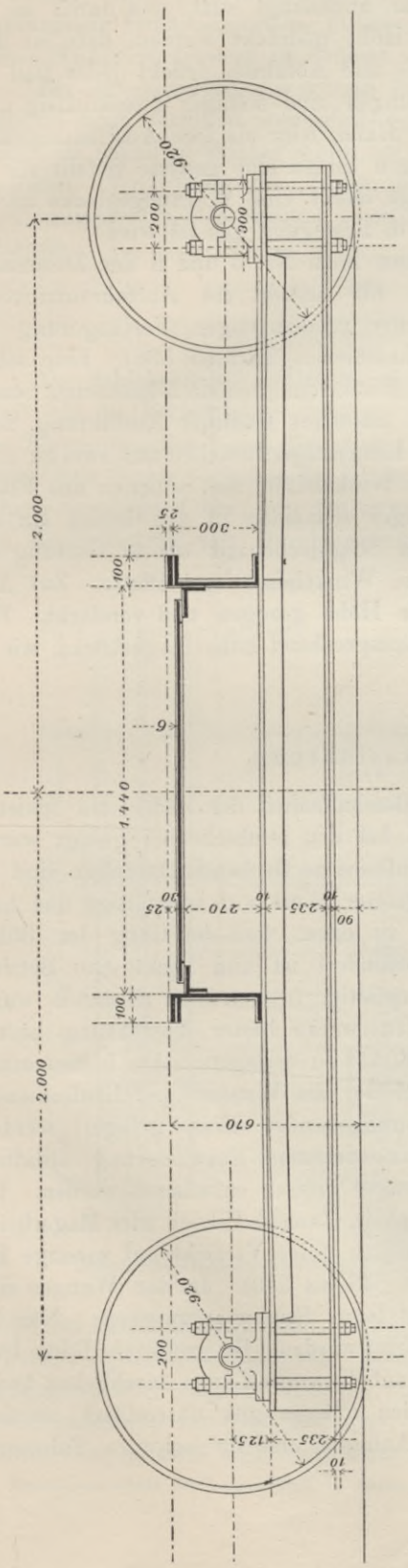


Abb. 550. Querschnitt c-d zu Textabb. 548. Maſsstab 1 : 25.

Eine beachtenswerte Anordnung der Grube bietet die Schiebebühne in der Lackiererei der Hauptwerkstatt Karlsruhe (Textabb. 548 bis 550).

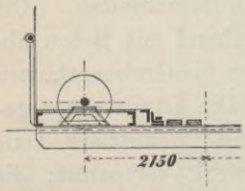
Entsprechend der Form der Längsträger der 17 m langen Bühne ist die Grube im Querschnitte vieleckig gestaltet, so daſs sie an den Wangen nur 350 mm tief ist und sich bis zur Mitte allmälig vertieft. Man kann daher bequem hinüberschreiten. Die Grube ist durchgehend mit Beton abgedeckt, in welchen die Grubenschienen eingebettet sind. Die Längsträger gehen durch und sind im mittlern Teile durch ein Hängewerk verspannt; die Endquerträger liegen mit ihnen bündig, die mittleren sind untergesattelt.

2. δ) Unversenkte Schiebebühnen.

Für Wagen-Werkstätten werden in der Regel unversenkte Schiebebühnen verwendet, um die störende Grube zu vermeiden. Um das Aufbringen der Fahrzeuge zu erleichtern, baut man sie so, daſs die Räder um ein möglichst geringes Maſs, 45 bis 80 mm, aufzusteigen haben und erleichtert das Auf- und Abfahren durch rampenartige Aufläufe oder Zungen. Bei der unversenkten Lokomotiv-Schiebebühne mit Preſswasserbetrieb auf dem Potsdamer Bahnhofe in Berlin, welche zwei Bahnsteiggleise mit dem Lokomotivgleise verband, war das letzte Stück jedes Gleises um eine wagerechte Achse drehbar gemacht und legte sich unter der Last der darüber rollenden Räder auf einen entsprechenden Ansatz der Bühne, so daſs alle Gleisstücke in gleicher Höhe lagen. Wo eine gröſsere Anzahl von Gleisen zu verbinden ist, würde diese Einrichtung zu teuer werden; man bringt daher die Auffahrvorrichtungen nur einmal an der Bühne selbst an. Sie besteht am besten aus schlanken,

keilförmigen, aus Stahl geschmiedeten Zungen (Textabb. 530), welche an die Bühne um eine wagerechte Achse drehbar angehängt sind, und durch in der Mitte liegende Blattfedern soweit in die Höhe gedrückt werden, dafs sie über den Anschlufsgleisen schweben. Beim Auf- und Abfahren drückt jedes Rad die Zunge auf die Schiene herunter. Diese Zungen sind weniger zweckmäfsig auch seitlich drehbar und zum Aufklappen von Hand, oder als lose Ausrüstungstücke ausgeführt worden. Die vorstehenden Zungen bilden eine gewisse Gefahr für die in der Nähe arbeitenden Leute; man bringt daher eine Warnungsglocke an der Bühne an, welche von einem Laufrade aus in Bewegung gesetzt wird.

Abb. 551.



Mafsstab 1 : 135.
Flacheisenquerträger mit Lagerbock für unversenkte Schiebebühnen.

Bei den Bühnen nach Nr. 5 und 6 der Zusammenstellung XXXII S. 439 besteht die Auffahrvorrichtung meist nur aus einer rampenartigen Verlängerung der Langträger und Fahrschienen (Textabb. 536). Eine solche Bühne, ähnlich dem Muster der preufsisch-hessischen Staatsbahnen, jedoch von besonders kräftiger Ausführung, zeigt Textabb. 533. Die Längsträger bestehen aus zwei zu einer Z-Form vereinigten Winkeleisen, die Schienen aus Flachstahl. Die Querträger schneiden in den Boden ein und bestehen aus einem Stegbleche mit oberer Gurtung aus ungleichschenkeligen Winkeleisen und Platte. Zur Aufnahme der Lager ist das Stegblech in die Höhe gezogen und verstärkt. Einfacher sind gerade obere Gurtungen und entsprechend hohe Lagerböcke, wie in Textabb. 551 dargestellt ist.

2. ε) Bauliche Ausführung.

Was über das Grundmauerwerk, die Beschaffenheit der Räder und Schienen und die Stärke der Träger von S. 413 an bei den Drehscheiben gesagt wurde, gilt sinngemäfs auch für Schiebebühnen. Gufseiserne Grubeneinfassungen sind für Schiebebühnen nicht üblich; es ist aber grofser Wert auf sorgfältige und haltbare Anordnung des Wangenmauerwerkes zu legen, weil der Gang der Bühne beim Vordrängen einzelner Steine sofort behindert ist und leicht eine Betriebstörung eintritt. Die Laufschienen sind sorgfältig, in genauem Abstande wagerecht auf Quadern oder durchgehendem Mauerwerke bester Ausführung mittels Unterlegplatten nach Textabb. 505 bis 508 S. 414 zu verlegen. Am besten erhält die Grube eine durchgehende Betonsohle, auf der die Wangen und Laufschienen-Sockel, sowie die Unterstützungen quer durchgehender Gleise gelagert werden. Die Grube mufs reichliches Quergefälle und wirksame Entwässerung erhalten; auch die Schlitze für einschneidende Querträger müssen entwässert werden. Die Grubenfläche wird abgepflastert, oder mit Asphalt, Zement-Estrich oder Magerbeton abgeglichen. In Karlsruhe hat man die Schienen unter Verzicht auf sonstige Befestigung in den Beton eingebettet (Textabb. 548 bis 550). In den Wangen sind zwischen je zwei Anschlufsgleisen möglichst lange Stufen auszusparen. Nur bei Bauhöhen unter 250 mm können sie ganz entbehrt werden. Bei gröfseren Höhen baut man die Bühne am besten so, dafs die Stufe auf die ganze Länge durchgehen kann, wie die Textabb. 541 zeigt. Die Gleisenden müssen gut unterstützt werden. Holzschwellen reichen hierzu für dauernde Anlagen und für schwere Fahrzeuge

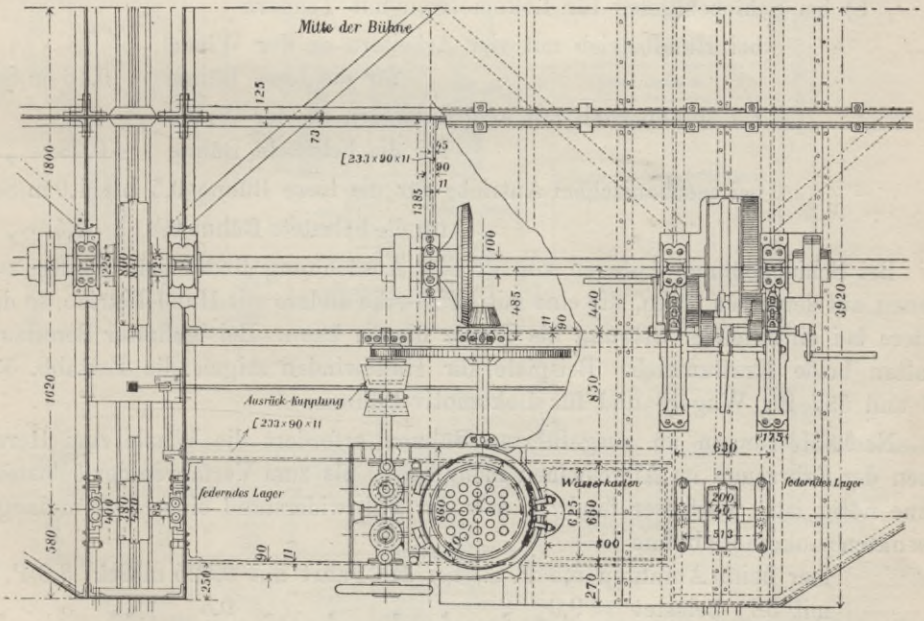
nicht aus; auch Sandsteinschwellen sind wiederholt gebrochen. Man verwendet zweckmäfsig Granitschwellen, gufseiserne Schilde, ⊏-Eisen mit Mauerankern oder bestes Klinkermauerwerk in Zement.

Bei unversenkten, im Freien liegenden Bühnen darf man die Laufschienen nicht zu hoch verfüllen, keinesfalls derart, dafs sich eine Art Rinne an den Schienen bildet, da sonst im Winter schon bei geringer Eisbildung Entgleisungen der Bühne eintreten. Wo Pferde zum Ziehen der Schiebebühnen benutzt werden, mufs man einen entsprechenden Streifen in Höhe der Schienenköpfe über die ganze Bahn pflastern.

2. ζ) Bewegungs-Widerstände und -Vorrichtungen.

Die Schiebebühnen erfordern in den meisten Fällen eine weit gröfsere Triebkraft als die Berechnung erwarten läfst. Nach letzterer müfste diese rund $^1/_{100}$ des Eigengewichtes nebst Belastung betragen, wenn der Durchmesser der Räder gleich dem 8- bis 10 fachen des Zapfendurchmessers ist. Die gröfseren Widerstände rühren vorwiegend her: von den unvermeidlichen Unebenheiten und Verschiebungen der Laufschienen, von Durchbiegungen der Bühne selbst, vom Schieflaufen der

Abb. 552.



Mafsstab 1 : 50.
Lokomotiv-Dampfschiebebühne mit abgefederten Lagern, Elberfeld und Köln.

Räder bei kurzen Einzelachsen, oder Ungleichheit der Durchmesser bei langen durchgehenden Achsen, endlich vom Schieflaufen der ganzen Bühne bei nicht genau gleichgerichteter Lage der Achsen. Die beste Anordnung der letzteren für richtigen und zwanglosen Lauf ist diejenige, bei der alle Räder einzeln auf je einer ganz kurzen oder je zwei Räder auf einer nicht zu langen Achse mit zwei Lagerstellen

sitzen. Mufs man für den Antrieb mehr als zwei Räder kuppeln, so wende man keine durchgehenden Wellen, sondern Zahnkuppelungen an, die eine geringe Winkel-Bewegung der Achsen zulassen. Häufig kann man die erforderliche Belastung durch Höherbringen der übrigen Lager erzielen; auch werden zu gleichem Zwecke mitunter verstellbare oder abgefederte Lager angewendet (Textabb. 552).

Leicht gehende Wagen-Schiebebühnen werden vielfach ohne weitere Bewegungsvorrichtungen von fünf bis zehn Mann an durchgehenden Handleisten geschoben, welche in etwa 1,2 m Höhe über dem Fufsboden an kräftigen Befestigungsarmen beiderseits angebracht sind, so dafs die Mannschaft in beiden Richtungen schieben kann. Das Ziehen an den Handleisten ist wegen der Gefahr für einen etwa zu Falle kommenden Arbeiter verwerflich. Bei schweren Bühnen findet man vielfach Winden mit Räder-Vorgelegen, die auf zwei oder mehrere Laufräder wirken. Bei unversenkten Bühnen mit versetzten Rädern müssen zwei Gruppen von diesen angetrieben werden. Die Winden erhalten zweierlei Übersetzungen, etwa 1 : 6 für die leere, und 1 : 14 für die belastete Bühne.

Die Lauf-Geschwindigkeit beträgt etwa:

a) bei Schiebebühnen für Wagen, bei Handbetrieb 0,2 bis 0,5 m/Sek.
bei mechanischem Antriebe für die leere Bühne bis 1,5 „
„ „ „ „ „ belastete Bühne bis 1,0 „

b) bei Schiebebühnen für Lokomotiven mit Tendern
bei Handbetrieb mit vier Arbeitern an der Winde
für die leere Bühne 0,16 m/Sek.
bei Handbetrieb mit acht Arbeitern an der Winde
für die belastete Bühne 0,08 „
bei mechanischem Antriebe für die leere Bühne 0,5 bis 1,0 m/Sek.
„ „ „ für die belastete Bühne 0,3 „ 0,5 „

Bei Schiebebühnen-Anlagen von grofser Ausdehnung findet man häufig zwei Bühnen auf derselben Bahn, die eine mit Kraft-, die andere mit Hand-Betrieb, so dafs letztere bei eintretender Störung als Ersatz dienen kann. Bei lebhafter Benutzung erhalten beide Kraftantrieb. Beispiele für Handwinden zeigen die Textabb. 532, 533 und 537 für Wagen- und für Lokomotiv-Bühnen.

Nach Messungen an ausgeführten Bühnen erfordert die Winde zum Heranziehen der Fahrzeuge im Allgemeinen mehr Kraft, als zum Verfahren der belasteten Bühne nötig ist. Verfasser fand[370]), dafs der Fahrwiderstand einer 11,5 m langen versenkten Lokomotivbühne

leer beim Anfahren 5,3 P. S., bei der Fahrt mit 0,625 m/Sek. 3,6 P. S.,
mit 38 t belastet 9,0 „ „ „ „ „ 0,5 „ 5 „

erforderte. Zum Heranziehen einer noch nicht eingelaufenen vierachsigen Güterzug-Lokomotive von 38 t Gewicht mit 0,53 m/Sek. Geschwindigkeit waren dagegen 10,2 P. S., beim Anziehen zunächst sogar 15,3 P. S. erforderlich. Man wählt daher die mechanischen Antriebe für versenkte Lokomotivschiebebühnen zu 10 bis 15 P. S. Leistung. Für unversenkte Wagenschiebebühnen von gröfserer Länge mufs man 15 bis 18 P. S. vorsehen.

---

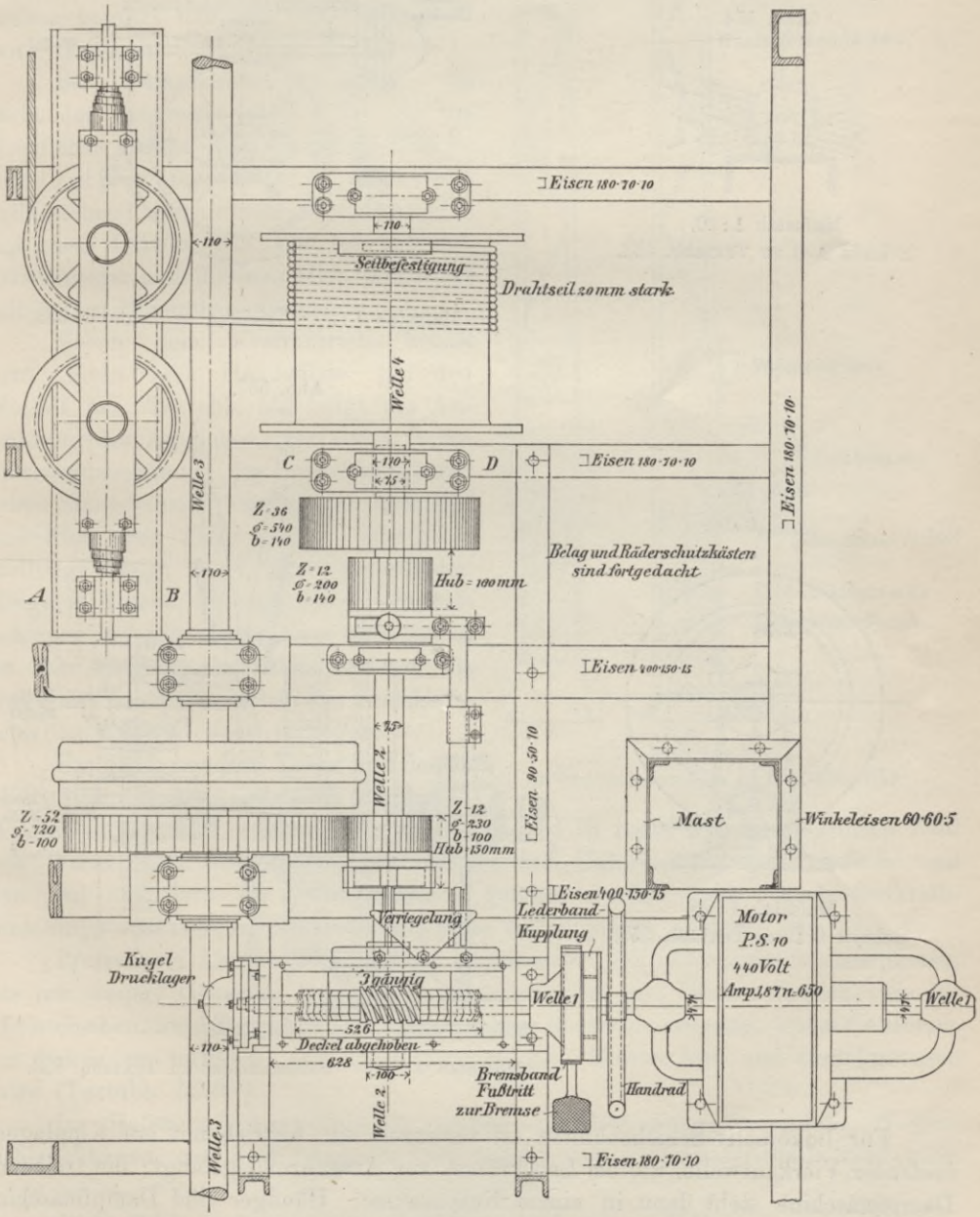
370) Glasers Annalen 1903, II., S. 240.

2. η) Kraftantrieb.

Kraftantrieb wird bei Schiebebühnen noch häufiger, als bei Drehscheiben angewandt, da die erforderliche Arbeitsleistung und die erreichbare Zeitersparnis bei den oft langen Wegen der Schiebebühnen erheblich gröfser ausfallen

Bei allen Wagen-Schiebebühnen, bei Lokomotiv-Schiebebühnen in Werkstätten und wo sonst kalte Lokomotiven umzusetzen sind, ist es sehr zweckmäfsig, eine

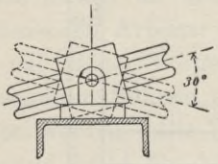
Abb. 553.



Mafsstab 1 : 20. Elektrischer Antrieb einer Lokomotiv-Schiebebühne mit Schneckenrad. Grundrifs.

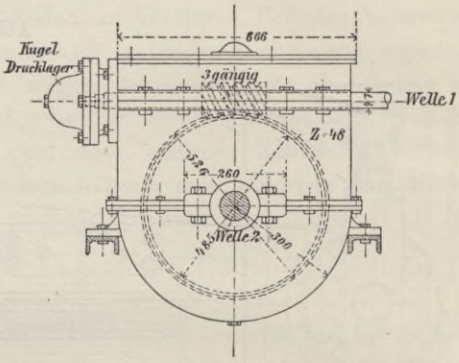
ausrückbare Windetrommel (Textabb. 533) oder einen Spillkopf (Textabb. 537) anzubringen, so dafs man die Fahrzeuge hinauf-, und mit Hülfe einer Umlenkrolle auch herunter ziehen kann. Der Verfasser hat den Rahmen mit den beiden Führungsrollen für das Windeseil drehbar und nachgiebig ausführen lassen (Textabb. 553 bis 558). Hierbei werden Antrieb und Seil geschont, die Rollen stellen sich selbsttätig ein.

Abb. 554.



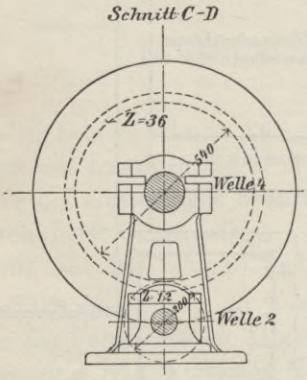
Mafsstab 1 : 20.
Schnitt A-B zu Textabb. 553.

Abb. 556.



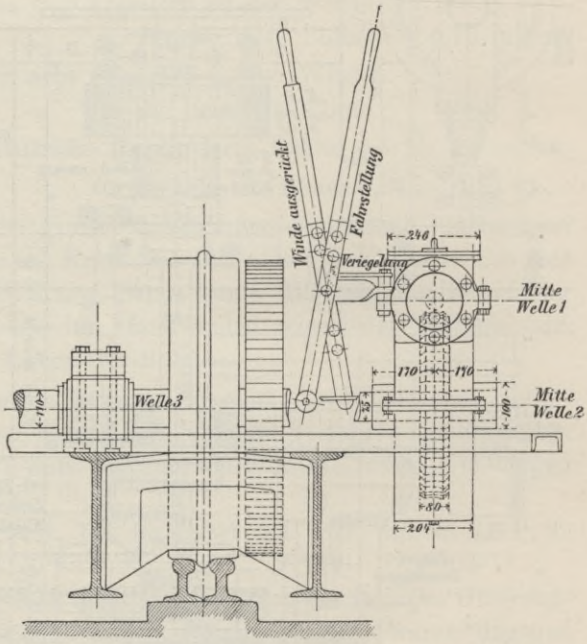
Mafsstab 1 : 20. Triebrad zu Textabb. 553.

Abb. 555.



Mafsstab 1 : 20.
Schnitt C D zu Textabb. 553.

Abb. 557.



Mafsstab 1 : 20. Seitenansicht zu Textabb. 553.

Für Lokomotiv-Schiebebühnen ist vereinzelt ein Antrieb mit auf Kipplagern laufender Vierkantwelle, wie bei Laufkränen, zur Ausführung gelangt; die treibende Dampfmaschine steht dann in einem Nebenraume. Häufiger sind Dampfmaschine und Kessel auf der Bühne selbst angebracht. Die Maschine treibt ein Räder-

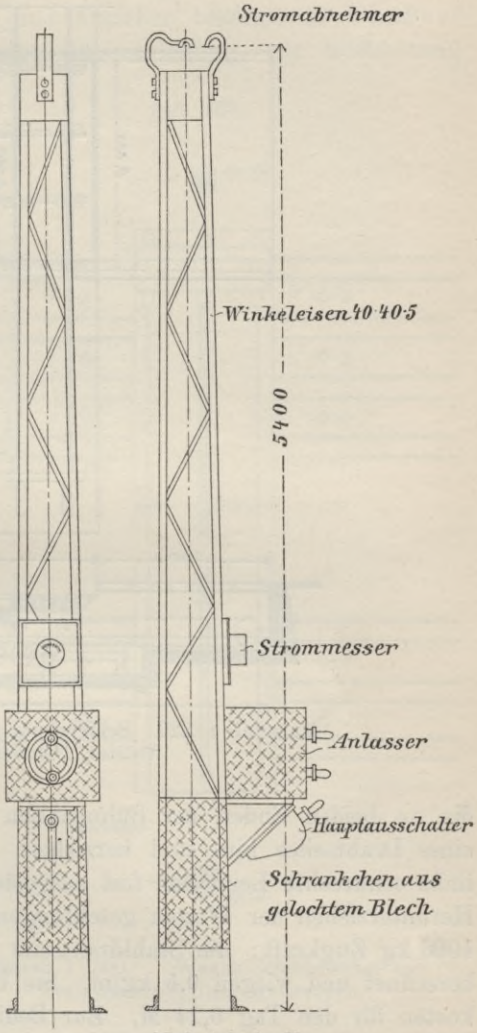
vorgelege, welches auf zwei oder mehrere der Bühnenräder wirkt. Meist schaltet man eine lösbare Kuppelung und eine Bremse ein, damit die Bühne an der bestimmten Stelle zum Stillstande gebracht werden kann.

Mitunter befindet sich die Antriebsanlage auf einem besondern Wagengestelle, welches die mittleren Laufschienen der Bühne benutzt und mit dieser gekuppelt wird (Textabb. 530).

Bei Dampfantrieb erhalten die stehenden Röhrenkessel 0,4 bis 0,5 qm Rostfläche und 8 bis 15 qm Heizfläche bei 10 at Dampfspannung; die meist ebenfalls stehend angeordnete Dampfmaschine hat zwei Zylinder von 120 bis 150 mm Durchmesser und 200 mm Hub, und wirkt mit einer Räderübersetzung.

Neben dem Kraftantriebe behält man meist eine Handwinde für den Notfall bei. Textabb. 552 zeigt die Anordnung des Antriebes einer ältern Lokomotivschiebebühne der preufsisch-hessischen Staatsbahnen, Direktionen Elberfeld und Köln, von 12 m Länge. Die Feststellung erfolgt durch einen senkrechten Riegel in Kloben, die zwischen den Doppelschienen befestigt sind; diese Anordnung ist sehr einfach, aber nicht so gut, als wenn die Kloben zwischen den Anschlufsschienen frei und sichtbar liegen.

Abb. 558.



Mafsstab 1 : 40.
Stromabnehmersäule zu Textabb. 553.

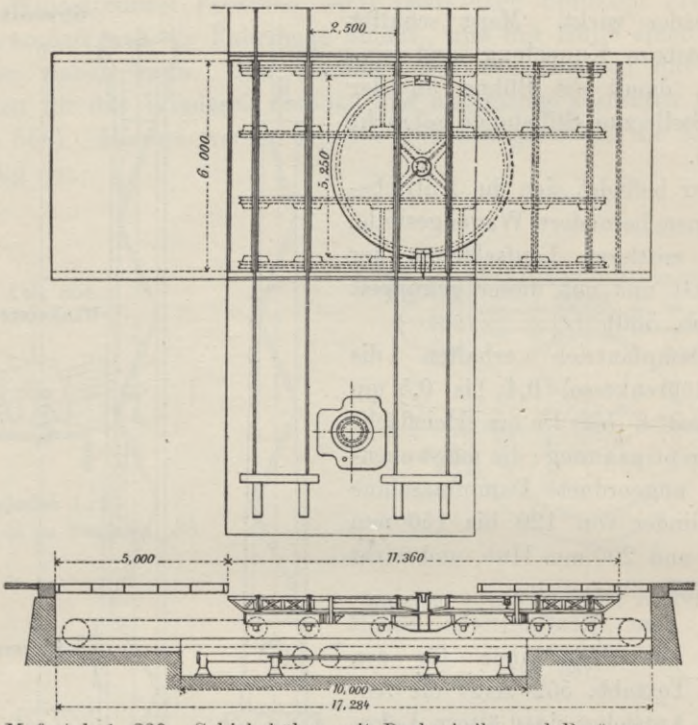
Um den besondern Kessel und dessen Wärter zu sparen, ist auch Drahtseil-Antrieb angewendet worden. Der Wirkungsgrad ist indes wegen der grofsen Zahl von Winkelrollen sehr gering, und Anlage und Unterhaltung nicht einfach, weil das Seil unterhalb der Werkstattsohle geführt werden mufs. Auch Gaskraftmaschinen sind vereinzelt verwendet; diese ziehen jedoch schlecht an.

Prefswasser-Antrieb wird häufiger angewendet. Bei Lokomotiv-Schiebebühnen, die nur wenige Gleise zu bedienen haben, verwendet man hierbei ähnlich, wie bei Drehscheiben, zwei Tauchkolben mit mehrfacher Kettenübersetzung, wobei die Bühne, um Ecken zu verhüten, von mindestens je zwei Ketten hin- und zurückgezogen wird (Textabb. 559[371]).

Im Hafen zu Antwerpen[372]) werden zur Bewegung versenkter Wagen-Schiebebühnen von 9 m Länge je zwei feststehende Prefswasser-Spille verwendet,

[371]) Vergleiche auch 2. *i*) Aufsergewöhnliche Anordnungen. S. 457.
[372]) Revue gén. des chemins de fer 1894, Heft I.

Abb. 559.



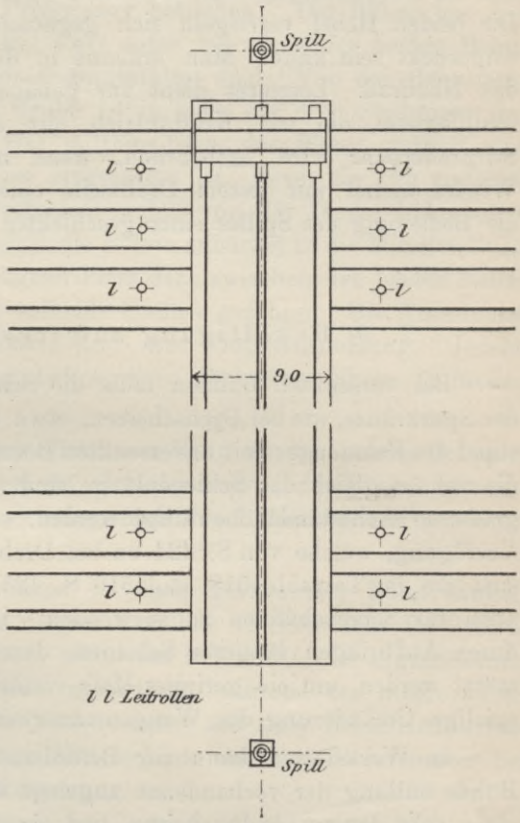
Mafsstab 1 : 220. Schiebebühne mit Drehscheibe und Prefswasser-Antrieb, Bahnhof St. Lazare, Paris.

die an beiden Enden der Bühnenbahn aufgestellt sind, und die Bühne mittels je eines Drahtseiles hin- und herziehen. Zwischen je zwei Gleisen sind rechts und links senkrechte Leitrollen fest aufgestellt, um welche die Seile zum Hinauf- und Herunterziehen der Wagen geschlungen werden (Textabb. 560). Die Spille haben 1000 kg Zugkraft; die Stahldrahtseile sind für eine Bruchbelastung von 5000 kg berechnet und wiegen 0,5 kg/m. Sie halten nur etwa 2000 Benutzungen aus und kosten für den Tag 0,24 M. Zur Bedienung gehören drei Mann, je einer an den Spillen und einer als Seil-Anhänger. Diese verschieben etwa 14 Wagen zu 20 t in der Stunde.

Gegenwärtig wird da, wo eine Stromquelle vorhanden ist, stets der elektrische Betrieb angewendet, der alle Vorzüge der übrigen Antriebe ohne ihre Nachteile vereinigt. Anfänglich wurde meist unterirdische Stromzuleitung genommen; Hin- und Rückleitung wurden dann in zwei getrennten Kanälen untergebracht, so dafs Kurzschlüsse mit Sicherheit vermieden waren. Als Stromzuführung benutzt die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin eine aus Kupferblech gebildete, flachrunde Rille, die in einer Holzleiste befestigt ist, und von der der Strom mittels einer federnd gelagerten Rolle abgenommen wird. Collet und Engelhard in Offenbach verwenden zur Stromabnahme einfache Drähte, die in seitlich ausgesparten Mauerschlitzen lose auf nicht leitender Unterlage ruhen und von den Abnehmerrollen von dieser abgehoben werden Textabb. 537 zeigt den Antrieb einer unversenkten Wagen-Schiebebühne der Bauart Textabb. 533, S. 437. Der Wechsel der Richtung wird hier durch ein Reibungs-Wendegetriebe erzielt; aufser-

dem ist eine freitragend angebrachte Seiltrommel, Spillkopf, mit Schneckenantrieb angebracht, die stets mitläuft und das Auf- und Abziehen besorgt. Schuckert hat im Lokomotivschuppen zu Cassel dieselbe Stromzuleitung, zur Rückleitung jedoch die fünf Laufschienen benutzt, welche an den Stöfsen aufser den Laschen keine besondere leitende Verbindung haben Die Triebmaschine leistet 9,5 P. S., macht 750 Umdrehungen in der Minute und hat Riemenübertragung. Neuerdings wird vielfach oberirdische Stromzuführung angewendet, auch für die Rückleitung.

Abb. 560.



Mafsstab 1 : 500. Wagen-Schiebebühne mit Prefswasser-Spillen, Antwerpen.

Textabb. 530, S. 435 zeigt eine Ausführung der Union Elektrizitäts-Gesellschaft zu Berlin, bei der der federnde Arm wie üblich auf einer Säule angebracht ist Die vorhandene Bühne bot keinen Platz zur Unterbringung des Antriebes, auch eigneten sich ihre kleinen Räder nicht zum Treiben. Daher wurde ein besonderer dreieckiger Wagen angehängt, welcher auf zwei gröfseren, auf der Mittelschiene laufenden Rädern ruht, auf die der elektrische Antrieb wirkt. Auch eine Seilwinde zum Wagenziehen ist vorhanden. Die Union-Gesellschaft verwendet für im Freien liegende Bühnen Antriebe mit vollständig wasserdichter Einkapselung, so dafs die Herstellung eines Wellblechhäuschens hierfür nicht nötig ist.

Eine 18,3 m lange Bühne in der Wagenwerkstätte der Pennsylvania-Bahn in Altoona erfordert bei elektrischem Antriebe 10 P. S., wobei die Geschwindigkeit je nach der Last 0,5 bis 1,5 m/Sek. beträgt. Die elektrische Einrichtung ist von der Sprague-Gesellschaft ausgeführt, die Leitung hat bei 183 m Entfernung von der Stromquelle 4 % Spannungsverluste, die Grube ist 91 m lang. Eine gleiche Bühne mit Seilbetrieb in Camden erreicht nur 1 m/Sek. Geschwindigkeit. Eine Vorgelegewelle reicht über die ganze Bühnenlänge, wird in der Mitte angetrieben, und wirkt auf die beiden äufsersten der vier auf einer Langseite liegenden Achsen. Auf diese Weise soll gleichmäfsiges Vorschreiten der langen Bühne erreicht worden sein.

Textabb. 547 S. 445 zeigt den elektrischen Antrieb der Stuttgarter Bühne. Die Säule ist zur Vermeidung des Zitterns durch einen stark verjüngten Gitterpfosten ersetzt, welcher oben zwei Rollenarme für die doppelte obere Stromleitung trägt. Der Antrieb macht 1100 Umdrehungen in der Minute, die Bahn ist 100 m lang.

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Übersetzungs-Anordnung bei Anwendung

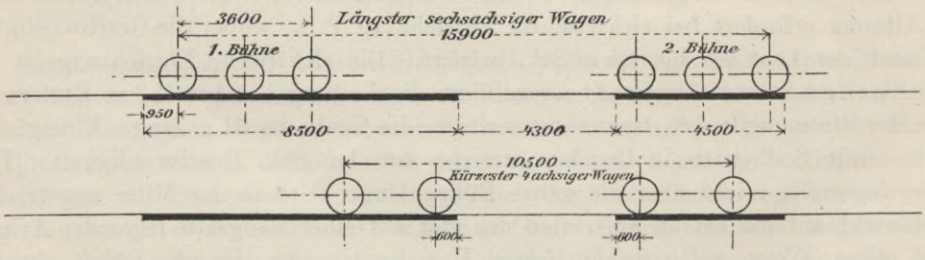
eines Schneckengetriebes, das bei sorgfältiger Ausführung auch im Wirkungsgrade befriedigt. Die Textabb. 553 bis 558 zeigen den sehr gedrängt und übersichtlich ausgefallenen nachträglichen Einbau eines elektrischen Antriebes an einer vorhandenen Bühne der Hauptwerkstatt Tempelhof. Aufser dem Schneckengetriebe ist nur ein Stirnräderpaar für die Fortbewegung und eines für die Winde erforderlich. Die beiden Hebel verriegeln sich gegenseitig, so dafs immer nur ein Räderpaar eingerückt sein kann. Man erkennt in der Abbildung die Fufstritt-Bremse und das Handrad. Letzteres dient zur genauen Einstellung der Bühne auf die Anschlufsgleise, die mit Kraftantrieb nur schwer zu erreichen ist. Das zweite Stirnräderpaar wird entbehrlich, wenn man, wie in Textabb. 537, statt der Windetrommel mit festem Drahtseile einen Spillkopf verwendet, doch erfordert die Bedienung des Spilles einen geschickten Wärter und nutzt die Seile stärker ab.

2. ϑ) Bewältigung aufsergewöhnlicher Achsstände.

Bei versenkten Bühnen mufs die Schienenlänge wegen des Ueberschneidens der Spurkränze, wie bei Drehscheiben, etwa 0,5 m länger sein, als der gröfste Achsstand der Fahrzeuge; mit unversenkten Bühnen können Achsstände bewältigt werden, die nahezu gleich der Schienenlänge sind. Müssen ausnahmsweise Fahrzeuge mit gröfseren Achsständen bewältigt werden, so stehen im Allgemeinen die Mittel zur Verfügung, welche von S. 424 an bei Drehscheiben aufgeführt sind. Insbesondere sind die in Textabb. 518 und 519 S. 425 angegebenen Aufläufer ohne Weiteres auch für Schiebebühnen zu verwenden. In manchen Fällen können die Bühnen durch Aufbringen längerer Schienen, deren überstehende Enden genügend unterstützt werden, um ein geringes Mafs verlängert werden; doch ist hierzu eine kostspielige Umänderung des Wangenmauerwerkes erforderlich.

In Werkstätten kann zur Beförderung von Drehgestell-Wagen eine zweite Bühne entlang der vorhandenen angelegt werden. Textabb. 561 zeigt die Stellung eines sehr langen sechsachsigen und eines kürzern vierachsigen Wagens auf den

Abb. 561.



Mafsstab 1 : 200. Doppelschiebebühne.

gekuppelten Bühnen der Hauptwerkstätte in Potsdam. Die beiden Bühnen werden nicht fest gekuppelt, da die Drehgestelle ein geringes Ecken des Wagens zulassen und der Gang der Bühnen so leichter ist. Die gröfsere Bühne ist in Textabb. 533 dargestellt.

2. *i*) Aufsergewöhnliche Anordnungen.

Eine eigenartige Vereinigung einer auch sonst bemerkenswerten Schiebebühne mit einer Drehscheibe (Textabb. 559) befindet sich auf dem Bahnhofe St. Lazare in Paris.[373]) Sie dient zur Verbindung zweier Kopf-Gleise zum Zwecke der Ausfahrt der Lokomotiven und wird mit Prefswasser betrieben. Die Bühne hat drei Gleise und schiebt sich mit einem Drittel stets unter den einen der beiden Bahnsteige, die mit entsprechenden Hohlräumen ausgestattet sind. Von der Bahnsteigbreite geht also nichts verloren; die Grube ist in jeder der drei Stellungen der Bühne für beide Gleise geschlossen Das mittlere Gleis der Bühne enthält eine Drehscheibe, welche in den Bühnenkörper eingelassen ist. Bevor ein Zug einfährt, wird die Bühne so gestellt, dafs das Drehscheibengleis von der Tender-Lokomotive befahren wird. Um diese zu drehen, mufs die Bühne zunächst in die Mittelstellung gefahren werden, in welcher allein genügend Platz dazu zwischen den beiden Bahnsteigen verbleibt; dann wird die Bühne vollends hinüber gefahren. Die Anordnung ist zwar verwickelt, zeigt aber geschickte Zeit- und Platz-Ausnutzung. Jedoch zieht man im Allgemeinen vor, Tender-Lokomotiven rückwärts fahren zu lassen, anstatt sie zu drehen.

Auf zwei Bahnhöfen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn werden je zwei Gruppen gleich gerichteter Gleise, die im Winkel zu einander liegen, durch eine gemeinsame Schiebebühne bedient, welche im Schnittpunkte der Bühnenbahnen auf einer Drehscheibe gedreht wird.[374])

Ausnahmsweise können Schiebebühnen in flach gekrümmter Bahn laufen. In der Hauptwerkstätte Breslau I mufs die Schiebebühne an einer Ecke des Grundstückes eine flache Krümmung durchfahren, wobei das äufsere Rad der angetriebenen Achse auf der eigentlichen Grubenschiene weiterläuft, während das innere durch ein daneben liegendes kleineres abgelöst wird, welches auf einer besondern, etwas höher liegenden Hülfschiene läuft. Dem Unterschiede der Rad-Durchmesser bei Abwälzung des Kegels entspricht die Krümmung.

Auch auf dem Bahnhofe Paris-Montparnasse läuft eine elektrisch betriebene, unversenkte Bühne von 8,8 m Länge in einem Krümmungshalbmesser von 180 m, auf dem Bahnhofe Le Mans sogar von nur 90 m.[375])

In der Borsig'schen Lokomotiv-Bauanstalt in Tegel bei Berlin sind zwischen den Laufschienen der Schiebebühnen tiefe Gruben ausgehoben worden, um Rohre, Gestänge und dergleichen vorübergehend in ihnen abzulegen; der Raum wird also ausgenutzt, ohne die Fahrbarkeit der Bühne zu behindern.

---

[373]) Organ 1888, S. 206.

[374]) Rev. gén. des chemins de fer 1894 I. Tafel X.

[375]) Organ 1905, S. 235. Revue gén. d. ch. d. f. 1904, S. 99.

2. κ) Gewichte ausgeführter Schiebebühnen.

Zusammenstellung XXXIII.

Nr.	Textabb.	Länge der Bühne m	Bestimmt für:	Bauart der Bühne	Gewicht kg
1	529 b, S. 434	6,8	leichte Güterwagen	Unversenkt, schwache Bauart, hohe Längsträger, innere Laufrollen. Auf französischen Bahnhöfen	3700
2		8,0	„ „	desgleichen	4200
3	531, S, 435	7,5	„ „	Versenkt, schwache Bauart; die Schienen bilden die Längsträger; ohne Winde und Belag . .	3600
4	535, S. 438	7,56	Wagen aller Art	Versenkt, stärkere Bauart, mit Winde . . . . hiervon wiegt der 8 mm starke Riffelblech-Belag	6500 2400
5		7,5	„ „	Unversenkt, mit 1,5 m langen Auffahrzungen; die Querträger bestehen aus Platten 470×45 mm; 48 Laufrollen, veraltet	15 800
6	533, S. 437. 536, S. 438	8,0	schwere Personen-wagen.	Unversenkt, mit Handwinde. Hauptwerkstatt Potsdam, 1895	11 000
7		11,3	Wagen aller Art	Unversenkt, einschneidende Querträger. Ähnlich wie Nr. 6; ohne Winde, mit Holzbelag. Hauptwerkstatt Berlin, Markgrafendamm	16 500
8		8,05	leichte Lokomotiven ohne Tender	Unversenkt, einschneidende Querträger, ohne Winde, mit Holzbelag	9500
9		8,0	schwere Lokomotiven ohne Tender	Versenkt, mit 8 mm Riffelblech-Belag und Winde, Bauart ähnlich, wie Textabb. 532, S. 436 . .	14 300
10	534, S. 437	8,5	„ „	Versenkt, mit niedriger Grube; Räder ohne Spurkränze. vier wagerechte Führungsrollen, Riffelblech-Belag 6,5 mm stark, mit Winde. Hauptwerkstatt Grunewald	15 400
11		9,0	„ „	Ähnlich wie Nr. 9; Muster der preufsisch-hessischen Staatsbahnen; Grubentiefe 495 mm, Querträger 450 mm, Längsträger 425 mm hoch; Riffelblech-Belag 8 mm, mit Handwinde . . . davon Flufseisen 12125 kg, Stahl einschliefslich Schienen und Räder 3100 kg, Gufseisen 1850 kg, Rotgufs 165 kg; Grubengleis 167 kg/m.	17 245
12	1. Auflage 482, Bd. II S. 388	12,15	Lokomotiven mit Tender	Versenkt. Stehende Zwillings-Dampfmaschine, liegender Röhrenkessel von 9,6 qm Heizfläche, 10 at. Handwinde und Riflelblechbelag	18 000 einschliefslich Maschine

Nr.	Textabb.	Länge der Bühne m	Bestimmt für:	Bauart der Bühne	Gewicht kg
13	546 und 547, S. 444 und 445	14,7	Lokomotiven mit Tender bis 85 000 kg	Versenkt; beschränkte Bauhöhe ähnlich Nr. 10, mit elektrischem Antriebe und Handwinde. Lokomotivschuppen Prag-Bahnhof, Stuttgart 1895. Preis der Bühne 7500 Mk., des elektrischen Antriebes einschliefslich 100 m Arbeits-Leitung 3900 Mk.	14 900 ausschliefslich elektrischer Einrichtung
14		16,15	Lokomotiven mit Tender bis 85 000 kg	Versenkt, wie Nr. 12; mit mechanischem Antriebe und Handwinde. Gewichte: Flufseisen 16 700 kg, Stahl einschliefslich Räder 3750 kg, Schienen 1250 kg, Gufseisen 2200 kg, Rotgufs 225 kg, Grubengleise 415 kg/m. Verriegelungen für 1 Gleis 110 kg.	24 100 ausschliefslich des mechanischen Antriebes
15		20,0	schwere Lokomotiven mit Tender bis 115 000 kg	Versenkt	47 800

Bemerkung: Nr. 3 bis 5, 7, 8 und 10 nach Ausführungen und Gewichts-Angaben von der Maschinenbauanstalt Cyclop in Berlin; Nr. 9, 12 und 14, von Wens und Co. in Berlin; Nr. 13 von Kuhn in Stuttgart-Berg, Nr. 15 von Vögele in Mannheim.

Abb. 1. Bogenweiche 1:13 der sächsischen Staatseisenbahnen 1899. Innere Abzweigung.
Halbmesser des Stammgleises 436,5 m, des Weichenhauptgleises 242,5 m, des Nebengleises 180 m.
M. 1:150.

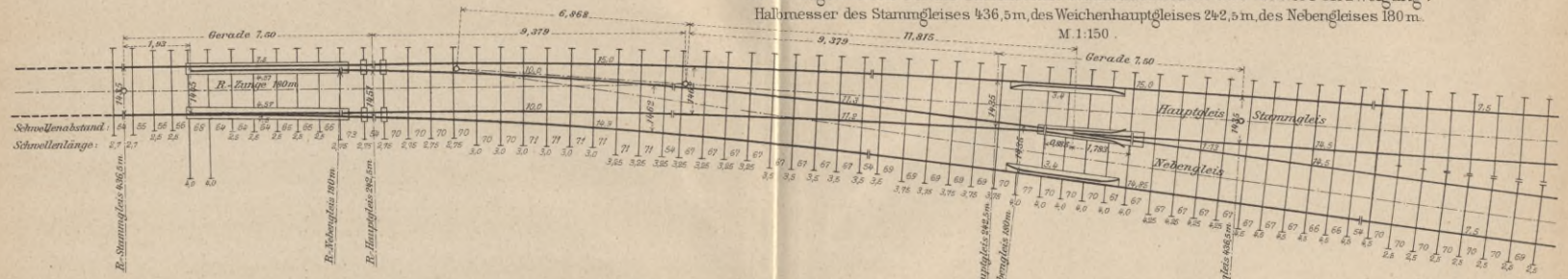


Abb. 2. Einfache Rechtsweiche 1:10 mit gekrümmtem Mutterstrange,
preufsisch-hessische Staatseisenbahnen, 1903. Schiene Nr. 8a.
Halbmesser des Mutterstranges 500 m, der Abzweigung 170 m. M. 1:150.

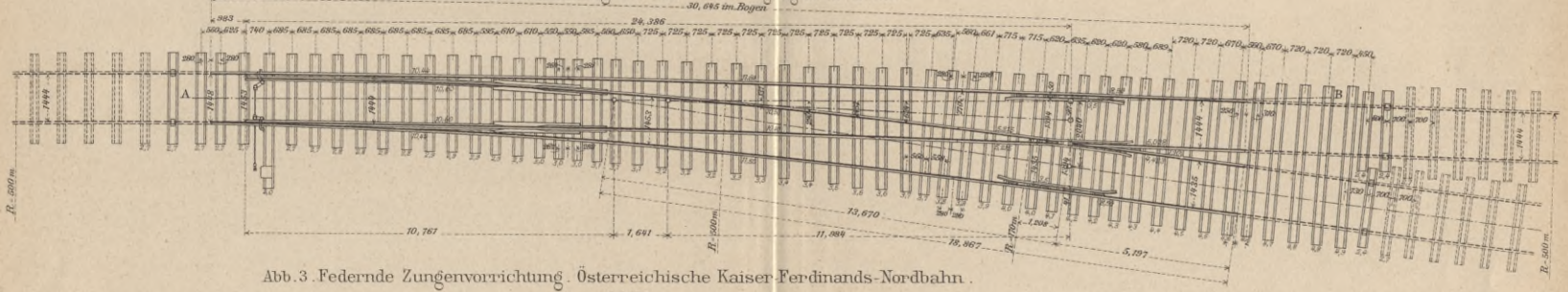
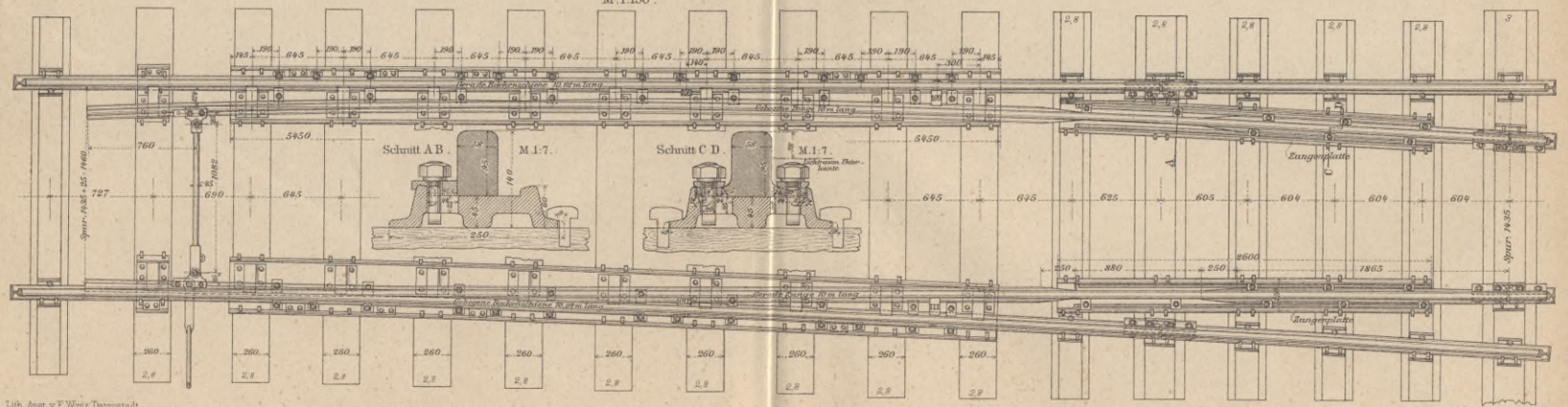


Abb. 3. Federnde Zungenvorrichtung. Österreichische Kaiser-Ferdinands-Nordbahn.
M. 1:150.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Abb. 1 u. 2. Zweiseitige verschränkte Weiche 1:9, preufsisch-hessische Staatseisenbahnen, 1898 Schienen №6 d.

M. 1:150.

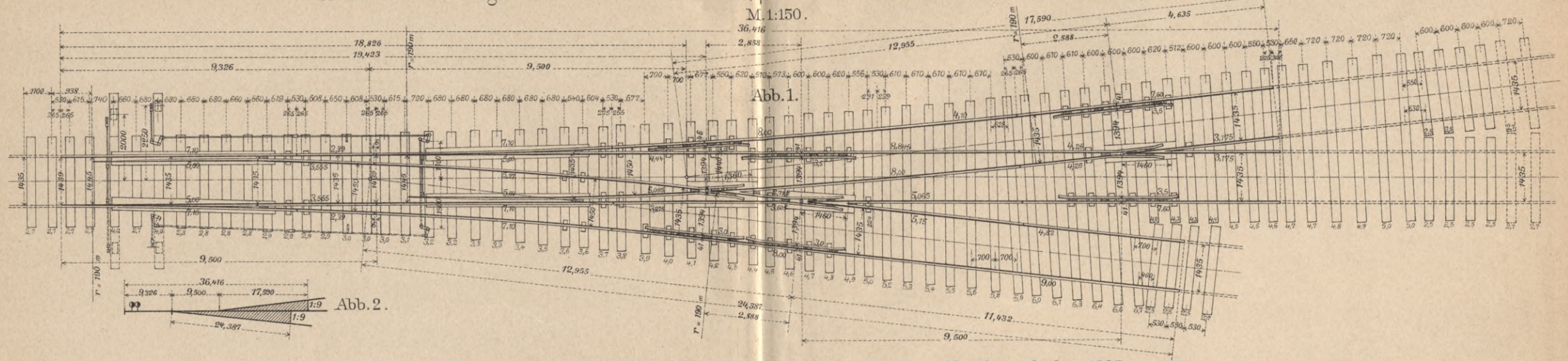


Abb. 3 u. 4. Einseitige verschränkte Weiche der österreichischen Nordwestbahn. 1895. M. 1:150.

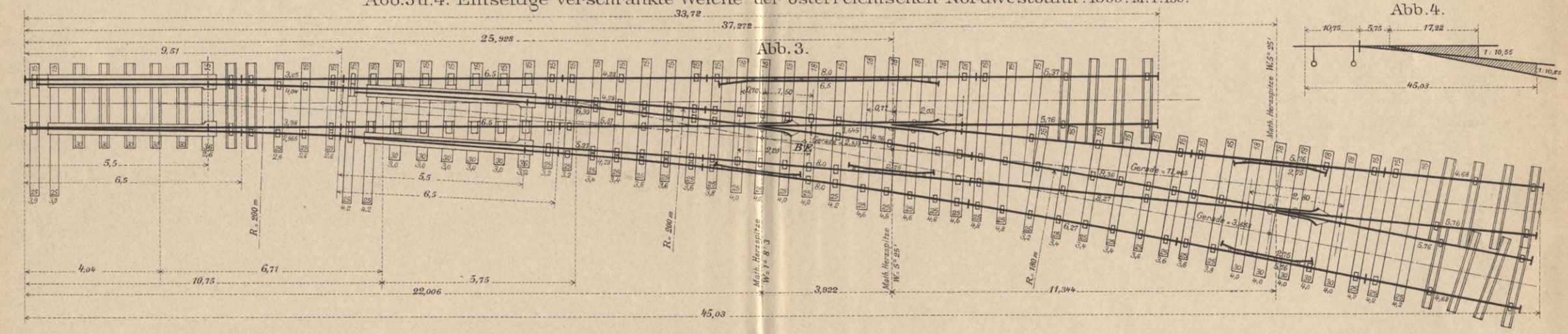
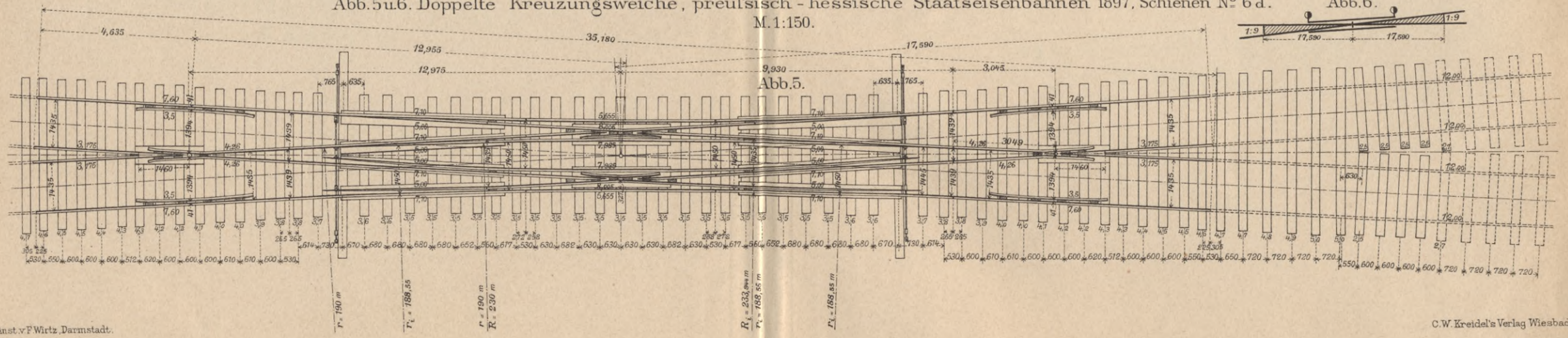


Abb. 5 u. 6. Doppelte Kreuzungsweiche, preufsisch-hessische Staatseisenbahnen 1897, Schienen № 6 d.

M. 1:150.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C. W. Kreidel's Verlag Wiesbaden.

250.00

№ 29