

II. Kapitel.

Konstruktion des Oberbaues.

Bearbeitet vom Geheimen Oberbaurat **Blum.**

I. Geschichtliche Einleitung.

§ 1. Vorgeschichtliches¹⁾. Einführung des Spurrandes. — Die Anlage von Spurbahnen behufs Erleichterung der Fortbewegung schwerer Lasten reicht bis in das Altertum zurück; sie hatten aber erst um die Mitte des 16. Jahrhunderts in den deutschen Bergwerken eine Gestaltung gewonnen, die sie als Vorläufer unserer heutigen Eisenbahnen erscheinen läßt und deren konstruktive Weiterentwicklung zu unseren heutigen Gleisformen führte.

Es waren dies einfache Bohlenbahnen, die in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts mit deutschen Bergleuten auch in die englischen Bergwerke verpflanzt, und dort auch über Tage um 1620 für das Straßenfuhrwerk in den Kohlenbezirken angelegt wurden.

Die Fahrbahn lag in Straßengleiche ohne Führung für die Räder, so daß Entgleisungen verhältnismäßig leicht eintreten konnten; da die Lasten mit der Vervollkommnung der Bohlenbahnen zugenommen hatten, während die Wege außerhalb dieser Bahnen für große Lasten ungeeignet waren, wurde die Anbringung einer Führung für die Räder immer dringlicher und erfolgte durch Anordnung eines Spurrandes an der Außenseite der Bohlenbahn (Abb. 1), die inzwischen auch durch Aufnageln von Bandeisen gegen Verschleiß geschützt worden waren.

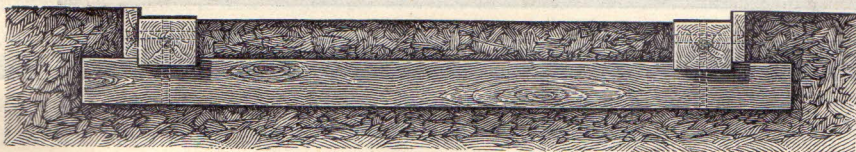


Abb. 1. Holzbahn mit Spurrand. 1 : 20.

§ 2. Einführung gußeiserner Schienen und des Spurkranzes. Auch die durch Bandeisen verstärkten Bohlenbahnen besaßen nur eine geringe Dauer; man machte daher von 1738 an Versuche mit gußeisernen Bohlenbelägen und 1767 gelang es Reynolds, einen mit beiderseitigen Rändern versehenen haltbaren Belag aus

¹⁾ Haarmann, Das Eisenbahngleis S. 10 u. ff. Leipzig 1891. Die geschichtliche Einleitung folgt überhaupt im wesentlichen der Haarmannschen Darstellung.

Gußeisen herzustellen (Abb. 2), der die für die damalige Zeit ansehnlichen Abmessungen von 1,524 m Länge, 144 mm Breite und 32 mm Dicke besaß. Neun Jahre später ersetzte Curr diese Flachschiene durch Winkelschiene, deren hoch-

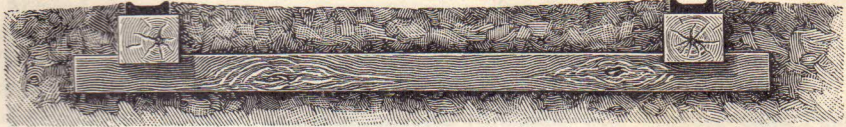


Abb. 2. Holzbahn nach Reynolds. 1:20.

stehender Schenkel als äußerer Spurrand diente (Abb. 3), und als die unter diesen Schienen abgängig werdenden fortlaufenden Holzunterlagen bei Ausbesserungen durch einzelne Unterlagen ersetzt wurden, zeigte sich durch die Erfahrung, daß solche Schienen auf gewisse Entfernung freitragend gelagert werden konnten.

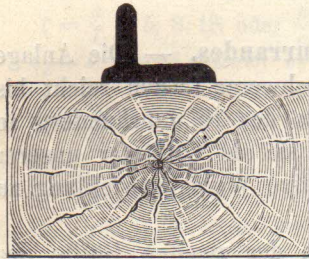


Abb. 3. Winkelschiene von Curr.
1:5.

Die Currsehen Winkelschiene erhielten bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts in verschiedener Gestalt eine weite Verbreitung, wobei sie entweder durch fortlaufende Holzbalken: Langschwelle, oder durch Querhölzer in gewissen Entfernungen: Querschwelle, oder durch einzelne Steinwürfel oder Balkenstücke: Einzelunterlagen unterstützt wurden; in beiden letzteren Fällen etwa in 3' engl. (914 mm) Abstand, während die Schienen Längen von 3' oder 6' hatten.

Diese Gleise konnten aber immer noch von jedem Straßenfuhrwerk befahren werden, das die betreffende Radspur besaß. Da übertrug Jessop, 1789, die in Bergwerken schon früher ausgebildete Schiene mit Steg und Kopf auch auf die Bahnen über Tage und schuf damit eine Bahn, die nur von Wagen mit Spurranzrädern befahren werden konnte, d. h. die Eisenbahn als selbständiges Verkehrsmittel (Abb. 4).

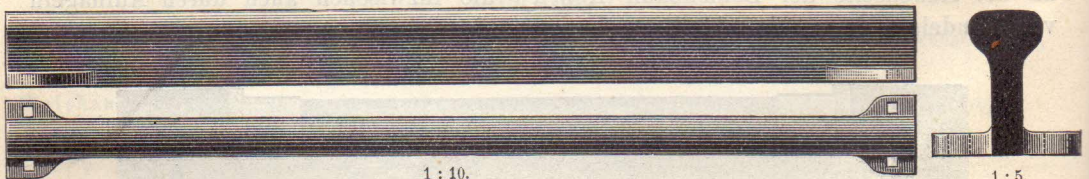


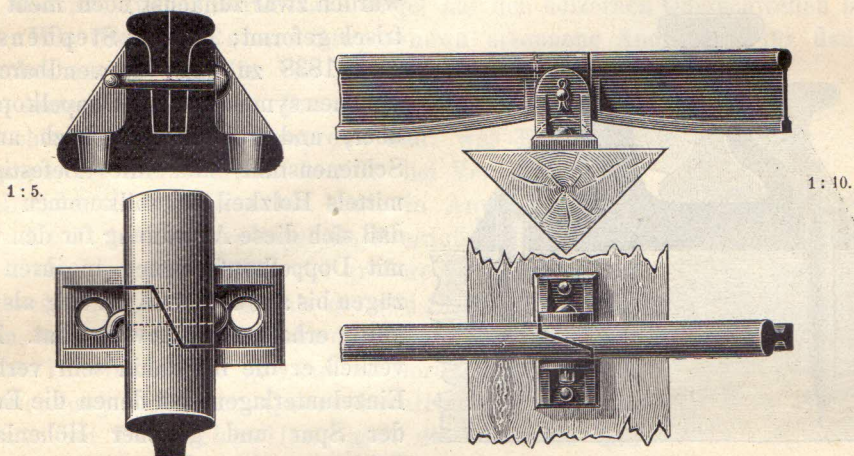
Abb. 4. Gußeisenschienen von Jessop.

Die 0,914 bis 1,219 m langen Pilzformschiene waren nur an den Stößen durch Querschwelle oder Einzelunterlagen unterstützt und auf diesen mit Nägeln, die durch die gelochten Fußansätze geschlagen wurden, befestigt.

§ 3. Entwicklung der Schienenformen, der Schienenunterlagen und der Befestigungsmittel. — Die Jessopsche Schiene enthält schon alle wesentlichen Teile, die auch unsere heutigen Schienenformen aufweisen. Die Entwicklung von jener zu diesen ist auch eine ziemlich stetige gewesen, wobei sich zugleich die Schienenformen, die Schienenunterlagen und die Befestigungsmittel gegenseitig wesentlich beeinflussten.

a. Entwicklung des Stuhlschienenoberbaues. — Um die Jessopsche Schiene tragfähiger zu machen vergrößerte man deren Höhe zwischen den Stützpunkten, wodurch die Fischbauchschiene entstand. Da aber diese Fußansätze leicht abbrechen, und die Schiene dann unbrauchbar oder wenigstens deren Befestigung auf den Unterlagen sehr schwierig wurde, ordnete man einen Schienenstuhl als Befestigungsmittel der Schienen unter sich und auf den Unterlagen, unter Fortfall der Fußansätze an (Abb. 5). Als Schienenunterlagen wurden Einzelunterstützungen aus Holz und Stein verwandt. Auch kam, um die Fahrt möglichst stoßfrei zu gestalten, eine Überblattung der Schienenenden zur Anwendung. Damit war die vollkommenste Durchbildung, welche die Gleise mit gußeisernen Schienen erlangt haben, erreicht, und bald wurde die gußeiserne Schiene durch die aus Schmiedeeisen gewalzte verdrängt.

Nixon hatte schon 1803 den Versuch gemacht, vierkantige Stäbe als Schienen zu benutzen und lagerte sie auf Steinunterlagen in Stühlen. Aber ihrer zu geringen



Stockton-Darlington (1825).

Abb. 5.

St.-Etienne-Andrezieux (1828).

Tragfähigkeit wegen bogen sich solche Schienen stark durch und kamen in Verruf Berkinshaw dagegen gelang es 1820 eine Pilzschiene zu walzen, die mit ihrer Länge von etwa 15' (4,572 m) alle Erwartungen übertraf, insbesondere die bisher gebräuchlichen gußeisernen Schienen mit ihren viel zahlreicheren Stoßstellen in dieser Hinsicht weit überflügelte.

Trotzdem traten der Einführung der gewalzten Schienen große Schwierigkeiten entgegen, die besonders darin lagen, daß man die Fischbauchform auch bei gewalzten Schienen für nötig hielt und sich vergeblich bemühte, diese gleich beim Walzen zu erzeugen. Als das nicht gelang, stellte man diese Form durch umständliche, kostspielige Nacharbeit her und nur allmählich verließ man bei gewalzten Schienen die Fischbauchform und ging zu Schienen gleicher Höhe über. Aber obgleich derartige Schienen schon 1824 bei Durham und Wigan zur Verwendung gekommen sein sollen, wurden 1825 bei Stockton-Darlington noch zur Hälfte gußeiserne Schienen und zur anderen Hälfte gewalzte Fischbauchschienen verwendet. Die Schienenenden der gewalzten Schienen waren am Stoß nicht überblattet, sondern stumpf abgeschnitten, weil man in Anbetracht der so erheblich verringerten Zahl von Stoßstellen die Überblattung für entbehrlich hielt. Bei der Liverpool-Manchester Bahn (1826—1830)

wurden gleichfalls gewalzte Fischbauchschiene verwendet, wobei zum ersten Male die Befestigung der Schienen in den Stühlen mit durchgesteckten Bolzen verlassen und durch einen zwischen Schienensteg und Stuhl eingetriebenen Eisenkeil ersetzt wurde.

Diese Keilbefestigung ließ es zweckmäßig erscheinen den Schienensteg mit Ansätzen oder Nuten zu versehen, oder solche auch in den Schienenstühlen anzubringen, um dem Keil und der Schiene im Stuhl eine feste Lage zu geben.

Daraus entstanden in den dreißiger Jahren in England Schienenformen, bei welchen dieser untere Ansatz am Stege vollständig als unterer Kopf ausgebildet war, womit nicht nur der Zweck des Festhaltens der Schiene im Stuhle, sondern auch der Erhöhung der Tragfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen wagerechte Beanspruchungen verfolgt wurde. Zugleich ersetzte man — zuerst 1833 bei der Bahn Liverpool-Manchester — die Eisenkeile, die beim Eintreiben nicht selten zu einem Bruche der Stühle führten, durch Keile aus Holz. Diese Doppelkopfschienen

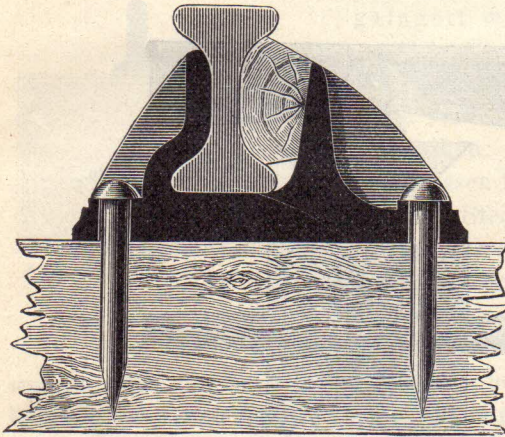


Abb. 6. London-Birmingham (1838). 1: 5.

wurden zwar zunächst noch nicht symmetrisch geformt; Robert Stephenson aber ging 1838 zu einer umwendbaren, vollkommen symmetrischen Doppelkopfschiene über, und gestaltete zugleich auch den Schienenstuhl und die Befestigungsart mittels Holzkeil so vollkommen (Abb. 6), daß sich diese Anordnung für den Oberbau mit Doppelkopfschienen in ihren Grundzügen bis auf den heutigen Tag als muster-gültig erhalten und bewährt hat. Zugleich verließ er die bis dahin sehr verbreiteten Einzelunterlagen, bei denen die Erhaltung der Spur und gleicher Höhenlage der Schienen sehr schwierig war, und ging grundsätzlich zu Querschwellen über,

die unter beiden Schienen durchreichten. Die von Stephenson eingeführte Schiene war 127 mm hoch und 37,2 kg/m schwer.

Nur einer von den Grundgedanken Stephenson's, die Umwendbarkeit der Schienen, hat sich in der Praxis nicht bewährt; denn die zwischen Schienen und Stühlen unvermeidlichen Einschleifungen erwiesen sich so stark, daß umgewendete Schienen eine un stetige und daher unbrauchbare Fahrbahn ergaben. Infolgedessen schritt man wieder zu unsymmetrischen Schienen mit einem stärkeren Fahr- und schwächeren Unterkopf, sogenannten Bullenkopfschienen. Da alle Doppelkopfschienen zur Lagerung und Befestigung auf den Schienenunterlagen der Stühle bedürfen, d. h. eines Zwischenmittels, das ursprünglich aus der Unzulänglichkeit des Gußeisens als Schienenmaterial hervorging (S. 71), so nennt man solche Schienen auch Stuhlschienen.

Dagegen sind wiederholte Versuche, das Holz der Keile durch einen weniger vergänglichen und doch elastischen Stoff zu ersetzen, bis jetzt fehlgeschlagen. Ebenso hat sich die versuchsweise Anbringung der (anfänglich stets außen eingefügten) Holzkeile auf der Schieneninnenseite nicht bewährt. Der Stuhlschienenoberbau ist der fast allein herrschende in England, hat aber im Beginne des Eisenbahnbaues auch

auf dem Festlande und in Nordamerika weite Verbreitung gefunden, bis er hier, abgesehen vom westlichen Frankreich, von anderen Oberbauarten verdrängt wurde.

b. Entwicklung des Oberbaues mit Breitfußschienen. — Die Jessopsche Schiene und die daraus entwickelten Fischbauchschienen wurden unmittelbar mit flachen Füßen auf die Schienenunterlagen aufgelagert. Der Wegfall dieser Füße und die Lagerung in Stühlen entsprang lediglich der Unzulänglichkeit des zu den Schienen verwendeten Gußeisens (S. 71). Der Gedanke, bei der Einführung eines besseren Materials zu der ursprünglichen Form, Lagerung und Befestigung zurückzukehren, lag daher sehr nahe. Der Nordamerikaner Stevens ging 1830 in diesem Sinne vor und überwand die ursprünglich großen Schwierigkeiten, die sich seinem Vorhaben entgegenstellten, durch Beharrlichkeit und Ausdauer. So gelang es, nach anfangs mißglückten Versuchen, in einem Walzwerke Südwaales für die 1832 eröffnete nordamerikanische Bahn Camden-Amboy Breitfußschienen herzustellen, welche die aus Abb. 7 ersichtliche Form, eine Länge von 4,877 m und 17,9 bis 20,8 kg/m Gewicht besaßen und unmittelbar durch Hakennägel auf den hölzernen Querschwellen befestigt wurden. Wie die von Robert Stephenson ersonnene Anordnung für den Stuhlschienenoberbau, so ist die von Stevens bei der Bahn Camden-Amboy angewendete Bauart für den Oberbau mit Breitfußschienen vorbildlich geworden und, was Form und Befestigungsweise der Schienen betrifft, bei Verbindung mit hölzernen Schienenunterlagen bis heute in Anwendung geblieben. Dabei haben allerdings die Breitfußschienen nach und nach eine verhältnismäßig viel größere Verstärkung und Gewichtsvermehrung erfahren, als die von Stephenson eingeführten, schon damals sehr schweren Stuhlschienen.

Die Breitfußschiene gewann in Nordamerika sowohl bei Verwendung hölzerner Querschwellen als auch in Verbindung mit Langschwelen rasch die Oberhand und ist heute die daselbst fast ausschließlich herrschende Form. In England wurde die Breitfußschiene durch den Ingenieur Charles Vignoles²⁾ eingeführt und fand auf mehreren Bahnen besonders auf hölzernen Langschwelen vorübergehend Aufnahme. Während sie sich dort aber gegenüber dem Stuhlschienenoberbau nicht dauernd behaupten konnte, verdrängte sie auf dem europäischen Festlande die Stuhlschiene in immer ausgedehnterem Maße, so daß sie, abgesehen von den schon genannten Ausnahmen in Frankreich, schon Ende der vierziger Jahre bei weitem überwog und heute die fast allein herrschende ist.

Die Verwendung hölzerner Langschwelen unter Breitfußschienen, die nach den amerikanischen Vorbildern auch in Deutschland Eingang gefunden hatte, ist in Europa jetzt überall verlassen, und selbst in Nordamerika, wo diese Bauart die weiteste Verbreitung gefunden hatte, heute für Neuanlagen als überwunden zu betrachten, da sich solche Gleise im allgemeinen nirgends bewährten.

§ 4. Verschiedene Oberbauarten, die trotz zeitweiser großer Verbreitung als verlassen gelten. — a. Flachschiienenoberbau. Gewalzte Flachschiienen mit eckigen und abgerundeten Kanten der Lauffläche haben besonders in

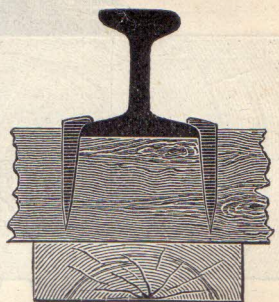


Abb. 7. Camden-Amboy (1832).
1:5.

²⁾ Diesem Umstand ist die vielfach angewendete, aber unrichtige Bezeichnung Vignoleschiene zuzuschreiben.

Nordamerika in Verbindung mit hölzernen Langschwelen eine sehr weite Verbreitung gefunden, wurden aber auch bei den ältesten deutschen und österreichischen Bahnen (Leipzig-Dresden und Kaiser Ferdinands-Nordbahn) vorübergehend angewendet. Die Enden der Flachsienen lösten sich leicht von den Schwellen und bogen sich auf, wodurch eine der schlimmsten Entgleisungsgefahren entstand.

b. Langschwelen- und Schwellensienenoberbau. 1. Langschwelen-Oberbau mit Brücksienen. Im Jahre 1835 führte Strickland in Nordamerika auf der Susquehannah-Wilmington —, und gleichzeitig Brunel in England auf der Great-Western-Eisenbahn die sogenannte Brückschiene ein, vielfach nach dem letztgenannten Erfinder auch Brunelschiene genannt; die Schienen lagen auf Holzlangschwelen (Abb. 8). Dieser Oberbau erreichte auf der genannten englischen Bahn³⁾, sowie auch auf dem europäischen Festlande und in Nordamerika eine große Verbreitung, ist inzwischen aber fast ganz ausgestorben. Unter den Langschwelen

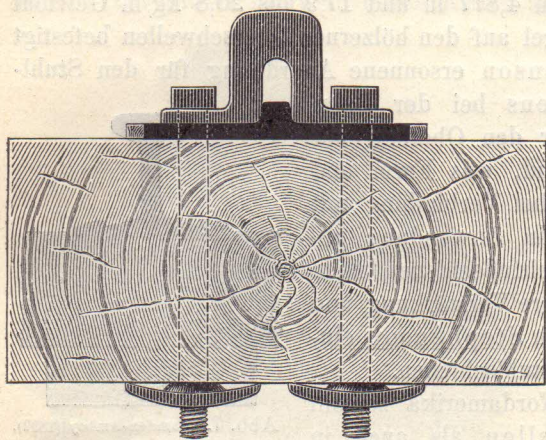


Abb. 8. Brunel (1835). 1:5.

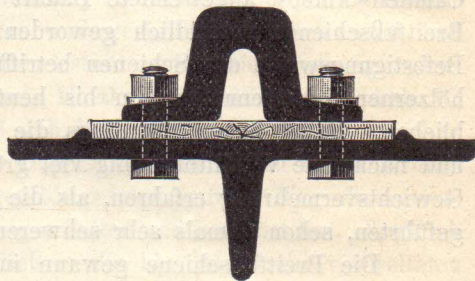



Abb. 9. Macdonnell (1860). 1:5.

bildeten sich feste, undurchlässige Bettungskörper und die gleich hohe Lage der beiden Schienenstränge war schwer zu erhalten.

Auch der von Macdonnell von 1852 bis 1860 auf der Great-Western Bahn unternommene Versuch, die Holzlangschwelen durch Eisenlangschwelen zu ersetzen, schlug fehl. Macdonnell verwendete ursprünglich eine Schwelle von  Form, so daß der lotrechte Schenkel in den Hohlraum der Brückschiene reichte, drehte aber, ohne dadurch einen Erfolg zu erzielen, 1860 die Schwelle um (Abb. 9).

2. Langschwelenoberbau von Hilf, Menne, Hohenegger und Haarmann. — Von allen Langschwelenoberbauarten hat der Oberbau von Hilf mit der Dreirippenschwelle die weiteste Verbreitung gefunden und sich im Wettstreit gegen den Holz- und Eisen-Querschwellenbau lange zäh und mit anscheinendem Erfolg zu behaupten gewußt. Diesen, wenn auch nur vorübergehenden Erfolg verdankt die Hilfsche Langschwelle ihrer großen Breite und geschlossenen Form, wodurch sie eine feste und sichere Lage in der von ihr umschlossenen Bettung erhielt. Hilf trat mit seinem Vorschlage 1867 hervor und die von ihm eingeführte Schwellenform hat dann bei vielen deutschen und auch einigen ausländischen Bahnen rasche

³⁾ 1889 sollen noch 1600 km derartige Gleise im Betriebe gewesen sein, sie sind inzwischen aber verschwunden.

Verbreitung gefunden. Der Oberbau ist in der in Abb. 10 angegebenen Gestalt im wesentlichen unverändert beibehalten worden, nur wurde von der preußischen Staats-

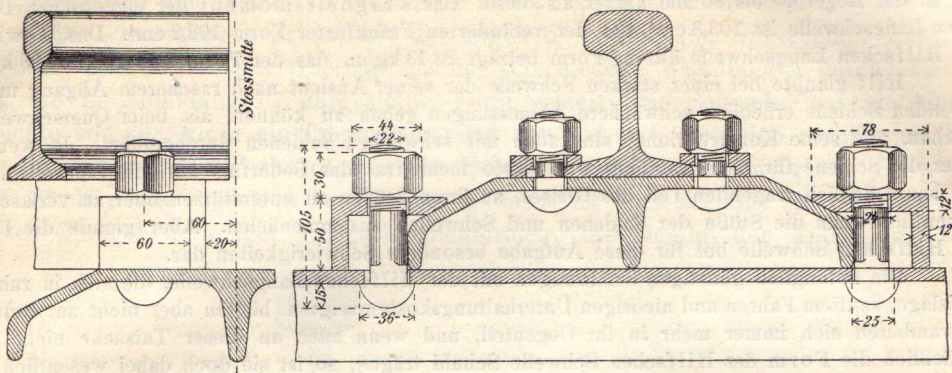
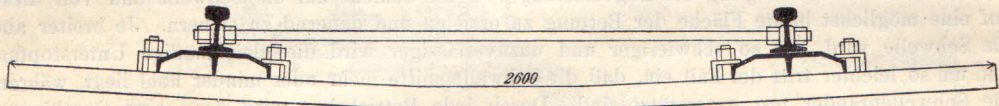
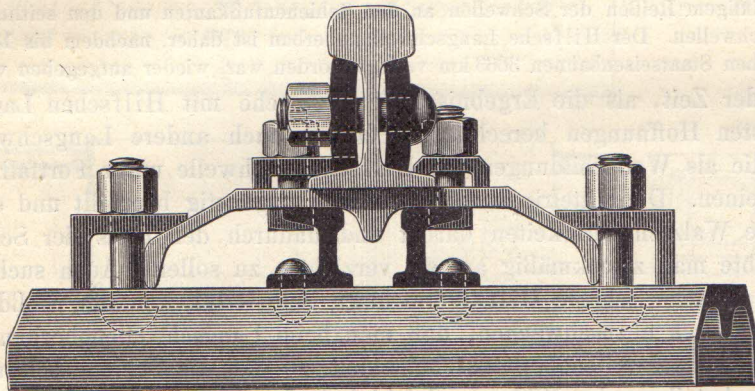


Abb. 10. Hilf; Moseleisenbahn (1878). 1 : 5.

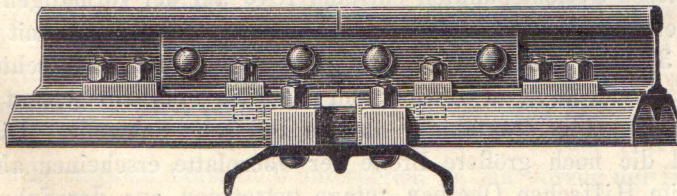


Gesamtanordnung. 1 : 20.

bahndirektion Frankfurt a. M., welche den Hilfschen Oberbau am längsten weiter zu fördern suchte, im Jahre 1888 die Mittelrippe verkürzt (Abb. 11). Diese Formver-



1 : 5.



1 : 10.

Abb. 11. Preußische Staatseisenbahnen, Direktion Frankfurt a/M. (1888).

änderung sollte die Teilung des Bettungskörpers durch die Mittelrippe vermeiden und die Widerstandsfähigkeit der Kopfplatte gegen Risse durch größere Stärke erhöhen.

Um die Biegung der Schienen in den Krümmungen sicher zu stellen, mußten die Hilfschen Langschwelen für gerade Strecke und die verschiedenen Bogen verschieden gelocht werden. Die Länge der Schwelen richtete sich nach der Länge der verwendeten Schienen und war in der Regel 40 bis 80 mm kürzer als diese. Das Trägheitsmoment der eigentlichen Hilfschen Langschwelle ist $103,3 \text{ cm}^4$, das der veränderten Frankfurter Form $102,2 \text{ cm}^4$. Das Gewicht der Hilfschen Langschwelle älterer Form beträgt $29,43 \text{ kg/m}$, das der Form von 1888 $34,23 \text{ kg/m}$.

Hilf glaubte bei einer starken Schwelle der seiner Ansicht nach rascherem Abgang unterliegenden Schiene erheblich schwächere Abmessungen geben zu können, als beim Querschwelenoberbau, und seine Konstruktionen sind auch mit schwachen Schienen durchgeführt. Je weniger daher die Schiene für sich tragfähig war, desto mehr trat das Bedürfnis auf, die Schwelen, als den hauptsächlich tragenden Teil des Gleises, an ihren Stößen zu unterstützen oder zu verlaschen, namentlich wenn die Stöße der Schienen und Schwelen zusammenfielen. Aber gerade die Form der Hilfschen Schwelle bot für diese Aufgabe besondere Schwierigkeiten dar.

Die anfänglich günstigen Erfahrungen mit der Hilfschen Langschwelle, die sich in ruhiger Gleislage, sanftem Fahren und niedrigen Unterhaltungskosten zeigten, hielten aber nicht an, sondern verwandelten sich immer mehr in ihr Gegenteil, und wenn auch an dieser Tatsache nicht ausschließlich die Form der Hilfschen Schwelle Schuld trägt⁴⁾, so ist sie doch wesentlich mit beteiligt. Allen Langschwelenoberbauarten liegt der Gedanke zugrunde, eine unmittelbare und ununterbrochene Übertragung der Zugbelastung von der Schiene auf die Schwelle und von dieser auf eine möglichst breite Fläche der Bettung zu erzielen und dauernd zu sichern. Je breiter aber die Schwelle wird, um so schwieriger und unzuverlässiger wird die gleichmäßige Unterstopfung und um so leichter tritt der Fall ein, daß die Schwellemnitte mehr oder minder hohl liegt, während die Schwelenränder fest unterstützt sind. Durch jede Betriebslast wird dann eine Querbiegung der Schwelle hervorgernfen, welche um so bedenklicher ist, je breiter die Kopfplatte ist und je mehr das Material, die Form und die Herstellungsart der Schwelle Langrisse begünstigen. Es kommt hinzu, daß erfahrungsgemäß bei allen Langschwelenoberbauarten das Wandern der Schienen stärker zutage tritt, als bei andern Gleisanordnungen; infolge dieses immerwährenden Schleifens der Schienen auf den Schwelen treten in diesen rasch unter dem Schienenfuße erhebliche Abnutzungen ein, diese führen zu häufigem Reißen der Schwelen an den Schienenfußkanten und den seitlichen stumpfen Ecken der Schwelen. Der Hilfsche Langschwelenoberbau ist daher, nachdem bis 1887 allein auf den preußischen Staatseisenbahnen 3663 km verlegt worden war, wieder aufgegeben worden.

Zu der Zeit, als die Ergebnisse der Versuche mit Hilfschen Langschwelen zu den besten Hoffnungen berechtigten, fanden auch andere Langschwelenformen Eingang, die als Weiterbildungen der Hilfschen Schwelle unter Fortfall der Mittelrippe erscheinen. Die Mittelrippe wurde vielfach ungünstig beurteilt und da sie nicht unerhebliche Walzschwierigkeiten darbot und dadurch den Preis der Schwelen erhöhte, glaubte man zweckmäßig auf sie verzichten zu sollen. Auch suchte man die durch die schwache Schiene Hilfs vermehrten Schwierigkeiten der Stoßdeckung der Schwelen dadurch abzuschwächen, daß man beim Langschwelenoberbau die starke Schiene des Querschwelenoberbaues beibehielt, so daß die Schiene selbst einen entsprechenden Anteil an der Widerstandsfähigkeit des Gleises übernehmen konnte.

Unter diesen Gesichtspunkten entstand 1876 auf der vormaligen Rheinischen Eisenbahn der von Menne entworfene Langschwelenoberbau mit einer 60 mm hohen, 220 zu 300 mm breiten trapezförmigen Schwelle mit wagerechten Fußrändern. Die Schwelle hatte nur 23 kg/m Gewicht und dabei ein Trägheitsmoment von $109,3 \text{ cm}^4$, war also verhältnismäßig tragfähiger als die Hilfsche Schwelle. Die wagerechten Fußränder und die noch größere Breite der Oberplatte erscheinen aber als Mängel, welche die beim Hilfschen Oberbau zutage getretenen aus der Schwelenform entspringenden Übelstände nicht milderten. Tatsächlich hat sich die Schwelle von Menne auf den Hauptbahnen nicht bewährt und ist gleichfalls verschwunden.

⁴⁾ Das Eisenbahngleis. Geschichtlicher Teil, S. 168 u. ff., wo der Verwendung von Schweißeisen ein Teil der Schuld beigemessen wird.

Von ähnlichen Gesichtspunkten ging Hohenegger aus, der gleichfalls im Jahre 1876 auf der österreichischen Nordwestbahn eine trapezförmige Schwelle von 200 zu 275 mm Breite, 72 mm Höhe und 28 kg/m Gewicht einführte, die Fußränder aber, in richtiger Erkenntnis der ungünstigen Wirkung wagerechter Ansätze, keilförmig gestaltete. Der Oberbau machte verschiedene Wandlungen durch, bis er 1894 die in Abbildung 12 dargestellte Form erhielt; die Schwelle hat bei einem Gewichte von 29,2 kg/m ein Trägheitsmoment von 154 cm⁴, also eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit. Die Hoheneggersche Schwelle wurde nicht mehr aus Schweißeisen, sondern aus Flußeisen hergestellt. Dadurch ist unzweifelhaft einer der wesentlichsten Mängel derartiger Langschwellerformen, die Gefahr der Entstehung von

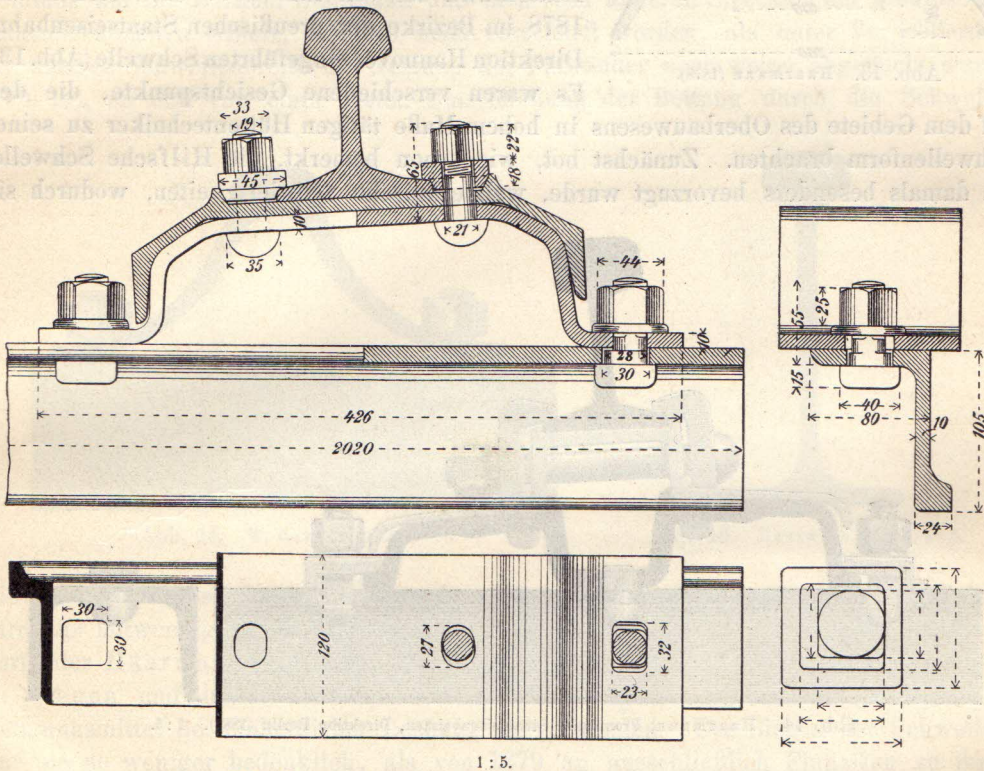


Abb. 12. Österreichische Nordwestbahn (1894). Hohenegger.

Langrissen, abgeschwächt. Auch die Art der Befestigung der Schienen auf den Schwellen, durch die alle Seitenkräfte aus der Schiene unmittelbar auf die Schenkel der Schwelle übertragen werden (Abb. 12), während bei den anderen erwähnten Langschwellerbauarten die horizontalen Kräfte unmittelbar von den Befestigungsbolzen aufgenommen werden mußten und diese Bolzen daher bei der Kleinheit der Berührungsflächen sehr starkem Verschleiß unterlagen, ist ein Vorzug der Hoheneggerschen Bauart. Sie hat aber trotzdem außerhalb des Gebietes der österreichischen Nordwestbahn keine Verbreitung gefunden.

Während sowohl bei der Schwelle von Menne, als auch bei der älteren Schwelle Hoheneggers die Lochung nach denselben Grundsätzen ausgeführt war, wie bei Hilf, ist mit Einführung des Flußeisens und der neuen Hoheneggerschen Schwellen-

form die Schwelle nach den verschiedenen Gleiskrümmungen gebogen worden, so daß die Lochung für gerade und gekrümmte Strecken dieselbe ist und auch einheitliche Befestigungsmittel zur Anwendung kommen können. Auch ist es dadurch möglich geworden, die Breite der Oberplatte von 200 auf 168 mm einzuschränken, was konstruktiv von Vorteil ist und wohl auch auf das günstige Verhalten der Schwelle von Einfluß sein wird. Bezüglich der Länge der Schwellen von Menne und Hohenegger gilt das über die Hilfsche Schwelle Gesagte.

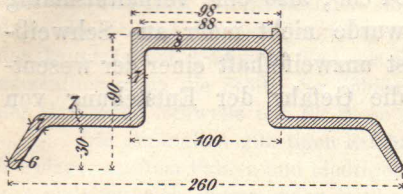


Abb. 13. Haarmann (1878).

Eine von den bisher besprochenen Langschwelen wesentlich abweichende Gestalt gab Haarmann der von ihm 1877 entworfenen und 1878 im Bezirke der preußischen Staatseisenbahndirektion Hannover eingeführten Schwelle (Abb. 13). Es waren verschiedene Gesichtspunkte, die den auf dem Gebiete des Oberbauwesens in hohem Maße tätigen Hüttentechniker zu seiner Schwellenform brachten. Zunächst bot, wie schon bemerkt, die Hilfsche Schwelle, die damals besonders bevorzugt wurde, walztechnische Schwierigkeiten, wodurch sie

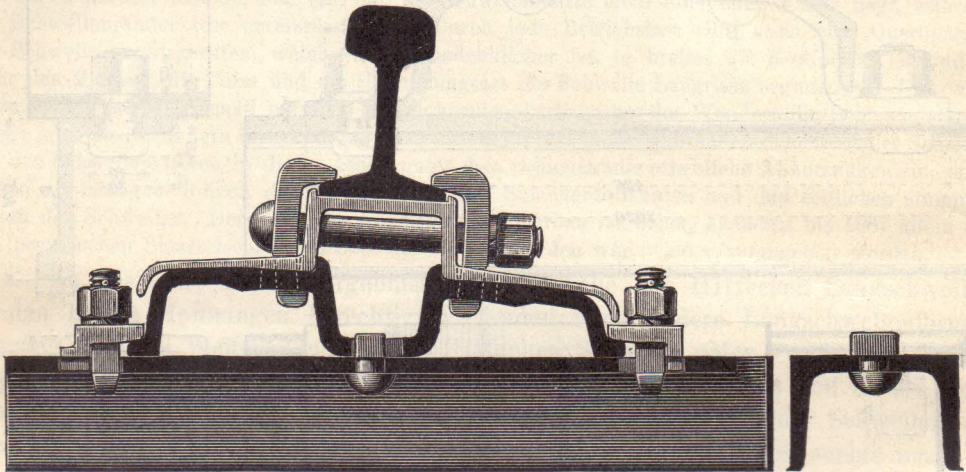
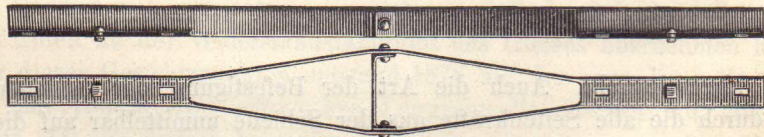


Abb. 14. Haarmann; Preußische Staatseisenbahnen, Direktion Berlin (1883). 1:5.



Querverbindung. 1:20.

verteuert wurde, dann ergab die flache Form der bisherigen Langschwelen bei großer Eisenmasse eine verhältnismäßig geringe Widerstandsfähigkeit und weiter erwiesen sich die breiten Kopfplatten als ungünstig sowohl für den Bestand der Schwellen, wie für deren Befestigung in Geraden und Bogen, sowie für eine kräftige Verlaschung der Schienen.

Die Haarmannsche Schwelle vermied diese Übelstände; sie hatte bei nur 260 mm unterer Breite eine Höhe von 90 mm und nur 84 mm freitragende Kopf-

plattenbreite, besaß somit eine große Steifigkeit. Die in Abb. 14 dargestellte Schwellenform hat bei 25,68 kg/m Gewicht ein Trägheitsmoment von 156,6 cm⁴, ist also den vorbehandelten Schwellenformen an Steifigkeit überlegen. Der hutförmige Aufbau konnte außerdem alle lotrechten Kräfte unmittelbar auf die Bettung übertragen, ohne daß man die schädlichen Quereinbiegungen befürchten mußte, die bei den anderen Langschwelen unvermeidlich waren. Zugleich gestattete diese Form eine kräftige Schienenverlaschung. Sie hatte aber den wesentlichen Mangel, nur einen sehr kleinen Bettungskörper zu umschließen, denn die wirksame Ausfüllung oder gar Unterstopfung des höheren Mittelteiles war vollständig ausgeschlossen. Dieser Mangel ist sogar bei der weiteren Ausgestaltung, welche die Schwelle 1880 und später bei Verwendung auf der Berliner Stadtbahn und mehreren anderen Strecken der preußischen Staatseisenbahnen erhielt, insofern noch verschärft worden, als unter Vergrößerung der unteren Schwellenbreite die Neigung der Fußränder noch weiter abgeflacht wurde (Abb. 14), so daß von einer festen Umschließung der Bettung durch die Schwelle,

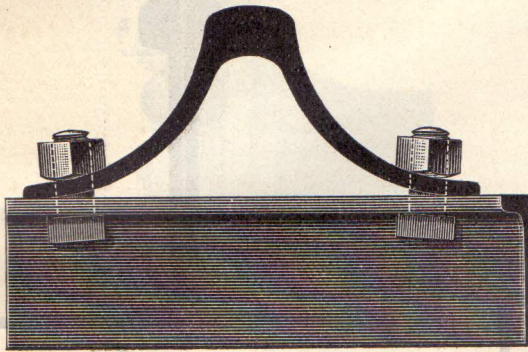


Abb. 15. W. Barlow (1852). 1:5.

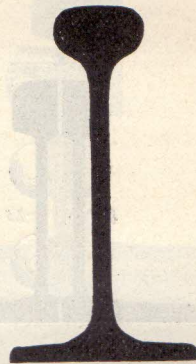


Abb. 16. Hartwich (1868). 1:5.

wie sie im Interesse der sicheren und möglichst dauernd ruhigen Lage des Gleises durchaus notwendig erscheint, überhaupt kaum mehr die Rede sein konnte. Bei der Form der Haarmannschen Langschwelle war es notwendig, die Bogenschwellen zu biegen und in der Geraden und in Krümmungen dieselben einheitlichen Befestigungsmittel bei einheitlicher Lochung zu verwenden. Das Biegen der Schwellen war um so weniger bedenklich, als von 1879 an ausschließlich Flußeisen zu ihrer Herstellung verwendet wurde. Auch der Haarmannsche Langschwelenoberbau ist als aufgegeben anzusehen.

3. Schwellenschienenoberbausysteme. Auf Vorschlag W. Barlows fand von 1849 an auf verschiedenen britischen und auch französischen und südamerikanischen Bahnen eine Sattelschiene der in Abb. 15 dargestellten Form ohne jegliche Unterschwellung Eingang, also ein sogenanntes einteiliges Oberbausystem.

Auch die 13 Jahre später auf der Rheinischen Eisenbahn eingeführte Hartwickschiene, eine sehr hohe Breitfußchiene (Abb. 16), war ohne Unterschwellung unmittelbar in der Bettung gelagert. Die 4,572 bis 5,486 m langen Barlowschienen waren je ein- oder zweimal durch Querwinkel und die Hartwickschienen, die bis zu 7,532 m Länge erhielten, wurden durch Spurstangen, die durch den Schienensteg reichten, miteinander verbunden. Die Anordnung erweckte wegen ihrer Einfachheit große Hoffnungen, die sich aber als trügerisch erwiesen. Die Rheinische Bahn hatte

150 km Hauptgleise mit Hartwichschienen in Betrieb, machte damit aber die »traurigsten Erfahrungen«⁵⁾; die Unterhaltungskosten stellten sich sehr hoch und trotzdem war die sichere Gleislage kaum zu erhalten.

Verschiedene dreiteilige Systeme, die in England von 1855 und in Deutschland von 1864 an versucht wurden, beruhten alle auf dem Grundsatz, zwischen zwei durchlaufenden Flügelschwellen von Γ -Form eine Doppelkopf- oder Pilzschiene zu befestigen. Bei Verwendung einer Doppelkopfschiene wurden die zwei Winkel-eisen mit den wagerechten Schenkeln nach oben so gegeneinandergesetzt $\Gamma\Gamma$, daß die lotrechten Schenkel zwischen die Schienenköpfe paßten und hier durch Verschraubung eingespannt wurden. (Bridges Adams auf der Great Northern-Bahn in England und in Ostindien.) Bei Verwendung von Pilzschienen dagegen unterstützten die nach oben gerichteten lotrechten Schenkel $\perp\perp$ mit ihren entsprechend geformten Enden den Schienenkopf und umfaßten den Schienensteg, während die wagerecht oder schwach geneigt angeordneten Schenkel als Auflager in der Bettung dienten.

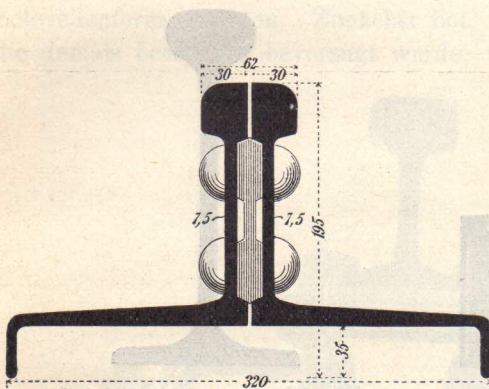


Abb. 17. Georgsmarienhütte-Haßbergen (1882).

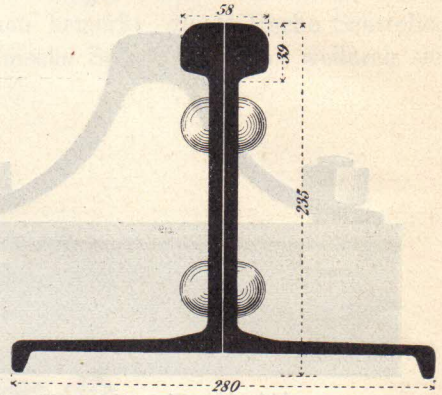


Abb. 18. Hafenbahn Hamburg (1888).

(Scheffler, Hannöversche Staatsbahn, Daelen, Köstlin-Battig und schließlich noch 1876 Battig-de Serres.) Alle diese Anordnungen zeigten denselben Mangel raschen Verschleißes zwischen Schienenkopf und Anlageflächen der Winkeleisen, wodurch die Widerstandsfähigkeit des Gleises wesentlich beeinträchtigt wurde. Auch sie sind daher inzwischen verlassen worden.

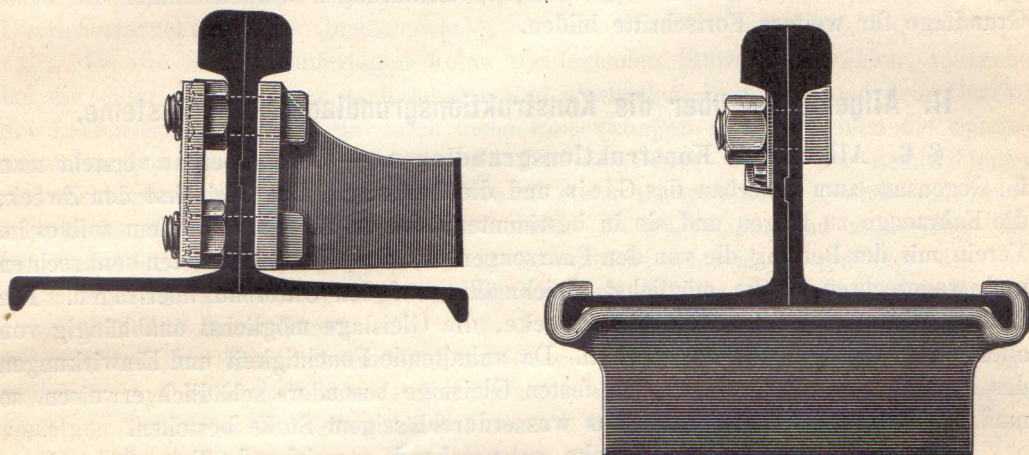
Eine zweiteilige Schwellenschiene führte Haarmann 1882 ein (Abb. 17). Um die Unterbrechung der Fahrfläche an den Stoßlücken zu vermeiden, wurden die Stöße der beiden Hälften versetzt, so daß wenigstens immer die Hälfte der Fahrfläche ohne Lücke vorhanden ist. Außerdem wurde der Stoß noch durch Laschen gedeckt. Die Abbildungen 17, 18, 19 lassen die Entwicklung dieser Oberbauart erkennen. Das Gewicht der Halbschiene beträgt 27,4 bis 30 kg/m, der Schienenkopf ist teilweise genau nach dem der anschließenden Breitfußschienen gebildet, um einen möglichst einfachen Anschluß zu gestatten.

Die ursprünglich für einen guten Zusammenschluß der beiden Hälften für notwendig gehaltenen Zwischenlagen am Steg wurden schon 1884 weggelassen, wobei die Stege durch Nut und Feder verbunden wurden. Auch diese Verbindung ist 1888

⁵⁾ Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. Ergänzt.-Bd. 1875. S. 17.

bei der Hamburger Hafenbahn und 1891 auf der Eisenbahn Georgsmarienhütte-Hassbergen weggelassen, so daß die beiden Stege sich glatt und stumpf berühren (Abb. 18).

Die Befestigung der beiden Halbschienen untereinander, die zuerst durch Nieten bewirkt wurde, erfolgte später durch Schrauben, weil sich die Nieten den Betriebserschütterungen nicht gewachsen gezeigt hatten. Man begnügte sich dabei schließlich mit nur einer Reihe dicht unter dem Kopf durch den Steg führender Schrauben und hielt außerdem die Schienenfüße durch Γ - oder \top -Eisen zusammen (Abb. 19). Die über die Füße gezogenen \top -förmigen Fußklammern, die nach dem 1889 erfolgten Vorgange der württembergischen Staatsbahn die früher angewandten mit den Füßen verschraubten Γ -Eisen ersetzt haben, sind in 500 mm Entfernung angeordnet, während die in einer Reihe unter dem Schienenkopf sitzenden Stegschrauben 250 mm Abstand besitzen. Auf eine Schienenlänge von 9 m sind ferner vier Querverbindungen der



1 : 5.

Abb. 19. Preußische Staatseisenbahnen, Direktion Hannover (1890).

beiderseitigen Schienenstränge aus Flacheisen angeordnet, die mit den Schwellenschienen durch je zwei Schrauben verbunden sind. Die \top -förmigen Fußklammern dienen zugleich dazu, dem Wandern des Gleises entgegenzuwirken.

Auf den freien Strecken von Haupt- und Nebenbahnen ist die Schwellenschiene nur versuchsweise, wenn auch in längeren Strecken, zur Anwendung gekommen, hat hier den auf sie gesetzten Erwartungen aber ebensowenig entsprochen, wie die andern Langschwelen- und Schwellenschienenbauweisen. Namentlich zeigte sich überall eine sehr schwierige Entwässerung der Bettung und des Planums, weil erstere sehr bald unter den Schwellenschienen undurchlässig wurde, ein Übelstand, der außer den schon erwähnten auch bei allen andern Langschwelen- und Schwellenschienensystemen zu beobachten war. Dagegen hat sie in vollspurigen, von Lokomotiven befahrenen Hafen- und ähnlichen Straßenbahnen eine ausgedehnte Verwendung gefunden, weil sie zur Lagerung in Straßenpflaster besonders geeignet ist und wird hier zweifellos ihre Bedeutung behalten.

§ 5. Rückblick. — Aus der bisherigen geschichtlichen Entwicklung des Oberbaues haben sich trotz der Vielgestaltigkeit der verschiedenen praktisch versuchten

Anordnungen nur zwei Bauarten als dauernd brauchbar erwiesen: der Stuhlschienenoberbau und der Oberbau mit Breitfußschienen, auf Querschwellen oder Einzelunterstützungen gelagert. Außerdem ist aus einem Studium der Geschichte des Oberbaues die Lehre zu ziehen, daß, wenn irgendwo, so auf diesem Gebiete des Eisenbahnwesens der lange dauernde Versuch der wichtigste, wenn nicht sogar der einzige Prüfstein ist, der eine Entscheidung zu bringen vermag.

Wissenschaftlich-theoretische Erörterungen und Untersuchungen sind gewiß auch beim Oberbau am Platze und notwendig; sie können besonders auch dadurch Nutzen stiften, daß sie vor der Anstellung von Versuchen mit Anordnungen warnen, die schon theoretisch sich als unhaltbar erweisen. Viel schwieriger aber ist es, solche Mängel vorher zu erkennen und zu vermeiden, die nicht aus dem statischen Verhalten, sondern aus den mancherlei rechnerisch nicht verfolgbaren Einflüssen des Betriebes entspringen und sich oft erst nach langjähriger Erprobung im Gleise offenbaren. Die so an den vorhandenen Formen gesammelten Erfahrungen werden immer die beste Grundlage für weitere Fortschritte bilden.

II. Allgemeines über die Konstruktionsgrundlagen und Systeme.

§ 6. Allgemeine Konstruktionsgrundlagen. — Unter Oberbau versteht man im Gegensatz zum Unterbau das Gleis und die Bettung. Das Gleis hat den Zweck, die Fahrzeuge zu tragen und sie in bestimmter Bahn zu führen, außerdem soll es im Verein mit der Bettung die von den Fahrzeugen auf das Gleis ausgeübten senkrechten und wagerechten Kräfte möglichst gleichmäßig auf den Unterbau übertragen. Die Bettung dient außerdem noch dem Zwecke, die Gleislage möglichst unabhängig von allen Witterungseinflüssen zu erhalten. Da anhaltende Feuchtigkeit und Einwirkungen des Frostes sich einer ruhigen und festen Gleislage besonders schädlich erweisen, so muß die Bettung in erster Linie aus wasserdurchlässigem Stoffe bestehen.

Das Gleis muß seinem Zwecke entsprechend ausreichende Tragfähigkeit und Steifigkeit besitzen. Unter Tragfähigkeit versteht man den Widerstand gegen Bruch; die Steifigkeit dagegen ist der Widerstand gegen Änderungen der Form und Lage.

Das Gleis besteht in der Regel aus drei voneinander zu unterscheidenden Teilen:

1. den Schienen, auf denen die Räder rollen und die in einer bestimmten, den Betriebsmitteln entsprechenden Spurweite erhalten werden müssen;
2. den Schienenunterlagen — Schwellen —, die die Lage der Schienen sichern und die Kraftübertragung von den Schienen auf die Bettung vermitteln und
3. den Befestigungsteilen. Diese sind zu unterscheiden in die Befestigungsmittel der nur in begrenzter Länge herstellbaren Schienen unter sich — Befestigungsteile der Schienenstöße — und in die der Befestigung der Schienen auf ihren Unterlagen dienenden Teile — Befestigungsteile der Schienenauflagerstellen. —

Die Schiene muß den auf sie einwirkenden äußeren Kräften widerstehen; und zwar nicht nur gegen Bruch, sondern auch gegen bleibende senkrechte und wagerechte Durchbiegungen und Verdrehungen sowie gegen Verdrückungen der Lauffläche, damit Veränderungen in der Höhenlage und Richtung der Lauffläche über kleine, unvermeidliche und daher zulässige Grenzwerte hinaus nicht vorkommen können. Dieser Widerstand der Schiene gegen die äußeren Kräfte hängt ab von dem Wider-