

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXXI. Band.

Ergänzungsheft. 1894.

Uebersicht der in Chicago 1893 ausgestellten Personen-, Post- und Gepäckwagen.

Von H. v. Littrow, Ober-Ingenieur der K. K. österreichischen Staatsbahnen.

(Hierzu eine Maßzusammenstellung auf Taf. XXXVII und Zeichnungen Fig. 1 bis 12 auf Taf. XXXVIII, Fig. 1 bis 12 auf Taf. XXXIX, Fig. 1 bis 14 auf Taf. XXXX, Fig. 1 bis 14 auf Taf. XXXXI und Fig. 1 bis 16 auf Taf. XXXXII.)

Die Columbische Welt-Ausstellung enthielt 40 Personen-, Post- und Gepäckwagen. Hierunter sind 3 Schlafwagen der Krabel Co., welche sich nur durch verschiedene Anordnung der überdeckten Endbühnen, Uebergangsbrücken und Auftritte unterschieden, als ein Wagen aufgefaßt. Ebenso sind 2 ganz gleiche Personenwagen der New-York-Central & Hudson River-Bahn als ein Wagen gezählt. Den ausgestellten Wagen wurden weiter die für Zwecke der Ausstellung besonders gebauten und im Verkehre zu derselben oder in derselben verwendeten Wagen der Chicagoer südlichen Hochbahn und der Hochbahn innerhalb der Ausstellung, sowie der Illinois Central- und Pennsylvania-Bahn zugezählt.

Wie zu erwarten, stand die in Amerika seit Beginn des Eisenbahnwesens angewandte Bauart mit Drehgestellen im Vordergrund und sogar die europäischen Staaten, bei welchen diese Bauart noch nicht voll eingebürgert ist, machten der amerikanischen Richtung durch Entsendung von 3 Drehgestellwagen Zugeständnisse.

Wie auf jeder Ausstellung waren im Inneren reich ausgestattete Wagen vorherrschend, es ging jedoch diesmal das Uebermaß an Ausstattungspracht so weit, daß eine Gesellschaft, deren Wagen mehr durch kostbaren Baustoff als Geschmack hervorragten, die Erklärung veröffentlichte, daß dieselben nur zeigen sollten, was sie leisten könne und daß sie die Wagen vor Inbetriebnahme mit einfacherer Ausstattung versehen werde.

Der Luxus im amerikanischen Personen-Wagenbau ist von den beiden großen Schlafwagenesellschaften der Pullman Co. in Chicago und der Wagner Co. in Buffalo großgezogen worden, welche, da sie die Zugförderungskosten nicht zu tragen hatten, ihre Wagen ohne Rücksicht auf das auf einen Platz kommende todte Gewicht bauten, und selbst den verwöhntesten Reisenden in jeder Richtung zu befriedigen suchten.

Der schönen Ausstattung der Wagen dieser Gesellschaften folgten allmählig auch die Eisenbahnen anfangs hauptsächlich mit den Wagen für hervorragende Schnellzüge; später stellten jedoch insbesondere die westlichen Bahnen, um den Mangel an sonstigen Bequemlichkeiten zu ersetzen, Wagen mit verstellbaren Lehnstühlen (reclining chair cars) ohne besondere Vergütung in die gewöhnlichen Züge ein.

Der amerikanische Personenwagen entwickelte sich nach dem Verschwinden der wenigen 4rädri gen Wagen, von welchen noch 3 in der geschichtlichen Abtheilung der Ausstellung zu sehen waren, ziemlich einheitlich im ganzen Lande. Der lange Wagen mit Mittelgang und zwei zweiachsigen oder neuester Zeit auch dreiachsigen Drehgestellen wurde in den Einzeltheilen und Abmessungen verstärkt und verbessert, aber ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den beiden ausgestellten Drehgestellwagen aus den Jahren 1832 und 1836 und den heutigen Erzeugnissen ist nicht vorhanden. Die Grundformen der meisten Wagenbestandtheile sind bei allen Bahnen gleich und werden daher der Kürze halber unter Anführung der Nummer der Einzelbeschreibung nachfolgend zusammengefaßt.

I. Kurze Beschreibung der Einzeltheile der Wagen.

Das Wagengerippe besteht aus 6 Langbäumen. Die 4 innenliegenden reichen mitunter über die ganze Wagenlänge sammt den Endbühnen, häufiger sind jedoch unter den Endbühnen Hilfslangbäume angewandt, um für die Kuppelung u. s. w. den nöthigen Raum zu gewinnen. Die beiden außenliegenden Langbäume haben stets nur die Länge der Kastenseitenwände, mit welchen sie zu Fachwerken vereint die Hauptträger der Wagen bilden.

Diese Fachwerkträger sind mittels senkrechter eiserner Rundstangen zusammengehalten und behufs Erhaltung der wagen-

rechten Richtung mit Spannstrangen versehen, welche nachstellbare Muttern nahe den Enden der Trägerunterkante haben. Die Druckglieder im Innern sind häufig mit gußeisernen Sätteln statt der Verzapfungen versehen.

Die äußersten Langträger sind stets, die inneren häufig durch untenliegende eiserne Hängewerke versteift.

An einzelnen Wagen, z. B. Nr. 2, 6, 10, 15, 29, sind in die Kastenseitenwände an den Enden Blechversteifungen eingebaut, um bei Zusammenstoßen größeren Widerstand gegen das häufig vorkommende gegenseitige Durchschneiden (telescoping) zu erzielen. Ein Wagen (Nr. 24) hatte zu gleichem Zwecke Seitenwände aus $8\frac{1}{2}$ mm Flusseisenblech.

Die 6 Langträger sind durch eine große Zahl von schwachen Querhölzern gegenseitig abgesteift und durch wagerechte Spannstrangen verbunden, überdies sind 4 kräftige hölzerne mit Hängewerken versteifte Querträger vorhanden, an welchen die Mittelzapfen und Seitenauflager des Drehgestelles befestigt sind. Mitunter werden auch als Verstrebung vier bis sechs wagerechte Schrägenkreuze über den einzelnen Feldern des Bodengerippes angeordnet.

Im ganzen Traggerippe kommen sehr wenig Verzapfungen vor, dieselben werden wie bereits bei den Seitenwänden erwähnt durch Gufsschuhe, oder durch Flacheisenwinkel und bei Eckverbindungen durch dreieckige Deckbleche, sowie durch senk- und wagerechte Spannstrangen ersetzt.

Unter der Stirnwand des Kastens liegen kräftige Kastenschwellen. Die Brustbäume sind durch die eingebaute Kuppelung in der Mitte in einer Länge von 800—915 mm unterbrochen. Diese Unterbrechung ist mittels wagerechter Bleche überdeckt, deren oberes zugleich den Fußboden der Endbühne bildet. Eigentliche Kastenecksäulen sind im allgemeinen nicht vorhanden, als Ersatz derselben dienen abgerundete Bohlen, an welche die Verschalbretter anschließen. Eine wesentliche Versteifung des Kastengerippes bilden 10×30 cm starke, über den Stirnthüren angebrachte Querhölzer mit Spannstrangen, sowie im Innern des Wagens angebrachte Einbauten, welche stets oben mit der entgegengesetzten Seitenwand durch Gasrohre oder besonders kräftige Dachbogen verbunden sind.

Den Abschluß der Kasten-Seitenwand nach oben bildet in Fensterhöhe ein kräftiger Balken, der Obergurt des Trägers, welcher bei ausschließlicher Oeffnung der Fenster nach oben nirgends unterbrochen ist. Zwischen die Fenster sind als Dachträger und Fenstersäulen Hölzer von $4,5 \times 5,0$ bis $10,0$ cm paarweise eingebaut, welche in den Langträger eingezapft oben je einen Dachbogen mittels geschmiedeter oder gegossener Winkelstücke tragen. Diese schwachen Säulen stehen zu dem kräftigen Untertheile der Seitenwände in merkwürdigem Gegensatze.

Die Wagen sind stets außen und innen verschalt, außen dienen hierzu mit wenigen Ausnahmen lothrechte Verschalbretchen, welche in der Stoßfuge mittels schief in die Seitenwandtheile eingeschlagener Nägel befestigt sind. Zwischen den Fenstern sind eingepaßte Brettchen angebracht, während oberhalb derselben meist eine stärkere wagerechte Bohle zugleich zur Versteifung des Dachtheiles über der Endbühne dient.

Das Dach wird von 4,0 cm dicken 15 bis 16 cm hohen Dachbogen getragen. Auf dem Dache sitzt ein breiter Dach-

reiter, welcher meist doppelt so viel Dachbogen enthält, als das eigentliche Dach. Gegen die Endbühnen sind Dach und Dachreiter in gekrümmten Linien nach abwärts geführt, so daß sie einen graden Abschluß mit stark gerundeten Ecken bilden.

In die Endbühne ist die Kuppelung eingebaut, welche bei den ausgestellten Vollbahnwagen mit Ausnahme von dem noch mit Millerhaken ausgestatteten Nr. 3 (Fig. 11 und 12, Taf. XXXIX), nach den Vereinbarungen der »Master Car Builder Association« als selbstwirkende Kuppelung hergestellt war. Ueberdeckte Endbühnen mit Faltenbälgen (»vestibules«) hatte der Pullmann-Zug (Nr. 1, 5, 9, 13, 14, 20, 28,) nach der neuen Pullmann-Bauart, der Wagner-Zug (Nr. 2, 6, 10, 15, 29) und der Zug der New-York-Central-Bahn (Nr. 12, 22), nach der Gould-Bauart, der Canadian-Pacific-Zug (Nr. 4, 8, 11, 25, 40) nach der Bauart von Barr. Die Wagen Nr. 19, 21, 23, 30 hatten »vestibules« nach der alten Pullmann-Bauart und der Krabel-Zug (Nr. 3), das Krabel-»vestibule«.

Die Drehgestelle sind bei allen Wagen mit Ausnahme von Nr. 32 und 33, welche Güterwagendrehgestelle hatten, im Wesen gleich, nur ändert sich je nachdem dieselben zwei- oder dreiaxsig sind die Anzahl und Form der Uebertragungshebel. Die Drehgestelle bestehen aus einem viereckigen Holzrahmen, welcher innen noch 2 schwächere Langhölzer hat, die Eckverbindungen dieses Rahmen sind aus Gußeisen oder geprefstem Stahle hergestellt. An die Langrahmenhölzer sind die gußeisernen Achsgabeln geschraubt, in welche die unmittelbar auf den Achsbüchsen liegenden Ausgleichhebel greifen. Zwischen diese und den Rahmenbau sind Wickelfedern eingeschaltet. Der Wagenkasten ruht mit der Drehpfanne und den als Nothstützen dienenden Seitenauflagern auf einem kräftigen Querbalken, der an zwei Querträgern des Drehgestellrahmens wiegenartig aufgehängt und zwischen denselben geführt ist. Der Querträger besteht aus einem obern, meist dreitheiligen Stücke, zwei zwischen dieses und den Untertheil eingeschalteten Sätzen von drei- bis fünfteiligen Kutschenfedern und dem Untertheile, welches die Wiegebolzen der vier Hängeisen trägt. Bei dreiachsigen Drehgestellen sind zwei solche Querträger sammt Führungen vorhanden, welche mittels zweier geschmiedeter Verbindungsstücke den Drehzapfen, mittels zweier ähnlich geformter Stücke außen die Seitenauflager tragen.

Die Achslagergehäuse sind eintheilig und vorne mit großen federnden Blechdeckeln geschlossen. Die Lagerschale ist unbeweglich eingebaut und derart eingerichtet, daß sie ohne die Achse auszuheben nach geringer Hebung des Kastens herausgezogen werden kann. Die Schmierung erfolgt nur von unten mittels Wollabfällen. In Amerika wird stets nach Bedarf, nicht in bestimmten Zeitabschnitten geschmiert. Die Achsschenkel sind meist wie die europäischen mit Rose versehen; wenn die Rose, wie bei den Pullmann-Wagen fehlt, so drücken die Schenkel gegen ein im Lager angebrachtes Querhaupt.

Schweißeiserne und flußeiserne Achsen sind ziemlich gleich häufig. Die Radkörper sind sehr verschieden hergestellt, überwiegend ist das gewöhnliche Schalengufsrads bei Personenwagen, das Papierrad der Allen Co. unter Luxus-Wagen. Scheibenräder aus Flusseisen von Krupp und vom Bochumer Vereine, aus Schweißeisen von der Boies Co. und aus Blech von der Paige Co.,

der Boies Co., sowie anderen Gesellschaften sind ziemlich häufig angewandt. Die Wagen der südlichen Hochbahn (Nr. 31) haben geschmiedete Sternräder von den Standard steel works, die Wagen der Ausstellungshochbahn (Nr. 35) Schalengufs-Sternräder von der Griffin Co.

Die ausgestellten Wagen (Nr. 17 ausgenommen) waren mit Luftdruckbremsen versehen, welche auf alle Räder einseitig wirken. Die Querverbindungen der Bremsen (brake beams) sind bei den meisten Wagen nach den patentirten Bauarten der National-Hollow-Brake-Beam Co. und Schoen-Pressed-Steel Co. hergestellt. Das Bremsgestänge zeigt verschiedene Anordnungen, welche alle darauf hinauslaufen, den Druck möglichst gleichmäfsig auf alle Klötze zu vertheilen. Aufser der durchgehenden Bremse sind stets auch Handbremsen mit Kettenzug und Griffad an beiden Wagenenden vorhanden. Das Bremshandrad ist stets rechts an der Brustwehr angebracht, während links oft ein ganz gleich geformtes zum Auslösen der Selbstkuppelung bestimmtes steht.

Alle Fenster sind nach oben und zwar nur auf halbe Höhe zu öffnen, zwei tiefer gelegene Fallen erlauben auch noch geringere Fensteröffnungen. Innerhalb der Fenster sind entweder schwere Vorhänge mit Springfedern oder ähnlich den Fenstern geformte Brettchenläden angebracht. Die Fenster im Dachreiter sind aus gefärbtem Pressglase hergestellt und meist um eine senkrechte Achse drehbar. Dieselben werden mittels eigener Schlüssel gestellt, welche der Bremser aufbewahrt.

Die Stirnthüren gehen stets nach innen auf, offene Endbühnen haben keinerlei Verschlüsse, während überdeckte meist mit zweiflügeligen, selten mit einflügeligen Thüren versehen sind. Aufserhalb der Thüren sind dreistufige Treppen angebracht, welche bei Prachtwagen mit Kautschuk belegt sind. Als Uebergänge zu den Nachbarwagen dienen stumpf gestofene gefederte Gufsstücke, bei Wagen mit freien Endbühnen sind jedoch oft gar keine Brücken vorhanden, so dafs ein Raum von 100^{mm} frei bleibt. Die Wagen sind stets reichlich mittels Oelgas, selten mittels Petroleum oder Elektrizität beleuchtet. An einigen Wagen sind Benzingaslampen vorhanden, welche mit Hülfe der Druckluft aus den Bremsbehältern betrieben werden.

Zwei Gasflammen sind meist in einem Kronleuchter vereinigt, über welchem Rauchabzüge durch das Dach führen. Wagenlampen, wie sie in den europäischen Wagen angewandt werden, sind nicht sehr häufig.

Die Wagen werden meist mit Warmwasser oder Niederdruckdampf geheizt, welche durch ein unten an den Seitenwänden angebrachtes Schlangenrohr strömen. In jedem Wagen befindet sich ein Ofen, welcher jedoch zur Erwärmung des Warmwassers nur beim Stillstande oder bei Unterbrechungen in der Dampfleitung von der Locomotive benutzt wird. Im Zuge dient stets letztere mittels einer Rohrschlange zur Erwärmung des Heizwassers. Die Dampfleitung ist von Wagen zu Wagen mittels Gummischläuchen verbunden, deren Kuppelungsstücke ähnlich denen der selbstwirkenden Luftsaugbremse (Clayton-Kuppelung) hergestellt sind. Die Schläuche sind wie Bremschläuche mit dem Wagen fest verbunden.

Viele Wagen sind mit Luftdruck-Signaleinrichtung versehen, die von Wagen zu Wagen mittels Kuppelungen von 20^{mm} Licht-

weite und der Gestalt der Luftdruckbremse verbunden sind. In allen Personenwagen sind Eiswasserbehälter und Abtritte, letztere für Männer und Frauen getrennt, angeordnet.

II. Beschreibung der einzelnen ausgestellten Wagen.

A. Schlafwagen.

In Nordamerika sind 2500 Schlaf- und Luxus-Wagen der Pullmann Co., 600 der Wagner Co. und eine große Zahl Wagen kleineren Schlafwagen-Gesellschaften (Mann Boudoir Car Co., Allen Hotel Car Co., Krabel Car Co. u. s. w.), und den Eisenbahngesellschaften gehörige im Betriebe. Es war daher die Ausstellung mit dieser Gattung von Wagen sehr reichlich beschickt, welche wie schon eingangs erwähnt meist mehr Prunk enthielten, als aus Reinlichkeits- und Gesundheitsrücksichten wünschenswerth erschien.

Nr. 1. Schlafwagen »Amerika« der Pullmann Co. in Chicago, Ill. (Fig. 1. u. 2, Taf. XXXVIII).

Dieser Wagen bildete mit den folgenden Nr. 5, 9, 13, 14, 20, 28 den viel bewunderten Pullmann-Zug, welcher im Großen und Ganzen dem im »Organ« 1892, S. 231 beschriebenen ähnlich ist.

Der Wagen enthält 10 gewöhnliche Abtheile (»sections«) mit je einem obern und einem untern Doppelbette. An einem Wagenende ist wie bei den gewöhnlichen Pullmann-Schlafwagen eine Abtheilung mit Ober- und Unterbett, der Herren-Waschraum und Abort, nebst einem Vorrathkasten angeordnet. Am andern Wagenende ist ausnahmsweise aufser der Heizvorrichtung, dem Frauen-Waschraume und Aborten eine Reihe von zwei Abtheilen vorhanden, deren Zwischenwand thürenartig (behufs Vereinigung der beiden Abtheile zu einem großen) zurückgeschlagen werden kann. Ein besonderer Waschraum ist mit einem dieser Abtheile in Verbindung. Der Wagen ist außen olivenbraun — die gewöhnliche Pullmann-Farbe — gestrichen und in olivengrüner Peluche ausgestattet. Die elektrische Beleuchtung, welche für den ganzen Zug vorgesehen ist, ist derart eingerichtet, dafs eine Glühlampe mit Schnur in jedem Bette an beliebiger Stelle angebracht werden kann. Der Wagen hat wie alle übrigen des Zuges die neue Pullmann-Bauart der Endbühnen und Faltenbälge. Die Endbühne ist hierbei durch zwei Fallthüren, welche über den Treppen liegen, auf die ganze Wagenbreite ausgedehnt. Diese Fallthüren verriegeln auch die mit Spiegelscheiben bis zum Boden versehenen Eingangsthüren, wodurch bei Unfällen das Verlassen der Wagen sehr erschwert werden dürfte. Die Endbühnen werden aber hierdurch sehr geräumig und können Nachts nicht von blinden Reisenden besetzt werden.

Nr. 2. Schlafwagen »Isabella« der Wagner Co. in Buffalo N.-Y. (Fig. 1 u. 3, Taf. XXXIX).

Dieser Wagen bildet mit den folgenden Nr. 6, 10, 15, 29 einen Zug, welcher ähnlich dem »Exposition Flyer« zusammengesetzt für die nördliche Linie nach Chicago (New-York Central und Lake Shore Bahnen) bestimmt ist. Derselbe ist wie Nr. 1 angeordnet, nur wurde statt des einzelnen stehenden Abtheiles eine Schankeinrichtung angebracht, welche in einem derartigen stets mit Speisewagen laufenden Zuge überflüssig zu sein scheint.

Die zusammenhängenden beiden Abtheilungen sind sehr prunkvoll in Gold und Elfenbein ausgestattet, die »sections« in weißem Mahagony mit dunkelgrünem Sammt, welche Farbenzusammensetzung gegenüber der massigen bildnerischen Ausstattung einen wenig guten Eindruck macht. Der Wagner-Zug ist außen tiefblau gestrichen und mit Gold reich verschnitten. Die Verschalungsbretter sind wie beim Wagen Nr. 19, 254^{mm} breit. Der ganze Zug ist elektrisch erleuchtet.

Nr. 3. Schlafwagen der Krabel Co., Cleveland Ohio, erbaut von der St. Charles Car Co. St. Charles, Mo. (Fig. 11 u. 12, Taf. XXXIX.)

Die drei Wagen, welche diese Gesellschaft ausstellte, enthielten folgende Neuheiten. Die oberen Betten werden nach zwei verschiedenen Bauarten mittels Spreizen und Stangen aus den Lehnen, die unteren aus den Sitzen je zweier Lehnstühle gebildet, welche am Wagenboden mittels Drehbolzen befestigt sind und daher bei Tage in jeder beliebigen Stellung benutzt werden können. Die Betten haben gegen die sonst üblichen keine besondere Vorzüge.

Die Wagen sind mit besonderen bedeckten Uebergängen versehen. Dieselben bestehen aus Kasten von der Höhe des Wagenkastens, welche um Bolzen in den Endbühnen drehbar und verschiebbar befestigt sind. Die Trennungsflächen zwischen den Wagen liegen daher an der Kastenstirnwand statt in der Mitte zwischen den beiden Stirnwänden. Da hierdurch geringere Seitenverschiebungen in der Trennungsfuge erzielt werden, sind nur überblattende Leder statt der Faltenbälge vorhanden.

Diese Zwischenkasten sind bei einer Wagenverbindung über die ganze Wagenbreite ausgedehnt (Fig. 11 u. 12, Taf. XXXIX) und daher mit Klapptreppen versehen, welche nur während des Stillstandes niedergeschlagen werden können. Bei der zweiten Verbindung des ausgestellten Zuges haben sie die gewöhnliche Endbühnenbreite. Die innere Ausstattung der drei Wagen ist einfach und geschmackvoll.

Nr. 4. Schlafwagen »Satsuma« der Canadian Pacific-Bahn, erbaut in der Bahnwerkstätte Montreal. (Fig. 5. u. 6, Taf. XXXX.)

Auch dieser Wagen hat dieselbe Hauptanordnung wie Nr. 1 und 2. Er enthält jedoch einen Baderaum zwischen dem Herren-Waschzimmer und dem Hauptraume. Am andern Ende ist zwischen die zwei Abtheilungen eine große Schiebethüre eingebaut, welche deren Vereinigung ermöglicht. Der Wagen bildet mit den folgenden Nr. 8, 11, 25 und 40 einen vollständigen Ueberlandzug.

Nr. 5. Abtheilschlafwagen »Ferdinand« der Pullmann Co. (Fig. 1 u. 3, Taf. XXXVIII.)

Er enthält 10 Abtheilungen mit je 2 Betten. Jedes derselben hat eine Thüre nach dem Gange, außerdem sind Schiebethüren zwischen den einzelnen Abtheilungen vorhanden, welche gestatten, den ganzen Wagen der Länge nach zu durchblicken. Jede Abtheilung enthält ein Ober- und ein Unterbett, sowie einen Waschtisch. Heizvorrichtung und Aborte für Herren und Frauen sind an den Enden angebracht. Die überreiche Ausstattung des Wagen in schwerer Seide von verschiedener Farbe und Zeichnung für jede Abtheilung ist zwar im Betriebe binnen

kurzem verdorben, aber trotzdem fand der Wagen als Ausstellungsstück wegen der abwechslungsreichen, geschmackvollen und doch nicht überladenen Ausstattung und Verzierung allgemeinen Beifall.

Nr. 6. Abtheilschlafwagen »San Salvador« der Wagner Co. (Fig. 1 u. 4, Taf. XXXIX.)

Dieser Wagen enthält vier Abtheilungen mit je 2 Betten, ein Zimmer (state room) mit zwei Betten und zwei Zimmer mit je einem Bette und je einem besondern Baderaume, außerdem die gewöhnlichen Nebenräume. Die vier Abtheilungen können auch zu je zweien durch Entfernen der Zwischenwand vereint werden. Entsprechend der Geräumigkeit der Zimmer ist das Gewicht auf einen Reisenden fast 4000 kg das höchste von allen ausgestellten Wagen.

Nr. 7. Abtheilschlafwagen der London North-western-Bahn, erbaut für die West Coast Schnellzüge in der Bahnwerkstätte Wolverton. (Fig. 13 u. 14, Taf. XXXX.)

Gegenüber den vorbeschriebenen sind alle Räume in diesem Wagen eng und niedrig. Der Wagen selbst ist wie alle englischen nach der Abtheilbauart mit Seitenthüren und Klappfußtritten hergestellt. Von der Eingangsthür gelangt man in einen Längs- und einen Quergang. Ersterer führt zu einem kleinen Zimmer mit Sesseln, hinter welchem ein Stirnabteil mit vier Schlafstellen, Abort und Waschtisch liegt. Neben dem Längsgänge liegen zwei kleinere Schlafräume mit je zwei Betten und am andern Ende wieder ein Stirnabteil mit vier Schlafstellen. Die Ausstattung ist dunkel gehalten. Hervorzuheben sind die schönen versilberten Klappwaschtische.

Der Wagen hat Gasbeleuchtung und selbstwirkende Luftdruck- und Luftsaugebremse. Die Drehgestelle sind ähnlich denen der belgischen Schlafwagensgesellschaft hergestellt, haben Holzscheibenräder und Lager mit großem Stirndeckel wie die belgischen Staatsbahn-Wagen. Der Außenanstrich ist indischroth bis zur Fensterbank, von dort aufwärts weiß, nach den Vorschriften der London Northwestern Bahn, auf demselben sind die verschlungenen Eigentumsmerkmale dieser Bahn in Gold angebracht.

Nr. 8. Einwanderer-Schlafwagen der Canadian Pacific-Bahn, erbaut in der Bahnwerkstätte Montreal. (Fig. 10 u. 11, Taf. XXXVIII.)

Wagen dieser Bauart laufen in den meisten Zügen der Ueberlandbahnen. Sie werden nicht nur von Einwanderern, sondern auch von Ausflüglern, Jägern, Fischern und allen jenen Reisenden benutzt, welchen die Benutzung von eigentlichen Schlafwagen zu kostspielig ist. Die Anordnung und die Raumverhältnisse der Betten sind bei diesen Wagen gleich denen der gewöhnlichen Schlafwagen, nur sind die Abtritte und Waschräume sehr beschränkt, auch ist kein abgeschlossener Raum für allein reisende Familien vorhanden. Hierdurch, sowie durch die äußerst einfache Ausstattung, welche der Einrichtung III. Classe entspricht, ist es möglich geworden, das geringe Gewicht von 926 kg auf ein Doppelbett zu erreichen. Auf einen Reisenden gerechnet verringert sich dieses Gewicht auf 463 kg, da in diesem Wagen zumeist 2 Personen gemeinsam

ein Doppelbett benutzen. Das todte Gewicht für einen Reisenden ist daher gleich dem eines europäischen Wagens II. Classe, trotzdem eine Nachtfahrt in einem vollbesetzten solchen Wagen weit angenehmer ist, als in einem vollbesetzten Abtheile II. Classe in Europa.

B. Speisewagen (3 Stück).

Die Speisewagen enthalten je 5 Tischreihen, bei Nr. 9 liegt der Gang in der Mitte, so daß vier Sitze an jedem Tische vorhanden sind, bei Nr. 10, 11 jedoch seitlich, so daß an einer Seite Tische für je zwei, an der andern für je vier Personen Platz finden. Die Ausnutzung aller 3 Wagen dürfte ziemlich die gleiche sein, da in Amerika sehr viel Schüsseln gleichzeitig auf den Tisch kommen und es daher unmöglich ist, an die kleinen Tische (bei Nr. 9) gleichzeitig vier Personen zu setzen.

Nr. 9. Speisewagen »La Rabida« der Pullmann Co. (Fig. 1 u. 4, Taf. XXXVIII).

Am einen Wagenende steht die Küche mit Eis und Vorrathskasten, Ausgüssen u. s. w., hierauf folgt ein kleiner Raum für Geschirr und ein großer Anrichterraum mit Schantisch. Am andern Wagenende sind Heizung und Getränkkasten untergebracht, außerdem ein Vorraum für Reisende, welche nicht sofort bedient werden können. Aborte und Waschräume sind nicht vorhanden. Das Wageninnere ist in indischem Vermillion-Holze ausgestattet, welches einen guten Ersatz für Mahagony bildet. Die Stühle sind aus Eichenholz geschnitzt und mit gepresstem Leder überzogen. Die Beleuchtungsgegenstände und Querverbindungen sind Kunstschmiedearbeit; wie auch in anderen Wagen ist Glas, welches theilweise spiegelartig belegt ist (leaded glass), vielfach verwendet.

Nr. 10. Speisewagen »Ferdinand« der Wagner Co. (Fig. 1 u. 5, Taf. XXXIX).

Der Wagen unterscheidet sich von dem Pullmann'schen dadurch, daß zwei Tischpaare durch Vorhänge abgetrennt sind, wodurch vier besondere Nebenspeiseräume entstehen. Ein Warterraum ist nicht vorhanden, gegenüber der Heizeinrichtung ist jedoch ein kleiner Waschaum vorgesehen.

Nr. 11. Speisewagen »Savoy« der Canadian Pacific-Bahn, erbaut in der Bahnwerkstätte zu Montreal. (Fig. 9 u. 10, Taf. XXXIX).

Der Wagen ist fast gleich dem vorhergehenden in weißem Mahagony ausgestattet. Schwere Dachbogen aus diesem Holze, welche durch Säulen gestützt werden, trennen die einzelnen Tische, wodurch der Hauptraum des Wagens eine schöne Gliederung erhält.

C. Prunkwagen für Tagfahrten (7 Stück).

Nr. 12. Rauch- und Gepäckwagen mit Küche New-York Central- & Hudson River-Bahn, erbaut in der Bahnwerkstätte West-Albany. (Fig. 1 u. 2, Taf. XXXXI).

Dieser Wagen wird mit den beiden unter Nr. 22 zu beschreibenden zu dem berühmten New-York-Buffalo Schnellzuge »Empire State Express« zusammengesetzt. Er enthält eine Rauchabtheilung, einen Gepäckraum, sowie eine kleine Küche

für Zwischen-Mahlzeiten. Dies genügt, da der »Empire State Express« nur halbe Tage unterwegs ist.

Nr. 13. Saalwagen (Parlor car) »St. Maria« der Pullmann Co. (Fig. 1 u. 5, Taf. XXXVIII).

Außer dem Hauptraum mit achtzehn Drehsitzen und acht festen Sitzplätzen sind ein Abtheil für vier, eines für fünf Personen und die üblichen Nebenräume vorhanden. Die Ausstattung des Wagens ist Vermillion Holz, Sitze und Bänke sind blau mit Gold verziert. Die Decke ist lichtgrün mit Goldverzierung, die Abtheile sind weiß in Gold gehalten. Die Wagenfenster sogenannte »bay windows« bilden zu dreien einen Erker.

Nr. 14. Saal-Schlaf- und Aussichtswagen (Observation Car) »Isabella« von der Pullmann Co. (Fig. 1 u. 6, Taf. XXXVIII).

Der Wagen ist an einem Ende ein gewöhnlicher Schlafwagen mit sechs »sections« und den üblichen Nebenräumen, hierauf folgt ein Baderaum, wieder zwei »sections«, dann ein Saal mit Drehstühlen und Erkerfenstern und schließlich die Aussichtsendbühne, welche wie bei den Aussichtswagen der österr. Alpenlinien stets am Ende des Zuges steht. Der Wagen ist in Mahagony und dunkelrother Seide ausgestattet.

Nr. 15. Saalwagen (»Parlor Car«) »Pinzon« der Wagner Co. (Fig. 1 u. 2, Taf. XXXIX).

Die innere Anordnung dieses Wagens ist ähnlich der des Wagens der Pullmann Co. (Nr. 14). An einem Ende befindet sich ein Abtheil, hierauf folgt der Hauptraum, in welchem leichte Rohrstühle und zwei gepolsterte Bänke vorhanden sind.

Anschließend hieran ist ein Wirthschaftsraum mit Kredenz vorgesehen, dessen Zweck in einem mit Speisewagen versehenen Zuge nicht recht erfindlich ist. Es folgen ein schön ausgestattetes Lesezimmer für Frauen und merkwürdigerweise neben demselben der Herren-Waschaum und Abort, während der Frauen-Waschaum am entgegengesetzten Wagenende angebracht ist.

Nr. 16. Central-Bahn of New-Jersey: Privatsaalwagen »Plainfield«, erbaut von der Harlan & Hollingsworth Co., Wilmington, Del. (Fig. 1 u. 2, Taf. XXXXII).

Dieser Wagen gehört einer Gesellschaft von Herren, welche in Plainfield N. J. wohnen und täglich nach New-York (bezw. Jersey City) ins Geschäft fahren.

Derselbe kann als Saalwagen für Vorortverkehr bezeichnet werden, eine Wagengattung, deren einziger Vertreter er wohl bisher ist. Entsprechend seiner Verwendung ist wenig Raum für den einzelnen Reisenden vorhanden und daher auch das Gewicht auf einen Reisenden das geringste von allen ausgestellten Prunkwagen. Der Eingang in den Wagen liegt zwischen zwei gekrümmten Flügelwänden, welche das Innere vor Zugluft schützen und auch als Schirmständer Verwendung finden. Durch eine Glaswand ist der Wagenraum in eine Rauchabtheilung mit Tischen, Drehstühlen, Sofas und Lehnssesseln und eine Nicht-rauchabtheilung mit gleicher Ausstattung getrennt. Der Wagen (Seitenwände, Dach und Möbel) ist mit Mahagony vertäfelt, die Sitze sind mit Prefsleder überzogen. Trotz der 68 Sitzplätze macht das Innere einen sehr guten freundlichen Eindruck. Die üblichen Nebenräume sind nur an einem Wagenende

vorhanden, da nur für männliche Reisende vorgesorgt ist. Der Wagenkasten ist außen in dunkelblau mit Gold gehalten, die Drehgestelle mit einer sehr geschmacklosen Holzmaserung in lichtgelb und ocker versehen.

Nr. 17. Ferro Carril de Bahia Blanca al Noroeste, Argentina: Dienstwagen »El Cacique«, erbaut von der Harlan Hollingsworth Co., Wilmington, Del. Spurweite 1,677. (Fig. 7 u. 8, Taf. XXXX).

Der Wagen ist für Dienstreisen in unwirthlichen Gegenden bestimmt und daher als vollständiger Wohnwagen mit Küche und Vorrathsräumen versehen. Er enthält einen Saal, eine Küche, ein Badezimmer und ein Speisezimmer mit ausziehbarem Speisetische, außerdem Abort und verschiedene Schränke. Der Wagen ist behufs leichterer Verladung in 5 Theile zerlegbar. Er hat offene Endbühnen und Kuppelung nach europäischer Art. Er ist der einzige der Ausstellung, welcher nicht mit durchgehender Bremse versehen ist.

Nr. 18. Kgl. Preussische Eisenbahn-Direction Frankfurt. Saalwagen I. Classe für Strecke Wiesbaden-Langenschwalbach, erbaut von der Eisenbahnwagen- und Maschinenfabrik Van der Zypen und Charlier, Deutz a. Rh. (Fig. 9 u. 10, Taf. XXXXI).

Dieser Wagen stach durch vornehme Einfachheit nicht nur unter den europäischen hervor, auch die Amerikaner zollten demselben vom Standpunkte ihres Wagenbaues ungeheilten Beifall.*) Die Untergestelle aus geprefstem Flusseisenbleche, die mit reich verzierten Gittern abgeschlossenen Endbühnen, das wohlgeformte Dach und der blau in Gold gehaltene Wagenkasten mit reicher Verzierung in gepressten Metallstreifen machten einen sehr günstigen Eindruck. Die innere Eintheilung und Ausstattung entsprach vollkommen den Bedürfnissen einer kurzen Nebenbahn.

D. Personenwagen für Fernverkehr (9 Stück).

In diese Gruppe fallen ein deutscher Personenwagen I./II. Classe, ein englischer Personenwagen I./II./III. Classe und 9 Personenwagen I. Classe amerikanischen Ursprunges. Ganze Personenwagen II. Classe giebt es in Amerika nicht, da Reisende II. Classe nur in der Raucherabtheilung befördert werden, welche fast immer mit dem Gepäckraume zu einem Wagen vereinigt ist.

Alle amerikanischen Personenwagen (Nr. 19—25), sind im Innern gleichmäßig eingerichtet. Herren-Absort und mitunter auch Waschraum an einem Ende, Frauen-Absort und Waschraum am andern. Ein Mittelgang durch den ganzen Wagen, rechts und links von demselben die Sitze mit Klapplehnen, welche stets so gestellt sind, daß der Reisende nach vorn und nicht einem Gegenüber in das Gesicht sieht. Die Lehnen sind frei beweglich, oder wie bei der New-York-Central-Bahn in ihrer Stellung durch den Zugführer (conductor) festgeschlossen. An den Stirnwänden des Hauptraumes sind sechs bis acht Sitze mit festen Lehnen angebracht. Je nach Einrichtung des

Zuges für den die Wagen bestimmt sind, sind die Endbühnen überdeckt oder offen. Letzteres ist heute noch bei der größten Mehrzahl der Wagen der Fall.

Nr. 19. Pennsylvania-Bahn Personenwagen, erbaut von der Pullmann Co. (Fig. 11 u. 12, Taf. XXXXII).

Der Wagen ist im Allgemeinen nach den Mustern der Pennsylvania Bahn (Pennsylvania standard) erbaut. Derselbe ist mit normalen Schalengulfrädern, mit Frost's Benzin-Luftdrucklicht und einer Noth-Petroleumbeleuchtung versehen. Er ist wie alle Wagen der Pennsylvania-Bahn mit Eichenholz (bzw. Fournier) vertäfelt, die Sitze sind mit dunkelrothem Wollsammet überzogen. Die Faltenbälge und Endbühnen sind nach der älteren Pullmann-Bauart hergestellt. Der äußere Anstrich ist indischroth mit Gold.

Nr. 20. Personenwagen »1893« der Pullmann Co. (Fig. 3 u. 4, Taf. XXXX).

Dieser Wagen, welcher ausnahmsweise reich in Vermillon-Holz mit vertäfelter Decke hergestellt ist, enthält abweichend vom gewöhnlichen Gebrauche ein Rauchzimmer mit 10 Sitzen. Er ist wie der ganze Pullmann-Zug mit den neuen breiten Pullmann-Endbühnen und mit Faltenbälgen versehen. Der Wagen ist, trotzdem er als Personenwagen bezeichnet ist, in welche Gruppe er nach seiner Sitzeintheilung auch gehört, mehr ein Luxuswagen, als ein für gewöhnlichen Gebrauch ohne besondere Aufzählung geeignetes Betriebsmittel.

Nr. 21. Old Colony-Bahn (jetzt New-York, New-Haven & Hartford-Bahn). Personenwagen, erbaut von der Pullmann Co. (Fig. 3 u. 4, Taf. XXXXII).

Sehr ähnlich dem vorbesprochenen nur weniger reich ausgestattet. Der Wagen ist für die »Steamboat trains« (Anschluß-Schnellzüge an die Fall River Dampfer nach New-York) der genannten Bahn bestimmt, olivengrün gestrichen und mit weingrünen Sitzen versehen. Er läuft auf Allen-Papierträgern und ist mit Pintsch-Oelgas beleuchtet.

Nr. 22. New-York Central- & Hudson River-Bahn. Zwei gleiche Personenwagen, erbaut in der Bahnwerkstätte West-Albany. (Fig. 5 u. 6, Taf. XXXXI).

Die Wagen stechen durch ihre außerordentliche Länge hervor. Die Räume zwischen den Sitzen sind größer als gewöhnlich, so daß zwischen jedem Sitzpaar ein Einhängetisch anzubringen ist. Die Wagen, welche nach der Angabe unter Nr. 12 im »Empire State Express« laufen, haben verstärkte Seitenwände. Sie sind mit Locomotivdampf heizbar und mit Gas zu beleuchten.

Nr. 23. Baltimore & Ohio-Bahn. Personenwagen für die »Royal Blue Line«-Schnellzüge zwischen New-York und Washington, erbaut von der Pullmann Co. (Fig. 7 u. 8, Taf. XXXVIII).

Der Wagen enthält wie Nr. 20 ein kleines Rauchzimmer und ist in Mahagony ausgestattet. Die Sitze sind mit altgold (vieil or) Wollsammet überzogen. Außen ist dieser Wagen wie der zugehörige Nr. 30 dunkelblau mit Silberverschneidung gestrichen.

*) Der Wagen ist auf dem Lichtdrucke Fig. 10, Organ 1894, S. 93 sichtbar.

Nr. 24. Chicago, Burlington & Quincy-Bahn. Personenwagen, erbaut von der Jackson Sharp Co., Wilmington. (Fig. 13 u. 14, Taf. XXXXI).

Dieser Wagen stellt so recht eigentlich die Einrichtung des amerikanischen Personenwagens dar. In der Bauart der Seitenwände unterscheidet er sich jedoch wesentlich von allen anderen, da er reine Blechträger mit Ober- und Untergurt, jedoch ohne alle Verstrebungen und Spannstrangen aufweist. Die innere Ausstattung besteht in Eichentäfelung, die Sitze sind mit altgold Wollsammet überzogen. Der Wagen ist wie alle neuen der C. B. & Q. Bahn elektrisch beleuchtet und mit Locomotivdampf geheizt. Er läuft auf Schalenrädern mit Achsenkellen ohne Rose.

Nr. 25. Canadian Pacific-Bahn. Personenwagen, erbaut in der Bahnwerkstätte Montreal. (Fig. 10 u. 12, Taf. XXXVIII).

Er enthält zwei Rauchabtheilungen, von welchen jeweils die rückwärtige benutzt werden soll, um den Hauptraum rauchfrei zu halten. Hervorzuheben sind zwei kräftige verzierte Dachbogen aus weißem Eichenholz, welche den langen Mittelraum laubenartig gliedern. Der Wagen ist mit elektrischer und Petroleumbeleuchtung versehen.

Nr. 26. Kgl. Preussische Eisenbahndirection Magdeburg. Personenwagen I./II. Classe, erbaut von der Breslauer Actiengesellschaft für Eisenbahn-Wagenbau. (Fig. 9 u. 10, Taf. XXXX).

Dieser nach den preussischen Musterzeichnungen erbaute Wagen enthält ein Abtheil I. und drei Abtheile II. Classe, welche mit Abort und Waschraum in Verbindung stehen.

Nr. 27. London & North Western-Bahn. Personenwagen I./II./III. Classe mit Gepäckraum, erbaut für die »West coast«-Schnellzüge in der Bahnwerkstätte Wolverton. (Fig. 11 u. 12, Taf. XXXX).

Der Wagen enthält ein und einhalbes Abtheil I., ein Abtheil II. und zwei Abtheile III. Classe, einen Gepäckraum und vier Aborte nebst Waschständen. Die übrige Ausstattung ist gleich dem vorbeschriebenen Nr. 7 der gleichen Gesellschaft.

E. Personen-Wagen mit Gepäckraum (3 Stück).

Derartige Wagen laufen in fast allen amerikanischen Zügen, da bei der üblichen großen Wagenlänge ein besonderer Gepäckwagen Raumverschwendung wäre. Sie enthalten fast ausschließlich Abtheilungen für Raucher (II. Classe).

Nr. 28. Gepäck- und Rauchwagen »Marchena« der Pullmann Co. (Fig. 1 u. 2, Taf. XXXX).

Dieser Wagen enthält zwischen Gepäckraum und Raucherabtheilung eine Barbierstube. Im vorderen Theile des Gepäckraumes steht eine Brotherhoodmaschine unmittelbar an eine Dynamomaschine gekuppelt, welche den ganzen Zug beleuchtet und der der Dampf von der Locomotive zugeführt wird. Anschließend an die Barbierstube liegt ein Badezimmer.

Entsprechend der Ausstattung des ganzen Zuges ist auch dieser Wagen reich ausgestattet, der Baderaum ganz in Fliesen, die Rauchabtheilung in braunem Leder.

Nr. 29. Gepäck- und Rauchwagen »Columbus« der Wagner Co. (Fig. 1. u. 6, Taf. XXXIX).

Die innere Anordnung dieses Wagens ist ähnlich dem vorbeschriebenen Nr. 28, nur ist in der Längemitte der Gang an die eine Wand gelegt, so daß die Barbierstube an der andern Wand liegt.

Nr. 30. Baltimore & Ohio-Bahn. Personen- und Gepäckwagen, erbaut von der Pullmann Co. (Fig. 7 u. 9, Taf. XXXVIII).

Dieser Wagen entspricht in der inneren Einrichtung dem Wagen Nr. 23, von welchem er sich nur durch das Vorhandensein des Gepäckraums, sowie die Ledersitze statt der Wollsammet-sitze unterscheidet.

F. Personenwagen für Ortsverkehr (5 Stück).

Nr. 31. South Side Rapid Transit Co., Chicago. Hochbahnwagen, erbaut von der Jackson Sharp Co., Wilmington Del. (Fig. 9 u. 10, Taf. XXXXII).

Im Betriebe auf der Hochbahn zur Ausstellung ausgestellt. Diese Wagen sind denen der New-Yorker und Brooklyner Hochbahnen sehr ähnlich, im Vereine mit den hochliegenden Bahnsteigen, müssen sie als ein vorzügliches Verkehrsmittel für Ortsverkehr bezeichnet werden, für welchen sie geeigneter erscheinen als die sonst üblichen Abtheilwagen.*) Der an den Wagenenden erbreiterte Gang erlaubt selbst bei voller Besetzung (48 sitzende, 32 stehende Reisende) leichtes Ein- und Aussteigen.***) Die Endbühnen sind durch Gitterthüren geschlossen, welche vom Schaffner im Augenblicke des Stillstandes geöffnet werden. Die Wagen haben wie die Fernverkehrswagen Doppelfenster und Brettchen-Läden. Bemerkenswerth sind die Sitzüberzüge aus dichtem Rohrgeflechte, welche leicht zu reinigen und kühl sind und Krankheitskeime gewiß weniger, als alle anderen bekannten Sitzgattungen aufnehmen.

Nr. 32. Illinois Central-Bahn. Personenwagen für den Ausstellungsverkehr, erbaut von verschiedenen Wagenbauanstalten. (Fig. 13 u. 14, Taf. XXXXII).

Diese Wagen waren im Schnellverkehr zwischen Van Burenstreet und dem Ausstellungsplatze zu sehen.***). Dieselben sind den unter Nr. 31 besprochenen in Bezug auf rasches Füllen und Entleeren überlegen, erlangen diese Eigenschaft aber hauptsächlich durch das Fehlen der Seitenthüren, so daß sie eben nur im Sommer und nur für die gegen Zugluft unempfindlichen Amerikaner möglich sind.

Die mit diesen Wagen gemachten guten Erfahrungen bewogen die I. C. Bahn, ihre sämtlichen Bahnsteige für den Ortsverkehr nach Schluß der Ausstellung bis zur Höhe des Wagenbodens zu erhöhen und die Endbühnen der zugehörigen Wagen, welche mit wie bei Nr. 31 eingetheilten Sitzen ver-

*) Vorausgesetzt, daß so bewegliche und für den öffentlichen Verkehr geschulte Reisende in ihnen verkehren, wie die Durchschnitts-Amerikaner. D. Red.

**) In dieser Beziehung widersprachen sich die Erfahrungen und Anschauungen bislang sehr. D. Red.

***). Vergl. Organ 1894, S. 38.

sehen sind, durch Klapptüren über den Treppen bis zur Wagenaufsenkante zu verbreitern.

Nr. 33. Pennsylvania-Bahn. Personenwagen für den Verkehr zur Ausstellung (nicht ausgestellt). (Fig. 11 u. 12, Taf. XXXXI).

Aehnlich den vorbeschriebenen waren diese Wagen aus Güterwagen-Untergestellen hergestellt, sie hatten jedoch Kasten mit innerer Eintheilung wie gewöhnliche Personenwagen und Endbühnen. Die Sitze mit klappbaren Lehnen bestanden aus feinen Holzschienen.

Aehnliche Wagen benutzte auch die Baltimore & Ohio-Bahn zur Bewältigung des Verkehrs während der Ausstellung. Diese zum Personenverkehr nur vorübergehend eingerichteten Wagen werden nach Schluß der Ausstellung in geschlossene Güter- bzw. (Pennsylvania & Baltimore Ohio) in Wagen für Schienenbeförderung verwandelt.

Nr. 34. Personenwagen II. Classe mit Dachsitzen der französischen Westbahn, erbaut von Carels Frères in Mans. (Fig. 7 u. 8, Taf. XXXXII).

Der Wagen ist nach der alten Bauart des Pariser Ortverkehrs hergestellt, welche wohl geringes Eigengewicht, doch den großen Nachtheil hat, über ein Drittel der Reisenden ohne Schutz dem Regen auf offener Strecke und dem dichtesten Qualm bei Fahrten durch die bei Stadtbahnen häufigen Tunnels auszusetzen.

Nr. 35. Intramural-Ausstellungs-Hochbahn. Offener Wagen, erbaut von der Jackson Sharp Co. (Fig. 15 u. 16, Taf. XXXXII).

Diese Wagen sind in den Abmessungen gleich Nr. 31 in der Anordnung der Sitze gleich Nr. 32. Der seitliche Abschluß geschieht mittels Schiebethüren, welche der Bremser von der Endbühne aus bewegt.

Die Dynamowagen, auf welche sich die obere Linie in der Zusammenstellung Taf. XXXVII, Nr. 35 bezieht, hatten um eine Sitzreihe weniger als die übrigen, wodurch ein Raum für den Maschinisten und die ebenfalls elektrisch betriebene Pumpe der Luftbremse geschaffen wurde.

G. Postwagen (4 Stück).

Die amerikanische Post befördert nur Briefe und Zeitungen und zwar vorwiegend in Säcken. Dem entsprechend waren die ausgestellten Wagen mit Sackhängegestellen versehen, welche bei allen nach der patentirten Bauart der Harrison Co. hergestellt sind. Diese Anordnung der Sackgestelle ist so getroffen, daß sie den Verhältnissen der verschiedenen Postlinien in wenigen Minuten auch während der Fahrt angepaßt werden kann. Die Harrison Co. beabsichtigt ihre Patente in Europa nicht auszunutzen und machte sich daher gegenüber den Vertretern fremder Staaten anheischig einen Wagen fertig zu liefern, nach welchem Muster dann die betreffende Postverwaltung weitere Wagen einrichten könne, ohne Patentkosten zu bezahlen.

Nr. 36. Postwagen der Pullmann Co. (Fig. 5 u. 6, Taf. XXXXII).

In diesem Wagen waren die neuesten Verbesserungen der Harrison-Bauart ausgeführt. Zu erwähnen sind hierunter die Gestelle zum Ordnen der Briefe, welche auf einer Seite die Namen der Stationen für die Hinfahrt, auf der andern für die Rückfahrt tragen. Beim Umdrehen dieser Fächer fallen alle etwa vergessenen Briefe von selbst heraus.

Die Wandfächer für größere Abfertigungen haben bewegliche Zwischenböden, sodaß zwei Fächer in eines vereinigt werden können. Die gußeisernen Sackgestelle können an beiden Seiten der ganzen Wagenlänge nach aufgestellt werden, an denselben sind auch Laden zum Ordnen zu befestigen. Zur Aufstapelung der fertigen Säcke dienen senkrechte Gasrohrsäulen, welche zu je vieren Käfige bilden, die an beliebiger Stelle des Wagens aufgestellt werden können. Die vordere Endbühne enthält einen Abort, Waschraum und Kleiderschränke, sie ist gegen die Locomotive mit einem blinden Faltenbalge versehen, der als Schutzbuffer für die Postbeamten dient.

Nr. 37 u. 38. Lake Shore & Michigan Southern-Bahn. Postwagen »Governor Beaver« und Postbeiwagen »Richard Elmer«, erbaut in der Bahnwerkstätte Adrian. (Fig. 7 u. 8, Taf. XXXIX).

Dieselben gehören zu den Postschnellzügen New-York-Chicago, welche ausschließlich über die Lake Shore Linie geführt werden. Der erste, für die Post der Zwischenstationen bestimmte Wagen hat ein großes Ordnungsgestell mit vielen kleinen Fächern (pigeon holes = Taubenschlag-Löchern) und eine Postbeutel-Fangvorrichtung. Der zweite hat große Ordnungstische und Sackhängegestelle für die Post der Endpunkte und abzweigenden Strecken. Die Wagen sind mit Oelgas beleuchtet, mit Warmwasser geheizt, innen holzfarben, außen weiß mit Gold gestrichen.

Nr. 39. Chicago-Milwaukee- and St. Paul-Bahn. Postwagen, erbaut von der Jackson Sharp Co. in Wilmington Del. (Fig. 3 u. 4, Taf. XXXXI).

Dieser Wagen enthält hauptsächlich Sackgestelle. Er wurde im Ausstellungspostamt als Raum zum Ordnen der Briefe benutzt, weswegen er vorläufig nur Seitenwände von 1^m Höhe hatte.

H. Gepäckwagen (1 Stück).

Nr. 40. Canadian Pacific-Bahn. Gepäckwagen, erbaut in der Bahnwerkstätte Montreal. (Fig. 7 u. 8, Taf. XXXXI).

Der Wagenhauptaum ist in 3 Theile getheilt, von welchen der mittlere für Gepäck, die beiden seitlichen zur Beförderung von Fischen auf Eis bestimmt und daher mit Zinkblechboden und Lattenbelag versehen sind. Der Wagen enthält zwei Betten, einen Schrank und Tisch für die Zugbegleiter. Er ist mit Petroleumbeleuchtung versehen.

Dem Verfasser stellten alle Wagenfabriken und Bahnen weitaus ausreichende Grundlagen zu dieser Uebersicht zur Verfügung, wofür sich derselbe zum wärmsten Danke verpflichtet hält.

Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten Jahren.

Von Blum, Regierungs- und Baurath in Trier.

Es mag eigenthümlich erscheinen in dieser Zeitschrift eine Veröffentlichung zu besprechen, welche selbst als Bestandtheil des »Organ« erschienen ist, aber trotzdem folge ich einer Anregung der Redaction um so bereitwilliger, als es sich um eine Arbeit von hervorragendem wissenschaftlichen und praktischem Werthe handelt, welche von jedem Eisenbahntechniker gewürdigt werden sollte, welche aber so umfangreich ist, daß wohl viele Leser dieser Zeitschrift eine auszugsweise und zusammenfassende Besprechung willkommen heißen mögen. Es handelt sich um den unter obigem Titel als VI. Abtheilung erstatteten Bericht, wie er von der im September 1893 in Straßburg i/E. abgehaltenen XIV. Technikerversammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen festgestellt und als XI. Ergänzungsband des »Organ« veröffentlicht worden ist. In dem Berichte werden 103 Einzelfragen behandelt, welche in mehr oder minder eingehender Weise erörtert und beantwortet werden und zwar immer gestützt auf »Erfahrungen und aus der Erfahrung gezogene Folgerungen«. Alle Fragen sind von mehr oder minder zahlreichen Einzelverwaltungen beantwortet, wobei Mittheilungen über angestellte Versuche durch Angabe der Zahl, Ausdehnung und Zeit der Versuche erläutert werden mußten, und diese Einzelarbeiten sind dann von Einzelberichterstatlern, dem technischen Ausschusse und Unterausschüssen gesichtet, zusammengestellt und in Schlusfolgerungen zusammengefaßt worden, so daß ein Gesamtbericht von der denkbar größten Zuverlässigkeit und Sachlichkeit entstand.

Die Fragen sind in 8 Gruppen gegliedert, nämlich: 1. Bau der freien Strecke; 2. Bahnhofsanlagen; 3. Locomotiven und Tender; 4. Wagen; 5. Werkstätten; 6. Bahndienst; 7. Fahrdienst und 8. Signalwesen; diese Gliederung ist aber theilweise etwas willkürlich, besonders enthält Gruppe 7 mancherlei, was wohl ebensogut in andere Gruppen gehört. In der nachfolgenden Besprechung wird daher diese Gliederung verlassen, vielmehr das nach Anordnung oder im Betriebe Zusammengehörige auch zusammen behandelt werden und außerdem können nur besonders wichtige Gebiete der besondern Eisenbahntechnik mit Ausschluss der maschinentechnischen Fragen zur Erörterung kommen.

1. Oberbaufragen.

A. Gleis der freien Strecke.

Die wichtige Frage der Materialbeschaffenheit der Schienen, insbesondere die Frage ob härterer Stahl mit mindestens 65 kg/qmm Festigkeit und höchstens 13 % Dehnung widerstandsfähiger gegen Abnutzung ist, als weicher Stahl (Gruppe 1, Nr. 1), hat sich nach den vorliegenden Erfahrungen noch nicht mit Bestimmtheit beantworten lassen, ebensowenig die Frage des Verhaltens der Schienen aus verschiedenen Stahlgattungen (Bessemer, Martin-, Thomasstahl). Denn die bisherigen statistischen Unterlagen sind hierzu nicht ausreichend

und eine Klärung der Frage, über welche bekanntlich die Meinungen auch in den verschiedenen Ländern weit auseinander gehen, wird erst von der seit 1891 empfohlenen, auch auf die Materialbeschaffenheit eingehenden Schienenstatistik erhofft. So viel scheint aber schon jetzt festzustehen, daß eine weitgehende gute Durcharbeitung des Stahles behufs Herstellung von Schienen aus durchgehend gleichartiger Beschaffenheit von größtem Einflusse auf die Bewährung der Schienen gegen Abnutzung und Bruch ist, vielleicht von größerem, als die Festigkeit (Härte), welche bisher erfahrungsgemäß oft, wohl vorzugsweise wegen unzureichender Durcharbeitung oder auch infolge der bei den Zurichtungsarbeiten, Richten u. s. w. eintretenden Innenspannungen, bei derselben Lieferung zwischen weiten Grenzen schwankt.

Dagegen sind bezüglich der Bauart der Gleise z. Th. recht bestimmte und klare Ergebnisse und Entscheidungen erzielt worden.

In keinem Lande hat bekanntlich der Oberbau mit eisernen Langschwellen so warme Anhänger und infolgedessen so sachverständige Durchbildung, weite Verbreitung und lange fortgesetzte Erprobung gefunden, wie in Deutschland. Wenn trotzdem nunmehr in Gruppe 1 zu Frage 9 erklärt wird, daß nach dem übereinstimmenden Urtheile vieler Bahnverwaltungen der eiserne Langschwellen-Oberbau nach den Bauarten Hilf und nach damit verwandten Bauarten*) sich für Hauptbahnen nicht bewährt hat, da er zumeist aus den von Schnellzügen befahrenen Hauptbahnen entfernt wurde, oder noch beseitigt werden wird und daß die Erhaltung der guten Lage des Gleises in Höhe und Richtung beim Langschwellen-Oberbau im Allgemeinen schwieriger ist als beim Querschwellen-Oberbau, so darf wohl trotz der gegentheiligen Ansicht einer Verwaltung, der Oesterreichischen Nord-Westbahn, welche 60 km Langschwellengleis Bauart Hohenegger in Betrieb hat, während auf deutschen Eisenbahnen 1890 5724 und 1892 noch 5572 km Langschwellen-Oberbau vorhanden waren, der Oberbau mit eisernen Langschwellen z. Z. als abgethan bezeichnet werden. Ob trotzdem die Ansicht Hohenegger's, die Zukunft gebühre dem von ihm entworfenen oder einem ähnlichen Langschwellenoberbau**), Recht behält, kann nur die weitere Erfahrung lehren, denn diese allein hat sich bisher in Oberbaufragen als stichhaltig erwiesen. Die bisherige Erfahrung spricht jedenfalls gegen diese Ansicht, aber freilich sind auch bei Erfahrungsergebnissen durch unbeirrte Weiterführung anfänglich nicht recht geglückter Erprobungen grade auf dem Gebiete des Oberbaues überraschende Wechsel vorgekommen. Dies gilt ganz

*) Es sind behandelt Langschwellengleise der Bauart Hilf, Rhein-Bahn, Haarmann, Hohenegger, welche letztere sämmtlich der zuerst genannten Bauart »verwandt« sind.

**) »Organ« 1890, S. 139, sowie in einer Mittheilung an d. Verf.

besonders vom Oberbau mit eisernen Querschwellen, welcher um die Mitte der siebziger Jahre auch recht in Ver-
 ruf gekommen war und nunmehr nach den vorliegenden Frage-
 bearbeitungen bezüglich der Betriebssicherheit dem Holz-
 querschwellenbau vollkommen gleichwerthig er-
 klärt wird. (Gruppe 1, Nr. 9). Allerdings sprechen sich
 auch einige Verwaltungen ungünstig über den Oberbau mit
 eisernen Querschwellen aus, aber bei näherem Eingehen findet
 man, daß diese Bahnen die Versuche mit ungenügenden Schwellen-
 formen in schlechter Bettung gemacht haben, und daß die be-
 treffenden Versuche überhaupt nicht umfangreich genug waren,
 um als maßgebend hingestellt werden zu können. Dieser letz-
 tere Gesichtspunkt muß aber ganz besonders hervorgehoben
 werden, denn nur lange andauernde und in möglichst großem
 Umfange durchgeführte Versuche führen in solchen Fragen zu
 stichhaltigen Ergebnissen. Dies ist ganz besonders auch gegen-
 über den oft wiederholten ungünstigen Urtheilen unserer west-
 lichen Nachbarn über den eisernen Querschwellen-Oberbau zu
 betonen, da diese Urtheile nur auf ganz unzureichenden eigenen
 Erfahrungen und anfechtbaren Annahmen und Erwägungen be-
 ruhen, von den sehr ausgedehnten deutschen Versuchsergebnissen
 aber auf das Glänzendste widerlegt worden. Wenn z. B.
 Flamache im »Railway Engineer Dec. 1893« (siehe auch
 Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 184) behauptet, eiserne Quer-
 schwellen der in Deutschland meistens üblichen nach unten
 offenen Trogform hielten selbst bei 69 bis 79 kg Gewicht über-
 haupt nur 2 bis 5 Millionen darüber rollende Radachsen aus,
 je nach der üblichen Zuggeschwindigkeit, und könnten über-
 haupt nicht mit mehr als 75 km/St. Geschwindigkeit befahren
 werden, so sind das eben nur Behauptungen, welche
 durch die thatsächlichen Erfahrungen schlagend
 widerlegt werden. Grade die stärkst belasteten westdeut-
 schen Eisenbahnen, mit 1 bis 2 und noch mehr Millionen Rad-
 achsen jährlich, sind in weiter Ausdehnung mit eisernem Quer-
 schwellen-Oberbau versehen, z. Th. sogar auch mit verhältnis-
 mäßig leichten Schwellen von 50 kg und weniger, und trotzdem
 zeigen die Querschwellen nach 10- und mehrjähriger Benutzung
 außer der gewöhnlichen Abnutzung nicht die allergeringsten
 Schäden. Ueberhaupt kommen Querschwellenbrüche oder Aus-
 und Anbrüche der Bolzenlöcher unter gewöhnlichen Ver-
 hältnissen bei einem guten eisernen Querschwellenbau nie-
 mals vor und alle Befürchtungen, welche in dieser Hinsicht
 gehegt werden, haben sich durch die Erfahrungen als unbe-
 gründet erwiesen. Eine gut und auch in der Mitte unter-
 stopfte eiserne Querschwelle biegt sich kaum stärker durch,
 wie eine Holzschwelle, sondern sie drückt sich wie diese in
 die Bettung ein und dabei werden Schwelle und Befestigungs-
 mittel nicht ungünstiger beansprucht, als bei Holzschwellen.
 Auch die Trogform hat ihre großen, unverkennbaren Vorzüge,
 auch gegenüber der Holzschwelle, denn sie liegt vermöge der
 von ihr umschlossenen Bettung sehr fest und unverschieblich in
 dieser, bietet also sowohl gegen Seitenverschiebungen wie gegen
 das Wandern des Gleises einen sehr wirksamen und bei guter
 Bettung größeren Widerstand, als die Holzschwelle. Höchstens
 kann es aus wirthschaftlichen Gründen bedenklich sein,
 eiserne Querschwellen zu verwenden, nämlich da, wo deren

Preis im Vergleich zu den Kosten hölzerner Schwellen ein zu
 hoher, und wo auch guter Bettungsstoff — Kleinschlag aus
 Hartgestein —, der allerdings bei eisernen Schwellen in höherem
 Maße erwünscht ist, als bei Holzschwellen, nur schwer zu be-
 schaffen ist; für die Betriebssicherheit dagegen wird die
 vermehrte Anwendung eiserner Querschwellen gewiß nicht zu
 bedauern sein. Allerdings müssen alle jene Fortschritte, wie
 ausreichende Stärke, grade Schwellenform, keilförmige Unter-
 lagsplatten, wirksame Befestigungsmittel u. s. w. zur Anwendung
 kommen, welche man auch sonst bei einem guten Gleise heutigen
 Tages verlangt, man darf nicht ein mangelhaftes Gleis der einen
 Bauart mit einem vollkommenen der anderen in Vergleich
 stellen.

Die Schlusfolgerungen der Gruppe 1, Frage 9 lauten dem-
 gemäß bezüglich der eisernen Querschwellen: »der eiserne Quer-
 schwellen-Oberbau hat bei gutem Untergrunde und entsprechender
 Bettung allen Anforderungen genügt, wenn Schwellen von nicht
 zu geringer Länge, einem Gewichte von 58 bis 75 kg und mit
 zweckmäßiger Anordnung der Verbindungstheile zwischen Schiene
 und Schwelle in Anwendung kommen.« »Die neuste Bauart der
 Preufs. Staatsbahnen mit 2,70^m langen, graden, trogförmigen
 Schwellen von 58 kg und die Bauart Heindl mit Schwellen
 von 60 bis 72 kg Gewicht scheinen sich besonders gut bewährt
 zu haben.«

»Schlängelschotter von nicht zu grobem Korne aus hartem
 Gestein verdient anscheinend für eiserne Querschwellen den Vor-
 zug vor Fluß- oder Grubenschotter (Kies). Sandbettung hat
 sich nicht bewährt.«

»Grade eiserne Querschwellen von trogförmigem Querschnitte
 haben sich besser bewährt als solche von trapezförmigem oder
 hutförmigem Querschnitte.«

»Die Verwendung von keilförmigen Unterlagsplatten auf
 eisernen Querschwellen hat sich als zweckentsprechend erwiesen;
 der Verschleiß auf den Kopfplatten unter dem Schienenfusse und
 in den Lochungen kann durch Verwendung von Unterlagsplatten
 und durch geeignete Befestigungsmittel wesentlich eingeschränkt
 werden.«

Noch auf einen Punkt ist hinzuweisen. Die Form der
 eisernen Querschwellen und deren Gewicht müssen je nach der
 Güte und Beschaffenheit der zu Gebote stehenden Bettung richtig
 bemessen werden. Eine leichte die Bettung nicht vollkommen
 und fest umschließende Schwelle kann in vorzüglichem, scharf-
 kantigem Hartsteingeschläge von gleichmäßigem, nicht zu
 grobem Korne noch brauchbar sein, weil dieser Bettungsstoff
 auch die feste Lage solcher Schwellen sichert, je mehr die
 Bettung aber aus rundlichen Steinen mit Sandbeimengung
 (Kies) besteht und je ungleicher die Korngröße ist, desto
 schwerer sollte man die Schwelle machen, und desto sicherer
 muß die feste Umschließung der Bettung durch die Schwelle
 infolge der Form der letztern erfolgen.

Sehr gründlich ist die Frage der Verstärkung des
 Oberbaues in Hinsicht auf die zunehmenden Beanspruchungen
 desselben und die Herabminderung der Unterhaltungskosten be-
 handelt (Gruppe 1, Nr. 4), 33 Verwaltungen haben sich hieran
 betheiligt, die Ergebnisse der Fragebeantwortungen sind in einer
 umfangreichen Zusammenstellung vereinigt und einige der Schlufs-

folgerungen lauten: »Für die Betriebssicherheit erscheint bei den jetzt üblichen größten Zuggeschwindigkeiten und Raddrücken genügend ein Oberbaugestänge aus Schienen mit einem Gewichte von 33 kg/m bei 800^{mm} Schwellenabstand und 35 kg/m bei 900^{mm} Schwellenstand, bei einem Widerstandsmomente von 140 bis 160 cm auf Schwellen von 2,40—2,70^m Länge und 15 zu 25 cm Stärke mit Unterlagsplatten auf jeder Schwelle, oder auf Eisenschwellen von 55—65 kg Gewicht.«

»Aus wirthschaftlichen Gründen erscheint eine Verstärkung dieses Oberbaues schon jetzt zweckmässig.«

»Das Streben nach Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, nach Vergrößerung des Raddruckes und nach Vermehrung der Züge bezw. Verdichtung der Zugfolge, sowie anderseits nach Ersparnis an Kosten für die stets schwieriger werdende Bahnunterhaltung bedingt eine Verstärkung des Oberbaues.«

»Die hierzu vorgeschlagenen oder schon zur Anwendung gekommenen Mittel sind verschiedenartig gewählt.«

»Eine gewisse Einheitlichkeit tritt jedoch bereits in sofern hervor, als die Verwahrung der Schwellen, die Verbesserung des Schienenaufagers durch Unterlagsplatten und diejenige des Schienenstosses überall betont ist.«

»Die Verstärkung der Stofsverbindung erscheint nothwendig. Die Frage nach ihrer zweckmässigen Gestaltung ist noch offen.«

»Die Verwendung von Unterlagsplatten auf jeder hölzernen Schwelle erscheint zweckmässig bei hartem, und erforderlich bei weichem Holz.«

»Als vortheilhafteste Gestaltung der Unterlagsplatten wird die Keilform für Holz- und Eisenschwellen empfohlen.«

»Bei Verwendung von Holzschwellen erscheint die Befestigung der Schienen innen mittels Schrauben und ausen mittels Hakennägeln am vortheilhaftesten.«

Auch hier wird also die eiserne Querschwellen der hölzernen vollständig ebenbürtig erklärt und es muß darauf hingewiesen werden, daß mehrere der großen süd-, west- und mitteldeutschen Eisenbahnverwaltungen, besonders diejenigen, welche über eine reiche eigene Erfahrung mit eisernen Querschwellen verfügen, auch bei der Verstärkung des Oberbaues ausschließlich eiserne Schwellen verwenden, wie Baden, Elberfeld, Köln linksrh., oder ihre neuesten eisernen Oberbauarten den höchsten Betriebsansprüchen für ebenso gewachsen erklären, wie Holzschwellenbau, so: Bayern, Erfurt, Köln rechtsrh., Hessische Ludwigs-Bahn, Magdeburg, Reichseisenbahnen u. s. w.

Ferner ist hervorzuheben, daß die Verstärkung des Oberbaues vorzugsweise aus wirthschaftlichen Gründen für nothwendig erachtet wird und außer in der Verstärkung der Unterschwellung und des Stosses auch in der allgemeinen Anwendung keilförmiger Unterlagsplatten und vollkommener Befestigungsmittel — Schwellenschrauben bei Holzschwellen an der Innenseite — gesucht wird. Diese beiden letztgenannten Oberbauteile sind in Gruppe I unter Nr. 6 und 8 nochmals besonders bearbeitet. Hier fallen die Schlusfolgerungen in demselben Sinne aus, wie die oben schon mitgetheilten, besonders wird auch die erhebliche Schonung der Holzschwellen durch die keilförmigen Unterlagsplatten betont und es ist nur

eigenthümlich, daß ein so naheliegender und einfacher Gedanke nicht schon viel früher allgemeine Anerkennung fand. *)

Nach dem Untersuchungsergebnisse liegt die wichtigste Oberbauverstärkung in der Verstärkung der Unterschwellung, diese ist thatsächlich bei allen großen Verwaltungen in der Durchführung begriffen, entweder durch Vermehrung der Schwellenzahl oder durch Verstärkung der Schwellen in Länge und Querschnitt oder durch diese beiden Maßnahmen zugleich. Dieser Vorgang ist ein so allgemeiner, nicht nur für die Versuche bestimmter, sondern auch nach Erstattung des Berichtes mit Erfolg fortgesetzter, daß die nebenher auch von einigen Verwaltungen eingeführte Verstärkung der Schienen, die mit Ausnahme der Bayerischen Staatseisenbahnen und der Reichseisenbahnen zunächst nur als Versuch erscheint, demgegenüber sehr zurücktritt. Wenn trotzdem die Schlusfolgerung erklärt: »Ob die Verstärkung des Oberbaues vortheilhafter durch Vermehrung der Schwellen oder durch eine Vergrößerung des Schienengewichtes**) erfolge, ist zur Zeit noch eine offene Frage«, so ist das mit den thatsächlichen Ergebnissen der Untersuchung kaum in Einklang zu bringen. Die bisher durchgeführten Verstärkungen bewegen sich fast ausschließlich auf dem Gebiete der Unterschwellung und die Frage könnte wohl höchstens als eine offene bezeichnet werden, ob eine noch weitergehende Verstärkung bei zunehmendem Raddrucke neben der Verstärkung der Unterschwellung auch in einer Verstärkung der Schiene zu suchen sei, und die so gestellte Frage würde bejaht werden müssen.

Die Verstärkung des Oberbaues lediglich durch die Verstärkung der Schiene vorzunehmen ist aber, solange der Schwellenabstand nicht etwa schon auf das praktisch zulässige Kleinstmaße gebracht worden ist, in Rücksicht zugleich auf Wirthschaftlichkeit und Betriebssicherheit falsch, denn die Verstärkung der Unterschwellung und die Verbesserung der Bettung ist nach beiden Richtungen stets die wirksamste Maßregel und es heißt eine starke, leistungsfähige Schiene schlecht ausnutzen, wenn man nicht auch zugleich die Unterschwellung verstärkt.

Es sei hier auf die außerordentlich beachtenswerthen Aeußerungen von W. Ast***) über diese Fragen verwiesen in seinem Bericht über die »Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material«, zu Frage V. A der 4. Sitzung des internationalen Eisenbahncongresses zu Petersburg und in einem Vortrage »Ueber die Oberbaufrage« im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein.

Bei den in der Unterschwellung verstärkten Oberbauten der Vereinsbahnen werden z. Z. vielfach Schwellen bis zu 2,70^m Länge verwendet, z. B. von den Preussischen Staatsbahnen, den Reichseisenbahnen, der Oldenburgischen Staatsbahn, der Kaiser Ferdinand's Nordbahn, und dabei in einem Größtabstande von 78 bis 80 cm gelagert: 12 bis 13 Schwellen auf 9^m lange

*) Keilförmige Unterlagsplatten kamen schon 1864 bei eisernen Querschwellen auf der Paris-Lyon-Medit. Eisenbahn vor; ihre Anwendung blieb aber ganz vereinzelt.

**) Es sollte wohl richtiger heißen: Verstärkung der Schiene, denn das Schienengewicht ist bekanntlich von untergeordneter Bedeutung.

***) Organ 1893, S. 41 und 206.

Schienen, auch tritt bei denjenigen Bahnen, welche bisher trapezförmige oder halbrunde Schwellen verwandten, das Bestreben zu Tage Behufs weiterer Verstärkung der Unterschwellung zu den in Deutschland ziemlich allgemein üblichen rechteckigen Schwellen überzugehen. So hat z. B. die Kaiser Ferdinand's Nordbahn in neuester Zeit auf ihren Hauptlinien an Stelle der trapezförmigen Schwellen von 2,4^m Länge und 31/16 cm Breite Schwellen von 2,70^m Länge und gleichmäßiger Breite von 26 cm eingeführt.

Die große Bedeutung einer Verstärkung der Unterschwellung und einer Verbesserung der Bettung läßt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung I ersehen, in welcher einige z. Z. verwendete Oberbauten mit »leichten« und »schweren« Schienen und der von der betreffenden Verwaltung gewählten Unterschwellung, sowie mit mangelhafter und mittelguter Bettung (sandiger Kies mit der Bettungsziffer 3 und guter Kies auf Packlage mit der Bettungsziffer 8) in Vergleich gestellt sind. Das größte Moment der äußeren Kräfte für ruhende Last von 7 t ist hierbei nach Zimmermann für den Lastpunkt zwischen zwei Schienenunterstützungen nach der Formel:

$$M = \frac{8\gamma + 7}{\gamma(2\gamma + 5)} \cdot Ga$$

und die ebenda vorkommende Schienensenkung*) nach der Formel:

$$\gamma = \frac{16\gamma^2 + 112\gamma + 11}{32\gamma(2\gamma + 5)} \cdot \frac{G}{D}$$

berechnet, worin bezeichnen:

G den Raddruck,

a den Abstand der Schienenunterlagen von Mitte zu Mitte,

D die Kraft, welche erforderlich ist um die halbe Schwelle um 1 cm in die Bettung zu drücken,

$\gamma = \frac{B}{D}$, wo B die Kraft ist, welche erforderlich ist, um die Schiene um 1 cm durchzubiegen, also:

$B = \frac{6 \cdot E \cdot J}{a^3}$, worin $E = 2\,000\,000$ kg/qcm und J = Trägheitsmoment der Schiene ist.

Der Bettungsdruck (Sp. 15) ist mit

$$p = c \cdot \gamma$$

berechnet; nach Engesser**) soll dieser für $c = 3$ und 8 nicht das Maß 1,5 und 2 kg/qcm überschreiten, er bleibt also

*) Die Schwellensenkung ist annähernd ebenso groß.

**) Organ 1888, S. 153.

Zusammenstellung I.

Nachweisung des Werthverhältnisses einiger älteren und neueren Oberbauanordnungen auf Holzschwellen mit leichten, mittelschweren und schweren Schienen.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.			
Nr.	Verwaltung	Der Schiene					Der Schwellen			Bettungsziffer	Größtes Moment der äußeren Kräfte für die Schienenbeanspruchung kg/qcm	Beanspruchung der Schiene im Lastpunkt kg/cm	Senkung mm	Bettungsdruck kg/qcm	Verhältnis zwischen Beanspruchung, Senkung und dem Güteverhältnis der Schiene		Bemerkungen			
		Gewicht P kg/m	Trägheitsmoment J cm ⁴	Widerstandsmoment W cm ³	Güteverhältnis		Abstand cm	Abmessungen cm							Trägheitsmoment cm ⁴	Sp. $\frac{13}{7}$ Sp. $\frac{14}{6} \cdot 100$				
					J/P	W/P														
1	Preussische Staats-Eisenbahn 1885	33,4	1036,6	154	31,04	4,61	92,7	250	26	16	8800	3	201	160	1306	4,11	1,23	283,4	13,2	
2	Preussische Staats-Eisenbahn 1893	"	"	"	"	"	80	270	26	16	"	8	162	230	1053	2,02	1,62	228,5	6,5	
												3	186	480	1211	3,43	1,03	262,6	11,1	
3	Preussische Staats-Eisenbahn 1893	"	"	"	"	"	78	"	"	"	"	3	151	200	982	1,74	1,39	212,7	5,6	
												8	184	550	1198	3,39	1,02	260,0	10,9	
												8	149	060	968	1,72	1,38	210,0	5,5	
4	Preussische Staats-Eisenbahn 1890	41	1352	193,1	33	4,71	82	270	26	16	8800	3	199	870	1035	3,25	0,98	219,7	9,8	
5	Preussische Staats-Eisenbahn 1893	"	"	"	"	"	78	"	"	"	"	8	160	730	832	1,68	1,34	176,7	5,1	
												3	196	010	1015	3,13	0,94	215,5	9,5	
												8	158	340	820	1,61	1,29	174,1	4,8	
6	Kaiser Ferdinand-Nordbahn 1886	35,34	951,4	147,2	26,9	4,17	86	240	$31\frac{1}{16}$	16	8034	3	186	620	1268	3,65	1,10	304,0	13,6	trapezförm. Schwellen
7	Kaiser Ferdinand-Nordbahn 1893	"	"	"	"	"	78	270	26	16	8800	8	150	500	1022	1,86	1,49	245,2	6,9	
												3	181	820	1235	3,47	1,04	296,2	12,9	
												8	147	420	1002	1,74	1,39	240,2	6,5	rechteckige Schwellen
8	Holländische Eisenbahn 1891	47	1488	207	31,7	4,40	91	260	26	14	5945	3	213	390	1031	3,61	1,08	234,3	11,4	
9	Paris-Lyon-Med. 1889	47	1585	223	33,7	4,74	85	275	20	15	5625	8	171	990	831	1,87	1,50	188,8	5,9	
												3	220	150	987	3,90	1,17	208,3	11,6	
												8	178	510	801	2,0	1,60	168,9	5,9	
10	Belgische Staats-Eisenbahn 1886	52	1707	232	32,8	4,46	80	260	28	14	3482	3	207	760	896	3,06	0,92	200,8	9,3	halbrunde Schwellen
												8	173	600	748	1,67	1,34	167,8	5,1	

bei ruhender Last bei den mitgetheilten Beispielen überall innerhalb dieser Grenzen, kann diese aber in Folge der vor kommenden dynamischen Wirkungen leicht überschreiten, wodurch außer den elastischen auch bleibende Senkungen eintreten. Nun sind aber grade diese dynamischen Angriffe diejenigen, welche die Leistungsfähigkeit der Gleise erschöpfen, sie wachsen mit der zunehmenden Schienensenkung, und steigern dadurch auch wieder die Faserspannungen, so daß die außerordentliche Wichtigkeit, welche der möglichst hohen Steifigkeit des Gleises, d. h. der möglichst geringen Senkung der Schiene und Schwelle beigemessen werden muß, deutlich in die Augen springt. Die Steifigkeit hängt aber vorzugsweise von der Unterschwellung und der Bettung ab, sie ist z. B. für die Bettungsziffer 8 selbst bei den Oberbauten Nr. 2, 3, 6, 7 trotz der »leichten« Schiene größer, als bei den Oberbauten Nr. 8 und 9 mit ihren schweren Schienen und selbst der viel gerühmte belgische Goliathoberbau (Nr. 10) bleibt in dieser Hinsicht hinter dem Preussischen Oberbau Nr. 5 zurück und ist der Bauweise derselben Verwaltung Nr. 4 grade gleich, trotz der viel leichteren Schiene der letzteren Bauarten. In den Spalten 16 und 17 sind die Verhältniszahlen zwischen Beanspruchung und Senkung (Spalten 13 und 14) einerseits und den Güteziffern der Schiene (Spalten 6 und 7) anderseits angegeben, also gewissermaßen diejenigen Maße an Beanspruchung und Senkung, welche auf die Einheit der Güteziffer der Schiene entfallen und durch die mehr oder minder vollkommene Ausnutzung des Werthes der Schiene durch die Bettung und Unterschwellung beeinflusst werden. Auch hier sind die Preussischen Oberbauten Nr. 4 und 5 dem belgischen Oberbau Nr. 10 bezüglich der Gleissteifigkeit ebenbürtig bezw. überlegen.

Auch der außerordentliche hohe Einfluß der Bettung ist aus Spalte 14 zu ersehen; durch Uebergang von mangelhaftem zu mittelgutem Bettungsstoffe kann die Steifigkeit des Gleises annähernd verdoppelt werden.

Außer durch die Verstärkung der Unterschwellung suchen mehrere große Verwaltungen ihre Gleise auch durch Verstärkung des Stofses zu verbessern und hier sind, auch nach Erstattung des Berichtes, noch weitere Fortschritte zu verzeichnen. Sowohl durch Verstärkung und Verlängerung der Laschen, wie durch Verringerung des Stofsschwellenabstandes wird der Zweck zu erreichen gesucht und dabei die Stofsanordnung auch ziemlich allgemein als Mittel gegen das lästige und schädliche Wandern der Schienen (Gruppe I, Frage 7) ausgebildet, indem die Laschen die Schienenbefestigungsmittel auf den Stofsschwellen umfassen. Ferner machen mehrere große Verwaltungen Versuche mit dem Rüppell'schen Blattstofs. Der Stofsschwellenabstand ist nach und nach z. B. verringert worden: bei den Preussischen Staatseisenbahnen von 667 auf 560 und 530^{mm} und beim Blattstofs auf 500^{mm}, bei den Badischen Staatsbahnen von 570 auf 540^{mm} und bei der Kaiser Ferdinand's-Nordbahn beträgt er nur noch 474^{mm}.

Wenn auch viele dieser Maßnahmen erst zu kurze Zeit eingeführt sind, um schon ein abschließendes Urtheil über deren Zweckmäßigkeit zu gestatten, so sprechen sich doch mehrere große Verwaltungen schon jetzt mit großer Bestimmtheit über

den augenscheinlich guten Erfolg dieser Oberbauverstärkungen aus. *)

Eine besonders wirtschaftlich wichtige Verbesserung des Oberbaues liegt endlich noch in dem immer allgemeiner werden den Tränken der Holzschwellen, welches nach Frage 5 zu Gruppe I überall zu den besten Erfolgen führt, und besonders bei Kiefern- und Buchenholzschwellen von der größten Wichtigkeit ist.

Die von den verschiedenen Verwaltungen von 1865 bis 1893 angewandten Tränkungsverfahren gehen aus der Zusammenstellung II hervor:

Zusammenstellung II.

	Verfahren	Zahl der Verwaltungen				
		1865	1868	1878	1884	1893
1.	Sublimat	3	6	8	4	3
2.	Kreosot	4	5	13	11	6
3.	Zinkchlorid	8	7	20	22	21
4.	Zinkchlorid mit Kreosot	—	—	4	7	4
5.	Kupfervitriol . . .	15	6	5	1	2
	Im Ganzen	30	24	50	45	36

Hierzu ist zu bemerken, dass die Abnahme der Zahl der Verwaltungen seit 1878 lediglich eine Folge der inzwischen in Preußen und Oesterreich-Ungarn eingetretenen Verstaatlichungen ist. Das Verhältnis zwischen getränkten und nicht getränkten Schwellen hat in derselben Zeit erheblich zugenommen, wie aus der Nachweisung III zu ersehen ist.

Zusammenstellung III.

	Deutsche Bahnen		Oesterr.-Ungar. Bahnen		Alle Vereinsbahnen	
	getränkte	nicht getränkte	getränkte	nicht getränkte	getränkte	nicht getränkte
	Schwellen		Schwellen		Schwellen	
	%	%	%	%	%	%
1880	61,38	38,62	14,04	85,96	44,06	55,94
1885	69,89	30,11	20,31	79,69	49,33	50,67
1890	78,14	21,86	31,94	68,06	56,91	43,09
1892	81,38	18,62	35,98	64,02	60,15	39,85

B. Gleise, Weichen u. s. w. auf Bahnhöfen.

Wie die eisernen Querschwellen beim Gleise der freien Strecke, so werden sie auch bei Verwendung für Weichen sehr günstig beurtheilt und hier unter der Voraussetzung, daß gute Bettung vorhanden ist, den Holzschwellen sowohl hinsichtlich des raschen und genauen Vorlegens, des sichern und ruhigen Befahrens, der Verhütung von Spurerweiterungen, wie auch der billigeren Unterhaltung der Weichen von allen Verwaltungen, welche damit ausgedehntere Versuche gemacht haben, vorgezogen (Gruppe II, Frage 1).

*) Nach eingezogenen Erkundigungen soll sich auch das unter Nr. 9 aufgeführte Gleis der Paris-Lyon-Med.-Bahn, das z. Z. schon fast auf der ganzen Strecke von Paris bis Marseille liegt, vorzüglich bewähren.

Ueber die Neigung der Schienen in Weichen und die Neigung der Herzstücke, die etwaige Ueberhöhung der Aufschiene in Bogenweichen über Gleiskreuzungen in Bögen, sowie über Stoff, Form und Bauart der Herzstücke ist in den Fragen 3 bis 6 der Gruppe II die Rede. Die Mehrzahl der Verwaltungen stellt die Schienen in den Weichen lothrecht und giebt also auch den Fahrflächen der Herzstücke keine Neigung; die Anordnung von Kreuzungen in Gleisbögen wird nicht empfohlen.

Die Benutzung von Hartguß zu Herzstücken für Hauptgleise wird widerrathen, dagegen haben sich Flußstahlherzstücke bestens bewährt, Schienenherzstücke mit geschmiedeter Flußstahlblockspitze befahren sich am sanftesten und haben sich in jeder Hinsicht sehr gut bewährt. Dies hat jedenfalls zum Theil darin seinen Grund, daß sich diese Herzstücke in ihrer Masswirkung am wenigsten vom gewöhnlichen Gleise unterscheiden; das kann auch bei Flußstahlherzstücken erreicht werden, wenn man diese nicht zu massig herstellt, wie dies z. B. bei den neuen preussischen Weichen mit bestem Erfolge geschehen ist. Darüber, ob die Hornschienen der Herzstücke der Neigung des Spurkranzes entsprechend zu überhöhen sind, oder auch bei nicht überhöhten Hornschienen die Herzstückspitze zu senken ist, gehen die Ansichten auseinander, ein entsprechender Höhenunterschied wird aber in der Schlusfolgerung für Flußstahlherzstücke empfohlen.

2. Signalwesen, Weichen- und Signal-Sicherungen und sonstiger Betriebsdienst.

Auf dem Gebiete des Signalwesens sind durch die während der Bearbeitung des Berichtes in Kraft getretene Betriebs- und Signalordnung für die Haupteisenbahnen Deutschlands einige Fragen wenigstens für Deutschland zur Entscheidung gebracht, welche in der vorliegenden Bearbeitung noch nicht vollkommen spruchreif erscheinen. Dies gilt insbesondere von den Ausfahrtsignalen (Gruppe VIII, Frage 1) und von den Wechselsignalen (Gruppe VIII, Frage 10), deren Anwendung zwar empfohlen wird, über deren grundsätzliche Bedeutung und Stellung, sowie bei letzteren, über Form und Farben die Ansichten zum Theil weit auseinander gehen.

Durch die Bestimmungen der neuen deutschen Betriebs- und Signalordnung ist nun der Meinungsstreit geschlichtet, Wechselsignale müssen die Formen und Farben der Mastsignale zeigen, Ausfahrtsignale sind unter ganz bestimmten Voraussetzungen nothwendig und da sie zu den einheitlichen Mastsignalen gehören, wird es eben ermöglicht überhaupt von der Unterscheidung zwischen Einfahr- und Ausfahrtsignalen abzusehen und nach Bedarf unter Umständen überhaupt nur ein Signal am Stationsende, also nur ein Ausfahrtsignal aufzustellen, und auf Signale vor der Station ganz zu verzichten, wie dies bei der Wannseebahn bei Berlin*) z. B. behufs Vermeidung von Signalhäufungen schon geschehen ist.

Leider ist weder in der deutschen Signalordnung, noch in dem vorliegenden Berichte die Frage der Einführung einer

dritten Signalfarbe, neben roth und grün — Halt und freie Fahrt — für Vorsicht, langsame Fahrt zu Gunsten der 3. Farbe entschieden oder wesentlich gefördert, so daß die Vielseitigkeit des grünen Lichtes mit allen ihren Unannehmlichkeiten einstweilen beibehalten werden muß. Allerdings berichten 5 Verwaltungen günstig über Versuche mit blauem Lichte und dessen beschränkte Anwendung im Verschiebedienste, wobei es selbst bis zu 450^m Entfernung deutlich als solches erkennbar gewesen sein soll (Gruppe VIII, Frage 3). Aber bei diesen Versuchen hat es sich anscheinend nicht darum gehandelt das blaue Licht vom grünen zu unterscheiden, sondern vom weißen, und es ist nirgends für den eigentlichen Zugdienst in Verwendung gewesen. Ob es möglich ist das blaue Licht auf mäßige Entfernungen, etwa bis zu 200^m, deutlich vom grünen Licht zu unterscheiden und es als blau auch dann zu erkennen, wenn kein grünes Licht daneben ist, müßte erst durch ausgedehntere Versuche festgestellt werden. Solche Versuche könnten aber wohl auch noch mit anderen Farben gemacht werden, z. B. mit dunkelgelb oder rothgelb. Ein Vorsichtssignal braucht nicht auf sehr große Entfernungen als solches erkannt zu werden, es könnte sogar das deutliche Erkennen beim Vorbeifahren genügen, wenn eine Gewähr dafür gegeben wäre, daß der Locomotivführer in diesem Augenblicke nach dem Signale hinsieht. Da dies nicht angenommen werden kann, müssen auch Vorsichtssignale auf eine gewisse Entfernung, etwa bis 200^m, sichtbar und zu unterscheiden sein, das wird aber, besonders mit rothgelbem Lichte nach den Erfahrungen, die man in den meisten Großstädten mit den verschiedenen Lichtern der Straßenbahnen machen kann, wohl zu erreichen sein, und jedenfalls ist eine Verwechselung zwischen rothgelb und grün ganz ausgeschlossen und auch eine etwaige Verwechselung mit roth kaum möglich und jedenfalls ohne Gefahr.

Die schon oft vorgeschlagene Anwendung von selbstthätigen Knallsignalen als Vorsichtssignal vor Abschlußsignalen wird im Allgemeinen nicht empfohlen, obgleich 3 Verwaltungen mit solchen Einrichtungen günstige Ergebnisse erzielt haben (Gruppe VIII, Frage 2). Meines Erachtens ist eine solche Einrichtung grundsätzlich zu verwerfen, weil ein Knallsignal in allen anderen Fällen ein unbedingtes Halt gebietet, ein Gefahrensignal der zwingendsten Art ist, und es diese seine Hauptbedeutung abschwächen heißt, wenn man es im regelmäßigen Betriebsdienste als Vorsichtssignal anwendet.

Eine ganze Reihe von Fragen befaßt sich mit der Weichen- und Signalsicherung.

Wenn es sich um Weichen handelt, welche unmittelbar von Hand bedient werden (Gruppe II, Frage 7), so wird die Sicherung des festen Zungenschlusses in der Regel durch Riegel, Riegeltöpfe, Verschlussrollen u. s. w. bewirkt, welche durch die Signaldrahtleitung bewegt werden, außerdem sind auch besondere Weichenverschlüsse in Anwendung, deren Schlüssel nach Umständen der Stationsvorstand in Verwahr hat und welche auch das unbefugte Umlegen verhüten sollen. Eng in Beziehung zu dieser Frage steht die in Gruppe VIII, Frage 4 behandelte, ob es sich empfiehlt auf kleinen Bahnhöfen unter Wegfall der besonderen Endweichensteller kleine Stellwerksanlagen in der Nähe und unter den Augen der Stationsbeamten zu errichten

*) Organ 1894, S. 154.

und bedienen zu lassen. Zwar sprachen sich von 28 Verwaltungen 9 unbedingt gegen dies Verfahren aus, und 9 nur bedingt dafür, die Gegengründe gehören aber zum Theil gar nicht in das Gebiet dieser Frage, wie z. B. Bedienung etwaiger Wegeübergänge an den Bahnhofsenden, Feststellung ob der Zugschlufs in den Bahnhof eingefahren ist. Da selbst die Gegner dieser Mafsregel ihre Durchführbarkeit bei übersichtlicher Oertlichkeit und nicht zu großem Abstände der Weichen vom Stellwerke — etwa 200 bis 250^m — zugeben, erscheint sie gewifs unter solchen Voraussetzungen sehr beachtenswerth.

Uebrigens ist nicht recht einzusehen, warum bei solchen einfachen Verhältnissen und bei entsprechender Uebersichtlichkeit zwischen Stellwerk und Weichen nur eine geringere Entfernung zulässig sein soll, wie bei größeren Stellwerksanlagen; diese wird aber in der Frage 9 zu Gruppe II für Gestänge und Drahtzüge durchschnittlich bis zu 380 und 350^m als betriebssicher angegeben und beträgt thatsächlich bis zu 680 und 600^m. Gewifs sind Entfernungen der letzt gedachten Größe, selbst wenn sie bisher zu keinen Mifsständen geführt haben, insofern bedenklich, als das Mafs der Unsicherheit in der Wirkung der Stellwerksanlage mit der Leitungslänge wächst. Aber bei der stetigen Vervollkommnung unserer Stellwerksanlagen sind die in der Fragebeantwortung angegebenen Durchschnitts-Grenzwerte gewifs ganz unbedenklich, wenn durch Riegeltöpfe (Verschlufsrollen) oder ähnliche Einrichtungen außer dem Verschlusse im Stellwerke auch örtlich an den betreffenden Weichen für eine sichere gegenseitige Abhängigkeit zwischen dieser und dem Signale gesorgt ist, wie dies bei sehr vielen Verwaltungen eingeführt ist und sich im Allgemeinen gut bewährt hat. Ohne solche örtliche Verriegelungen sollte man solche Entfernungen allerdings nur anwenden, wenn die Weichenstellung durch Drahtzug erfolgt, wobei im Gegensatze zur Gestängeübertragung, jeder Leitungsbruch sofort im Stellwerke wahrnehmbar wird, wodurch jede mögliche Sicherheit gegeben ist. Bei Stangenleitungen können dagegen unbemerkt Muffenlösungen eintreten und zu schweren Unfällen führen. Die Doppeldrahtzüge sind daher nicht nur aus Ersparnisgründen den Stangenleitungen überlegen, wie die Mehrzahl der Verwaltungen anerkennt (Gruppe II, Frage 8), sondern in erster Linie aus Gründen der Betriebssicherheit und man sollte wegen dieser durch schwere Unfälle erwiesenen Thatsache Stangenleitungen nur mehr bei ganz einfachen, leicht übersehbaren Verhältnissen oder doch nicht ohne gleichzeitige Verwendung von Verschlufsrollen anwenden. Es muß daher im Gegensatze zu der im Berichte gegebenen Schlußfolgerung: »beide Arten von Weichenleitungen haben sich bewährt« hervorgehoben werden, dass die Doppeldrahtleitungen aus Gründen der Betriebssicherheit den Stangenleitungen überlegen sind. Die Drahtleitungen haben auch noch den weiteren Vortheil, daß bei ihnen das Auffahren der Weichen (Gruppe II, Frage 10) dem Stellwerkswärter mit Sicherheit wahrnehmbar gemacht werden kann, ohne zu besonderen Zwischenmitteln greifen zu müssen, wie sie bei Stangenleitungen nöthig sind.

Das Blockiren der Signalhebel (Signalblockung) erfolgt sowohl auf mechanischem, wie auf elektrischem Wege, und beide Arten haben sich bewährt. Die Schlußfolgerung zu Frage 13

der Gruppe II lautet: »Mechanische Blockungen, bei welchen die Entfernung des Weichenthurmes vom Blockwerke 700—800^m beträgt, sind vielfach mit gutem Erfolge zur Ausführung gebracht. . . . Elektrische Blockungen haben sich durchweg gut bewährt. Bei der fast gleichmäßig guten Bewährung, sowohl der mechanischen als der elektrischen Blockung empfiehlt sich weitere Verfolgung der Frage unter Mitberücksichtigung des Kostenpunktes, welcher voraussichtlich für geringe Leitungslängen für mechanische, bei großen für elektrische Blockungen günstiger liegen wird«. Aehnlich lautet die Schlußfolgerung zu Frage 5 der Gruppe VIII, welche denselben Gegenstand behandelt. Dort werden auch als Vortheile der mechanischen Blockung, gegenüber der elektrischen angegeben: »die Möglichkeit der Aufhebung des Fahrsignals ohne Zuthun des Wächters, die Einfachheit der Vorrichtungen, geringere Anschaffungskosten und die Vermeidung von Störungen durch Blitzschlag«, dagegen als Nachteile: »die umständlichere Erhaltung der Leitungen und der erschwerte Gebrauch bei Schnee und Reif«. Die thatsächlich bei mechanischen Blockwerken angewandte größte Entfernung beträgt 1100^m ohne und 1300^m mit Einschaltung eines Zwischenkurbelwerkes (Pfälz. Bahn).

Von elektrischen Blockwerken sind vorzugsweise die von Siemens & Halske in Gebrauch, welche sich tadellos bewähren und in neuerer Zeit mehrfach in Verbindung mit Schienenstromschlüssen verwendet werden, durch welche das Blockwerk erst durch den fahrenden Zug selbstthätig freigegeben wird, (Gruppe VIII, Frage 6; siehe auch Einrichtungen auf der Wanseebahn, Organ 1894, S. 154). Als selbstthätige Blockwerke im engeren Sinne des Wortes können sie aber nicht bezeichnet werden, da sie einer Bedienung durch einen Wärter bedürfen, es ist daher im Gegensatze zu der Schlußfolgerung zu Frage 6, Gruppe III festzustellen, daß vollkommen selbstthätige Blockwerke im Vereinsgebiete z. Z. noch nicht in Gebrauch sind. Möchten doch recht bald mit solchen Versuche gemacht werden!

Für die Verständigung zwischen dem Stationsdienstzimmer und den Stellwerken sind außer den Blockwerken die verschiedensten Hilfsmittel im Gebrauche (Gruppe II, Frage 16), gewöhnliche und selbstauslösende Morsecschreiber, Morsesprecher, elektrische Fallscheiben, Zeiger und Klingelwerke, Fernsprecher, Sprachrohre u. s. w., von welchen den Morseschreibern und -Sprechern der Vorzug gegeben wird, und welche den Anforderungen des Dienstes und der Betriebssicherheit genügen. Dagegen ist es bisher ohne Mitwirkung dritter Personen noch nicht geglückt, eine in allen Fällen zuverlässige Verständigung des dienstthuenden Stationsbeamten und des Stellwerkswärters darüber zu sichern, daß bei der Zugein- oder -Ausfahrt der ganze Zug einen bestimmten Punkt des Bahnhofes überschritten und demgemäß andere Fahrstraßen vollkommen freigemacht hat. (Gruppe II, Frage 11 und Gruppe VII, Frage 16) die Zweckmäßigkeit der hierzu angewandten Druckschienen wird vielfach bestritten und der Feldmann'sche Zugschlufstab*) ist auch noch nicht über die erste Versuchszeit hinaus, wird auch um deswillen für bedenklich gehalten, weil er über die Umgrenzung des Luftraumes

*) Organ 1892, S. 100.

hinausragt und daher zur Verletzung von Personen führen kann. Zur Zeit ist daher meistens noch eine Verständigung durch dritte Personen mittels sichtbarer oder hörbarer Zeichen oder Meldungen nöthig. Es fehlt daher z. Z. auch noch an einem sicheren Mittel zur Verhütung des unzeitigen Weichenumstellens bei Zugein- und Ausfahrten und es wäre dringend zu wünschen, daß diese für die Betriebssicherheit und die rasche Abwicklung des Dienstes so überaus wichtige Frage bald eine brauchbare Lösung fände.

Auch im Verschiebedienste ist es noch nicht gelungen eine einfache und zuverlässige Verständigung auf mechanischem oder elektrischem Wege zwischen der Verschieberotte und den Weichenstellern (Stellwerkswärtern) darüber zu erzielen, wohin die einzelnen Wagen laufen sollen, und ob die betreffenden Merkzeichen frei sind (Gruppe II, Frage 16 und Gruppe VII, Frage 6). Auch hier ist die Aufmerksamkeit der Menschen und deren Verständigung untereinander durch Zuruf oder verabredete Zeichen immer noch das Brauchbarste. Bei Tage ist allerdings, besonders auch beim Verschieben von Ablaufgleisen, das Anschreiben der Gleisnummern an die Wagen, und zwar der Nummer des Gleises, in welches der Wagen soll, auf die Vorder- und desjenigen Gleises, in welches der nächste Wagen läuft, auf die Rückseite des Wagens durchaus zweckmäßig, aber bei Nacht versagt auch dieses einfache Mittel, wenn nicht eine besonders glänzende Beleuchtung vorhanden ist, und gerade bei Nacht muß auf vielen Bahnhöfen am meisten gearbeitet werden!

Ueber die Erfahrungen mit Verschiebbahnhöfen mit Ablaufgleisen wird in Gruppe VII, Frage 5 und mit Schiebebühnen in Gruppe VII, Frage 7 berichtet. Ausreichende Erfahrungen über die letzteren Anlagen liegen nicht vor, dagegen haben sich die ersteren durchaus bewährt, wenn auch die bestehenden Anlagen »eine vollständige Neuordnung der Güterwagen jedes Zuges ohne jede Rückwärtsbewegung von Güterwagen und ohne Anwendung von Schubmaschinen« nicht ermöglichen (in Sachsen ist eine solche Anlage in Ausführung), sondern dieser Forderung nur zum Theil genügen. Immerhin muß hervorgehoben werden, was im Berichte nicht genügend betont erscheint, daß namentlich diejenigen Bahnhöfe, in welchen die Ablaufgleise zugleich als Einfahrtgleise für die Güterzüge dienen, außerordentlich leistungsfähig sind, besonders wenn man sich nicht scheut den Rampen ausreichende Höhe — diese schwankt

zwischen 1 und 2,90^m — und starke Neigung zugeben — ausgeführt sind 1:40 bis 1:130 und grade bei größter Höhe trifft man auch starke Neigung, was sachlich durchaus gerechtfertigt ist — und die für die Aufnahme ganzer Züge ausreichend langen Theile der Ausziehgleise, hinter der Ablauframpe wagenrecht oder mit schwacher Gegenneigung anlegt. Ablaufgleise, welche diesen Forderungen nicht entsprechen, sind allerdings unter Umständen nur von fragwürdigem Nutzen.

Ueber die Geschwindigkeit, mit welcher Weichen und Stationen durchfahren werden dürfen, wird in Gruppe II und VII unter Nr. 3 und 9 berichtet und erklärt, daß selbst spitz befahrene aber vom Signale verriegelte Weichen im graden Gleise unter ganz günstigen Verhältnissen mit der unverminderten Geschwindigkeit der freien Strecke durchfahren werden können, und daß jedenfalls, falls nicht »ungünstige örtliche Verhältnisse obwalten, eine mittlere Schnellzugsgeschwindigkeit von etwa 60 km/St. statthaft« ist.

Viele Verwaltungen aber haben auch bei verriegelten Weichen durch besondere Vorschriften zum Theil recht weitgehende Ermäßigungen der sonst zulässigen Geschwindigkeiten angeordnet. Bei nicht verriegelten, spitz befahrenen Weichen und beim Befahren der Weichenkrümmung sind solche Beschränkungen allgemein, im letzteren Falle richten sie sich in der Regel nach den allgemein für das Befahren von Gleisbögen gültigen Vorschriften.

Ueber die größte nach Maßgabe unserer heutigen Bahn- und Betriebsmittelverhältnisse mögliche Geschwindigkeit auf freier Strecke, und deren etwaige Verminderung in den Gleisbögen und Gefällstrecken ist trotz der hierüber im Gange befindlichen Erhebungen kein Bericht erstattet. Möge es gelingen die besonders bezüglich der Geschwindigkeit in den Krümmungen zu engherzigen Bestimmungen der deutschen Betriebsordnung durch diese Arbeiten abzuändern.

Der XI. Ergänzungsband des »Organs« enthält, wie aus dieser gedrängten Besprechung eines Theils des Inhaltes hervorgeht, mindestens ebensoviel des Bedeutenden und allseitig zu Beachtenden, wie seine bekannten Vorgänger und legt wieder ein rühmliches Zeugnis für das Wissen, die Sachlichkeit, Gründlichkeit und Zuverlässigkeit ab, durch welche sich die Arbeiten des technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen von jeher ausgezeichnet haben.

Die neue Eisenbahn Barcelona-Zaragoza.

Von E. Kirchner, Ingenieur in Barcelona.

Ein bedeutender Fortschritt im Eisenbahnwesen ist nun auch einmal in Spanien zu verzeichnen. Es ist wohl bekannt, daß dieses durch seine geographischen Verhältnisse von den übrigen Staaten Europas abgesonderte Land sich durch seine Verkehrseinrichtungen noch mehr vom allgemeinen Verkehre ziemlich abgesondert hielt, indem es nur gezwungen und verspätet dem Streben nach Vervollkommenung anderer Länder nachfolgte. Die jüngst eröffnete Linie Barcelona-Zaragoza be-

zeugt aber, daß auch in Spanien das Verlangen wachgerufen worden ist, das Eisenbahnwesen zu fördern, und es den gesteigerten Anforderungen des Verkehres anzupassen.

Barcelona und Zaragoza waren bereits seit Anfang der 50er Jahre durch eine Eisenbahn verbunden, woran sich bald die von Madrid nach Zaragoza anschloß. Der stetig wachsende Verkehr zwischen der Hauptstadt und der nächst größten Stadt in Spanien, zugleich bedeutender Hafenplatz und Hauptmittel-

punkt der spanischen Gewerbethätigkeit machte bald Ansprüche, denen zu genügen die betreffende Eisenbahn nicht gewachsen war, und das Verlangen nach einer neuen, den Anforderungen der Neuzeit entsprechenden Verbindung machte sich bald geltend. Zwar kam die erste Eisenbahn-Gesellschaft Barcelona-Zaragoza zur Erkenntnis, daß gründliche Neu- und Umbauten theilweise unabweislich seien, führte diese jedoch nur ungenügend aus und nun nahm es die Verwaltung der Tarragona à Barcelona y Francia-Bahnen auf sich, die neue Verbindung zwischen Barcelona und Zaragoza herzustellen und übertrug den Entwurf und die Bauleitung dem Ingenieur Dr. Eduardo Maristany. Herr Maristany, der im Dienste des Staates wie auch durch schriftstellerische Thätigkeit für die Förderung des Eisenbahnwesens in Spanien unermüdlich gewirkt hat, löste die Aufgabe in etwa 3 Jahren, und Spanien besitzt nun eine Eisenbahn, mit der bezüglich Anlage, Ausrüstung und Signalwesen wohl keine andere in Spanien zu vergleichen ist, und die auch im Auslande entsprechend gewürdigt werden wird.

Maristany hat sich sowohl beim Entwurfe, als auch beim Bau und bei der Ausrüstung streng an die Technischen Vereinbarungen gehalten, deren Durchführung in Spanien er grundsätzlich anstrebt, ist er doch einer der in Spanien leider nicht sehr zahlreichen Ingenieure, die sich nicht damit begnügen, an den in ihrem Lande ausgeführten Bauten zu lernen, sondern auch die Fortschritte des Verkehrswesens im Auslande verfolgen. Insbesondere hat er die deutschen und österreichischen Verhältnisse durch eigene Anschauung gründlich kennen gelernt.

Die neue Linie hat zwischen den Endpunkten Reus und La Puebla 166,7 km Länge, und verbindet somit die bereits bestehenden, der Gesellschaft der Tarragona à Barcelona y Francia-Bahnen angehörende Linien Barcelona-Reus und von Zaragoza-Samper. Die Gesamtlänge zwischen Barcelona und Zaragoza ist 343,7 km. Als bedeutendste Bauten sind auf der neuen Strecke anzuführen: ein 4040^m langer Tunnel — der längste in Spanien —, im Argentera-Gebirge, ein zweiter mit 10,54^m Lichtweite und 400^m Länge für 2 Gleise bei der Station Pradell, ein dritter eingleisiger von 2000^m, dem unmittelbar ein vierter von 1406^m und ein fünfter von 1200^m Länge folgen, bei Fayón; ferner sind an eisernen Brücken zu erwähnen

die 300^m lange über den Ebro-Strom bei Mora la Nueva, die mit einer Spannweite von 56^m über den Regallo-Fluß, eine andere 260^m lange über den Rio Martin, fünf weitere eiserne Brücken über den Matarrana-Fluß mit einer Gesamtlänge von 819^m. Fünf steinerne Viaducte bis zu 43^m Höhe im Argentera-Gebiete zeichnen sich unter den Kunstbauten besonders aus. Die Anzahl kleinerer Tunnel- und Kunstbauten und z. Th. recht ansehnlicher Stützmauern ist sehr erheblich. Unter den Bahnhofsanlagen ist die von Mora la Nueva besonders erwähnenswerth. Sie nimmt einen Flächenraum von 80000 qm ein, besitzt 7 Gleise für ganze Züge, Saxby-Farmer-Vorrichtung mit 50 Hebeln für die Weichen- und Signal-Stellung und Sicherung, Drehscheiben und Schiebebühnen mit den entsprechenden Signalen. Im Allgemeinen sind alle Bahnhöfe auf das Beste ausgerüstet, namentlich ist für Wasserstationen sehr ausreichend gesorgt.

Erfahrungsgemäß werden in Spanien die Bahnen fast immer in Betrieb gesetzt, lange bevor sie entsprechend ausgerüstet, mitunter auch bevor sie überhaupt fertig gebaut sind, so daß der Betrieb andauernd unter Betriebsstörungen, Ausbesserungen und Neubauten zu leiden hat und der Ertrag geschmälert wird.

Die Eisenbahn Zaragoza-Barcelona ist dem Betriebe fertig übergeben, so daß der Verkehr von vornherein planmäßig abgewickelt werden konnte. Namentlich ist die in Spanien sehr wichtige Frage der Sicherung der Böschungen in Einschnitten vor der Betriebseröffnung ganz zum Austrage gebracht.

Die Strecke wird mit Schnellzügen mit einer in Spanien bisher noch unbekannten Geschwindigkeit bis zu 80 km/St. befahren, und diese Züge sind mit gut ausgestatteten Schlaf- und Speisewagen versehen.

Ungeachtet des außerordentlich ungünstigen Geländes, durch welches sich die Linie zieht, beträgt die stärkste Steigung 14,5 ‰ und der kleinste Halbmesser ausnahmsweise 350^m; in der Regel haben die Bögen 600—800^m Halbmesser.

Es steht zu hoffen, daß diese neue Linie als Vorbild für die Anlage so vieler anderen Bahnen, die in Spanien noch der Verwirklichung harren, dienen werde; die wirtschaftlichen Erfolge, welche der besprochenen Eisenbahn zufallen werden, werden wohl hierfür laut genug reden.

Die Bestimmung des Standortes der Mastsignale.

Von Marloh, Königl. Regierungs-Baumeister zu Bromberg.

In den nachfolgenden Zeilen sollen aus der nähern Erläuterung des Zwecks der verschiedenen Mastsignale deren Standorte hergeleitet werden.

Alle Mastsignale haben den Zweck, die Fahrten der Züge und einzelnen Locomotiven in sicherer Weise zu regeln und erfüllen diesen Zweck, indem sie in gezogener Stellung angeben, daß eine bestimmte Fahrt ausgeführt werden darf, in der Haltstellung dagegen angeben, daß diese Fahrt nicht ausgeführt werden darf. Steht ein Mastsignal an der Grenze eines Gleisbezirkes und verbietet bei besetzter Fahrstraße in der Haltstellung die Einfahrt in denselben, während es bei freier Fahr-

straße die Einfahrt in den Bezirk durch die gezogene Stellung zuläßt, so ist es ein Deckungssignal. Dasselbe soll den Gleisbezirk gegen heranfahrende Züge decken, und dient daher in erster Linie zur Benachrichtigung der Locomotivführer. Hat dagegen ein Mastsignal einen Gleisbezirk nicht abzuschließen, steht dasselbe vielmehr selbst innerhalb eines solchen durch Deckungssignale abgeschlossenen Bezirkes, um hier entweder den Stationsbeamten und Verschieb-Mannschaften von der bevorstehenden Fahrt eines Zuges, oder von anderen die Fahrt eines Zuges betreffenden Vorgängen, wie der erfolgten Sicherung der zu befahrenden Weichen u. s. w., Kenntnis zu

geben, oder dem Locomotivführer innerhalb eines Bezirks die Fahrstraße näher zu bezeichnen, so ist es ein reines Fahrregelungssignal. Das Anhalten eines Zuges wird hiernach im Allgemeinen nur durch Deckungssignale veranlaßt, während die reinen Fahrregelungssignale in der Regel Züge nicht zum Stehen bringen, und schon in der Fahrstellung stehen, ehe das an der Grenze des Bezirks stehende Deckungssignal gezogen ist.

Damit nun ein Deckungssignal einen Bezirk wirklich zu decken vermag, ist es entweder so weit von der Grenze desselben abzurücken, daß der heraufahrende Locomotivführer seinen Zug unter allen Umständen, also auch bei trübem Wetter, wo er das Signal vielfach erst unmittelbar vor dessen Standorte erkennt, vor der Grenze des Bezirks, dem sogenannten Gefahrpunkte, zum Stehen bringen kann, oder aber es ist das Deckungssignal mit einem Vorsignal zu versehen, welches weit genug vorgeschoben auf eine größere Entfernung die Stellung des Deckungssignales kenntlich macht. Ein Ueberfahren des Deckungssignales darf in diesem letzteren Falle nicht vorkommen, ein mit Vorsignal ausgerüstetes Deckungssignal kann daher nahe — bis zu 50^m — an die Grenze des zu deckenden Bezirks herangerückt werden.

Die Entfernung eines nicht mit Vorsignal versehenen Deckungssignales von dem Gefahrpunkte richtet sich ebenso wie die Entfernung eines Vorsignales von dem zugehörigen Deckungssignale nach dem Bremswege der Züge und ist daher nach der Zahl der Bremsen, der Stärke und Geschwindigkeit der Züge, sowie nach den Gefällverhältnissen der Bahn zu bemessen.

Für den Standort eines reinen Fahrregelungssignals, welches nicht zu decken hat, sondern selbst innerhalb eines gedeckten Gleisabschnittes steht, ist maßgebend, daß dasselbe von den Angestellten, zu deren Benachrichtigung es dienen soll, gut übersehen werden kann, und in der gezogenen Stellung von dem auf der zugehörigen Fahrstraße heraufahrenden Locomotivführer sicher als Fahrsignal erkannt wird.

Alle Mastsignale sollen aber möglichst rechts von dem Gleise stehen, für welches sie bestimmt sind und zwar stets so, daß Verwechslungen seitens der Locomotivführer nicht vorkommen können. Wenn daher aus irgend welchen Gründen für ein Gleis ein Mastsignal angeordnet werden muß, so sind solche auch für alle übrigen in gleicher Richtung befahrenen Gleise und zwar möglichst in einer Querlinie anzuordnen, damit jeder der auf den verschiedenen Gleisen heraufahrenden Locomotivführer für seine Fahrstraße ein besonderes Signal vorfindet, und ein für eine andere Fahrstraße bestimmtes Signal nicht auf sich bezieht.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen sollen im Folgenden die einzelnen im heutigen Eisenbahnbetriebe vorkommenden Mastsignale näher betrachtet werden.

Zu den Deckungssignalen gehören zunächst die Einfahrts- oder Abschlußsignale des Bahnhofes. Diese haben den Zweck den Bahnhof gegen die freie Strecke abzuschließen, damit auf denselben Zugbewegungen unabhängig von etwa heraufahrenden Zügen vorgenommen werden können. Für die Stellung der Bahnhofs-Abschlußsignale sind nach dem Vorstehenden die Grenzen des Bahnhofsbezirkes maßgebend, d. h. die Punkte, bis zu welchen innerhalb des Bahnhofes im regelmäßigen Betriebe Zugbewegungen vorgenommen werden.

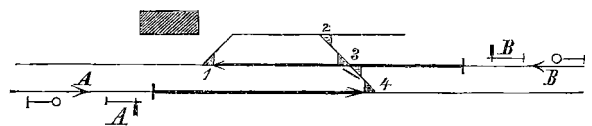
Bei größeren Bahnhöfen fahren in der Regel sämtliche Züge über die Einfahrtsweiche ganz in den Bahnhof ein, Verschiebbewegungen werden, da die erforderlichen Ausziehgleise meist vorhanden sind, nicht über die Einfahrtsweiche hinaus ausgeführt. Bei diesen Bahnhöfen bildet deshalb, je nachdem die Einfahrtsweiche eine einfache oder eine Kreuzungsweiche ist, die Spitze oder das Merkzeichen die Grenze des Bahnhofes, vor welcher der Standort des Abschlußsignales nach dem Angeführten festzusetzen ist. Wird das Abschlußssignal mit einem Vorsignale ausgerüstet (Fig. 61 u. 62), so kann es bis zu 50^m an diese Grenze herangerückt werden, falls nicht örtliche Verhältnisse ein weiteres Hinausschieben des Signales bedingen. So ist bei einem die Bahn kreuzenden Ueberwege das Signal vor diesen zu stellen, damit Züge, welche vor dem Signale zu halten haben, hierbei den Uebergang nicht sperren. Ferner können Bahnkrümmungen, Wege- und Bahnüberführungen und ähnliche Anlagen, welche die Uebersichtlichkeit der Strecke beeinträchtigen, ein Hinausschieben des Abschlußsignales nach der freien Strecke hin erfordern.

Derartige örtliche Verhältnisse sind allgemein bei der Festsetzung des Standortes eines jeden Mastsignals in Betracht zu ziehen, auch in den folgenden Fällen, bei welchen dies nicht mehr besonders hervorgehoben werden soll.

Bei kleineren Bahnhöfen, bei welchen die Züge die Gleise auch über die Einfahrtsweichen hinaus besetzt halten, werden die Gefahrpunkte im Allgemeinen durch die Züge gebildet. Es kommt daher hier in jedem einzelnen Falle darauf an, diejenige Stellung eines Zuges festzusetzen, bei welcher Anfang oder Schluß desselben am weitesten auf die freie Strecke hinausreicht.

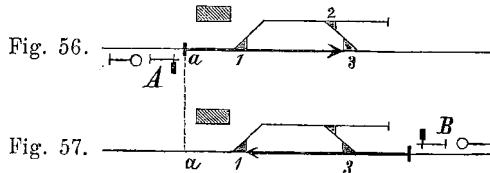
Auf dem einer zweigleisigen Bahn angehörenden Bahnhöfe Fig. 55 sind die Zugstellungen, welche für die Bestimmung

Fig. 55.

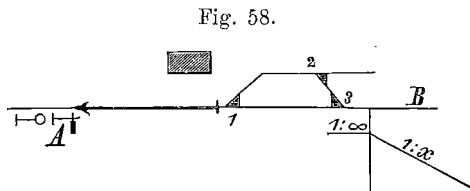


des Standortes der beiden Abschlußsignale in Frage kommen, eingezeichnet; die dickere Linie giebt die Länge des maßgebenden Güterzuges an, der Pfeil die Spitze, der Querstrich den Schluss desselben. Der Güterzug der Richtung A hat vor dem Merkzeichen der Weiche 4 zu halten, um durch diese Weiche Wagen in das Ladegleis einsetzen und aus demselben aufnehmen zu können. Hat der Zug die zulässige größte Achsenzahl von 150 Achsen, so wird bei einer mittleren Achsentfernung von 4,0^m der den Gefahrpunkt bildende Zugschluß 600^m von dem Merkzeichen der Weiche 4 stehen, und mithin das Abschlußssignal mindestens 650^m von dem Merkzeichen dieser Weiche entfernt aufgestellt werden müssen. Ebenso ermittelt sich der Standort des Abschlußsignals auf der andern Bahnhofsseite, wenn man sich einen die größte Achsenzahl enthaltenden Güterzug der Richtung B bis zum Merkzeichen der Weiche 1 vorgerückt denkt, durch welche das Ein- und Aussetzen der Wagen bei diesem Zuge erfolgen muß.

Für eine kleinere Station einer eingleisigen Bahn sind in Fig. 56 u. 57 die bezüglichen Stellungen der Güterzüge angegeben. Bei solchen Stationen kann in Frage kommen, daß die Spitze des Zuges der Richtung B (Fig. 57) über den in Fig. 56 festgesetzten Punkt a hinausrücken muß, um die



für die Station bestimmten Wagen durch Weiche 1 absetzen oder solche von der Station aufnehmen zu können. In diesem Falle würde nicht der Schluß a des Zuges der Richtung A in Fig. 56, sondern die vorgerückte Spitze des Zuges der Richtung B den Gefahrpunkt bilden und danach der Standort des Abschlusssignales festgestellt werden müssen. Weiter kann in Frage kommen, daß unmittelbar hinter der Einfahrtsweiche etwa hinter Weiche 3 (Fig. 58) ein stärkeres Gefälle beginnt.



In einem solchen Falle würde man den Zug nicht in der Stellung der Fig. 57 stehen lassen können, da das beim Ein- und Ausrücken der Wagen abgekuppelte Ende des Zuges in dem Gefälle gefährdet stehen würde; es wird vielmehr dann erforderlich werden, die für die Station bestimmten Wagen in das Zugende zu stellen und dem Zuge die in Fig. 58 gezeichnete Stellung zu geben, um die fraglichen Wagen über Weiche 1 absetzen und solche für den Zug aufnehmen zu können. In einem solchen Falle würde also die Spitze des bis über die Weiche 1 hinaus vorgerückten Zuges den Gefahrpunkt bilden.

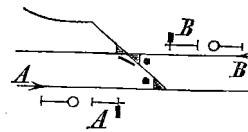
Führen mehrere Bahnlinien auf derselben Seite in den Bahnhof ein, so ist für jede Linie ein Einfahrtssignal erforderlich. Die Standorte dieser Signale sind unter Berücksichtigung der Bahnkrümmungen so zu wählen, daß die Locomotivführer heranfahrender Züge nicht im Zweifel darüber sein können, auf welche Linie sich die einzelnen Signale beziehen. Liegen die Linien unmittelbar neben einander, so werden die Abschlusssignale derselben zweckmäßig in einer Querlinie angeordnet, in welcher jedes Signal bei Anordnung von Vorsignalen mindestens 50^m von dem zugehörigen Gefahrpunkte absteht.

Die Standorte der innerhalb eines größern Bahnhofes anzuordnenden Deckungssignale, welche den Bahnhof in einzelne selbstständige Abschnitte etwa in einen Personen-, Güter-, Versch.- und Werkstättenbahnhof theilen sollen, werden ebenfalls nach den am weitesten vorgeschobenen Zugstellungen festgesetzt, welche in den einzelnen Abschnitten vorkommen.

Zu den Deckungssignalen gehören ferner die Mastsignale vor Anschlussgleisen. Der Standort dieser bestimmt sich in derselben Weise, wie für die Bahnhofs-Abschlusssignale ange-

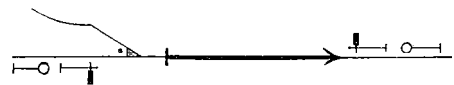
geben ist. Im Allgemeinen werden hier bei zweigleisigen Bahnen die in Fig. 59 durch . bezeichneten Gefahrpunkte in den Merk-

Fig. 59.



zeichen der Anschlussweichen liegen, während bei eingleisigen Bahnen als solche auch Anfang oder Schluß eines Zuges in Frage kommen kann, welcher in dem Hauptgleise vorgezogen ist, um Wagen in das Anschlussgleis auszusetzen oder über die Anschlussweiche nach der Station zurückzugehen (Fig. 60).

Fig. 60.



Weiter sind zu den Deckungssignalen die Mastsignale zu rechnen, welche zur Sicherung beweglicher Brücken und anderer Anlagen dienen. Hier bilden selbstverständlich Anfang und Ende des Bauwerkes den Gefahrpunkt.

Die Blocksignale, welche auf der freien Strecke Gewähr für die Sicherheit einer schnellen Zugfolge bieten, indem sie die Einfahrt eines Zuges in einen Gleisabschnitt erst freigeben, nachdem der vorhergehende Zug aus demselben ausgefahren ist, sind gleichfalls Deckungssignale. Ihre Standorte richten sich nach dem kleinsten Abstände, in welchem die auf einander folgenden Züge fahren sollen, sind im Uebrigen aber so sehr von den örtlichen Verhältnissen der freien Strecke, im Besondern auch von der Lage der Wärterbuden abhängig, daß ein näheres Eingehen auf die Festsetzung der Standorte dieser Signale hier unterbleiben muß.

Die reinen Fahrregelungssignale kommen naturgemäß nur innerhalb eines Bahnhofes vor. Zu denselben gehören die Nachahmungssignale, welche den dienstthuenden Stationsbeamten und sonstigen Angestellten die Flügelstellung anderer, entfernt stehender Mastsignale angeben sollen, ferner die Bahnsteigsignale, mittels welcher der dienstthuende Stationsbeamte den an den Bahnhofsenden aufgestellten Wärtern die Erlaubnis zum Ziehen eines Einfahrtssignals giebt, sowie die Wegesignale, welche im Innern eines Bahnhofes bei sich gabelnden Gleisen diejenige Fahrstraße bezeichnen sollen, die ein ein- oder ausfahrender Zug zu nehmen hat, und sowohl zur Benachrichtigung des Locomotivführers dieses Zuges, wie der Angestellten der Station dienen. Alle diese Signale sind so anzuordnen, daß sie von den Angestellten, zu deren Benachrichtigung sie bestimmt sind, gut übersehen werden können und in der gezogenen Flügelstellung auch ein unzweifelhaftes Fahrsignal für die Fahrstraße bilden, auf welche sie sich beziehen.

Weiter sind besonders die Ausfahrtssignale und die Zustimmungssignale der Stellwerke aufzuführen. Die Ausfahrtssignale haben nach der Ausführungsbestimmung 49 des Preussischen Signalebuches meist den Zweck, dem dienstthuenden Stationsbeamten die richtige Stellung der am Ende der Station liegenden Weichen anzuzeigen. Handelt es sich hierbei um die Ausfahrt von Zügen, die in der Station halten, so sind

die Ausfahrtssignale, solange sie nur den bezeichneten Zweck zu erfüllen und weiter keinen Betriebsrücksichten zu genügen haben, zweifellos reine Fahrregelungssignale, keine Deckungssignale. Da der Stationsbeamte erst dann die Erlaubnis zur Ausfahrt eines Zuges erteilt, wenn das Ausfahrtssignal gezogen ist, so findet bei der Haltstellung desselben überhaupt noch keine Bewegung statt, gegen einen haltenden Zug ist aber Deckung durch ein Signal jedenfalls nicht erforderlich. Für Züge, welche durch die Station fahren, wird aber das Signal zu der Einfahrt in die Station erst gezogen, nachdem das betreffende Ausfahrtssignal gezogen ist; daher kommt hierbei eine Deckung der Ausfahrtsweichen durch die Ausfahrtssignale ebenfalls nicht in Betracht. Es bestehen deshalb für solche Ausfahrtssignale Gefahrpunkte überhaupt nicht, und es ist durchaus zulässig, diese Signale auch hinter den Ausfahrtsweichen, deren Stellung sie anzeigen sollen, anzuordnen, wie z. B. Signal D in Fig. 61, wenn besondere Gründe dies zweckmäßig erscheinen lassen. Es unterliegt selbst keinem Bedenken, dieselben auf kleineren Stationen zur Ersparung von Kosten an den Einfahrtssignalmasten anzubringen, wenn sie daselbst von dem dienstthuenden Stationsbeamten gut übersehen werden können und so vor dem ausfahrenden Zuge stehen, daß sie in der gezogenen Stellung ein Fahrsignal für denselben bilden.

Vielfach haben nun die Ausfahrtssignale neben der Benachrichtigung des dienstthuenden Stationsbeamten über die Stellung der Ausfahrtsweichen weiter noch den Zweck, dem einfahrenden Locomotivführer den Punkt zu bezeichnen, bis zu welchem er vorfahren darf. Es kommt dies vor, wenn die einfahrenden Züge bis vor die Weichen vorfahren müssen, welche erst bei der Ausfahrt gesichert werden, also namentlich dann, wenn die Einfahrtsgleise nur die Länge der einfahrenden Züge haben. Die Ausfahrtssignale können dann als Deckungssignale für die Ausfahrtsweichen aufgefaßt werden. Als Gefahrpunkt ist die Spitze oder das Merkzeichen der ersten bei der Ausfahrt zu befahrenden Weiche anzusehen, je nachdem diese eine einfache oder eine Kreuzungsweiche ist. Unmittelbar vor diesem Gefahrpunkte kann das deckende Ausfahrtssignal errichtet werden, da die Locomotivführer die Stelle im Allgemeinen kennen, bis zu welcher sie vorzufahren haben und ein Ueberfahren dieser Stelle bei besonderer Bezeichnung derselben durch ein Signal als ausgeschlossen betrachtet werden kann.

Solche deckenden Ausfahrtssignale sind namentlich für Güterzüge an den Enden der nur nach den Zuglängen bemessenen Gütergleise anzuordnen, wo sie in den meisten Fällen auch die Standorte der Ausfahrtssignale für die in gleicher Richtung ausfahrenden Personenzüge bestimmen (vergl. Fig. 62 $E^{1,2}$, $A^{2,1,2}$).

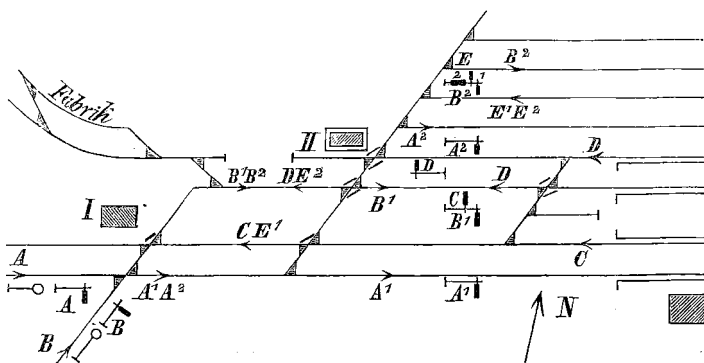
Sind die Ausfahrtssignale zur Sicherung der in schneller Folge ohne Aufenthalt durch die Station fahrenden Züge in eine durchgehende Blocklinie eingeschaltet, so sind dieselben Blocksignale und wie diese Deckungssignale, welche den hinter der Station liegenden Blockbezirk zu decken haben.

Wie die Ausfahrtssignale, so sind auch die Zustimmungssignale nur unter gewissen Bedingungen Deckungssignale.

Die Abgabe der Zustimmung zu einer Fahrt kommt überhaupt in Frage, wenn mehrere Stellwerke zur Sicherung einer Fahrstraße mitzuwirken haben. Im Wesentlichen erfolgt diese

Abgabe der Zustimmung, wenn ein Endstellwerk I und ein Zwischenstellwerk II (Fig. 62) vorhanden ist, wie folgt: Soll ein Zug der Richtung A' einfahren, so stellt der Wärter des Zwischenstellwerkes II auf ein Läutesignal die in der Fahrstraße liegenden Weichen, sowie die zur Sicherung der Fahrt in Betracht kommenden Schutzweichen seines Bezirkes richtig, legt darauf den Fahrstraßenhebel um, wodurch die Hebel dieser Weichen festgelegt werden, und blockiert sich den Fahrstraßenhebel, legt also diesen ebenfalls fest. Mit der Blockierung des Fahrstraßenhebels wird zugleich der Station ein Block frei gegeben, durch welchen dieselbe nunmehr in der Lage ist, dem Endwärter I das Einfahrtssignal zu der Fahrt A' frei zu geben. Dieser kann das Signal ziehen, nachdem er zuvor die zu seinem Bezirke gehörigen, bei der Fahrt A' in Frage kommenden Weichen richtig gestellt hat. Der Zwischenwärter II kann an seinen bei der Fahrt in Frage kommenden Weichen, sobald er sich den Fahrstraßenhebel blockiert hat, nichts mehr ändern. Dieselben liegen in der verriegelten Lage fest, und eine Änderung ihrer Lage ist vor Freigabe des Fahrstraßenhebels seitens der Station nicht mehr möglich. Es kann dann aber in diesen Weichen für den einfahrenden Zug der Rich-

Fig. 61.



tung A' ein Gefahrpunkt nicht liegen, da außerdem die Einfahrts- und Ausfahrtssignale infolge der in den Stellwerken vorgesehenen Hebelabhängigkeiten alle diejenigen Fahrten ausschließen, welche die Fahrt A' irgendwie gefährden und nicht gleichzeitig mit derselben ausgeführt werden können. Von einem Gefahrpunkte in dem Bezirke des Zwischenstellwerkes kann unter diesen Umständen nach Stellung des Signales für eine Fahrt überhaupt nicht die Rede sein, wenn die Fahrstraße selbst frei ist, und nicht durch einen Zug oder Zugtheile oder andere Hindernisse, etwa Reisende, welche das Fahrgleis zu überschreiten haben, besetzt gehalten wird. Es ist deshalb auch nicht erforderlich, die Abgabe der Zustimmung zu einer Fahrt als solche durch ein sichtbares Signal auszuführen; Zustimmungssignale sind vielmehr nur aus besonderen Betriebsrücksichten zu errichten. Liegen solche nicht vor, so können in den Stellwerksbezirken die Zustimmungssignale entbehrt werden.

Auf die Anordnung von Zustimmungssignalen wird nicht verzichtet werden können, wenn es darauf ankommt, den Stationsbeamten und Verschiebmannschaften Kenntnis von der bevorstehenden Fahrt eines Zuges zu geben. Die aus diesem Grunde erforderlichen Zustimmungssignale sind reine Fahrregelungssignale und daher ohne Rücksicht auf die Lage der Weichen

in erster Linie so anzuordnen, daß die bezeichneten Angestellten sie gut sehen können. Werden beispielsweise auf dem Bahnhofe Fig. 61 auf der nicht gezeichneten östlichen Bahnhofseite umfangreiche Verschiebbewegungen vorgenommen, die die Fahrten A^2 und B^2 gefährden, so wird die Anordnung von Signalen, aus deren Stellung die Verschiebmannschaften die bevorstehende Einfahrt eines Zuges ersehen können, nicht zu umgehen sein. Die unter diesen Umständen erforderlichen Zustimmungssignale für A^2 und B^2 wird man den Verschiebmannschaften möglichst nahe stellen und daher östlich von dem Stellwerke II hinter den Weichen des Stellwerksbezirkes anordnen, wo sie mit den Ausfahrtssignalen vereinigt werden können. In gleicher Querlinie sind dann auch die für die Fahrten A^1 und B^1 erforderlichen Signale zu errichten, und es würden daher die Zustimmungssignale wie Wegesignale angeordnet sein, als welche dieselben in diesem Falle auch aufgefaßt werden können.

Solche Fälle, in denen nur die Uebersichtlichkeit des Zustimmungssignales maßgebend für seine Stellung ist, kommen indessen wohl nur selten vor. Meist wird bei Festsetzung des Standortes von Zustimmungssignalen auf ein anderes aus irgend welchen Gründen für ein seitliches Gleis erforderliches

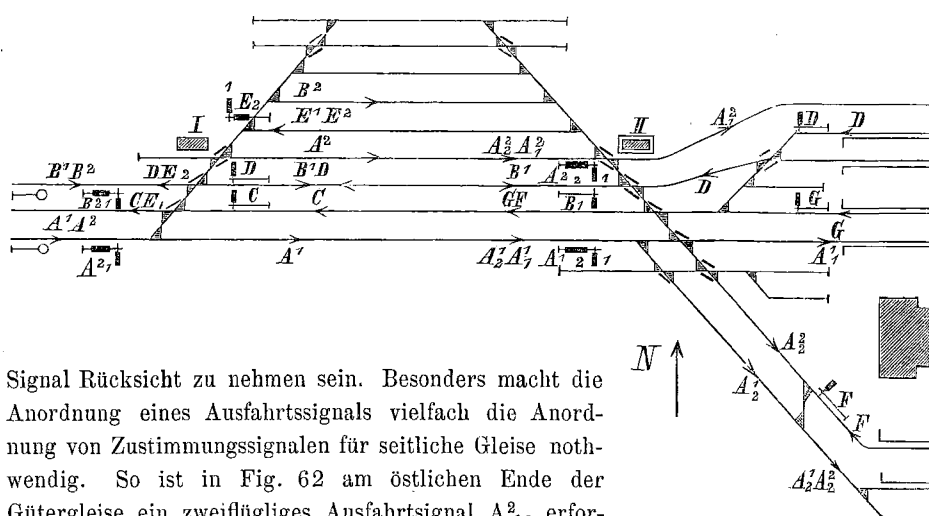
liegen. Diese müssen vielmehr sämtlich in richtiger Stellung festgelegt sein, und auch eine feindliche Fahrt ist nicht mehr möglich, sobald das Einfahrtssignal gezogen ist. Man würde daher die deckenden Zustimmungssignale auch wie in Fig. 61 anordnen können, wenn dieselben hier weit genug von den in den Fahrstraßen vorkommenden Gefahrpunkten, daselbst etwa stehenden Zügen oder Gleisübergängen für Reisende, entfernt stehen würden. Es würde dann jedoch der vor dem Zustimmungssignale haltende Zug inmitten des Stellwerksbezirkes stehen und die Benutzung der Weichen desselben auch dann noch unmöglich machen, wenn dem Wärter seitens der Station der Fahrstraßenhebel bereits wieder frei gegeben ist. Um das zu vermeiden und die Weichen des Stellwerkes gleich nach Halten des Zuges zur Durchführung anderer Züge, sowie zu Verschiebbewegungen benutzen zu können, stellt man die deckenden Zustimmungssignale vor den Stellwerksbezirken auf. Maßgebend für die nähere Festsetzung ihrer Standorte ist aber stets, daß der in der Fahrstraße liegende Gefahrpunkt unter allen Umständen gedeckt wird. Von einer vollständigen Deckung des Stellwerksbezirkes selbst nach den Grundsätzen, welche oben für die Aufstellung der Deckungssignale angegeben sind, sieht

man dabei im Allgemeinen ab, da vielfach seitlich stehende Signale den Standort der Zustimmungssignale beeinflussen, auch ein Einfahren des Zuges in den Stellwerksbezirk, in welchem sämtliche für die Fahrt in Betracht kommenden Weichen in richtiger Lage festliegen, mit keinen Gefahren verbunden sein würde. Ein solches Ueberfahren eines auf »Halt« stehenden, deckenden Zustimmungssignales wird aber in der Regel dadurch vermieden, daß der Zug, welcher vor einem Zustimmungssignale halten soll, zunächst vor dem Bahnhof-Abschlußsignale zum Stehen gebracht wird, und erst darauf langsam bis zu dem Zustimmungssignale vorgelassen wird.

Bei einer Verwendung der Zustimmungssignale als Deckungssignale ist zu beachten,

daß der Wärter freie Hand über das Signal hat, nachdem er den betreffenden Fahrstraßenhebel umgelegt und blockiert hat. Wenn der Wärter nun auch durch den Morsesprecher besondern Auftrag bekommt, das Signal zum Halten des Zuges mit waagrechter Flügelstellung stehen zu lassen, so sind doch Irrthümer nicht unbedingt ausgeschlossen. Es sind daher deckende Zustimmungssignale wohl nur da zulässig, wo der Stationsbeamte sie jederzeit übersehen kann. Ist dies bei größerer Ausdehnung des Bahnhofes nicht der Fall, so wird man besser auf deckende Zustimmungssignale verzichten und vor dem Stellwerksbezirke reine Deckungssignale aufstellen, deren Standort nach denselben Grundsätzen festzusetzen sein würde, wie für die Abschlußsignale angegeben, und welche wie diese unter unmittelbarem Blockverschlusse der Station zu legen sein würden. Eine Abhängigkeit des Einfahrtssignales von der Stellung der Weichen des Zwischenstellwerkes würde dann nicht mehr bestehen.

Fig. 62.



Signal Rücksicht zu nehmen sein. Besonders macht die Anordnung eines Ausfahrtssignals vielfach die Anordnung von Zustimmungssignalen für seitliche Gleise notwendig. So ist in Fig. 62 am östlichen Ende der Gütergleise ein zweiflügliges Ausfahrtssignal $A_{1,2}^2$ erforderlich, deshalb sind die beiden Zustimmungssignale $A_{1,2}^1$ und B^1 in derselben Querlinie zu errichten. Ebenso bedingt am andern Ende der Gütergleise das Ausfahrtssignal $E_{1,2}^2$ die Aufstellung der beiden Zustimmungssignale C und D. Auch in diesen Fällen sind die Zustimmungssignale reine Fahrregelungssignale.

Die Zustimmungssignale kommen ferner auch als Deckungssignale vor. Es ist dies namentlich dann der Fall, wenn das Endstellwerk, von welchem aus das Abschlußsignal bedient wird, sehr weit von der Station abliegt und es unter diesen Umständen bei besetzter Station zweckmäßig erscheint, herankommende Züge nicht vor dem Abschlußsignale, sondern vor einem innerhalb des Bahnhofes stehenden Zustimmungssignale halten zu lassen, wo dieselben der Station näher stehen und zugleich selbst gegen nachfolgende Züge durch das Abschlußsignal gedeckt werden würden. Der bei der Vorfahrt eines Zuges bis zu dem Zustimmungssignale in Frage kommende Gefahrpunkt kann dann, wie wir gesehen haben, nicht in den Weichen des Zwischenstellwerkes

Die Vortheile der Doppelumstellbarkeit einzelner Weichen.

Von G. Wegner, Königl Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector zu Berlin.

Auf größeren Bahnhöfen, auf welchen im Allgemeinen eine Bedienung der Weichen von Stellwerken aus erfolgt, giebt es hin und wieder einzelne Weichen, welche von dem Stellwerkswärter zwar noch in Bezug auf das Freisein der Gleise — soweit die Ein- und Ausfahrt ganzer Züge in Frage kommt — mehr oder weniger gut übersehen werden können und infolge dessen in seinen Aufsichtsbezirk einbezogen sind, welche aber mit Rücksicht darauf, daß sie zu Verschiebbewegungen benutzt werden müssen, bei ihrer für die Beobachtung, sowie für sichere und schnelle Ausführung dieser Bewegungen zu großen Entfernung vom Stellwerke zweckmäßig an Ort und Stelle bedient werden.

Auf vielen kleineren Bahnhöfen, auf welchen eine Bedienung der Endweichen von einer unmittelbar am Stationsgebäude gelegenen Stelle mit mancherlei Vortheilen verbunden wäre, liegen oft gleichartige Verhältnisse vor. Bei denselben wird eine Bedienung der Weichen des ganzen Bahnhofes von einem einzigen Stellwerke aus nur aus dem Grunde nicht ausgeführt, weil zeitweise Verschiebbewegungen vorgenommen werden müssen, welche eine örtliche Bedienung der Weichen wünschenswerth machen.

Sowohl auf Hauptbahnen, als auf Nebenbahnen sind die Betriebsverhältnisse einzelner Bahnhöfe oft so einfach, daß die Fahrbeamten sehr wohl in der Lage wären, nach vorheriger Verständigung durch den Stationsbeamten das Verschiebgeschäft selbst zu besorgen, da dieses häufig nur darin besteht, einige Wagen aus einem wenig besetzten Ladegleise heraus zu holen, oder in dieses hinein zu schieben. Jetzt kann ihnen aber ein derartiges Geschäft nicht wohl übertragen werden, weil ein derartiges Verfahren nicht immer die genügende Gewähr bieten würde, daß sich nach Abfahrt des Zuges sämtliche Weichen in der vorgeschriebenen Stellung befinden.

Nicht selten kommt ferner der Fall vor, daß auf kleineren Stationen bereits wegen Ausführung geringer Verschiebarbeiten ein besonderer Weichensteller vorhanden sein muß, weil der Stationsbeamte mit Rücksicht auf den Telegraphendienst, das Zugmeldewesen, den Verkauf von Fahrkarten u. s. w. sich nicht weit vom Stationsgebäude entfernen darf.

Auf Nebenbahnen liegen die Betriebsverhältnisse zuweilen derart, daß der Weichensteller eines Bahnhofes in erhöhtem Maße zur Beaufsichtigung der anliegenden Strecken als Streckenwärter, zur Hülfeleistung im Stationsgebäude oder auf dem Güterboden u. s. w. herangezogen werden könnte, wenn der Stationsbeamte in der Lage wäre, einzelne Weichen zwecks Vornahme von Zugkreuzungen und Zugüberholungen vom Stationsgebäude aus selbst umzustellen; die Nothwendigkeit, diese Weichen nicht allein für die Ein- und Ausfahrt von Zügen, sondern auch zur Vornahme von Verschiebbewegungen benutzen zu müssen, bedingt bei den bestehenden Einrichtungen indessen meist die örtliche Bedienung der in Frage kommenden Weichen, verhindert die gute Ausnutzung der Bahnhofsbeamten und der Zugmannschaft und führt nicht selten zu einem verhältnismäßig kostspieligen Betriebe.

Man hat zwar in neuerer Zeit kleinere Bahnhöfe bezüglich der Weichenbedienung derart ausgerüstet, daß die Bedienung der Endweichen von einer unmittelbar am Stationsgebäude gelegenen Stelle aus erfolgt; dabei wird für Verschiebbewegungen die Verständigung zwischen dem Stellwerkswärter und dem Verschiebbeamten durch Horn- bzw. Pfeifensignale bewirkt. Ein derartiges Verfahren empfiehlt sich aber nur bei guter Schulung der Beamten und auch dann nur, wenn Verschiebbewegungen über die Endweichen hinaus nicht häufig vorkommen; andernfalls führt dasselbe leicht zu Mißverständnissen, der Hauptursache der Bahnhofsunfälle.

Dieses Verfahren hat zwar gegenüber einer örtlichen Umstellung der Weichen den Vortheil, daß Zugkreuzungen und Ueberholungen von der Station aus vorgenommen werden können, gestattet aber nicht die volle Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Beamten, da die Zugmannschaft zum Umstellen der Weichen nicht herangezogen werden kann.

Auf größeren mit Stellwerken ausgerüsteten Bahnhöfen verursacht ferner die Nichteinbeziehung einzelner Weichen in ein Stellwerk unter Umständen für den Betrieb entweder eine Verringerung der Sicherheit oder Zeitverlust bei der Abfertigung der Züge. Es trifft dies mitunter zu für einzelne Weichen, welche die Hauptgleise mit einander verbinden, um ein schnelles Erreichen von Drehscheiben, Wasserkrähen u. s. w. einen schnellen Locomotivwechsel, das rasche Aussetzen bzw. Anhängen von Wagen zu ermöglichen.

Solche kleine Weichenstraßen liegen oft von den Stellwerken zu weit entfernt für die Beobachtung der Verschiebbewegungen, während sie für den Zugverkehr noch genügend übersehen werden können; ihr Zweck, ausschließlich Verschiebbewegungen dienen zu müssen, macht eine örtliche Bedienung derselben wünschenswerth. Eine Verriegelung solcher Weichen durch Drahtzüge gewährleistet die Sicherheit des Betriebes nicht immer in vollkommener Weise, weil bei derselben das Aufschneiden der Weichen mit einer Zerstörung des Rieglmittels verbunden ist und der Stellwerkswärter unter Umständen nicht rechtzeitig Kenntniss von dieser Verletzung erhalten wird; diese Verriegelung kann ferner bei der Unmöglichkeit, vom Stellwerke aus unmittelbar auf die Grundstellung einzuwirken, mit Zeitverlust bei Bedienung der Weichen eines Bezirkes verbunden sein.

Die größten Verschiedenheiten in Bezug auf die Ausübung einer thunlichst schnellen und zugleich betriebssicheren Weichenbedienung, welche nicht allein den Zugverkehr, sondern auch die Ausführung von Verschiebbewegungen zu beachten hat, finden durch den Wechsel von Tag und Nacht oder beim Eintreten von trüber Witterung oder gar Nebel statt. Wenn auf Bahnhöfen oft und schnell Nebel eintreten, können die Vortheile der Stellwerksanlagen durch zeitweise mangelhafte Uebersicht und die Schwierigkeit der sichern Verständigung zwischen dem Stellwerksposten und den Verschiebmannschaften mehr als aufgewogen werden. Hier wird die zur Zeit übliche Einbeziehung

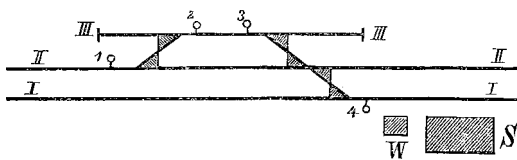
einzelner Weichen in ein Stellwerk zu gewissen Zeiten als ein Uebelstand empfunden, der anderseits durch unmittelbare Bedienung der Weichen und Verriegelung vom Stellwerke aus auch nur theilweise aufgehoben werden kann, weil die Bedienung der Weichen vom Stellwerke aus zur Zeit günstiger Verhältnisse, insbesondere zur schnellen Abwicklung des Zugverkehrs, zweckmäßig erscheint.

Unter allen diesen Verhältnissen werden Anforderungen an die Bedienung der Weichen gestellt, welche in einem gewissen Widerspruch mit einander stehen. Dieser Widerspruch kann in einfacher und zuverlässiger Weise dadurch gelöst werden, daß einzelne Weichen für Stellung sowohl an Ort und Stelle als auch von einem fern liegenden Stellwerke aus eingerichtet werden, wobei vorausgesetzt wird, daß diese Weichen vom Stellwerke aus bezüglich des Zustandes der von ihnen abhängigen Gleise bei den gewöhnlichen Witterungsverhältnissen noch genügend zu übersehen sind, und daß nach Bedarf durch besondere Einrichtungen die Gefahr eines vorzeitigen Umstellens der betreffenden Weichen ausgeschlossen wird.

Eine derartige Umstellung der Weichen, welche als »Doppelumstellung« bezeichnet werden möge, würde als »vollständige« oder »beschränkte« angeordnet werden können, je nachdem die freie örtliche Stellung zugleich die Stellung vom Stellwerke in beiden oder nur in einer Richtung gestattet. Der letztere Fall würde z. B. eintreten, wenn man die Bedingung stellt, daß dem Weichensteller am Stellwerke nur die Möglichkeit gegeben werde, einzelne örtlich umgelegte Weichen in die Grundstellung zurück zu stellen. Man würde in diesem Falle bei Verwendung von Weichenschlössern eine Feststellung der Weichen erreichen, welche ein Aufschneiden der Weiche ohne Zerstörung einzelner Theile gestattet, sich im Uebrigen aber in ihren wesentlichsten Eigenschaften wenig von einer Verriegelung unterscheidet.

Daß derartige Anordnungen unter Umständen den Betrieb erleichtern können, mögen folgende Beispiele zeigen.

Fig. 63.



Das Stationsgebäude S (Fig. 63) hat aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen eine für die Bedienung der Weichen von der Nähe des Stationsgebäudes aus recht ungünstige Lage erhalten, so daß es den Stationsbeamten nicht immer möglich ist, die einfachen Verschiebbewegungen selbst zu leiten. Ein Weichensteller muß im Bedarfsfalle das Ein- und Aussetzen von Wagen in das Freiladegleis III beaufsichtigen, die Weichen umstellen und für die Rückführung in die Grundstellung nach Ausführung der Verschiebbewegungen Sorge tragen. Damit die richtige Stellung der Weichen für den Zugverkehr gesichert ist, werden sie für die Ein- und Durchfahrt von Zügen mit

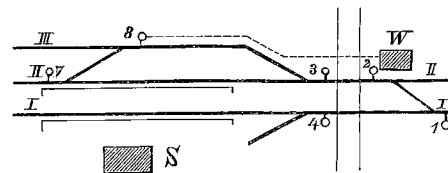
Hülfe von besonderen Schlössern an der Weichenstellvorrichtung unter Verschluss gehalten.

In solchen Fällen könnte nun eine besondere Hülfe für das Umstellen der Weichen erspart werden, die lästige Verschließung einzelner Weichen nach jedesmaligem Gebrauche vor Eintreffen eines Zuges fortfallen und den Zugmannschaften das Ein- und Aussetzen von Wagen in den Zug aufgegeben werden, wenn nicht ein solches Verfahren die Gefahr schüfe, daß einmal eine Weiche auf Ablenkung und unverschlossen stehen bleibt.

Auch würde ein Zug leicht unnötigen Aufenthalt erleiden, wenn die Zugmannschaften alle Rückstellungen in die Grundstellung stets selbst ausführen sollte, weil der Zug nach Einfahrt in das freie Hauptgleis auf die Mannschaft warten muß.

Würden jedoch die Weichen 1, 2 und 3 derartig ausgerüstet, daß sie nicht allein für eine unmittelbare Bedienung frei gegeben, sondern außerdem von einem in der Nähe des Stationsgebäudes gelegenen Stellwerke W zugleich mit Weiche 4 in die Grundstellung zurückgestellt und in derselben verschlossen werden könnten, so könnte man dem Zugführer in vielen Fällen das Verschiebgeschäft ohne Bedenken übertragen, ein besonderer Weichensteller für diesen Zweck würde nicht mehr erforderlich sein, weil der diensthabende Stationsbeamte in der Lage wäre, alle die Sicherheit des Zugverkehrs erfordernden Maßnahmen selbst auszuführen, ohne sich vom Stationsgebäude entfernen zu müssen.

Fig. 64.



Als zweites Beispiel ist in Fig. 64 das eine Ende eines größern Bahnhofes einer zweigleisigen Strecke dargestellt. Die Weichen 1 bis 4 können hier durch ein Stellwerk umgestellt werden, nicht aber die Weichen 7 und 8, welche zum Verschiebverkehre mit einem auf dem Ueberholungsgleise III aufgestellten Zuge dienen, und welche bei der zur Beobachtung und Leitung dieser Bewegungen ungünstigen Lage des Stellwerks bei W eine unmittelbare Bedienung erfordern. Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten, müssen die Weichen 7 und 8 nach stattgehabtem Gebrauche stets auf das gerade Gleis gestellt werden, außerdem aber soll Weiche 8 bei einer Einfahrt von Zügen in Ueberholungs-Gleis III verriegelt sein. Ein derartiges Verfahren kann für den durch die Bewachung eines verkehrsreichen Wegüberganges an seinen Posten gebundenen Wärter bei Bude W zu erheblichen Diensterschwerungen führen, unter Umständen auch zu Zugverspätungen in Folge eines unnötigen Haltens des Zuges vor dem Abschlußtelegraphen Veranlassung geben. Denn wird es einmal unterlassen, die Weiche 8 in ihre Grundstellung zurückzubringen, so muß der Wärter, der durch die Unmöglichkeit eine Verriegelung zu bewirken erkennt, daß Weiche 8 sich nicht in der Grundstellung befindet, einen mehrere Minuten in Anspruch nehmenden Weg zurückzulegen, der ihn von seinem Posten entfernt.

Würde dagegen der Weichensteller bei Bude W in die Lage gesetzt, von seinem Posten aus die Weiche 8 in ihre Grundstellung zurückzulegen und zu verschließen, so wäre ihm damit die Möglichkeit gegeben, seinen Dienst ohne Verlassen seines Postens zu versehen.

Die beschränkte Doppelumstellbarkeit der Weichen würde die Einbeziehung einzelner für die Beobachtung ungünstig liegender Weichen in eine Stellwerksanlage gestatten, ohne den Zwang örtlicher Bedienung und die damit verbundenen Vortheile für den Verschiebdienst aufgeben zu müssen. Es würde hierdurch erreicht werden, daß in keinem einem Weichensteller verantwortlich zugetheilten Bezirke irgend eine Verschiebbewegung ohne dessen Zustimmung vorgenommen wird, was bei ausgedehnten Weichenbezirken für die Sicherheit des Betriebes von Werth sein kann.

Eine Verriegelung entfernt liegender Weichen zu Zeiten, wo kein Zugverkehr stattfindet, würde nicht zweckmäßig sein, weil ein Aufschneiden derselben und damit eine Zerstörung der Verriegelungseinrichtungen unbemerkt bleiben würde, während bei Einrichtungen, welche eine Doppelumstellbarkeit ermöglichen, in gleicher Weise wie bei allen von einem Stellwerke aus bedienten Weichen Vorkehrungen getroffen werden können, welche das Aufschneiden der Weichen gestatten und gleichzeitig den Stellwerkswärter hiervon benachrichtigen.

Gegen die beschränkte Doppelumstellung ließe sich einwenden, daß sie eine Umstellung vom fern gelegenen Stellwerke aus, nämlich die Rückstellung in die Grundstellung ja nicht ausschliesse. Das kann nicht zu Unzuträglichkeiten führen, wenn die Einrichtungen für die beschränkte Doppelumstellbarkeit so getroffen werden, daß der Weichensteller an den Einrichtungen im Stellwerke erkennen kann, ob eine Weiche nach erfolgter Freigabe und Benutzung in ihre Grundstellung zurückgebracht worden ist oder nicht. In letzterem Falle könnte dem Stellwerkswärter die Verantwortlichkeit für die betriebssichere Ausführung der Rückstellung einer Weiche in ihre Grundstellung um deswillen voll und ganz übertragen werden, weil er stets vom Zustande der Weiche unterrichtet ist und in zweifelhaften Fällen, wenn z. B. Wagen in unmittelbarer Nähe der Weiche aufgestellt sind, eine etwa erforderliche Rückstellung ja an Ort und Stelle erfolgen kann.

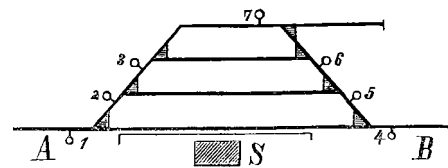
Man würde dies sogar erzwingen können, wenn die Stellvorrichtungen an der Weiche mit Einrichtungen versehen werden, welche, solange eine örtliche Bedienung stattfindet, eine Feststellung der Weiche in den beiden Endlagen ermöglichen, wobei die Einrichtungen zugleich in der Weise getroffen werden könnten, daß eine Freigabe der Weiche für Verriegelung vom Stellwerke aus nach beendeter Benutzung an Ort und Stelle nur erfolgen kann, wenn die Weiche sich wiederum in regelrechter Stellung befindet.

Da man im Uebrigen den mit der örtlichen Weichenumstellung betrauten Personen die Pflicht auferlegen wird, derartige Weichen nach beendeter Verschiebbewegung stets in die Grundstellung zurückzubringen, so wird ein Stellwerkswärter

immer nur ausnahmsweise in die Lage kommen, die Rückstellung vom Stellwerke aus vornehmen zu müssen.

Der Lageplan der Fig. 65 stellt einen Bahnhof dar, auf welchem nur bei Abfertigung weniger Güterzüge Verschiebbewegungen nöthig sind, dagegen eine größere Zahl von Zugkreuzungen und Ueberholungen stattfindet. Um die Verschiebbewegungen schnell und sicher vornehmen zu können, werden sämtliche Weichen unmittelbar an Ort und Stelle durch Posten bei A und B bedient. Diese Posten müssen nicht allein zur Zeit der Verschiebungen, sondern auch während der Kreuzungen oder Ueberholungen anwesend sein, damit die Weichen 1 und 4 umgestellt werden können. Würden nun die Weichen 1 und 4 derartig ausgerüstet, daß ihre Umstellung nicht allein an Ort und Stelle, sondern mit den Signalen auch von der Station aus möglich ist, so würden die Posten A und B für die von Verschiebungen freie Zeit eingezogen und unter Umständen besser ausgenutzt werden können. Außerdem fiel nicht allein die Anlage besonderer Wärterbuden bei A und B fort, sondern auch die kostspielige Beschaffung und Unterhaltung der Verständigungsmittel zwischen der Station und diesen Posten. Insbesondere auf Nebenbahnen dürfte es oft angängig sein, in solchen Fällen das Umstellen der Weichen für Verschiebungen den Zugmannschaften zu übertragen und dadurch eine weitere Ersparnis an Beamten zu erzielen.

Fig. 65.



bewegungen nöthig sind, dagegen eine größere Zahl von Zugkreuzungen und Ueberholungen stattfindet. Um die Verschiebbewegungen schnell und sicher vornehmen zu können, werden sämtliche Weichen unmittelbar an Ort und Stelle durch Posten bei A und B bedient. Diese Posten müssen nicht allein zur Zeit der Verschiebungen, sondern auch während der Kreuzungen oder Ueberholungen anwesend sein, damit die Weichen 1 und 4 umgestellt werden können. Würden nun die Weichen 1 und 4 derartig ausgerüstet, daß ihre Umstellung nicht allein an Ort und Stelle, sondern mit den Signalen auch von der Station aus möglich ist, so würden die Posten A und B für die von Verschiebungen freie Zeit eingezogen und unter Umständen besser ausgenutzt werden können. Außerdem fiel nicht allein die Anlage besonderer Wärterbuden bei A und B fort, sondern auch die kostspielige Beschaffung und Unterhaltung der Verständigungsmittel zwischen der Station und diesen Posten. Insbesondere auf Nebenbahnen dürfte es oft angängig sein, in solchen Fällen das Umstellen der Weichen für Verschiebungen den Zugmannschaften zu übertragen und dadurch eine weitere Ersparnis an Beamten zu erzielen.

Gegen die Doppel-Umstellbarkeit einzelner Weichen dürfte vornehmlich geltend zu machen sein, daß derartige Weichen ihrer Lage nach bei Zugkreuzungen und Zugüberholungen die Gefahr in sich schliessen würden, daß einmal ein vorzeitiges Umstellen derselben stattfindet, und daß ferner das Merkzeichen derselben vom Kopfe oder Ende eines Zuges leicht überfahren werden könnte, ohne daß der Stationsbeamte oder der Wärter dies zu erkennen vermag, auch das Vorhandensein der Schlußsignale an den Zügen nur bei Nacht, wenn die Schlußwagenlaternen gut sichtbar sind, von einer entfernten Stelle aus mit Sicherheit festgestellt werden könnte.

In diesen Bedenken dürfte die Ursache zu finden sein, daß Einrichtungen für Doppelumstellbarkeit der Weichen, trotz ihrer vergleichsweise leichten Ausführbarkeit, bisher nur in ganz vereinzelt Fällen in Oesterreich und in der Schweiz zur Anwendung gekommen sind.

Es sind jedoch in den letzten Jahren Einrichtungen, welche zugleich ein vorzeitiges Umstellen von Weichen verhindern, und dem Stellwerkswärter anzeigen, ob das Grenzzeichen einer Weiche vom Kopfe oder Ende eines Zuges überfahren ist, zu größerer Vollkommenheit ausgebildet und bei einzelnen Ver-

waltungen erprobt worden. *) Die Fernbedienung doppelstellbarer Weichen bei Zugkreuzungen und Zugüberholungen wird mit Hilfe derartiger Einrichtungen nunmehr in durchaus betriebssicherer Weise erfolgen können.

Das Vorhandensein des Schlußsignales bei der Einfahrt würde freilich nur unter Mitwirkung der Zugmannschaft festgestellt werden können, wenn sich am Schlusse des Zuges ein Bremsen befindet, indem dieser z. B. bei Güterzügen ein Horn- oder Pfeifensignal giebt, welches von den andern Bremsen weitergesandt wird. Wenn man berücksichtigt, daß die Mehrzahl der Personenzüge mit durchgehenden Bremsen versehen ist, welche Zugtrennungen dem Locomotivführer selbstthätig anzeigen, scheint ein derartiges Verfahren unter Beschränkung auf die Güterzüge ausreichend zu sein, um Betriebsgefahren in Folge nicht rechtzeitig bemerkter Zugtrennungen zu verhüten.

An Stelle der Feststellung des Vorhandenseins des Schlußsignales durch die Zugmannschaft könnte auch eines der für

*) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1891. S. 581; 1893, S. 493.

diesen Zweck neuerdings vorgeschlagenen *) und ausgeführten **) selbstthätigen Verfahren treten.

Die Einführung derartiger Einrichtungen würde gestatten, die Weichensteller auf zahlreichen kleinen Bahnhöfen, auf denen an den Enden keine oder nur wenig benutzte Wegeübergänge sind, von den Endweichen einzuziehen, wenn man den letzteren »Doppelumstellbarkeit« gäbe.

Es möchte lohnend sein, die Betriebsverhältnisse mittlerer und kleinerer Bahnhöfe sowohl der Hauptbahnen als auch der Nebenbahnen einmal darauf hin zu prüfen, ob die Einführung der Doppelumstellbarkeit einzelner Weichen nicht eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Arbeitskräfte oder eine bessere Diensttheilung für die Stationsbeamten zur Folge haben würde. Sollte dies in größerem Umfange der Fall sein, so würden denn auch die behufs Hebung der Betriebssicherheit auf Hinderung des vorzeitigen Umstellens entfernt liegender Weichen und auf selbstthätige Feststellung des Vorhandenseins des Schlußzeichens gerichteten Bestrebungen gefördert werden.

*) Organ 1894, S. 139.

**) Organ 1892, S. 100.

Die Leistungsfähigkeit der gebräuchlichen Oberbauarten.

Von O. Schroeter, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector zu Cüstrin.

(Hierzu eine Zusammenstellung Taf. XXXXIII und Zeichnungen Fig. 1 bis 8 auf Taf. XXXXIV.)

1. Einleitung.

Der Baudirector der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Herr W. Ast*), hielt im Februar 1892 in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure zu Wien einen Vortrag über die Oberbaufrage mit besonderer Rücksicht auf die Erhöhung der Steifigkeit der Querschwellengleise. Dieser Vortrag ist recht geeignet, die in Kreise der Eisenbahn-Bau-, Betriebs- und Maschinen-Techniker herrschenden Ansichten über die Erfordernisse eines guten Oberbaues zu klären. Deshalb möge auch in Nachstehendem der Inhalt des Gesagten auszugsweise wiederholt und der gegebenen Anregung insofern entsprochen werden, als die Betrachtungen auf den Langschwellenoberbau ausgedehnt, durch eine Reihe neuer, die Steifigkeit und Tragfähigkeit betreffender Zusätze erweitert und durch eine Anzahl auf die Bauart sich beziehender Bemerkungen ergänzt werden sollen. Durch Besprechung der Tragfähigkeit, Steifigkeit und der von der Bauart der Lang- und Querschwellen-Gleise abhängigen dynamischen Wirkungen gelangen wir in einfachster Weise zur Kenntniss ihrer Leistungsfähigkeit. Durch Berechnung der Leistungsfähigkeit einer größeren Anzahl der gebräuchlichen Oberbauarten, wie es in der Tabelle über die Leistungsfähigkeit verschiedener Oberbauarten auf Taf. XXXXIII geschehen, und durch Vergleichung der Ergebnisse kommen wir alsdann zu den Mitteln, durch welche die Gleise am zweckmäßigsten verbessert werden können.

*) Organ 1893, S. 41 u. 206.

Die Frage nach der zweckmäßigsten Gestaltung des Gleises hat gegenwärtig eine um so höhere Bedeutung, als die Bestrebungen aller Betriebs-Techniker darauf gerichtet sind, den stetig zunehmenden Verkehr dadurch zu bewältigen, daß neben besonderen betriebstechnischen Maßnahmen vor allem die Betriebsmittel — Locomotiven und Wagen — stärker belastet und die Züge rascher gefahren werden. Die Folgen dieser Anordnungen sind im Allgemeinen weniger eine Gefährdung der Betriebssicherheit als vielmehr eine Erhöhung der Zugkraftkosten und der Unterhaltungskosten für Gleise und Betriebsmittel.

2. Einwirkungen des Rades auf das Gleise.

Um der gegenwärtig im Staatshaushalte stark betonten Forderung, für wenig Geld eine hohe Leistung zu erzielen, zu genügen, müssen zunächst die Beziehungen zwischen den Gleisen und den darüber rollenden Lasten bekannt sein. Als Leitfaden für eine gemeinsame Forschung des Bau- und Maschinen-Technikers wird eine durch Erfahrung und Versuch gestützte Theorie zu dienen haben, auf Grund deren weitere Versuche veranstaltet und neue Mafsregeln beurtheilt werden können. Mit der Vergrößerung der Radlasten wachsen die auf das Gleis einwirkenden statischen Kräfte im einfachen Verhältnisse, mit der Vergrößerung der Fahrgeschwindigkeit nehmen die dynamischen, d. h. die von den störenden Bewegungen der Fahrzeuge sowie die von den Unstetigkeiten und der Durchbiegung des Gestänges herrührenden Kräfte im quadratischen Verhält-

nisse zu. Beide Wirkungen ergeben eine Mittelkraft, deren GröÙe veränderlich ist, und deren Richtung mehr oder weniger vom Lothe abweicht, sodaß auf das Gleis nicht nur lothrechte, sondern auch Quer- und Längskräfte einwirken. Die Längs- und Querkkräfte sind bestimmend für die Verbindungen und Vorkehrungen, welche eine Längs- bzw. Querverschiebung verhüten sollen, die lothrechten Kräfte maßgebend für die Gestaltung der Hauptbestandtheile des Gleises, d. h. der Schienen, Schwellen und Bettung. Zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Oberbauarten müssen wir daher in erster Linie das Verhalten ihrer Hauptbestandtheile gegen die lothrechten Einwirkungen der Radlasten kennen. Die Quer- und Längskräfte, welche wesentlich kleiner und hauptsächlich dynamischen Ursprungs sind, kommen erst in zweiter Linie in Betracht. Die folgenden Untersuchungen sollen sich auf den Quer- und den Langschwellenoberbau erstrecken und zwar:

- A. auf Schiene und Bettung,
- B. auf Quer- und Langschwelle.

A. Einwirkung des Rades auf Schiene und Bettung.

a. Querschwellenoberbau.

Bei Darlegung der Beziehungen zwischen Rad und Gleis ist zu beachten:

1. daß eine unendlich lange ungetheilte Schiene vorausgesetzt wird,
2. daß der Grad der Nachgiebigkeit der Bettung und des Untergrundes mitbestimmend ist für das Maß der Senkung und Durchbiegung von Schwellen und Schienen,
3. daß das Schotterbett innerhalb bestimmter, von der Schotterart abhängiger Belastungsgrenzen eine elastische Unterlage bildet; die Zusammendrückung also zu dem darauf wirkenden Flächendrucke in geradem Verhältnisse steht und
4. daß nach Zimmermann bei einem durchlaufenden Träger mit nachgiebigen Stützen das größte Biegemoment im Querschnitte ihres Angriffspunktes dann hervorgerufen wird, wenn keine benachbarte Last ihren Einfluß auf diesen Querschnitt ausübt. Dieser Fall tritt ein, wenn das vorderste Locomotivrad seinen vollen Druck ausübt, während gleichzeitig das nachfolgende Rad (wie das häufig geschieht) augenblicklich entlastet ist. Nach Loewe ist für den Querschwellenoberbau
5. zu beachten, daß das Biegemoment einer Last sich nur auf etwa 2^m von ihrem Angriffspunkte bemerkbar macht.

Zu 3 möge noch bemerkt werden, dass die Bettungsziffer C — worunter derjenige Druck in kg/qcm zu verstehen ist, welcher eine Senkung um 1 cm hervorbringt — bei normalen Untergrundverhältnissen zu 3 bis 8 angenommen werden kann. Ist b die Schwellenbreite, l die halbe Schwellenlänge, D der Schwellensenkungsdruck d. h. diejenige Kraft, welche erforderlich ist, um die halbe Schwelle um 1 cm in die Bettung einzudrücken, so würde bei völliger Steifigkeit der Schwelle $D = C.b.l$ zu setzen sein. Hierbei ist voraus-

gesetzt, daß die Bettungsziffer C von der Schwellenbreite unabhängig ist. Diese Voraussetzung, welche nur für die in Wasser schwimmenden Schienenlager zutreffen würde, stimmt jedoch mit der Wirklichkeit um so weniger überein, je größer die Reibungsziffer des Bettungstoffes oder je besser dieser ist; denn mit der Vergrößerung der Reibungsziffer wächst auch die Untergrunddruckfläche, d. h. diejenige Fläche, auf welche sich der Schwellendruck in Höhe des Bahnplanums durch die Bettung überträgt. Gleiche Bettung und gleichbleibende Bettungsstärke vorausgesetzt, hängt die Zusammenpressbarkeit der Bettung auf die Längeneinheit (1 cm) der Schwelle von der GröÙe desjenigen Druckprismas ab, welches von der Schwellendruckfläche und der Untergrunddruckfläche begrenzt wird. Da die letztere immer gleich ist der Schwellendruckfläche, vermehrt um eine von der Schwellenbreite unabhängige GröÙe k (Fig. 1. Taf. XXXIV), deren Einfluß um so fühlbarer wird, je schmaler die Schwelle ist, so muß die Bettungsziffer C mit abnehmender Schwellenbreite zunehmen und umgekehrt mit zunehmender Schwellenbreite kleiner werden. Da indessen das Abhängigkeitsgesetz der Bettungsziffer C von der Schwellenbreite b und Bettungshöhe h bis jetzt unerforscht geblieben und der Einfluß der Schwellenbreite bei den an sich geringen Bettungsstärken nur ein mäßiger sein kann, so soll, wie üblich, die Bettungsziffer C als eine unveränderliche GröÙe in Rechnung gebracht werden. Eine größere Veränderlichkeit zeigt die Bettungsziffer bei den Oberbauten mit Einzelstützen (Steinwürfeln), von deren Besprechung indessen ihrer geringen Anwendung wegen im Nachstehenden Abstand genommen ist.

Da die Querschwelle elastische Formveränderungen erleidet, d. h. unter dem Schienensitze stärker einsinkt, als z. B. in der Schwellenmitte, so ist der Schwellensenkungsdruck D, wenn damit diejenige Kraft bezeichnet wird, welche erforderlich ist, um den Lastpunkt der halben Schwelle um 1 cm einzusenken, kleiner als $C.b.l$; es kann gesetzt werden

$$D = [n].C.b.l, \quad \dots \dots \dots (1)$$

wobei für die üblichen Oberbauarten und eine mittelmäßige Bettung die Steifigkeitsziffer

$$[n] = 0,8 \text{ bis } 0,9$$

gesetzt werden kann. Wie der Werth von [n] rechnerisch zu bestimmen ist, wird später noch angegeben werden. Das Produkt aus der Steifigkeitsziffer [n] in die wirkliche Schwellenlänge 2l, also $2[n].l$, kann als die wirksame oder ideelle Schwellenlänge, das Produkt aus der wirksamen Schwellenlänge $2[n].l$ in die Schwellenbreite, also $2[n].l.b$ als die wirksame Schwellenlagerfläche bezeichnet werden, so daß die Gleichung (1) in Worten lautet: Der Schwellensenkungsdruck ist gleich dem Produkte aus der halben wirksamen Schwellenlagerfläche in die Bettungsziffer.

Für den auf die Hälfte einer Querschwelle entfallenden Schienendruck, den sogenannten Stützendruck P, ergibt sich die Einsenkung

$$y = \frac{P}{D}. \quad \dots \dots \dots (2)$$

Druckveränderungen werden erzeugt:

- a) durch die störenden Triebwerktheile der Locomotive, sowie durch die von unrunder Bremsrädern hervorgebrachten hammerartigen Schläge,
- b) durch die in Folge der Biegsamkeit des Gleises und der Unvollkommenheit der Schienenstofsverbindung auf die rollenden Fahrzeuge ausgeübten Gegenwirkungen.

Die Druckveränderungen äufsern sich theils als Entlastung, theils aber auch als Mehrbelastung der Räder; letztere muß bei Berechnung der Inanspruchnahme des Oberbaues ganz und voll berücksichtigt werden. Für die Betriebssicherheit und die Weiterbildung von Gleis und Fahrzeugen erscheint daher die von Ast aufgestellte Forderung, jede Bahnverwaltung möge die dynamischen Wirkungen ihrer verschiedenen Locomotivarten bei den Grenzgeschwindigkeiten auf einem regelmäfsig liegenden Gleise erforschen, vollkommen gerechtfertigt. Ebenso bedarf es noch weiterer Erfahrungen und vor allem weiterer Versuche über die Gröfse der Einwirkungen von mit Bremsen versehenen Wagen- und Tenderrädern. Coüard und Flamache haben festgestellt, dafs die Wirkungen der Bremsräder jene der ruhenden Locomotivräder bis zum dreifachen übersteigen können. Bekannt ist auch, dafs dreiaxige Fahrzeuge mit grofsen frei überhängenden Theilen bei ungleich fest gelagerten Schwellen die Mittelachse fast mit dem Gesamtgewicht des Fahrzeugs belasten können. Durch die dynamischen Wirkungen wird nach Weber die Mehrbelastung einzelner Räder bis zu 100 % gesteigert; dieser Mehrbelastung steht allerdings immer eine Entlastung der benachbarten Räder gegenüber, welche nach Brière bis zu 77 % betragen kann. Die entlasteten Räder werden demnach nur noch einen ganz geringen Einfluß auf die unter dem mehrbelasteten Rade befindliche Schwelle ausüben. Da nun, wie bereits erwähnt, das grösste Biegemoment immer durch eine Einzellast erzeugt wird, so verfährt man, wie später auch noch nachgewiesen wird, bei der Bestimmung der aus gleichzeitiger statischer und dynamischer Wirkung folgenden grössten Stützendrücke und Biegemomente an und bezw. zwischen den Stofsschwellen des Querschwellenoberbaues — unsere gewöhnlichen Locomotiven mit aufsen liegenden Cylindern vorausgesetzt — hinreichend genau, wenn man diese für eine Einzellast G berechnet, welche für die Stofsschwellen gleich ist der doppelten und für die Biegemomente daselbst gleich ist der zweieinhalbfachen grössten Radlast, für unsere gegenwärtigen Verhältnisse also etwa 14 t bezw. 17,5 t beträgt.

Ein neuer Oberbau würde hiernach so zu entwerfen sein, dafs die Bettung unter den Stofsschwellen und diese selbst sofern sie von Eisen sind, im abgenutzten Zustande mindestens noch die doppelte, die Schienen zwischen den Stofsschwellen mindestens die zweieinhalbfache Radlast aushalten, ohne die Elastizitätsgrenze der Schienen, Schwellen und der Bettung zu überschreiten. Um jedoch das Verhalten eines neuen Querschwellen-Oberbaues gegenüber dem eines vorhandenen mehr oder weniger

erprobten Querschwellen-Oberbaues kennen zu lernen, oder um vorhandene Querschwellen-Oberbauarten untereinander zu vergleichen, genügt es schon, das statische Verhalten derselben gegen die Einwirkung einer Einzellast zu untersuchen, wobei indessen die auf Herabminderung der dynamischen Einwirkungen abzielenden Anordnungen — Vergrößerung der Druckflächen, Gestaltung und Befestigungsweise der Schienenenden u. a. m., nicht aufser Acht gelassen werden dürfen. Werden die zu vergleichenden Querschwellen-Oberbauarten, z. B. deutscher Oberbau mit breitfüßigen Schienen und englischer Stuhlschienen-Oberbau mit verschiedenartig gebauten Betriebsmitteln — ersterer mit aufsen cylindrischen, letzterer mit innencylindrischen Locomotiven — befahren, so muß außerdem eine Vergleichung der dynamischen Wirkungen dieser Fahrzeuge in Betracht gezogen werden. Dasselbe gilt, wie vorausgeschickt werden möge, auch von einem Vergleiche verschieden ausgebildeter Langschwellen-Oberbauten. Anders liegt die Sache bei einem Vergleiche von Quer- mit Langschwellen-Oberbauten; hier empfiehlt es sich, wie weiterhin besprochen wird, die Vergleichung ausserdem noch für eine Belastung durch drei gleichgroße Raddrücke von engstem Abstände durchzuführen.

Da erwiesener Mafsen die Untersuchung der Einwirkung einer Einzellast auf jeden Oberbau von allergrösster Bedeutung ist, so soll im Nachstehenden noch etwas näher darauf eingegangen werden. Kurze Entwicklungen können hierbei, soweit es sich um neue Ergebnisse handelt, nicht ganz umgangen werden.

Setzt man in Gleichung (6) für $y_1 = 1$ und für D seinen Werth aus Gleichung (1) ein, so ist

$$1 = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot \frac{G}{[n] l b C};$$

hieraus folgt, wenn man für G in diesem Falle D_q schreibt, als Gleissenkungsdruck, d. h. als Druck, welcher erforderlich ist, um das Querschwellengleis unter der Radlast um 1 cm zu senken,

$$D_q = \frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} \cdot [n] l b C.$$

Wenn man nun in vorstehender Gleichung für

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} [n] l = 2 L_q \quad \dots \quad (10)$$

schreibt und diese Länge in Anlehnung an eine von Zimmermann für den Langschwellen-Oberbau gewählte Bezeichnungswiese das Grundmafs des Querschwellen-Oberbaues nennt, so kann man

$$\frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} [n] l = 2 L_q \quad \dots \quad (11)$$

als die wirksame (ideelle) Stützlänge des Querschwellen-Oberbaues,

$$\frac{3\gamma + 2}{\gamma + 2} [n] l \cdot b = 2 L_q b \quad \dots \quad (12)$$

als die wirksame (ideelle) Stützfläche des Querschwellen-Oberbaues bezeichnen.

Unter Berücksichtigung der Gleichung (10) kann der Gleichung für den Gleissenkungsdruck folgende einfachere Form gegeben werden:

$$D_q = 2 L_q b \cdot C \quad \dots \quad (13)$$

d. h. der Gleissenkungsdruck wächst mit der wirklichen Stützfläche und der Bettungsziffer im einfachen Verhältnisse.

Aus (5) und (8) folgt:

$$P_1 \cdot M_m = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G \cdot \frac{8\gamma + 7}{8(2\gamma + 5)} Ga$$

$$= \frac{8\gamma^2 + 23\gamma + 14}{6(8\gamma^2 + 23\gamma + 14) + 14\gamma - 4} \cdot G^2 a$$

$$= \frac{G^2 \cdot a}{6 + x}, \text{ wobei } x = \frac{14\gamma - 4}{8\gamma^2 + 23\gamma + 14}.$$

Für $\gamma = \frac{2}{7}$ wird $x = 0$ und

$$x = \gamma = 1,86 \quad x = 0,26.$$

Da γ , wie aus Spalte 19 der Taf. XXXXIII zu ersehen ist, wohl nie kleiner als $2/7$ werden dürfte, andererseits aber x für $\gamma = 1,86$ seinen Größtwerth erreicht, wie aus $dx = 0$ folgt, so ergeben sich die praktischen Grenzwerte für das Product

$$P_1 \cdot M_m \text{ zu } \frac{G^2 a}{6} = 0,1667 G^2 a \text{ als grösster,}$$

$$\frac{G^2 a}{6 + 0,26} = 0,1598 G^2 a \text{ als kleinster Werth.}$$

Grösster und kleinster Werth liegen so nahe beisammen, daß das Product als Festwerth $\mathfrak{M}$ betrachtet und geschrieben werden kann:

$$\mathfrak{M} = P_1 \cdot M_m = \frac{G^2 a}{6} \quad \dots \quad (14)$$

Da dieses Product aus dem grössten Stützendrucke in das grösste Biegemoment einen Maßstab abgibt für die Anstrengung des Querswellen-Oberbaues, so möge es Anstrengungsproduct oder Anstrengungsmoment genannt werden. Das Anstrengungsmoment ist unabhängig von γ und wächst mit dem Raddrucke im quadratischen, mit dem Schwellenabstände im einfachen Verhältnisse.

Bezeichnet man für die Bettungswerte $C = 3$ und $C = 8$ die zugehörigen grössten Stützendrucke und grössten Biegemomente mit P_3, M_3 und P_8, M_8 , so ist in beiden Fällen nach Gleichung 14: $\frac{G^2 a}{6} = P_3 \cdot M_3 = P_8 \cdot M_8$.

Aus letzter Gleichung folgt:

$$P_3 : P_8 = M_8 : M_3, \quad \dots \quad (15)$$

d. h.: Bei einer Veränderung der Bettungsart (Bettungsziffer) müssen sich, praktisch gesprochen, die grössten Stützendrucke umgekehrt wie die grössten Biegemomente verhalten.

Eine Vergleichung der oben berechneten Schienensenkungen y_1 und y_m ergibt unter Berücksichtigung der in Spalte 19 der Tab. ausgerechneten Werthe für γ , daß die Schienensenkungen in der Feldmitte nur wenig von den Schienensenkungen über den Schwellen abweichen. Für $\gamma = 0,5$, welcher Werth von keiner der in der Taf. XXXXIII aufgeführten Oberbauarten unterschritten wird, beträgt die Abweichung $y_m - y_1$ nur 4%, d. h.: Die Durchbiegung der Schiene zwischen 2 Schwellen beträgt im ungünstigsten Falle höchstens $1/25$ der Schienensenkung über einer Schwelle.

Für $\gamma_{kl} = 0,5$ wird $y_{1gr} = 0,7 \frac{G}{D}$; für $G_{gr} = 14 \text{ t}$ und $D_{kl} = \text{rund } 7 \text{ t}$, gemäß lfd. Nr. 7 a Sp. 19 der Taf. XXXXIII, wird $y_{1gr} = 0,7 \cdot \frac{14}{7} = 1,4 \text{ cm}$, folglich $(y_m - y_1)_{gr} = \frac{14}{25} = 0,6 \text{ mm}$. Ohne einen großen Fehler zu begehen, kann daher $y_1 = y_m$ gesetzt werden.

Aus der Leistungszusammenstellung Taf. XXXXIII und den oben für die verschiedenen Werthe von γ berechneten Stützendrücken und Biegemomenten geht hervor, daß man für die in der Praxis vorkommenden Schwellenabstände von $a = 100 \text{ cm}$ bis 50 cm und die hierfür auftretenden Werthe von

$$\gamma = 0,5 \text{ bis } 12$$

als Grenzwerte annehmen kann

$$\text{für } P_1 = 0,74 G \text{ bis } 0,37 G$$

$$\text{und } M_m = 0,22 Ga \text{ bis } 0,44 Ga.$$

Bemerkt sei nur noch, wie Winkler das grösste Biegemoment zu $0,1888 Ga$ berechnete, Loewe aber bereits nachwies, daß dasselbe unter gewöhnlichen Umständen schon $0,3 Ga$, ausnahmsweise sogar $0,4 Ga$ betragen könne.

b. Langschwellen-Oberbau.

Die idealste Gestalt des Langschwellen-Oberbaues ist der Schwellenschienen-Oberbau, d. h. ein Oberbau, bei welchem Langschwelle und Schiene ein einziges Stück bilden; denn ein aus dem Ganzen hergestellter Balken trägt stets mehr als zwei übereinander liegende von gleichen Gesamtabmessungen und ermöglicht außerdem eine günstigere Stoffvertheilung. Den nachfolgenden Angaben und Entwicklungen ist deshalb auch eine unendlich lange elastisch gelagerte Schwellenschiene zu Grunde gelegt.

Versteht man unter E wiederum den Elasticitätsmodul, unter J das Trägheitsmoment, unter b die Breite der Schwellenschiene und unter C die Bettungsziffer, so ist das sogenannte Grundmaß

$$L_1 = \sqrt[4]{\frac{4 E \cdot J}{C \cdot b}} \quad \dots \quad (16)$$

Unter L_1 ist, wie Zimmermann zuerst hervorgehoben, die halbe Länge desjenigen starr gedachten schwellenartig aufliegenden Trägers zu verstehen, welcher in der Mitte durch eine Einzellast G belastet überall die gleiche Bettungspressung ausübt — oder welcher an beiden Enden frei aufliegend und in der Mitte wiederum belastet gedacht, dieselbe Spannung erleidet — wie ein unendlich langer, durchweg elastisch gelagerter Träger von gleicher Breite unter der Last G . Demzufolge können wir die Trägerlänge $2 L_1$ wiederum die wirksame Stützlänge und $2 L_1 \cdot b$ die wirksame Stützfläche des betreffenden Oberbaues nennen. Bezeichnet man mit p_0 die grösste Pressung, mit M_0 das grösste Biegemoment für den Raddruck G , so muß nach der Erklärung der letzten Gleichung

$$p_0 = \frac{G}{2 L_1 b} \quad \dots \quad (17a)$$

$$\text{und } M_0 = G \cdot \frac{L_1}{4} \text{ sein.} \quad \dots \quad (18a)$$

Aus der Erklärung von C folgt für die unter dem Rade auftretende grösste Einsenkung

$$y_0 = \frac{p_0}{C} = \frac{G}{2 L_1 b \cdot C} \quad \dots \quad (19a)$$

Führt man in diese Gleichungen statt L_1 seinen umgekehrten Werth $\frac{1}{L_1} = \alpha$ ein, so kann man, wie das gewöhnlich geschieht, auch schreiben:

$$p_0 = \frac{\alpha G}{2b}, \quad \dots \quad (17b)$$

$$M_0 = \frac{G}{4\alpha}, \quad \dots \quad (18b)$$

$$y_0 = \frac{\alpha G}{2Cb}, \quad \dots \quad (19b)$$

In Fig. 7 Taf. XXXXIV stellt die gestrichelte Linie die Einflußlinie für die Senkung — zugleich auch für die Pressung — die ausgezogene Linie die Einflußlinie für die Biegemomente dar. Die Abscissen werden in Einheiten des Grundmaßes, die als Ordinaten erscheinenden Senkungen bzw. Biegemomente in Theilen von y_0 bzw. M_0 gemessen. Die Senkungseinflußlinie stellt eine Wellenlinie dar mit rasch abnehmenden Werthen derart, daß die auf einander folgenden Senkungen und Abhebungen immer bis auf den rund 23. Theil der vorangehenden Abhebung bzw. Senkung sich verringern; von praktischer Bedeutung sind deshalb nur noch die an die Einsenkung unter der Last angrenzenden Abhebungen. Mit Hilfe dieser Einflußlinien kann man auch für zwei und mehr Lasten die Größe der Einsenkungen, Bettungspressungen und Momente bestimmen und so die Wirkungen der verschiedenartigen Fahrzeuge auf den Langschwellen-Oberbau hinsichtlich der statischen Wirkungen mit einander vergleichen. Zimmermann hat in seinem bahnbrechenden Werke über die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues die Berechnung für eine und mehrere Lasten durchgeführt. Aus dieser geht hervor, daß zur Berechnung der größten Biegemomente, wie schon erwähnt, eine Radlast ausreicht, während zur Berechnung der größten Einsenkungen und Pressungen 3 Lasten mit den in der Praxis vorkommenden kleinsten Abständen von 1,50 m bis 1,60 m vollauf genügen.

Setzt man in Gleichung (19a) die Senkung = 1, so erhält man an Stelle von G die Kraft D_0 , welche erforderlich ist, um die Schwellenschiene unter dem Lastpunkte um 1 cm einzusenken. Da Schwellensenkungs- und Schienensenkungsdruck beim Langschwellen-Oberbau gleichbedeutend sind, so kann man schreiben:

$$D_0 = (B_0 =) 2 L_1 b \cdot C \quad \dots \quad (20)$$

d. h., der Langschwellensenkungsdruck ist gleich dem Producte aus der wirksamen Stützfläche in die Bettungsziffer.

Unter lfd. Nr. 14a bis 16 und Spalte 20 und 21 der Leistungszusammenstellung, Taf. XXXXIII, sind für mehrere Langschwellen-Oberbauarten die wirksamen Stützflächen und Stützflächen ausgerechnet. In Spalte 22 ebendasselbst sind auch die Werthe für D_0 als Gleissenkungsdruck angegeben; Gleissenkungsdruck und Langschwellensenkungsdruck sind gleichbedeutende Bezeichnungen. Beim Querschwellen-Oberbau dagegen ist der Gleissenkungsdruck im Verhältnis von $3\gamma + 2 : \gamma + 2$ größer als der Querschwellensenkungsdruck wie eine Division von Gleichung (13) durch Gleichung 1 ergibt.

Das Anstrengungsmoment ergibt sich, da beim Langschwellen-Oberbau der Stützendruck gleich der Radlast ist,

$$\mathfrak{M}_0 = G M_0 = \frac{G^2 \cdot L}{4} \quad \dots \quad (21)$$

Das Anstrengungsmoment des Langschwellen-Oberbaues wächst also mit der Last im quadratischen, mit dem Grundmaße im einfachen Verhältnisse, ist demnach, da L von C abhängig, für jeden Langschwellen-Oberbau ein von der Bettungselasticität abhängiger Werth, während das Anstrengungsmoment des Querschwellen-Oberbaues einen Festwerth bildet.

B. Einwirkung des Rades auf Quer- und Langschwelle.

a. Querschwelle.

Die Querschwelle kann man ansehen als eine beiderseitig begrenzte Schwellenschiene, auf welche in dem unveränderlichen Abstände von $2r$ in gleichen Abständen von der Mitte zwei Lasten, die Stützendrucke vom Größtwerthe P_1 einwirken. Auf diese Weise hat Zimmermann als Bettungsdruck, Biegemoment und Senkung die nachstehenden den Gleichungen 17b bis 19b ähnelnden Ausdrücke gefunden:

$$p = \frac{\alpha \cdot P}{b} [\eta], \quad \dots \quad (22)$$

$$M = \frac{P}{2\alpha} [\mu], \quad \dots \quad (23)$$

$$y = \frac{\alpha \cdot P}{C \cdot b} [\eta], \quad \dots \quad (24)$$

Hierbei sind unter $[\eta]$ und $[\mu]$ von α und l abhängige Werthe zu verstehen, welche aus den von Zimmermann berechneten Tafeln für Schwellenmitte, Lastenangriffspunkt und Schwellenende zu entnehmen sind. In den Tafeln werden die gesuchten Größen p , M , y und die denselben entsprechenden Klammerwerthe für

die Schwellenmitte durch die Zeiger 0,

den Lastangriffspunkt durch die Zeiger r und q ,

das Schwellenende durch die Zeiger l und λ

unterschieden.

Für die Senkungen am Lastangriffspunkte kann alsdann nach Gleichung (24) geschrieben werden:

$$y_r = \frac{\alpha \cdot P}{C \cdot b} [\eta_q], \quad \dots \quad (25a)$$

Andrerseits folgt aus Gleichung 1 und 2:

$$y_r = \frac{P}{[n] \cdot C \cdot b \cdot l} \quad \dots \quad (25b)$$

Hieraus ergibt sich für die Berechnung der Steifigkeitsziffer

$$[n] = \frac{1}{\alpha \cdot l [\eta_q]}. \quad \dots \quad (26)$$

So sind die in Spalte 16, Taf. XXXXIII angegebenen Steifigkeitsziffern der verschiedenen eisernen und hölzernen Querschwellen berechnet worden.

b. Langschwelle.

Kommen statt der Schwellenschiene Schienen mit darunter liegenden Langschwellen zur Verwendung, so gelten für die Berechnung der Schwellensenkung, der Bettungspressung und der Schwellenbiegemomente gleichfalls die Gleichungen 16 bis 19b. Hierbei ist jedoch Folgendes zu beachten: Bezeichnet man das Elasticitätsmaß und das Trägheitsmoment der Schiene, so-

wie den auf sie entfallenden Bieugungsmomentenanteil durch den Zahlenzeiger 1, die entsprechenden Werthe der Langschwellen durch den Zeiger 2, so ist erstens in Gleichung 16 zu setzen:

$$EJ = E_1 J_1 + E_2 J_2 \quad . \quad . \quad . \quad (27a)$$

und falls

$$E = E_1 = E_2 : J = J_1 + J_2 \quad . \quad . \quad . \quad (27b)$$

Da zweitens für die Bieugungsmomentenanteile die Beziehung gilt:

$$M_1 : M_2 = E_1 J_1 : E_2 J_2 \quad . \quad . \quad . \quad (28a)$$

und falls $E_1 = E_2$:

$$M_1 : M_2 = J_1 : J_2 \quad . \quad . \quad . \quad (28b)$$

was in Worten heisst, daß die Bieugungsmomentenanteile von Schiene und Schwelle sich zu einander verhalten wie deren Trägheitsmomente, da ferner

$$M_0 = M_1 + M_2 \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

ist, so wird für Gleichung 18a und 19a

$$M_1 = \frac{E_1 J_1}{E J} M_0 \text{ und } M_2 = \frac{E_2 J_2}{E J} M_0 \quad . \quad . \quad . \quad (30a)$$

und falls $E_1 = E_2 = E$:

$$M_1 = \frac{J_1}{J_1 + J_2} M_0 \text{ und } M_2 = \frac{J_2}{J_1 + J_2} M_0 \quad (30b)$$

Der aus Gleichung 30b für M_2 zu berechnende Werth er giebt also die Bieugungsmomentengröße für die Langschwelle.

Bei der Bemessung der Langschwelle spielt die Querbiegung eine der Längsbiegung gegenüber nicht zu vernachlässigende Rolle. Für einen durch den Rand des Schienenfußes gelegten Längenschnitt der Langschwelle erhält man, wenn man sich aus der Schwelle einen Querstreifen von 1 cm Breite herausgeschnitten denkt, die Schwellenbreite mit b , die Schienenfußbreite mit b_1 und das Querbieugungsmoment mit M_3 bezeichnet, unter Annahme einer gleichmäßigen Druckvertheilung:

$$M_3 = \frac{1}{8} p_0 (b - b_1) \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

3. Die Tragfähigkeit.

Unter Tragfähigkeit eines Gleises ist der Widerstand zu verstehen, den dasselbe den Formveränderungen bewirkenden Kräften entgegensetzt; sie bedingt die Befahrungssicherheit, welche um so größer ist, je mehr die auftretenden größten Spannungen und Pressungen hinter den zulässigen Spannungen und Pressungen zurückbleiben, oder welche um so kleiner ist, je mehr die ersteren die letzteren überschreiten. Für die auf Biegung beanspruchten Theile, als Schiene und Schwelle, er giebt sich die Längs- bzw. Querspannung aus der Beziehung

$$\sigma = \frac{M}{J} e = \frac{M}{W}, \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

wobei σ die Spannung, e den Abstand der neutralen Achse von der am meisten gezogenen oder gedrückten Faser und $W = \frac{J}{e}$ das Widerstandsmoment bedeutet. Für die auf Druckfestigkeit beanspruchte elastische Bettung er giebt sich — wie schon aus Gleichung (19a) hervorgeht — die Pressung

$$p = C y \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

Hiernach sind berechnet:

für 1 Radlast von 7 t in Spalte 23 und 25 die Bettungspressungen p_1 und die Schienenlängsspannungen σ_1 der Quer- und Langschwellenbauten:

für mehrere Radlasten von 7 t in doppeltem Schwellenabstande die Bettungspressungen p_{gr} und die Schwellenlängsspannungen der Querschwellenbauten in Spalte 24 bzw. 27 und 28, und

für 3 Radlasten von 7 t mit dem praktisch kleinsten Radabstande von 1,50 m in Spalte 24 die Bettungspressungen p_{gr} der Langschwellen- und Schwellenschienen-Oberbauten.

Für die Tragfähigkeit des Gleises stellt Ast folgende Grundsätze auf:

1. Die zulässige Beanspruchung der auf Biegung beanspruchten Schienen und eisernen Schwellen soll unter Zugrundelegung der Ruhelasten und mit Rücksicht auf die schwer zu bestimmenden dynamischen Wirkungen höchstens $\frac{1}{3}$ der Spannung an der erhöhten (d. h. an der durch wiederholte und unter der Streckgrenze liegende Belastungen dieser nahe gebrachten) Elasticitätsgrenze (Proportionalitätsgrenze) betragen; letztere kann für Schwellenflußseisen mit 4000 bis 5000 kg/qcm Zugfestigkeit zu mindestens 2400 bis bzw. 3000 kg/qcm, für Schienenflußstahl (Thomasflußstahl) von 5000 bis 6500 kg/qcm Zugfestigkeit zu mindestens 3000 bis bzw. 4200 kg/qcm angenommen werden. Gegen Bruch durch die Ruhelasten sollte hier nach etwa fünffache Sicherheit vorhanden sein.
2. Bei Bestimmung der Abmessungen für Schwelle und Schiene ist Rücksicht zu nehmen auf die Schwächungen des Querschnittes durch Löcher u. s. w., sowie auf die Abnutzung durch den Betrieb und die Witterungs-Einflüsse, zumal mit abnehmendem Gleiswiderstande die dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge sich vergrößern.

Inwieweit diesen Anforderungen von den bestehenden Oberbauarten entsprochen wird, lehrt ein Blick auf die Spalten 25, 27 und 28 der Leistungsübersicht, Taf. XXXXIII. Die eisernen Schwellen würden hiernach ohne Ausnahme zu schwach erscheinen, während von den breitfußigen Schienen nur die neueren 41 bis 52 kg/m schweren Schienen den Anforderungen entsprechen würden. Die größten dynamischen Wirkungen treten bekanntlich am Schienenstöße auf. Für den Oberbau unter lfd. Nr. 7a bis 7f beträgt nun für die Stoßschwellenentfernung von 50 cm (Nr. 7f, C = 8, Spalte 23, 24, 25 und 28) die Schwellenbeanspruchung bei einer Einzellast

$$1480 \frac{1,27}{1,57} = 1197 = \text{rund } 1200 \text{ kg/qcm,}$$

gleich der Hälfte der Beanspruchung an der Elasticitätsgrenze für Schwellenflußseisen (2400 kg/qcm) oder gleich nahezu der Hälfte der Beanspruchung an der Proportionalitätsgrenze für Schwellenflußseisen (etwa 2700 kg/qcm), während die Schienen spannung 1000 kg/qcm für C = 3 überschreitet. Hierbei werden unseres Wissens bleibende Formänderungen der Schwelle nicht und bleibende Verbiegungen der Schiene nur dann beobachtet, wenn letztere z. B. in kurzen Längen verlegt, mit in der Anlage verschlissenen leichten Laschen und vor allem mit schlecht gestopften Stoßschwellen versehen sind, die Voraussetzungen der Rechnung also überhaupt nicht zutreffen. Da nun eine schlechte Unterstopfung der Stoßschwellen auf die Schienenbiegung einen größeren und verderblicheren Einfluß ausübt,

als auf die Biegung der Stofsschwellen und der diesen benachbarten Mittelschwellen — bei welchen außerdem eine bleibende Verbiegung am Schienensitze für eine richtig bemessene Schwellenlänge von etwa 2,70 m auf die Schienenneigung und die Gleis Spurweite von praktisch belanglosem Einflusse ist — so erscheint es durchaus angemessen, für die Schienen die zulässige Beanspruchung der der Schwellen gegenüber herabzusetzen. Unseres Erachtens dürften daher die obigen Forderungen im Hinblick auf die in den Spalten 25 und 28 für die Oberbauarten 7a bis 7f berechneten Spannungen besser wie folgt lauten:

Die zulässige Beanspruchung der auf Biegung angestregten eisernen Schwellen und Schienen soll unter Zugrundelegung einer Einzellast so bemessen werden, daß die Stofsschwellen eines auswechselungsbedürftigen Oberbaues bis höchstens zu $\frac{1}{2}$, die Schienenenden im abgenutzten Zustande bis höchstens zu $\frac{2}{5}$ der erhöhten Elasticitätsgrenze beansprucht werden.

Unter der Voraussetzung, daß die Mittelschwellenentfernung das $1\frac{1}{2}$ fache der Stofsschwellenentfernung beträgt und die Stofsschwellen dieselben Abmessungen wie die Mittelschwellen zeigen, kann die Forderung mit Rücksicht darauf, daß die Berechnung meist für die Mittelschwellenentfernung durchgeführt wird, und die statischen Spannungen hierfür höher sind, auch wie folgt ausgedrückt werden.

Die zulässige Beanspruchung der auf Biegung angestregten eisernen Mittelschwellen und Schienen soll unter Zugrundelegung einer Einzellast so bemessen werden, daß die abgenutzten Schwellen und Schienen eines auswechselungsbedürftigen Oberbaues bis höchstens zu $\frac{2}{3}$ bzw. $\frac{1}{2}$ der erhöhten Elasticitätsgrenze beansprucht werden.

Die genauen Elasticitätsgrenzen der verschiedenen Bettungstoffe sind uns leider nicht bekannt, die Ermittlung derselben muss daher den Bahn-Verwaltungen dringend empfohlen werden. Wird die Grenze der Bettungselasticität überschritten, so ist eine häufige Regelung der Gleise die nothwendige Folge. Umgekehrt kann aus dem Umstande, dass bei festem Untergrunde stark befahrene Gleise lange Zeit nicht gestopft zu werden brauchen, und daß der Bettungskörper unter der Schwelle nicht fest zusammengebacken ist, auf eine über dem auftretenden Bettungsdrucke liegende Elasticitätsgrenze des Bettungstoffes geschlossen werden. Nach Engesser kann als zulässig angenommen werden für $C = 3$ und 8 : $p = 1,5$ bzw. 3 kg/qcm.

Für den Stuhlschienenoberbau der Midlandbahn, lfd. Nr. 1, ergibt sich unter Zugrundelegung einer Einzellast gleich dem daselbst vorkommenden größten Locomotivraddrucke von 8750 kg und eines Bettungswerthes von $C = 3$ (gewöhnliche Kiesbettung) aus den Gleichungen 1 bis 6 und 33 unter den Mittelschwellen bei einer Entfernung von 91 cm ein Bettungsdruck von 1,425 kg/qcm, unter den Stofsschwellen bei der üblichen Entfernung von 66 cm ein Bettungsdruck von 1,16 kg/qcm. Rechnet man nun für die Vergrößerung des Bettungsdruckes durch die dynamischen Einwirkungen der Locomotiven mit Innencylindern nur 31 % und

für die Stofsschwellen doppelt so viel, so erhält man in beiden Fällen einen Bettungsdruck von 1,85 kg/qcm. Da nun erfahrungsgemäß der fragliche Stuhlschienenoberbau mit gewöhnlicher Kiesbettung nur ganz geringe Stopfkosten erfordert, so kann gefolgert werden, daß die Elasticitätsgrenze für $C = 3$ höher als 1,5, zu etwa 1,85 angenommen werden kann. Zur näherungsweisen Bestimmung der Elasticitätsgrenze für $C = 8$ (etwa Steinschlag auf festem Untergrund) möge Folgendes angeführt werden:

Herr Heindl äußerte sich im vorigen Jahre zu Frankfurt a. M. dem Verfasser gegenüber, daß die Steinschlagbettung bei Anwendung von 12 Heindl'schen Schwellen auf 9 m nach angestellten Beobachtungen ihre Elasticität bewahre und sich nicht zur Steinschwelle ausbilde. Nach den auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn mit dem Heindl'schen Oberbau gemachten günstigen Erfahrungen kann die Richtigkeit dieser Äußerung wohl kaum bezweifelt werden. Unter Zugrundelegung einer Einzellast gleich dem auf der genannten Bahn vorkommenden größten Locomotivraddrucke von 7500 kg berechnet sich für $C = 8$ (etwa Schlägelschotter auf festem Untergrunde) der Bettungsdruck unter den Mittelschwellen bei 80 cm Abstand zu 1,74 kg/qcm, unter den Stofsschwellen bei 50 cm Abstand zu 1,35 kg/qcm. Für die Vergrößerung des Bettungsdruckes durch die dynamischen Wirkungen, der unruhiger fahrenden Locomotiven mit Aufsencylindern darf man wohl, wie ein Vergleich der auftretenden Schwellenlängsspannungen, Spalte 27 und 28, mit der Elasticitätsgrenze des Flußeisens ergibt, bei den Mittelschwellen zu höchstens 55 % annehmen, während anderseits, wie schon erwähnt, für die Stofsschwellen 100 % angenommen werden kann. In beiden Fällen ergibt sich der Bettungsdruck zu 2,70 kg/qcm. Bei 2,7 kg/qcm dürfte demnach die Elasticitätsgrenze ziemlich erreicht sein. Da nun $\sqrt{3} = 1,73$ und $\sqrt{8} = 2,83$ ist, so dürfte der zulässige Druck der verschiedenartigen Bettungswerthe — so lange wenigstens genauere Versuche und eine hinreichende Anzahl von Beobachtungen und Berechnungen hierüber noch fehlen — gesetzt werden:

$$p_z = \sqrt{C}, \quad \dots \dots \dots (34)$$

d. h. die zulässige Bettungspressung kann für die gewöhnlichen Bettungsarten gleich der Quadratwurzel des vorhandenen Bettungswerthes gesetzt werden.

Um einen ungefähren Anhalt über die Größe der durch den Schienenstoß verursachten dynamischen Wirkungen zu erhalten, braucht man nur den Bettungsdruck für die Stofsschwellenentfernung mit dem Bettungsdrucke für die Mittelschwellenentfernung zu vergleichen, welcher durch eine Einzellast erzeugt wird. Es darf nun wohl angenommen werden, daß einer Mittelschwellenentfernung von 80 cm für den eisernen Oberbau unter lfd. Nr. 7 d der Taf. XXXXIII mit Steinschlagbettung (C etwa $= 8$) eine Stofsschwellenentfernung von 50 cm, vergl. lfd. Nr. 7 f in Taf. XXXXIII, entspricht, und daß einer Mittelschwellenentfernung von 88,5 cm für den hölzernen Querschwellen-Oberbau unter lfd. Nr. 11 a, Taf. XXXXIII, mit Kiesbettung eine Stofsschwellenentfernung von 56 cm, vergl. lfd.

Nr. 11 c in Taf. XXXXIII, genügt unter der Annahme, daß die Stofsschwellen auf die Dauer ihrer Liegezeit nicht mehr Stopfarbeiten erfordern, als die Mittelschwellen. Die Summe der durch eine Einzellast verursachten statischen und dynamischen Wirkungen einerseits an den Mittel- und andererseits an den Stofsschwellen können dann als zu den in Spalte 23, Taf. XXXXIII, angegebenen Bodenpressungen für eine Last im umgekehrten Verhältnisse stehend angesehen werden. Die am Stofse auftretenden Kräfte betragen demnach

$$\frac{100 \cdot 1,76}{1,27} - 100 = 38 \% \\ \text{bzw. } \frac{100 \cdot 1,05}{0,82} - 100 = 28 \%,$$

im Mittel also 33 % mehr als über den Mittelschwellen. Nimmt man nun, wie oben schon berechnet, die GröÙe der dynamischen Wirkung am Schienenstofse zu 100 %, der statischen Wirkung einer Einzellast an, so berechnet sich die der dynamischen Wirkungen über den Mittelschwellen zu

$$\frac{100 + 100}{1,33} - 100 = 50 \%.$$

Um an den Stofs- und Mittelschwellen gleichen Bettungsdruck zu bekommen, mußte oben für die Mittelschwellen des mit Innencylindern betriebenen Midland-Stuhlschienen-Oberbaues 31 %, für die Mittelschwellen des mit Außencylindern betriebenen Fußschienen-Oberbaues 55 % angenommen werden, woraus mit einiger Wahrscheinlichkeit gefolgert werden dürfte, daß sich die dynamischen Wirkungen dieser Oberbauarten wie 31:55 verhalten. Bei den Mittelschwellen des Midland-Oberbaues dürfte demnach die dynamische Wirkung $50 \cdot \frac{31}{55} = 28 \%$ betragen, während an den Stofsschwellen desselben Oberbaues, wie oben schon erwähnt, die dynamische Wirkung doppelt so groß sein, also 56 % betragen würde. Hiernach dürfte man wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit als richtig behaupten:

Die dynamischen Wirkungen des durch Locomotiven mit Innencylindern betriebenen Stuhlschienen-Oberbaues der Midlandbahn betragen an den Mittelschwellen bis 28, an den Stofsschwellen bis 56 % der statischen Wirkung einer Einzellast, und sind etwa halb so groß, wie die des durch Locomotiven mit Außencylindern betriebenen Fußschienen-Oberbaues mit 50 bzw. 100 %.

Hierbei sei bemerkt, daß die GröÙe der dynamischen Wirkungen abhängt:

1. von der Bauart der Betriebsmittel,
2. von der GröÙe der Einsenkung,
3. von der Art der Schienenstofsverbindung und Schienenbefestigung und
4. vom Alter des Fahrzeuges und des Oberbaues.

Da nun der Hilfsche Oberbau lfd. Nr. 14a und 14b der Taf. XXXXIII mit Stofsquerschwellen dem eisernen Querschwellen-Oberbau, lfd. Nr. 6a, 6b, 7c, 7d in Taf. XXXXIII, in dieser Beziehung nur wenig nachstehen dürfte, so kann hieraus geschlossen werden, daß die dynamischen Wirkungen des Hilfschen Langschwellen-Oberbaues nicht kleiner werden, als beim Heindl'schen und preussischen Querschwellen-Oberbau. Ander-

seits muß eine Verbesserung der Schienenstofsverbindungen, wie bei lfd. Nr. 9, 15 und 16 in Taf. XXXXIII, eine Verminderung der dynamischen Wirkungen zur Folge haben. Es muß jedoch bemerkt werden, daß für den Langschwellen-Oberbau die dynamischen Wirkungen nicht in Hundertsteln der statischen Wirkung einer größten Einzellast ausgedrückt werden dürfen, da die Vergrößerung des Bettungsdruckes durch 3 größte Lasten gegenüber dem Drucke durch eine Last nicht wie beim Querschwellen-Oberbau, ihrer für die Mittelschwellen meist geringen GröÙe wegen, als Bestandtheil der dynamischen Wirkung aufgefaßt werden kann, vergl. Spalte 23 und 24 für lfd. Nr. 10 bis 13 und 14 bis 16, Taf. XXXXIII.

In Spalte 23 und 24 sind die Pressungen p_1 bzw. p_{gr} für diejenigen Oberbauarten, bei denen $1,5 p_1$ bzw. $1,25 p_{gr}$ die Elasticitätsgrenze $\sqrt{C}$ überschreitet, als zu hoch rund eingeklammert. Die entsprechenden rechteckig eingeklammerten Werthe für lfd. Nr. 7f und 11c, Taf. XXXXIII, müssen hierbei von einer Vergleichung mit anderen Oberbauarten ausgeschlossen werden, weil die Stofsschwellenentfernung nicht gleich $\frac{2}{3}$ der Mittelschwellenentfernung ist.

Nach dieser uns nothwendig erscheinenden Abschweifung über die ungefähre GröÙe der zulässigen Beanspruchungen und der dynamischen Einwirkungen wollen wir wieder zu den die Tragfähigkeit bestimmenden Hauptursachen, der Bettungspressung und der Schienenlängsspannung, zurückkehren. Für den Schwellenschienen- (Langschwellen-) Oberbau ergibt sich das Product S aus der Bettungspressung in die Schienenlängsspannung nach Gleichung 17b, 18b und 32 zu:

$$S = p_0 \sigma_0 = \frac{z G}{2b} \cdot \frac{G}{4z \cdot W} = \frac{G^2}{8b W}; \dots (35)$$

dasselbe giebt einen Maßstab für die beim Langschwellenoberbau auftretenden Spannungen ab und möge als Spannungsproduct oder Spannungsmoment bezeichnet werden. Das Spannungsmoment wächst mit der Radlast im quadratischen, mit der Schwellenbreite und dem Widerstandsmomente im einfachen umgekehrten Verhältnisse. Aus der Unabhängigkeit des Spannungsmomentes von der Bettungselasticität, der Bettungsziffer C folgt, daß die Bettungspressungen bei einer Veränderung der Bettungsziffer C sich umgekehrt wie die Längsspannungen verhalten müssen, z. B.

$$p_3 : p_8 = \sigma_8 : \sigma_3, \dots (36)$$

wobei die Zahlenzeiger 3 und 8 den Werth der Bettungsziffer ausdrücken, denn alsdann ist:

$$S = p_3 \sigma_3 = p_8 \sigma_8 = \frac{G^2}{8b W}.$$

Das Spannungsmoment kann, da es über die Hauptursachen der Tragfähigkeit Aufschluß ertheilt und für jeder Langschwellen-Oberbau — ebenso wie das Anstrengungsmoment für den Querschwellen-Oberbau — eine unveränderliche GröÙe ist, zur Vergleichung der Tragfähigkeit verschiedener Langschwellen-Oberbauarten dienen, sofern die Elasticitätsgrenzen des in Betracht kommenden Schienen- und Bettungstoffes nicht überschritten werden. Für die Langschwellen-Oberbauten von Hilf, Schröter und Haarmann unter lfd. Nr. 14a, 15 und 16, Taf. XXXXIII, welche hinsichtlich ihrer Form als Type n für den

zweitheiligen Langschwellen-Oberbau, sowie für den aus der Schwellen- bzw. Schienenform abgeleiteten Schwellenschienen-Oberbau gelten können, ergeben sich z. B. die in Spalte 26 aufgeführten Spannungsmomente zu bezw. 1998, 1022 und 612 kg²/cm⁴.

Für den Querschwellen-Oberbau ergibt sich das Spannungsmoment unter Beachtung der Gleichungen 25b, 32 und 33 zu

$$S = p_1 \cdot \sigma_m = \frac{P_r M_m}{[n] b l W} = \frac{\mathfrak{M}}{[n] b l W}, \quad \dots (37)$$

d. h.: Das Spannungsmoment des Querschwellen-Oberbaues steht zum Angriffsmomente in gradem, zur halben wirksamen Schwellenlagerfläche und zum Schienenwiderstandsmomente in umgekehrtem Verhältnisse.

Da die wirksame Schwellenlagerfläche von dem Schwellensteifigkeitswerthe $[n]$ — vergl. Gleichung 26 —, und dieser wiederum von der Bettungsziffer C abhängig ist, so hat das beim Langschwellen-Oberbau gefundene Spannungsgesetz (36) für den Querschwellen-Oberbau keine Gültigkeit; für letzteren steht vielmehr das Spannungsmoment zur Schwellensteifigkeitsziffer in umgekehrtem Verhältnisse, d. h.

$$S_3 : S_8 = [n]_3 : [n]_8, \quad \dots (38)$$

wobei die Zahlenzeiger die zugehörigen Bettungswerthe angeben. Hieraus folgt, daß

$$S_3 \cdot [n]_3 = S_8 \cdot [n]_8, \quad \dots (39)$$

für jeden Querschwellen-Oberbau ein unveränderlicher Werth ist; derselbe kann, wenn man sich ihn durch $[n] = 1$ dividirt denkt, als unterster Grenzwert des Spannungsmomentes aufgefaßt werden. Nur nebenbei sei bemerkt, daß S_{kl} bei der Berechnung von Oberbauarten mit Einzelstützen (Steinwürfeln), bei denen $[n] = 1$ gesetzt werden kann, von Wichtigkeit ist.

Will man nun verschiedene Querschwellen-Oberbauarten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit unter einander vergleichen, so braucht man nur die Spannungsmomente derselben für dieselbe Bettungsziffer zu berechnen, vergl. Spalte 26, Taf. XXXXIII. Ungeeignet sind die Spannungsmomente zu einem unmittelbaren Vergleiche der Tragfähigkeiten von Quer- und Langschwellen-Oberbauten, weil beim Langschwellen-Oberbau eine Vermehrung der Radlasten viel ungünstiger auf die Größe der Bettungspressung einwirkt als beim Querschwellen-Oberbau; man vergleiche zu diesem Zwecke die Spalten 23 und 24, Taf. XXXXIII. Für eine derartige Vergleichung müssen die Spannungsproducte $p_{gr} \cdot \sigma_1$ ausgerechnet werden.

Eine z. Zt. viel umstrittene Frage ist die, ob es bei Vergrößerung des Raddruckes und der Fahrgeschwindigkeit zweckmäßiger ist, die erforderliche Stärke des Oberbaues durch eine Vermehrung der Schwellen oder durch eine Verstärkung der Schienen zu erreichen. Eine diesbezügliche Untersuchung muß sich auf die Steifigkeit — von der an dieser Stelle zunächst abgesehen werden soll — und auf die Tragfähigkeit erstrecken. Eine Vergrößerung der Radlasten erzeugt eine stärkere Beanspruchung; dieser kann man begegnen durch eine Verstärkung der Schienen oder durch eine Vermehrung der Schwellen. Die Vergrößerung der Fahrgeschwindigkeit erzeugt größere dynamische Wirkungen, welche, wie bereits besprochen,

besonders stark am Schienenstosse auftreten. Die Geschwindigkeitsvergrößerung verlangt deshalb neben einer Vergrößerung der wirksamen Stützfläche vor allem eine Stoßverstärkung. Letztere läßt sich erreichen durch eine Verbesserung der Bettung am Stosse, Vergrößerung der Stoßschwellenlagerfläche und durch eine Verstärkung der an Kopf und Fuhs möglichst breit-anliegenden Laschen, die bis auf Schwellenunterkante hinabreichen dürfen behufs Verringerung des von beiden Schienenenden unter einer Radlast entstehenden Knickwinkels, sowie durch eine dauernd gute Einspannung der Schienenenden zur Vermeidung des Nickens derselben. Zu der kostspieligeren Schienenverstärkung wird man sich zweckmäßig erst entschließen, wenn die voraufgeführten Mittel für sich nicht ausreichen.

Um zunächst die Frage zu entscheiden, ob für den Fall einer Raddruckvergrößerung zur Erreichung einer bestimmten Tragfähigkeit eine Schwellenvermehrung oder eine Schienenverstärkung angezeigt ist, ist es am einfachsten, für beide Fälle die Spannungsmomente und Gleisgewichte oder Gleiskosten zu berechnen und miteinander zu vergleichen. Unter bestimmten Voraussetzungen läßt sich diese Frage auch allgemein behandeln. Nennt man den Querschwellenabstand für die stärkere Schiene A , den kleineren für die schwächere Schiene a , das Widerstandsmoment für die stärkere Schiene W , für die schwächere w , so müssen zur Erreichung gleicher Tragfähigkeit die Spannungsmomente beider Oberbauarten einander gleich sein, d. h.

$$\frac{G^2}{6[n] b l} \cdot \frac{A}{W} = \frac{G^2}{6[n] b l} \cdot \frac{a}{w}.$$

Hieraus folgt:

$$A : a = W : w, \quad \dots (40)$$

d. h.: Bei Querschwellen-Oberbauten von gleichen Spannungsmomenten, gleichartigen Schwellen und verschiedenartigen Schienen verhalten sich die Schwellenabstände zu einander wie die Schienenwiderstandsmomente.

Setzt man das Schwellengewicht für 1^m Schiene für den Schwellenabstand a gleich T , für den Schwellenabstand A gleich t , so besteht, wie ohne Weiteres ersichtlich, die Beziehung:

$$A : a = T : t, \quad \dots (41)$$

d. h.: Die schienenmetrischen Schwellengewichte zweier sich nur durch die Schwellenzahl unterscheidender gleichartiger Oberbauten verhalten sich zu einander umgekehrt wie die Schwellenabstände.

Bezeichnet man mit h die Schienenhöhe der schwächern Schiene, mit H die der stärkern von ähnlichem Querschnitte und entsprechend mit q und Q die Schienenquerschnittsflächen, r und R die metrischen Schienengewichte, w und W die Widerstandsmomente, i und J die Trägheitsmomente und setzt das Verhältnis

$$\frac{H}{h} = f, \quad \dots (42)$$

so drückt f^2 das Flächenverhältnis, und da das metrische Schienengewicht der Querschnittsfläche entspricht, auch das Verhältnis der metrischen Schienengewichte, ferner f^3 das Verhältnis der Widerstandsmomente und f^4 das Verhältnis der

Trägheitsmomente aus. Für mathematisch ähnliche Schienen-Querschnitte gilt folglich die Beziehung:

$$\frac{H}{h} : \frac{Q}{q} \text{ oder } \frac{R}{r} : \frac{W}{w} : \frac{J}{i} = f : f^2 : f^3 : f^4. \quad (43)$$

Aus den Gleichungen 40, 41 und 43 folgt:

$$\frac{T}{t} = f^3 \text{ und } \frac{R}{r} = f^2.$$

Da nun $f > 1$, so muß $f^3 > f^2$ oder

$$\frac{T}{t} > \frac{R}{r} \quad \dots \quad (44a)$$

sein, d. h.: Zur Erreichung gleicher Spannungsmomente muß bei ähnlichen Schienenquerschnitten das Verhältnis der schienenmetrischen Schwellengewichte größer sein als das metrische Schienengewichtsverhältnis.

Aus Gleichung 44a folgt:

$$\frac{T}{t} - 1 > \frac{R}{r} - 1,$$

$$\text{folglich} \quad \left(\frac{T}{t} - 1 \right) 100 > \left(\frac{R}{r} - 1 \right) 100, \quad (44b)$$

d. h.: Zur Erreichung gleicher Spannungsmomente (oder gleicher Tragfähigkeit) muß die in Hundertsteilen ausgedrückte Zunahme des schienenmetrischen Schwellengewichtes stärker sein als die des metrischen Schienengewichtes.

Aus Vorstehendem folgt, daß, sofern die Gewichtszunahmen in beiden Fällen die gleichen werden sollen, das schienenmetrische Schwellengewicht des zu verstärkenden Oberbaues kleiner sein muß, als das metrische Schienengewicht. Es ist nun einerseits die Schwellengewichtszunahme ausgedrückt durch $T - t$, andererseits die Schienengewichtszunahme durch $R - r$. Sollen in beiden Fällen die Gewichtszunahmen dieselben sein, so muß

$$\begin{aligned} T - t &= R - r, \text{ oder} \\ t f^3 - t &= r f^2 - r, \text{ oder} \\ t(f^3 - 1) &= r(f^2 - 1), \text{ oder} \\ t &= \frac{f^2 - 1}{f^3 - 1} \cdot r \text{ sein.} \end{aligned} \quad (45a)$$

Hieraus geht hervor, daß behufs Vermehrung der Tragfähigkeit eine Schwellenvermehrung am Platze ist, wenn

$$t < \frac{f^2 - 1}{f^3 - 1} r, \quad \dots \quad (45b)$$

während andererseits eine Schienenverstärkung angezeigt ist, sobald

$$t > \frac{f^2 - 1}{f^3 - 1} r. \quad \dots \quad (45c)$$

Dabei ist vorausgesetzt, daß

1. Schienen und Schwellen gleich hoch im Gewichtspreise stehen,
2. die Gewichtsmenge des Kleiseisenzeuges in beiden Fällen dieselbe ist und
3. die Schienenquerschnitte ähnlich sind.

Ein Vergleich der beiden Oberbauarten Nr. 7e und 8a, Taf. XXXXIII, hinsichtlich des Gewichtes und der Spannungsmomente ergibt, daß der schwerere Oberbau 8a, Taf. XXXXIII, mit schweren Schienen bei seinem Mehrgewichte von 3% für $C = 8$ ein um 2% geringeres Spannungsmoment, d. h. eine

um etwas höhere Tragfähigkeit besitzt. Praktisch gesprochen ist es daher in dem vorliegenden Falle mit Bezug auf die Tragfähigkeit gleichgültig, ob die Schwellenzahl bei entsprechender Verringerung des Stofsschwellenabstandes von 11 auf 13 erhöht oder die Schiene entsprechend verstärkt wird. Günstiger würde sich die Tragfähigkeit für lfd. Nr. 8a, Taf. XXXXIII, stellen, wenn die Schiene dieses Oberbaues bei gleichbleibendem Gewichte im Querschnitte der des Oberbaues 7e, Taf. XXXXIII, vollkommen ähnlich wäre.

Eine andere Frage, welche bei Vergrößerung der Radlasten auftritt, ist: In welchem Verhältnisse müssen die Hauptabmessungen des Oberbaues, das Gewicht, das Widerstandsmoment und das Trägheitsmoment der Schiene, das Grundmaß, die Schienenlängsspannung und der Bettungsdruck sich ändern, wenn bei einer Radlastvergrößerung das Spannungsmoment dasselbe bleiben soll?

Wenn die Spannungsmomente zweier im Querschnitt ähnlicher Schwellenschienen, von denen die eine den Raddruck g , die andere den größeren Raddruck G aushalten muß, genau gleich groß werden sollen, so muß, wenn mit b und B die Breiten, mit w und W die Widerstandsmomente der entsprechenden Schwellenschienen bezeichnet werden, nach Gleichung 35: $\frac{g^2}{8b \cdot w} = \frac{G^2}{8B \cdot W}$ sein, und da $B = bf$ und $W = wf^3$, so ist $\frac{g^2}{8b \cdot w} = \frac{G^2}{8b \cdot w \cdot f^4}$ folglich:

$$f^4 = \frac{G^2}{g^2}, \quad \dots \quad (46a)$$

$$f^2 = \frac{G}{g}, \quad \dots \quad (46b)$$

$$f = \frac{\sqrt{G}}{\sqrt{g}}, \quad \dots \quad (46c)$$

$$\text{und } f^3 = \left(\sqrt{\frac{G}{g}} \right)^3, \quad \dots \quad (46d)$$

d. h. unter Bezugnahme auf Gleichung 43:

Bei gleicher Tragfähigkeit zweier verschieden belasteter Schwellenschienen- (Langschwellen-) Oberbauten von ähnlichem Querschnitte verhalten sich:

1. die Trägheitsmomente wie die Quadrate der Raddrücke,
2. die metrischen Schienengewichte wie die Raddrücke,
3. die Schienenabmessungen wie die Quadratwurzeln aus den Raddrücken und
4. die Widerstandsmomente wie die dritten Potenzen der Quadratwurzeln aus den Raddrücken.

Bezeichnet man ferner das Grundmaß, die Schienenlängsspannung und den Bettungsdruck für die in Betracht kommenden Oberbauten verschiedener Belastung G und G' und gleicher Spannungsmomente mit L , σ und p bzw. mit L' , σ' und p' , so erhält man:

$$L = \frac{1}{\sigma} = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{Cb}} \text{ und } L' = \frac{1}{\sigma'} = \sqrt[4]{\frac{4EJ'}{Cb'}}$$

$$p = Cy = \frac{z \cdot G}{2b} \text{ und } p' = Cy' = \frac{z' \cdot G'}{2b'},$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{G}{4z \cdot W} \text{ und } \sigma' = \frac{M'}{W'} = \frac{G'}{4z' \cdot W'}.$$

Schreibt man in den zweiten Gleichungen für $b' = bf$, $G' = Gf^2$, $W' = Wf^3$ und $J' = Jf^4$, so ergibt sich:

$$L':L = \sqrt[4]{f^3}:1, \quad . \quad . \quad . \quad (47a)$$

$$p':p = \sqrt[4]{f}:1, \quad . \quad . \quad . \quad (47b)$$

$$\sigma':\sigma = 1:\sqrt[4]{f}, \quad . \quad . \quad . \quad (47c)$$

d. h.: Setzt man für zwei verschieden belastete Schwellenschienen-(Langschwellen-) Oberbauten von ähnlichen Querschnitten und gleichen Spannungsmomenten das Verhältniß der Quadratwurzeln aus den Radlasten, also $\sqrt{\frac{G'}{G}} = f$, so erhält man für den verstärkten Oberbau:

1. das Grundmaß L' , wenn man das Grundmaß L mit $\sqrt[4]{f^3}$ multiplicirt,
2. die Bettungspressung p' , wenn man die Bettungspressung p mit der $\sqrt[4]{f}$ multiplicirt, und
3. die Schienenlängsspannung σ' , wenn man die Spannung σ mit $\sqrt[4]{f}$ dividirt.

Das Spannungsmoment für den Langschwellen-Oberbau war nach Gleichung 35:

$$S_1 = \frac{G^2}{8bW},$$

für den Querschwellen-Oberbau nach Gleichung 37:

$$S_q = \frac{P_1 \cdot M_m}{[n]blW} = \frac{G^2}{6bW} \cdot \frac{a}{[n]l} = \frac{G^2}{8bW} \cdot \left(\frac{a}{0,75[n]l} \right).$$

Letzteres unterscheidet sich von dem erstern nur durch den Faktor

$$\frac{a}{0,75 \cdot [n] \cdot l}.$$

Bleibt dieser, d. h. bleiben Abstand, Länge und Steifigkeit der Querschwellen unverändert, während das Schienenwiderstandsmoment und die Schwellenbreite sich nach geradem Verhältnisse ändern, so gelten die Gleichungen 46a—d und 47a—c auch für den Querschwellen-Oberbau. Obgleich sich nun $[n]$, wie aus den Gleichungen 26, 16 und $L = \frac{1}{z}$ hervorgeht, mit dem Trägheitsmomente und vor allem mit der Schwellenbreite ändert, so sind die Aenderungen in den praktischen Fällen thatsächlich nur gering. Man vergleiche in dieser Beziehung die Schwellensteifigkeitsziffern der 20 und 25 cm breiten Holzschwellen des Oberbaues, lfd. Nr. 2a u. 2c, Taf. XXXXIII. Für die 7,5 cm hohe und 23,2 cm breite eiserne Schwelle 51a, vgl. lfd. Nr. 7c, Taf. XXXXIII, beträgt die Steifigkeitsziffer für $C = 3$ und 8 bezw. 0,860 und 0,726, während für die gleichhohe, aber 28 cm breite Weichenschwelle gleicher Länge die Steifigkeitsziffern 0,862 bezw. 0,729 betragen.

Die Gleichungen 46 und 47 gelten daher mit hinreichender Genauigkeit sowohl für den Lang- als auch für den Querschwellen-Oberbau, sobald bei einer Radlastvergrößerung, gleichbleibender Schwellenlänge und unverändertem Schwellen-

abstande die Schienenabmessungen und die Schwellenbreite sich in dem Verhältnisse $f = \sqrt{\frac{G'}{G}}$ ändern.

Handelt es sich z. B. darum, die Hauptbahnlocomotiven, deren Raddruck 7 t beträgt, über eine Nebenbahn zu führen, deren Oberbau nur für einen größten Raddruck von 5 t berechnet ist, so muß derselbe, ähnliche Schienenquerschnitte und Schwellenbreiten vorausgesetzt, derart verstärkt werden, daß

1. die Schienenabmessungen und die Schwellenbreite das

$$\sqrt{\frac{7}{5}} = 1,18 \text{ fache,}$$

2. das metrische Schienengewicht das $1,18^2 = 1,4$ fache,
3. das Schienenwiderstandsmoment das $1,18^3 = 1,65$ fache,
4. das Schienenträgheitsmoment das $1,18^4 = 1,96$ fache,
5. das Grundmaß das $\sqrt[4]{1,18^3} = 1,13$ fache,
6. die Bettungspressung das $\sqrt[4]{1,18} = 1,04$ fache und
7. die Schienenlängsspannung das $\frac{1}{\sqrt[4]{1,18}} = 0,96$ fache der

entsprechenden Größen des vorhandenen Oberbaues betragen.

Bei Beurtheilung der Tragfähigkeit eines Schwellenschienen-Oberbaues kommen in Betracht die größte Schienenlängsspannung σ_1 und die größte Bettungspressung p_{gr} . Will man zwei Schwellenschienenarten hinsichtlich der Tragfähigkeit mit einander vergleichen, so müssen diese beiden Spannungsarten der einen mit denen der andern verglichen werden. Einfacher kann der Vergleich mehrerer Schwellenschienenarten betreffs ihrer Tragfähigkeit gestaltet werden, sobald die Spannungen derselben sich innerhalb der zulässigen Grenzen befinden. Man braucht sich alsdann nur zu vergegenwärtigen, daß in diesem Falle die Tragfähigkeit durch den umgekehrten Werth der mittleren Proportionalen der beiden Größtspannungen ausgedrückt werden kann. Wird mit $\mathfrak{T}_1$ die Tragfähigkeit und mit t_1 die mittlere Proportionale aus Bodenpressung und Schienenspannung bezeichnet, so ist demnach

$$\mathfrak{T}_1 = \frac{1}{t_1} = \frac{1}{\sqrt{p_{gr} \cdot \sigma_1}}, \quad . \quad . \quad . \quad (48a)$$

denn aus der Verhältnisleichung

$$p_{gr} \cdot t_1 = t_1 \cdot \sigma_1$$

$$t_1 = \sqrt{p_{gr} \cdot \sigma_1}.$$

ergiebt sich:

Die Gleichung (48a) gilt auch für Vergleichung von Langschwellen-Oberbauten, sobald man unter σ_1 die absolut größte Spannung zwischen Schienen- und Schwellenlängsspannung versteht. In der Regel wird auch die Schienenspannung σ_1 größer als die Schwellenspannung σ_2 sein.

Bei Vergleichung von Querschwellen-Oberbauten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit kommt außer der größten Bodenpressung und der größten Schienenspannung auch noch die größte Schwellenlängsspannung in Betracht. Eine Vereinfachung für die Vergleichung läßt sich nur vornehmen, sobald die drei fraglichen Spannungen innerhalb der zulässigen Grenzen liegen und die Schwellen von gleichem Stoffe hergestellt sind. Als dann müßte jedoch der mittlere Spannungswerth

$$t_q = \sqrt[3]{p_{gr} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2} \quad . \quad . \quad . \quad (48b)$$

gesetzt werden, wobei unter σ_2 die größte Schwellenspannung verstanden wird, welche, wie aus den Spalten 27 und 28 der Taf. XXXXIII ersichtlich, der Regel nach unter dem Schienensitze auftritt.

Die höchste Schwellenspannung der unter lfd. Nr. 1–13 in Taf. XXXXIII ausgeführten Querschwellen-Oberbauten beträgt für hölzerne Mittelschwellen 82,8 kg/qcm, für eiserne Mittelschwellen 1863 kg/qcm, vergl. lfd. Nr. 3 und 7b in Spalte 28 der Taf. XXXXIII. Für die fraglichen Schwellenholzarten kann die Elastizitätsgrenze zu 160 bis 250 kg/qcm, für das Schwellenflusseisen die erhöhte Proportionalitätsgrenze zu etwa 2700 kg/qcm angenommen werden. Nimmt man in Uebereinstimmung mit der bisherigen Entwicklung die Erhöhung der Mittelschwellenspannung durch die dynamische Wirkung zu 50 % der Wirkung einer Einzellast an, so wird bei Holzschwellen die Elastizitätsgrenze erst überschritten werden, wenn sich das Holz in seiner Beschaffenheit wesentlich verschlechtert hat, während beim Oberbau lfd. Nr. 7b der Taf. XXXXIII für $C = 8$ die Proportionalitätsgrenze etwas überschritten sein dürfte. Die betreffende Spannungszahl in Spalte 28 daselbst ist deshalb auch rund eingeklammert worden. Für alle übrigen eisernen Querschwellen sind die berechneten Spannungen als zulässig zu erachten. Da es nun bei jeder Querschwellen weniger auf die Spannung als vielmehr auf die wirksame Lagerfläche ankommt, welche bei der Steifigkeit eine Hauptrolle spielt, so ist es für die Beurtheilung der Tragfähigkeit von Querschwellen-Oberbauten vollkommen ausreichend, wenn man

$$t_q = \sqrt{p_{gr} \cdot \sigma_1} \text{ setzt.}$$

Alsdann ist auch nicht nur eine Vergleichung von hölzernen und eisernen Querschwellen, sondern auch von Quer- und Langschwellen-Oberbauten möglich, so daß allgemein geschrieben werden kann:

$$\mathfrak{T} = \frac{1}{t} = \frac{1}{\sqrt{p_{gr} \cdot \sigma_1}} \quad \dots \quad (48c)$$

Berechnet man nun in dieser Weise für sämtliche Oberbauten die Tragfähigkeit und setzt, um eine einfache Vergleichung zu ermöglichen, an Stelle des für lfd. Nr. 1 in Taf. XXXXIII und $C = 3$ berechneten Tragfähigkeitswerthes die Einheit, dividirt ferner die sämtlichen für $C = 3$ und 8 der lfd. Nr. 1 bis 16 daselbst gefundenen Tragfähigkeitswerthe durch den Tragfähigkeitswerth von lfd. Nr. 1 in Taf. XXXXIII für $C = 3$, so erhält man die in Spalte 29 der Taf. XXXXIII aufgeführten, zur Vergleichung sehr geeigneten Tragfähigkeitsziffern; von diesen sind diejenigen rund eingeklammert, bei denen in Folge einer Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze Formänderungen der Bettungen oder des Gestänges zu befürchten sind.

Der Einfluß einer Vergrößerung der Fahrgeschwindigkeit läßt sich rechnerisch nicht genau feststellen. Nehmen wir an, daß

1. wie bei der Berechnung der zulässigen Inanspruchnahme durch eine ruhende Einzellast angegeben, die dynamische Wirkung bei der bis vor wenigen Jahren üblichen größten Fahrgeschwindigkeit von 75 km/St. für die Mittelschwellen eines auswechslungsbedürftigen Oberbaues 50 %, für die

Stoßschwellen desselben 100 % der Wirkung einer ruhenden Einzellast betrage, und daß

2. wie aus der Lehre vom Stöße hervorgeht, die dynamischen Wirkungen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunehmen,

so könnte man die Stützendrücke P_1 an der Mittel- und der Stoßschwelle wie folgt berechnen:

Bei 75 km Fahrgeschwindigkeit hat man für G zu setzen in Gleichung 5 für die Mittelschwellen: 7 t (Ruhelast) + 3,5 t (= 50 % dynamische Wirkung) = 10,5 t, für die Stoßschwellen: 7 t + 7 t (= 100 % dynamische Wirkung) = 14 t. Demzufolge hat man z. B. für 90 km Fahrgeschwindigkeit für G zu setzen in Gleichung 5:

$$7 + \left(\frac{90}{75}\right)^2 \cdot 3,5 = \text{rund } 12 \text{ t,}$$

$$\text{bezw. } 7 + \left(\frac{90}{75}\right)^2 \cdot 7 = \text{rund } 17 \text{ t.}$$

Bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit von 75 auf 90 km/St. würde demnach der aus statischer und dynamischer Wirkung hervorgehende Stützendruck und mit ihm die Bettungspressung im Verhältnisse von 12:10,5 oder von 8:7, bezw. von 17:14, ebenso das Biegemoment und mit ihm die Längsspannungen im Verhältnisse von 17:14 zunehmen.

Wollte man nun ohne weiteres das Oberbaugestänge den vergrößerten Einwirkungen entsprechend verstärken, so würde der Oberbau jedenfalls hinreichend widerstandsfähig werden, da mit der Verstärkung der Schienen und Vermehrung oder Verbreiterung der Schwellen, sowie mit der Verbesserung der Stoßverbindung die Steifigkeit vergrößert und die dynamischen Wirkungen verringert werden. Auf welche Art und Weise aber die dynamischen Wirkungen am zweckmäßigsten vermindert werden, soll im nächsten Abschnitte näher besprochen werden.

4. Die Steifigkeit.

Die Steifigkeit ist der Widerstand gegen die auf Einsenkung und Verdrückung wirkenden Kräfte und wird durch die Größe der Senkungen und Verdrückungen gemessen; von ihr hängen ab die Unterhaltungs- und die Zugkraftkosten, sowie die Ruhe der Fahrt. Für den Querschwellen-Oberbau berechnet sich die Steifigkeit nach den die beiden Grenzfälle darstellenden Belastungsweisen, Fig. 3 und 4 der Taf. XXXXIV. Für eine unveränderliche fortschreitende Last ergeben sich nachstehende Folgerungen:

1. Die Schwellen werden bei fester Verbindung mit den Schienen in lothrecht schwingende Bewegungen versetzt; ihre Senkung erreicht den größten Werth, wenn sich die Last genau über der Schwelle befindet.
2. Die Schiene wird in eine fortschreitende wellenförmige Bewegung versetzt; die Senkung erreicht ihre größten Werthe genau unter der angreifenden Last.
3. Die größte Biegung tritt immer in der Mitte zwischen 2 Schwellen auf.
4. So lange die Widerstandsfähigkeit unverändert bleibt, beschreibt das Rad eine Bahn, welche unterhalb der

Ruhelage der Schiene von dieser unveränderlichen Abstand hat; das Fahrzeug wird hierbei nicht in Schwingungen versetzt.

Die Voraussetzung einer unveränderlich wirkenden Radlast trifft jedoch bei den Locomotiven nicht zu wegen der zuckenden, schlingernden und wankenden Bewegungen. Zur Vermeidung des Zuckens und Schlingerns, also der störenden Bewegungen in wagrechtem Sinne, sind an den Rädern Gegengewichte angebracht, welche anderseits das Wanken, die störende Bewegung in lothrechtem Sinne, und die daraus hervorgehenden Druckveränderungen der Räder vermehren. In Fig. 8 der Taf. XXXXIV ist die Senkungsänderung des Oberbaues der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn mit 39 kg/m schweren Schienen und 2,75^m langen Schwellen bei unveränderlichem Raddrucke von 7000 kg punktiert und bei dem um $\pm 50\%$ veränderlichen Raddrucke einer Lastzug-Locomotive mit 1,3^m Durchmesser für die Bettungsziffer $C=3$ gestrichelt zur Darstellung gebracht. Diese Abbildung veranschaulicht, wie ganz anders sich das Fahrzeug mit wechselndem Raddrucke bewegt, als ein solches mit unveränderlicher Belastung. Dieses Auf- und Absteigen des Fahrzeuges vermindert die Zugkraft der Locomotive und verursacht neue dynamische Wirkungen auf das Gleis. Die unausbleiblichen Folgen sind grössere Zugkraftkosten und grössere Unterhaltungskosten für Betriebsmittel und Bahn.

Zur Herabminderung der dynamischen Wirkung muß der Oberbau gleichmäßig und hinreichend steif ausgebildet sein; letzteres ist der Fall, wenn er

1. gleichmäßige Unterstopfung vorausgesetzt, bei gleichbleibender Last überall gleiche Senkung erleidet,
2. bei wechselnder Last weder einen die zulässigen Grenzen überschreitenden Bettungsdruck, noch zu hohe, die Proportionalitätsgrenze überschreitende Spannungen zeigt.

Die erste Forderung bezieht sich in erster Linie auf die Einrichtung der Schienenstofsverbindung. Eine Verbesserung derselben und eine Verminderung ihres ungünstigen Einflusses läßt sich unseres Erachtens erreichen:

1. durch Vergrößerung der Schienenlänge bis auf's Doppelte der gegenwärtig üblichen,
2. durch kräftige Laschen, welche bis zur Schwellenunterkante hinabreichen dürfen, und deren vereinigtes Trägheitsmoment zur Erzielung eines möglichst kleinen Stofsknickwinkels wesentlich größer als das der Schiene sein darf,
3. durch eine mittels nachstellbarer Theile jederzeit erreichbare Einspannung der Schienenenden gegen die Laschen,
4. durch Einführung des schrägen oder des Blatt-Stofses an Stelle des stumpfen mit Rücksicht auf die großen Stofslücken längerer Schienen,
5. durch eine Verbreiterung des Kopfes bis zur halben Schienenhöhe und durch eine Verringerung der Fußbreite bis auf dreiviertel der Schienenhöhe, wodurch den Schienen eine größere Härte, mindestens 65 kg/qcm Zugfestigkeit statt der jetzt vorgeschriebenen Mindest-Zugfestigkeit von 50 und 55 kg/qcm gegeben werden kann; bei größerer Zugfestigkeit wird, wie die Stuhlschienen Englands be-

weisen, das Breitschlagen der Schienenenden verringert und dadurch das Befahren dauernd sanft gemacht.

Sind alle diese Forderungen erfüllt, so kann man die dynamischen Wirkungen weiter ermäßigen durch Anstreben eines möglichst überall gleichen, mäßig großen Schwellenabstandes. Zur Begründung dieser Forderung sei Nachstehendes angeführt:

- a) Wenn die Stofsschwellen näher an einander liegen, als die Mittelschwellen, so werden bei einer kräftigen Stofsverbindung mit Blattstofs oder Schrägstofs und Sicherung der Einspannung an den Schienenenden jene weniger einsinken als diese. Das Rad beschreibt alsdann eine Bahn, die im allgemeinen zwar der unbelasteten Schiene entsprechend verläuft (Fig. 8, Taf. XXXXIV); am Schienenstofse jedoch — einen gleichmäßig gestopften Oberbau vorausgesetzt — einen Buckel zeigt, der neue dynamische Kräfte hervorruft und Zugkraftverluste verursacht.
- b) Es ist jedenfalls richtiger, die dynamischen Wirkungen des Schienenstofses durch die unter 2—5 vorausgeführten Mafsregeln zu verkleinern, als den Widerstand gegen dieselben lediglich durch eine engere Stofsschwellenlage zu vergrößern, zumal mit wachsender Abnutzung der Schienen und Laschen in ihren Berührungsflächen die dynamischen Kräfte gewaltig zunehmen.
- c) Die eine Stofsmilderung bedingende Federung oder Durchbiegung der auf zwei mehr oder weniger festen Stützpunkten gelagerten Schienenverbindung nimmt mit dem Schwellenabstande zu, so daß mit der Vergrößerung des Stofsschwellenabstandes in gewisser Beziehung auch eine Abschwächung des auf die Schwellen wirkenden Radstofses erreicht wird, wie das auch ein Vergleich des allgemein eingeführten schwebenden Stofses mit dem von ihm verdrängten ruhenden Stofse ergibt, sofern man letzteren als schwebenden Stofs mit zwei an einander gerückten Schwellen auffaßt.
- d) Es kommt noch hinzu, daß die Stofsschwellenentfernung des bequemen Stopfens halber jetzt schon selten unter 60 cm genommen wird und die mit einer Vermehrung der Schwellen angestellten Versuche wegen der geringeren Unterhaltungskosten eine Verminderung des Mittelschwellenabstandes auf 75 cm gerechtfertigt erscheinen lassen.

So lange jedoch die z. Zt. übliche stumpfe Stofsverbindung beibehalten wird und demzufolge an einem kleinen, das Stopfen grade noch ermöglichenden Stofsschwellenabstande festgehalten werden muß, darf der Uebergang zu dem Mittelschwellenabstande niemals plötzlich, sondern nur allmähig erfolgen. Wird z. B. beim stumpfen Schienenstofse die Stofsschwellenentfernung 50—60 cm und die Mittelschwellenentfernung zweckmäßig 75 bis 90 cm gemacht, so ist es vortheilhaft, zwischen dem Stofs- und dem Mittelschwellenabstande noch einen Uebergangsschwellenabstand von 62,5 bis bezw. 75 cm anzunehmen. Für einen Oberbau mit dauernd einspannbarem Schrägstofse oder mit Rüppel'schem Blattstofse kann der Stofsschwellenabstand unseres Erachtens anstatt zu $\frac{2}{3}$ unbedenklich zu mindestens $\frac{3}{4}$ bzw. $\frac{4}{5}$ des Mittelschwellenabstandes unter Beibehaltung eines Uebergangsschwellenabstandes angenommen werden.

Zur Beurtheilung der Steifigkeit eines Oberbaues dienen:

- a) die Schwellensteifigkeitsziffer $[n]$, vergl. Gleichung 26 und Spalte 16 der Taf. XXXXIII,
- b) der Schwellensenkungsdruck D , vergl. Gleichung 1 und 20 und Spalte 18 der Taf. XXXXIII,
- c) der Schienensenkungsdruck B , vergl. Gleichung 3 und Spalte 17 der Taf. XXXXIII,
- d) die wirksame Stütz- oder Auflagerlänge $2L$ (doppeltes Grundmaß) vergl. Gleichung 11 und 16, sowie Spalte 20 der Taf. XXXXIII,
- e) die wirksame Stütz- oder Auflagerfläche $2Lb$, vergl. Gleichung 12 und Spalte 21 der Taf. XXXXIII,
- f) der Gleissenkungsdruck $2LbC$, vergl. Gleichung 13 und Spalte 22 der Taf. XXXXIII,
- g) die größte Bettungspressung p_{gr} , vergl. Spalte 24 der Taf. XXXXIII und endlich
- h) die größte Einsenkung y_{gr} .

a) Die Schwellensteifigkeitsziffer.

Die Schwellensteifigkeitsziffer $[n]$ kann als Steifigkeitsmaß benutzt werden, sobald es sich um eine Vergleichung von Querschwellenoberbauten handelt, bei denen die Schienen, die Auflagerfläche und der Abstand der Schwellen gleich, die Querschnittsform, die Höhe oder der Stoff der Schwellen jedoch verschieden sind.

Spalte 16 in Taf. XXXXIII giebt die Steifigkeitswerthe $[n]$ für die Bettungswerthe $C = 3$ und 8 an. Man ersieht hieraus, daß

1. der Steifigkeitswerth der Querschwellen mit zunehmendem Bettungswerthe abnimmt,
2. $[n]$ für die üblichen Holzschnellen im Mittel zu etwa $0,9$, für die üblichen Eisenschnellen im Mittel zu etwa $0,8$ angenommen werden kann,
3. somit durch eine weitere Vergrößerung der Schwellenhöhe und des damit wachsenden Trägheitsmomentes nicht viel gewonnen werden kann.

Durch eine Einschnürung der eisernen Querschwellen in der Mitte nach Art der Post'schen Querschwellen kann zwar der Steifigkeitswerth $[n]$ erhöht und dem der hölzernen Querschwelle gleich gemacht werden; ein praktischer Gewinn ist indessen hiermit nicht verbunden, weil andererseits die Einschnürung eine Verminderung der Auflagerfläche zur Folge hat.

Neunt man T_q das schienenmetrische Schwellengewicht, b die Schwellenbreite, $2l$ die wirkliche Schwellenlänge, so ist $2[n]l$ die wirksame Schwellenlänge, $2bl$ die wirkliche Schwellen-Auflagerfläche, $2[n]bl$ die wirksame Schwellen-Auflagerfläche und

$$\frac{T_q}{2[n]bl} = \tau_q \dots \dots \dots (49)$$

das auf die Einheit der wirksamen Auflagerfläche entfallende Schwellengewicht oder das Steifigkeitsgewicht der Schwelle. Je kleiner das letztere ist, desto vortheilhafter wird im allgemeinen die Ausnutzung der Schwellen hinsichtlich der Steifigkeit sein. Auf diese Weise berechnet sich z. B. das Steifigkeitsgewicht für die Schwellen, lfd. Nr. 3, 10 b, 6 a und 7 b, Taf. XXXXIII, zu bezw. $9,43$, $11,76$, $12,96$ und $11,76$ gr/qcm,

wenn man für $[n]$ den Mittelwerth aus $C = 3$ und $C = 8$ einsetzt. Das Ergebnis lehrt, daß zur Erreichung gleicher Steifigkeit bei Verwendung halbrunder belgischer Schwellen rund 20% weniger Material gebraucht wird, als bei Verwendung rechteckiger preussischer Schwellen, ebenso daß bei Verwendung der preussischen Schwelle Nr. 51 rund 10% weniger Material gebraucht wird als bei Verwendung Heindl'scher Schwellen. Da die halbrunden Schwellen wesentlich billiger als die rechteckigen sind, so verdienen dieselben jedenfalls mehr Beachtung, als sie in Preußen z. Zt. finden.

b) Der Schwellensenkungsdruck.

Der Querschwellensenkungsdruck $D = [n] Cbl$, oder die die Schwelle um 1 cm niederdrückende Kraft, kann zwar nicht unmittelbar zur Bestimmung der Steifigkeit eines Oberbaues benutzt werden, läßt jedoch den Einfluß erkennen, den die Schwellensteifigkeit, die Auflagerfläche und die Bettungselasticität auf ihn und somit mittelbar auf die Steifigkeit des Querschwellen-Oberbaues ausüben.

Hiernach läßt sich eine Vergrößerung von D erreichen:

1. in geringem Grade durch die Vergrößerung der Schwellensteifigkeitsziffer $[n]$, wie schon gezeigt wurde,
2. in größerm, aber immerhin sehr beschränktem Maße durch die Vergrößerung der Auflagerflächen und
3. am wirksamsten und einfachsten durch eine Vergrößerung von C , z. B. durch Einbringen einer widerstandsfähigern Bettung.

Die Schwellensteifigkeitsziffer wird man zur Vermeidung von Vergeudung des theuren Schwellenstoffes zweckmäßiger Weise nicht stärker nehmen, als die Tragfähigkeit es bedingt. Erfahrungsgemäß reicht sowohl für Holz- als Eisenschnellen (vergl. lfd. Nr. 3 und 7 b in Taf. XXXXIII) eine mittlere Schwellensteifigkeitsziffer von $[n] = \frac{[n]_3 + [n]_8}{2} = 0,8$ vollkommen aus.

Die Schwellenlänge $2l$ muß, um Gleisspur und Schienenneigung zu erhalten, so bemessen sein, daß bei gleichmäßiger Unterstopfung und hinreichender Tragfähigkeit die Schwellenden nicht stärker einsinken, als die Schwellenmitte. Hiernach ergibt sich für die Vollspur als zweckmäßige Schwellenlänge etwa $2,70$ m. Für die Wahl der Schwellenbreite ist die Möglichkeit der gleichmäßigen Unterstopfung maßgebend; von Einfluß sind hierbei die Querschnittsgestaltung und die Art des Bettungsstoffes. So ist für die schwerer zu stopfende trogförmige eiserne Querschwelle, für welche Sand garnicht, Kies weniger gut geeignet ist als der schwieriger zu stopfende Schlägelschotter, die Breite im allgemeinen geringer zu bemessen, als für die leichter zu stopfende Holzschnelle.

Als empfehlenswerthe Breitenmaße dürften anzusehen sein für Holzschnellen $26-31$ cm, für Eisenschnellen $23-28$ cm. Würden z. B. die 230 cm langen und 23 cm breiten Eisenschnellen eines Oberbaues durch gleich steife 270 cm lange und 28 cm breite Schwellen ersetzt, so erhöht sich der Schwellensenkungsdruck auf das $\frac{135.28}{115.23} = 1,43$ fache. Damit ist praktisch aber auch schon die zulässig größte Schwellenaullagerfläche erreicht.

Der Langschwellensenkungsdruck war nach Gleichung 20:

$$D_0 = 2 L_1 \cdot b \cdot C.$$

Hiernach läßt sich eine Vergrößerung von D_0 erreichen:

1. in beschränktem Maße durch die Vergrößerung der Breite und des Grundmaßes L_1 ,
2. in wirksamster Weise durch Vergrößerung von C .

Mit Rücksicht auf die Ermöglichung einer guten Unterstopfung dürften größere Schwellenbreiten als 28–32 cm kaum noch zweckmäßig sein. Ebenso hat es keinen erheblichen Nutzen, die wirksame Stützlänge $2L_1$ größer als den bei den Betriebsmitteln vorkommenden kleinsten Radabstand zu machen. So beträgt z. B. bei dem Langschwellen-Oberbau lfd. Nr. 14 b der Taf. XXXXIII für $C = 8$ und 3 Radlasten von 7 t in 150 cm Abstand: $2L_1 = 154,4$ cm und $p_{gr} = 1,76$ kg/qcm und bei dem Schwellenschienen-Oberbau lfd. Nr. 16 in Taf. XXXXIII unter gleichen Voraussetzungen: $2L_1 = 206,8$ cm und p_{gr} immer noch 1,72 kg.

Während beim Querschwellen-Oberbau immerhin noch eine Verminderung des Bettungsdruckes oder der Einsenkung der Schwellen durch Vermehrung der letzteren möglich ist und der Querschwellen-Oberbau jeder beliebigen Radlastvergrößerung oder jeder Radabstandsverminderung und Bettungsart abgepaßt werden kann, ist der Langschwellen-Oberbau für große Rad drücke und kleine Radabstände wegen der Nutzlosigkeit einer übermäßigen Schwellenbreite und der Nutzlosigkeit einer den kleinsten Radabstand übersteigenden wirksamen Stützlänge weniger gut zu verwenden. Aus diesem Grunde ist der Langschwellen-Oberbau für Bahnen mit kleineren Rad drücken oder größeren Radabständen, also für Neben- und Kleinbahnen, mehr am Platze.

In wesentlich stärkerem Maße läßt sich der Schwellensenkungsdruck erhöhen durch Verbesserung der Bettung, da die Bettungsziffer C für gewöhnlich schon zwischen 3 und 8, in Wirklichkeit aber noch in weiteren Grenzen schwankt, so daß unter Umständen der Schwellensenkungsdruck auf's dreifache erhöht werden kann. Die Bettungsziffer C wächst mit der Druckwiderstandsfähigkeit des Untergrundes und der Bettung. Auf hartem Untergrunde ist bei Vorhandensein einer bis mindestens 20 cm unter Schwellenunterkante reichenden Bettung eine Erhöhung der Bettungsziffer nur möglich durch Verbesserung der Bettungsbeschaffenheit, indem man z. B. den Sand durch Kies, den Kies durch Steinschlag, den weichen Schlägelschotter durch harten ersetzt. Auf hartem Untergrunde bildet die Packlage meist nur einen billigeren Ersatz des theueren Steinschlages und ist zur Erzielung guter Entwässerung in der Regel als eine ungeordnet hingeworfene Steinschicht mit großen Zwischenräumen hergestellt. Auf weichem Untergrunde läßt sich die Bettungsziffer erhöhen durch Herstellung einer kunstgerecht gesetzten und ausgezwickten Packlage oder auch durch eine Verstärkung der Bettungsschicht. Letztere soll nach den technischen Vereinbarungen mindestens 20 cm stark sein und muß, wie Schubert nachgewiesen hat, je nach der Zusammen drückbarkeit des Untergrundes unter Umständen, z. B. bei quellig thonigem Boden, eine Stärke gleich dem lichten Schwellenabstande erhalten.

c) Der Schienensenkungsdruck.

Die Bedeutung des Schwellenabstandes hinsichtlich der Steifigkeit eines Oberbaues zeigt ferner der Ausdruck für den Schienensenkungsdruck:

$$B = \frac{6 E i}{A^3}, \quad \dots \dots \dots (50a)$$

worin das Trägheitsmoment mit i und der Schwellenabstand mit A bezeichnet ist. B ist derjenige Druck, welcher nöthig ist, um eine auf 3 Stützen ruhende Schiene von der Länge $2A$ um 1 cm in der Mitte durchzubiegen, d. h.:

Mit der Abnahme der Schwellenentfernung wächst der Werth von B im kubischen Verhältnisse, während mit dem Anwachsen von i dieser Werth lediglich im einfachen Verhältnisse zunimmt.

Da sich nach Gleichung 43 die Trägheitsmomente zweier ähnlicher Schienenquerschnitte wie die Quadrate der metrischen Schienengewichte verhalten, also $J:i = R^2:r^2$, so kann man für den durch stärkere Schienen verstärkten Oberbau setzen:

$$B_r = \frac{6 E i}{A^3} \cdot \frac{R^2}{r^2}, \quad \dots \dots \dots (50b)$$

d. h. der Schienensenkungsdruck wächst mit der Zunahme des metrischen Schienengewichtes im quadratischen Verhältnisse und nicht im einfachen, wie Herr Ast folgert.

Nach Gleichung 41 steht das Schwellengewicht auf 1 Meter Schiene zum Schwellenabstande in umgekehrtem Verhältnisse $A:a = T:t$ und $a^3 = \frac{t^3}{T^3} A^3$. Demzufolge kann die letzte Gleichung für einen durch kräftigere Schienen und durch engere Schwellenlage verstärkten Oberbau geschrieben werden:

$$B_{rt} = \frac{6 E i}{A^3} \cdot \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{T^3}{t^3}, \quad \dots \dots \dots (50c)$$

d. h.: Der die Steifigkeit eines Querschwellen oberbaues mit bedingende Schienensenkungsdruck wächst mit der Vermehrung des Schienengewichtes im quadratischen, mit der Vermehrung des Schwellengewichtes durch Vergrößerung der Schwellenzahl jedoch im kubischen Verhältnisse.

Um durch eine Schienenverstärkung dieselbe Steifigkeit zu erlangen wie durch eine Schwellenvermehrung muß, wie aus Gleichung 50c zu ersehen,

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \left(\frac{T}{t}\right)^3 \quad \dots \dots \dots (51)$$

sein, d. h.: Zur Erreichung gleicher Steifigkeit muß für ähnliche Schienenquerschnitte das metrische Schienengewichtsverhältnis $\left(\frac{R}{r}\right)$ größer sein, als das schienenmetrische Schwellengewichtsverhältnis $\left(\frac{T}{t}\right)$. Wenn nun $\frac{R}{r} > \frac{T}{t}$, so muß auch $\frac{R}{r} - 1 > \frac{T}{t} - 1$ und

$$\left(\frac{R}{r} - 1\right) \cdot 100 > \left(\frac{T}{t} - 1\right) \cdot 100 \quad (52)$$

sein, d. h.: Zur Erreichung gleicher Steifigkeit muß die verhältnismäßige Zunahme des metrischen Schienengewichtes größer sein, als die (in

Hundertsteln ausgedrückte) Zunahme des schienenmetrischen Schwellengewichts.

Die Gleichung 44b lehrt, daß zur Erhöhung der Tragfähigkeit im Allgemeinen eine Schienenverstärkung, die Gleichung 52, daß zur Erhöhung der Steifigkeit im Allgemeinen eine Schwellenvermehrung am Platze ist. Da die Stofsschwellen bei der gegenwärtig üblichen Stofsverlaschung mit Rücksicht auf die daselbst auftretenden dynamischen Wirkungen stets enger als die Mittelschwellen liegen müssen, und zwar etwa mit $\frac{2}{3}$ der Theilung, die Stofsschwellen aber bei 25 cm Breite und 15 cm Höhe des Stopfens wegen nicht enger als etwa 50 cm liegen können, so hat eine Verminderung des Schwellenabstandes unter 75 cm keinen großen Zweck, sofern mit der Verminderung des Schwellenabstandes nicht eine Stofverbesserung Hand in Hand geht.

d) Wirksame Stützlänge.

Das Grundmaß oder die halbe wirksame Stützlänge ist für den Querschwellenoberbau nach Gleichung 10:

$$L_q = \frac{3\gamma + 2}{2(\gamma + 2)} \cdot [n] \cdot l$$

und für den Langschwellenoberbau nach Gleichung 17:

$$L_1 = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{Cb}}$$

Die wirksame Stützlänge giebt einen Vergleichungsmaßstab für die Steifigkeit der Querschwellenoberbauten von gleichem C und gleicher Schwellenbreite ab; dieser Maßstab ist genau oder weniger genau, je nachdem $\gamma <$ oder $> 2,1$ ist. Für eine Vergleichung von Langschwellenoberbauten unter sich oder von Quer- mit Langschwellenoberbauten ist jedoch das sogenannte Grundmaß nicht zu gebrauchen, weil, wie schon ein Blick auf die Spalten 23 u. 24 in Taf. XXXXIII zeigt, beim Langschwellenoberbau das doppelte Grundmaß niemals gleich oder größer als der kleinste Radabstand werden darf und die Vermehrung der Radlasten einen verhältnismäßig stärkeren Einfluß auf die Bettung ausübt, als beim Querschwellenoberbau.

e) Wirksame Stützfläche.

Besser als die wirksame Stützlänge, jedoch mit denselben Beschränkungen für C, γ und L_1 wie unter d, ist die wirksame Stützfläche zur Vergleichung der Steifigkeit verschiedener Quer- oder Langschwellenoberbauarten unter sich zu gebrauchen, da in dem Ausdrucke für dieselbe, in 2 Lb, auch den verschiedenen Schwellenbreiten Rechnung getragen wird.

Vorausgesetzt wird, daß die in Vergleich gezogenen Schwellen gleich fest gestopft sind; hierbei sei bemerkt, daß erfahrungsgemäß und nach den von Schubert eigens angestellten Versuchen die Schwellen mit mehr oder weniger ebenen Lagerflächen die geringste Stopfarbeit erfordern.

f) Gleissenkungsdruck.

Soll bei der Vergleichung verschiedener Quer- oder Langschwellenoberbauarten unter sich auch die verschiedenartige Bettung und der mehr oder weniger nachgiebige Untergrund berücksichtigt werden, so ist das geeignetste Steifigkeitsmaß

der Gleissenkungsdruck 2 L.b.C, d. h. also derjenige Druck welcher erforderlich ist, um das Oberbaugestänge unter der einzelnen Radlast 1 cm tief einzudrücken. Der Gleissenkungsdruck ist mit denselben Beschränkungen für γ und L_1 , wie unter d, sofern es sich nicht grade um Vergleichung von Querschwellen- mit Langschwellenbauten handelt, das bequemste Steifigkeitsmaß. Die in Spalte 22, Taf. XXXXIII, für verschiedene Oberbauarten berechneten Gleissenkungsdrücke lassen auch erkennen, wie die Steifigkeit eines Oberbaues in einfachster und bester Weise nur durch Verbesserung der Bettung und des Untergrundes erhöht werden kann.

g) Größte Bettungspressung.

Wenngleich der Gleissenkungsdruck für die Steifigkeitsvergleichung von gleichartigen Quer- oder Langschwellenbauten in manchen Fällen bequem und hinreichend genau ist, so ist es für eine Vergleichung von Quer- und Langschwellenoberbauten mit verschiedenartigen Schwellen und Schienen doch zweckmäßiger und genauer, die größte Bettungspressung unter Zugrundelegung derselben Bettungselasticität zu berechnen. Die größte Bettungspressung tritt ein für Querschwellen bei einem Druckverhältnis $\gamma < 1,5$ durch eine größte Einzellast, bei $\gamma > 1,5$ durch die Belastung jeder zweiten Schwelle mit einer größten Einzellast; für Langschwellen erhält man die größte Pressung mit hinreichender Genauigkeit durch Belastung derselben mit 3 größten Einzellasten in geringster Entfernung, als welche allgemein $1,5^m$ angenommen werden kann. So sind die Zahlen der Spalte 24 in Taf. XXXXIII ausgerechnet.

Bemerkt sei noch, daß für Schwellenabstände unter 75 bis 80 cm und für $\gamma < 2,1$ drei größte Radkasten in doppelter Schwellenentfernung schon hinreichen, um die größte Bettungspressung zu erhalten, ferner daß wegen der mit dem Schwellenabstände wachsenden Lastentfernung die Pressung für Schwellenentfernungen $> 0,75^m$ zu klein gefunden wird, weshalb die berechneten Querschwellenoberbauten mit größeren Schwellenabständen im allgemeinen in einem etwas zu günstigen Lichte erscheinen. Die in Spalte 24 der Taf. XXXXIII aufgeführten Rechnungsergebnisse zeigen z. B., daß die hölzernen Querschwellen-Oberbauarten der preussischen Staatsbahnen Nr. 10a bis 11c für ein und dieselbe Bettungselasticität, wenn man von der Größe der dynamischen Wirkungen zunächst absieht, steifer sind, als die Langschwellen- und Schwellenschienen-Oberbauten Nr. 14a bis 16, vermöge der größeren Breite und Steifigkeit der Schwellen auch steifer, als die eisernen Oberbauten mit gleicher Schwellenzahl Nr. 6a bis 7d. Der eiserne Oberbau lfd. Nr. 7e mit 13 Schwellen ist nicht steifer, als der hölzerne Oberbau lfd. Nr. 10b mit 10 Schwellen. Die Werthe von p_{gr} für $C=3$ lassen erkennen, daß für Langschwellen- und Schwellenschienen Kies ohne Packlage (mit $C=3$) als Bettung bereits durch die statischen Wirkungen bis zur zulässigen Grenze, bei lfd. Nr. 16 bis nahe zur zulässigen Grenze beansprucht wird, und daher als Bettungstoff hier verworfen werden muß.

Wenn der englische Stuhlschienen-Oberbau, lfd. Nr. 1, sich besser bewährt, vor allem weniger Stopfkosten verursacht, als der gleich steife Oberbau der preussischen Staatsbahnen, lfd. Nr. 10a, so ist das nur eine Folge der ruhiger fahrenden englischen Locomotiven, denn die größten dynamischen Wirkungen treten am Stofse auf, der Schienenstofs und die Befestigung der Schienenenden über den Stofsschwellen sind aber beim Stuhlschienenoberbau nicht besser, als bei dem neueren breitfüßigen der preussischen Staatsbahnen. Das ein wenig härtere Material der englischen Schienen, welches ein Breithämmern der Schienenenden nicht so rasch aufkommen lässt, trägt zwar bei längerer Liegezeit auch etwas zum sanften Fahren bei.

Ein Vergleich der Bettungspressung der eisernen Oberbauten 7e und 8a in Taf. XXXXIII lehrt wieder, daß es hinsichtlich der Steifigkeit zweckmäßiger ist, die Schwellen zu vermehren als die Schienen zu verstärken.

h) Größte Einsenkung.

Sollen Oberbauten mit verschiedener Bettung und verschiedenem Unterbau hinsichtlich ihrer Steifigkeit mit einander verglichen werden, so kann statt des Gleisenkungsdruckes $2 L b C$ auch die Einsenkungstiefe $y = \frac{p}{C}$ in cm oder $y = 10 \cdot \frac{p}{C}$ in mm für eine größte Einzellast oder mehrere Lasten berechnet werden.

Die Einsenkungstiefe hat den Vorzug, daß sie eine Berücksichtigung der dynamischen Wirkung jedes Oberbaues gestattet, sofern letztere bekannt ist. Bedeutet m die Größe der dynamischen Wirkung in Hundertsteln der statischen, so ist die Einsenkungstiefe

$$y = 10 \cdot \frac{p}{C} \left(1 + \frac{m}{100} \right) \text{ in mm.} \quad (53)$$

Da indessen in der Praxis weder C noch m hinreichend bekannt, mußte auf Taf. XXXXIII von einer Ausrechnung dieser Werthe Abstand genommen werden. Aufgabe der Praxis ist es daher, diese zur Zeit noch fehlenden Werthe auf dem Versuchswege zu bestimmen.

Um die Steifigkeit $\mathfrak{S}$ der verschiedensten Lang- und Querschwellen-Oberbauten, wenigstens hinsichtlich ihrer statischen Wirkungen, bequem mit einander vergleichen zu können, rechnet man deren Werthe aus der Gleichung:

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{y_{gr}} = \frac{C}{p_{gr}} \quad (54)$$

aus, setzt die Steifigkeit des Stuhlschienenoberbaues lfd. Nr. 1 in Taf. XXXXIII für $C = 3$ gleich der Einheit, dividirt die aus Gleichung 54 erhaltenen Steifigkeitswerthe durch den für lfd. Nr. 1 bei $C = 3$ erhaltenen Werth, so erhält man die in Spalte 30 der Taf. XXXXIII angegebenen Oberbau-Steifigkeitsziffern, welche im Vereine mit den Oberbau-Tragfähigkeitsziffern den Einfluß der verschiedenen, zur Verbesserung eines Oberbaues ergriffenen Maßregeln deutlich erkennen lassen, und für die technische Brauchbarkeit eines Oberbaues den bequemsten Vergleichungsmaßstab abgeben.

5. Die Leistungsfähigkeit.

Wenn die dynamischen Wirkungen nur von der Bauart des Fahrzeuges abhingen, aber nicht von der des Oberbaues

selbst, so könnte man die alsdann von der Tragfähigkeit $\mathfrak{T}$ und Steifigkeit $\mathfrak{S}$ allein abhängige Leistungsfähigkeit $\mathfrak{L}$ gleich der mittleren Proportionalen aus den beiden setzen. Demzufolge wäre:

$$\mathfrak{L} = \sqrt{\mathfrak{T} \cdot \mathfrak{S}} \quad (55)$$

Die hiernach in Spalte 31, Taf. XXXXIII, für verschiedene Querschwellen-Oberbaue berechneten Werthe werden für die Vergleichung zweier Oberbauarten einen um so zuverlässigern Maßstab abgeben, je gleichartiger oder gleichwerthiger deren Bauart hinsichtlich der dynamischen Wirkungen ist. Die Gleichung 55 liefert jedoch nur brauchbare Werthe unter der Voraussetzung, daß die zulässigen Grenzen für die Pressung der Bettung und die Spannung der Schienen und Schwellen nicht überschritten werden. Alle unbrauchbaren Werthe sind deshalb in Spalte 31, Taf. XXXXIII, rund eingeklammert. Die Querschwellen-Oberbaue lfd. Nr. 7f und 11c, Taf. XXXXIII, sind als unbrauchbar rechteckig eingeklammert, weil bei diesen die Stofsschwellenabstände nicht mehr $\frac{2}{3}$ der Mittelschwellenabstände gemacht werden können, und die Pressung unter den Mittelschwellen um mehr als das 1,5fache erhöht werden muß. Die Werthe der Oberbauten lfd. Nr. 9, 15 und 16, Taf. XXXXIII, können nicht mit den übrigen ohne weiteres verglichen werden, da die dynamischen Wirkungen bei den Blatt- und Schrägstofsschienen wesentlich geringer sind. Zur Vergleichung zweier Oberbauten mit verschiedenen dynamischen Wirkungen muß

$$\mathfrak{S} = \frac{C}{p_{gr} \left(1 + \frac{m}{100} \right)} \quad (56)$$

$$\text{und} \quad \mathfrak{T} = \sqrt{\sigma_1 \cdot \left(1 + \frac{m_1}{100} \right) \cdot p_{gr} \left(1 + \frac{m}{100} \right)} \quad (57)$$

genommen werden. Hierbei bedeutet m die Größe der dynamischen Wirkung in Hundertsteln der für den Bettungsdruck maßgebenden größten statischen Wirkung, m_1 die Größe der dynamischen Wirkung in Hundertsteln der für die Schienenspannung maßgebenden größten statischen Wirkung. Da nun die Werthe m und m_1 z. Zt. nicht bekannt sind, so ist es

1. Sache des Maschinen-Ingenieurs, die sämtlichen Fahrzeuge seines Verwaltungsbezirkes hinsichtlich ihrer dynamischen Wirkungen für die größten Fahrgeschwindigkeiten auf einem regelrecht liegenden Gleise zu untersuchen,
2. Sache des Bau-Ingenieurs, die in Bezug auf Bettungspressung und Schienenlängsspannung auf die vorhandenen Oberbauarten in neuem und abgenutztem Zustande hinsichtlich ihrer dynamischen Wirkungen am ungünstigsten wirkenden Fahrzeuge für die größten Fahrgeschwindigkeiten zu ergründen.

So lange die Werthe m und m_1 noch unbekannt sind, bleibt dem Bau-Ingenieur bei der Wahl oder Beurtheilung eines Oberbaues nichts anderes übrig, als auf Grund seiner Erfahrungen und Beobachtungen über das Verhalten der ihm bekannten Oberbauarten die dynamischen Kräfte zu schätzen. Hierbei kommt neben der Bauart der Betriebsmittel die Art des Unterbaues

und der Bettung, die Art der Schienenstofsverbindung und der Schienenbefestigung, sowie die Steifigkeit der Schienen und Schwellen in Betracht. Eine Besprechung der Grundsätze, welche behufs Verminderung der dynamischen Kräfte bei der Anordnung der Fahrzeuge und des Oberbaues in Betracht kommen, müssen wir uns hier versagen.

Bei der Beurtheilung der technischen Leistungsfähigkeit eines Oberbaues soll sich die Berechnung nicht nur auf den neuen Zustand beziehen, wie vorstehend geschehen, sondern auch auf denjenigen, in welchem er ausgewechselt zu werden pflegt.

Je größer die technische Leistungsfähigkeit, d. h. je größer die Tragfähigkeit bei hinreichender Steifigkeit oder je größer die Steifigkeit bei hinreichender Tragfähigkeit, desto größer ist die Sicherheit bei mäßigen Unterhaltungskosten, oder desto geringer stellen sich die Unterhaltungskosten bei genügender Sicherheit. Wenn nun auch vom Praktiker vielfach derjenige Oberbau als der billigste bezeichnet wird, der die geringsten Unterhaltungskosten erfordert, so gilt das doch nur für gleichartige Oberbauten und da auch nur in beschränktem Maße, denn die Beschaffungskosten und die Dauer des Oberbaues, die Unterhaltung der Betriebsmittel, die Zugkosten u. s. w. müssen ebenfalls Berücksichtigung finden.

In wirthschaftlicher Beziehung ist daher derjenige Oberbau als der leistungsfähigste zu betrachten, welcher bei Herstellung desselben bereit zu haltende kleinste Stammsumme für Anlage und dauernde Erhaltung nöthig hat. Dieselbe setzt sich zusammen aus einem Betrage für Gleistheile, für Gleislöhne und für Betriebsmittel.

Der Betrag für Gleistheile wird gebildet aus dem Anschaffungspreis für Oberbau mit Bettung, verringert um den der Eisenbahnverwaltung zu Gute kommenden Frachtüberschufs, und aus dem Erneuerungsbetrage für Schienen, Schwellen und Kleineisenzeug. Bei Berechnung der diesen Preis bildenden Beträge ist die Betriebsdauer und der landesübliche Zinsfuß bestimmend; der Altwerth der Theile ist hierbei in Abzug zu bringen.

Bei der Berechnung des Gleislöhnebetrages kommen in Betracht die erstmaligen Verlegungskosten, sowie diejenige Stammsumme, aus deren Zinsen die Unterhaltung

und Auswechselung des Oberbaues und der Bettung bestritten werden.

Bei Festsetzung des Kostenbetrages für Betriebsmittel sind zu berücksichtigen die Ausgaben für die Unterhaltung der Betriebsmittel, insoweit diese den Mängeln des Oberbaues zuzuschreiben sind, und die Ausgaben für die durch wenig steife und sonst mangelhafte Oberbauarten entstehenden vermehrten Zugkraftkosten.

Der auf diese Weise zu berechnende Anlage- und Erhaltungsbetrag ist der richtigste Maßstab für die wirthschaftliche Leistungsfähigkeit eines Oberbaues.

Haarmann hat nach diesen Gesichtspunkten in seinem in Glaser's Annalen, Jahrgang 1893, veröffentlichten Aufsätze den Anlage- und Erhaltungsbetrag für die Oberbauten lfd. Nr. 1, 10a, 11a, 7b, 9 und 16, Taf. XXXXIII, zu berechnen versucht. So lehrreich und anerkennenswerth auch derartige Berechnungen sind, so muß an dieser Stelle von einer Wiedergabe derselben doch Abstand genommen werden, da die Voraussetzungen, auf denen die Rechnung fußt, angreifbar sind und auch sein müssen, so lange es für die Unterlagen der Rechnung an den erforderlichen Erfahrungsergebnissen fehlt. Immerhin läßt eine aufmerksame Prüfung der Rechnung schon erkennen, daß in denjenigen Gegenden Deutschlands, wo guter Bettungsstoff billig zu beziehen ist, ein gut durchgebildeter eiserner Querschwellen-Oberbau mit 11 bis 13 Schwellen auf 9^m, oder Haarmann'schen Schwellenschienen-Oberbau dem Holz-Oberbau wirthschaftlich überlegen ist.

Ebenso zeigt aber auch schon die Berechnung der technischen Leistungsfähigkeit — der Tragfähigkeit und Steifigkeit unter Berücksichtigung der dynamischen Wirkungen — daß bei Vorhandensein eines geringwerthigeren Bettungsstoffes der hölzerne Querschwellen-Oberbau dem eisernen Querschwellen-Oberbau, dieser dem Schwellenschienen-Oberbau und letzterer wiederum dem eisernen Langschwellen-Oberbau vorzuziehen ist.

Wenn die vorstehenden Betrachtungen und Untersuchungen in Fachkreisen zur Klärung, bei den Eisenbahnverwaltungen zur Anregung von Versuchen beitragen, außerdem als Grundlage für weitere Forschungen auf diesem Gebiete dienen sollten, so ist der Zweck derselben erreicht.

Der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen übertrug mir den Debit im Buchhandel seiner officiellen Publicationen:

Die Vereins-Lenkachsen.

== Zweite Auflage. Preis 2 Mark. ==

Freie Lenkachsen

für

Zuggeschwindigkeiten bis 90 km in der Stunde und für Wagen mit und ohne Bremsen.

== Mit 76 Blatt Zeichnungen. Preis 6 Mark. ==

Zusammenstellung der Ergebnisse

der von den

Vereins-Verwaltungen

in der Zeit

vom 1. October 1889 bis dahin 1890

mit

Eisenbahn-Material angestellten **Güte-Proben.**

Mit über 50 Blatt Zeichnungen. — Preis 20 Mark.

Vergleich der Ergebnisse

der

Radreifenbruch-Statistik

in den Berichtsjahren 1887—1891.

Preis 10 Mark.

Statistik

über die

DAUER DER SCHIENEN.

Erhebungsjahre 1879—1890.

Mit 18 Blatt Zeichnungen. Preis 20 Mk.

Radreifenbruch-Statistik,

umfassend

Brüche und Anbrüche

an

Radreifen und Vollrädern

für das

Berichtsjahr 1887/1888, 1888/1889, 1889/1890, 1890/1891 und das Rechnungsjahr 1891.

Preis je 10 Mark.

Statistische Nachrichten

über die

auf den Bahnen des Vereins

vorgekommenen

Achsbrüche und Achs-Anbrüche.

Berichtsjahr 1890, 1891.

Preis je 2 Mark.

Grundzüge

für den

Bau und die Betriebseinrichtungen

der

LOKAL - EISENBAHNEN.

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins

nach den Beschlüssen

der am 29., 30. u. 31. Mai 1890 zu Berlin abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Preis 1 Mark.

Grundzüge

für den

Bau und die Betriebseinrichtungen

der

NEBEN - EISENBAHNEN.

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins

nach den Beschlüssen

der am 29., 30. u. 31. Mai 1890 zu Berlin abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Preis 1 Mark.

Technische Vereinbarungen

des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt-Eisenbahnen.

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins

nach den Beschlüssen der am 19. und 20. Juni 1888 zu Konstanz abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Direction des Vereins.

Preis mit Nachtrag IV und V: M. 2.45.

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.