

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

81. Jahrgang

30. Juli 1926

Heft 14

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat ein

Preisausschreiben

für Erfindungen und schriftstellerische Arbeiten auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens erlassen. Die näheren Bedingungen sind im Heft 13 abgedruckt. Wir machen hierauf nochmals aufmerksam.

Befestigung der hölzernen Querschwellen auf eisernen Bahnbrücken.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. K. Schaechterle, Stuttgart.

Während die in Sand, Kies oder Schotter eingebettete Schwelle keines besonderen Halts gegen Längs- und Seitenverschiebungen bedarf, ist auf eisernen Brücken die Reibung zwischen Schwelle und Schwellenträger nicht ausreichend, um die unverschiebliche Lage zu gewährleisten. Die Holzschwelle muß an den eisernen Trägern festgemacht werden. Die sorgfältige Verlegung des Oberbaus auf den Bahnbrücken ist nicht nur zur Erzielung eines glatten und stoßfreien Befahrens und zur Vermeidung von Entgleisungen notwendig, sondern auch für die Schonung der Tragwerke und die Verbilligung des Unterhalts von Belang. Während der Unterbau des Gleises auf der freien Strecke als fest angesehen werden darf, biegt sich das Brückentragwerk unter den Lasten durch; der gedrückte Obergurt von Balkenbrücken wird kürzer, der gezogene Untergurt länger. Unter Wärmeeinwirkungen treten bei Balkenbrücken Verlängerungen und Verkürzungen ein, bei Bogenbrücken Hebungen und Senkungen des Scheitels. Die rollenden Lasten rufen durch Stöße Schwingungen hervor. Die Lage des Oberbaus wird durch die zwischen Rad und Schiene auftretenden Kräfte (Antriebskräfte, Bremskräfte, Fliehkräfte), durch Stöße und Winddrücke, Temperatureinflüsse und Wanderbewegungen des Gleises beeinflusst. Zu beachten ist auch, daß der elastische Ausgleich der Stoßwirkungen auf Brücken in geringerem Maße vorhanden ist als bei der Bettung.

Wird das Gleis fest und unverschieblich mit der Brücke verbunden, so müssen die Längenänderungen an dem längsverschieblichen Brückenende durch die Stoßlücken, durch Schienenauszüge oder sonstige Maßnahmen ausgeglichen, außerdem die Wanderbewegungen des Gleises vor der Brücke angefangen werden. Nach den Grundsätzen der Reichsbahn für die bauliche Durchbildung von eisernen Bahnbrücken vom Jahr 1925 sind Schienenauszüge bei Brücken über 75 m Länge anzuordnen, um Gleisverwerfungen am beweglichen Brückenende zu verhindern. Ihre Wirkung ist nur dann einwandfrei gewährleistet, wenn das Gleis unverschieblich gegen das Brückentragwerk festgelegt ist, während bei freiem Spiel zwischen Gleis und Brückentragwerk der Schienenauszug in Unordnung geraten kann. Wo besondere Schienenauszüge fehlen, muß der Ausgleich der Längenänderungen in den Stoßlücken erfolgen. Schwierigkeiten ergeben sich auf Brücken mit zwischen den Querträgern versenkten Schwellenträgern. Sie sind für »gleitenden Oberbau« ungeeignet, weil die Schwellen im Lauf der Zeit an die Querträger herangeschoben werden, wodurch Unregelmäßigkeiten in der Schwellenteilung entstehen. Dagegen sind Gleitbewegungen des Oberbaus auf Brücken kleiner und mittlerer Spannweite unbedenklich, wenn nur die gegenseitige Lage der Schwellen gesichert ist (Streichbalken).

Auf stark befahrenen Strecken mit ungünstigen Steigungsverhältnissen sind schon kleine leichte Brücken bei starrer Schienen- und Schwellenbefestigung (mit dem Tragwerk fest vernietete Schwellenwinkel) durch die Ausdehnung der Schienen

und die Wanderbewegungen des Gleises über die festen Lager weggeschoben worden (z. B. auf der Strecke Stuttgart Hauptbahnhof—Stuttgart Westbahnhof). Durch Lockerung der Befestigung zwischen Schiene und Unterlagsplatte konnte der Mißstand behoben werden, indem es den Schienen ermöglicht wurde, die Streckenwanderung trotz unverschieblicher Befestigung der Schwellen auf den Schwellenträgern teilweise mitzumachen. Zur Verhinderung der Wanderbewegungen des Gleises, die besonders stark bei den Haarmannschen Schienenbefestigungen auftreten, werden auf der freien Strecke und in manchen Bezirken auch auf Brücken Schienenwanderklemmen angewandt. Sie haben sich auf der freien Strecke gut bewährt, begünstigen aber auf Brücken das Mitschleppen mangelhaft befestigter Schwellen. Daß ein auf der Brücke aufgehaltener Streckenschub Schäden hervorrufen kann, zeigte sich an dem 23 m langen Überbau der Bahnbrücke Nr. 29 auf der Strecke Bietigheim—Heilbronn bei Kirchheim a. Neckar. Die unmittelbar auf den Hauptträgern gelagerten Schienen waren reichlich mit aufgenieteten Wanderlaschen versehen, die sich wie die Stoßlaschen gegen die Unterlagsplatten stemmten. Die Stemmansätze der Laschen sind immer wieder gebrochen, so daß der Oberbau geändert werden mußte. Auf dem Bühlerviadukt zwischen Hessental und Crailsheim sind durch den Gleisschub die Schwellenwinkel beim festen Lagerende der Brücke verbogen worden. Vor der Verwendung der Wanderklemmen auf Brücken muß gewarnt werden. Man vermehre daher die Zahl der Wanderklemmen vor und hinter der Brücke und zwar nach beiden Wanderrichtungen, um den Gleisschub dort abzufangen und die Brücke als Festpunkt im Gleis zu erhalten.

Die Bestrebungen im Oberbau gehen heute dahin, eine möglichst steife Verbindung zwischen Schiene, Unterlagsplatte und Schwelle zu erzielen. Man hofft damit die Wanderbewegungen, wenn auch nicht ganz aufzuheben, so doch erheblich zu verringern. Tatsache ist, daß mit den schweren badischen und oldenburgischen Oberbauformen — den Vorbildern des neuen Reichsoberbaus — beachtliche Erfolge auf dem Gebiet erzielt worden sind. Mit der zunehmenden Verwendung des neuen Reichsoberbaus werden die Wanderbewegungen, die sich heute auf vielen Strecken noch recht unangenehm bemerkbar machen, zurückgehen und zum Teil ganz verschwinden. Werden die Schienen unverschieblich auf den Unterlagsplatten festgeklemmt, so machen die in der Bettung verlegten Schwellen kleine Längsbewegungen bei Temperaturänderungen mit. Da nun die eisernen Balkenbrücken unter dem Gleis denselben Temperatureinflüssen, wenn auch in verschiedenem Grade, unterliegen, so sind die gegenseitigen Verschiebungen zwischen Schiene und Brücke gering. Auf der Brücke selbst sind deshalb Stoßlücken nicht unbedingt notwendig. Man hat vielfach auf Brücken die Stoßlücken kleiner gemacht als auf der freien Strecke, ja auch versuchsweise die Schienen lückenlos verlegt, ohne daß sich schädliche Folgen gezeigt hätten. Neuerdings sind von der Reichs-

bahndirektion Breslau Versuche mit Schienenverschweißungen auf der Eisenbahnbrücke über der Oder bei Steinau in km 55,2 der Strecke Breslau—Glogau ausgeführt worden, um den Einfluß des Fortfalls der Laschenstöße auf die Beanspruchung des Tragwerks festzustellen. Auf Grund der günstigen Ergebnisse steht zu erwarten, daß die Reichsbahn im Laufe der Zeit allgemein zur Schweißung von Schienenstößen auf eisernen Brücken übergehen wird. Die Anwendung der Schienenverschweißung in Tunneln, auf Bahnhöfen und der freien Strecke wird z. Zt erprobt. Nach den bisher im Betrieb gesammelten Erfahrungen bestehen keine Bedenken die Schienen auf größere Längen stoßfrei zu verlegen.

Je einfacher der Oberbau und seine Befestigung auf der Brücke durch den Wegfall der Schienenstöße wird, um so wichtiger erscheint andererseits der Bewegungsausgleich an den beweglichen Brückenenden.

Während die Frage der Sicherung der Brückenschwellen gegen Längsverschiebungen noch umstritten ist, besteht bei den Brückenkonstruktoren Einigkeit darüber, daß Seitenbewegungen des Gleises durch konstruktive Maßnahmen auszuschließen sind. Die Sicherung des Gleises in der Seitenrichtung ist naturgemäß besonders wichtig auf Brücken in Krümmungen. Die Reibung zwischen Schwelle und Eisenträger reicht bei der verhältnismäßig kleinen Lagerfläche nicht aus, um die Seitenkräfte zu übertragen. Man kann wohl die Reibung der Schwellen vergrößern, indem man sie auf die Schwellenträger mit Hakenschrauben und Spannplatten aufspannt, wird sich aber in Krümmungen auf die Wirkung der Spannplatten nicht unbedingt verlassen dürfen. In der Geraden sind die von den Schwellen auf den Unterzug wirkenden Seitenkräfte nicht bedeutend, was aus der Erfahrung bestätigt wird, daß an der früher gebräuchlichen Schwellenbefestigung mit senkrecht durch die Schwellen und Längsträger durchgeführten Schrauben keine Verbiegungen festzustellen sind. Wohl haben die Schrauben sich in die Lochwände eingefressen, z. T. die Schwellen aufgespalten, aber trotzdem noch im gelockerten Zustand die Seitenbewegungen verhindert. Dabei ist allerdings zu beachten, daß die senkrechten Schrauben selten ohne gleichzeitige Einkämmung der Schwellen auf den Unterzügen verwendet worden sind.

Bei gleitendem Oberbau ist der Verschleiß sowohl der Schwellen als auch der Längsträger größer als bei fester Lage. Durch das Gleiten der Schwellen auf der eisernen Unterlage wird der Schutzanstrich zerstört und damit die Verrostung begünstigt. Das ständige Reiben in den Lagerflächen führt zu Verschwächungen, besonders wenn Sand und Schlackenteile hinzukommen. Man hat schon beobachtet, daß die Schwellen durch ihre Bewegungen die Auflagerstellen blank scheuern. Unter frisch verlegten eichenen Schwellen, die Lohsäure ausscheiden, und unter klüftigen oder morschen Schwellen treten stets Rosterscheinungen hinzu, die durch die Rauchgase, Rußniederschläge, Säuren und Schlacken verstärkt werden. An alten ausgebauten Brücken wird man fast durchweg Verschwächungen der Gurte unter den Schwellen, oft bis zur halben Stärke, Verbiegungen und Anrisse feststellen können. Das Streben bei der Ausgestaltung der Schwellenbefestigung und Lagerung für schweren Verkehr, wird deshalb darauf hinausgehen müssen, die Längs- und Seitenbewegungen der Schwellen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Die Formänderungen der Schwellen unter den rollenden Lasten hängen von der Art der Auflagerung ab. Liegen die Schienen mittig über den Schwellenträgern, so wirkt die Schwelle als elastisches Zwischenglied und erfährt in der Hauptsache senkrechte Eindrückungen. Bei größerem Schwellenträgerabstand kommt Biegung hinzu. Die Verbiegung kann sich voll auswirken bei zentraler Auflagerung auf eisernen Zwischenlagern. Bei Flächenauflagerung auf die ganze Breite der Schwellenträgergurte tritt eine ungleichmäßige Druckverteilung

ein. Diese wirkt zunächst ungünstig auf die inneren Trägerflanschen der ohne Gurtplatten ausgeführten Schwellenträger. Als Folge der Schwellendurchbiegung sind vielfach Anrisse an den inneren Gurtwinkeln festgestellt worden. Auf Brücken der österreichischen Staatsbahnen hat sich gezeigt*), daß die Anrisse bei den Anschlüssen und querversteiften Stellen zahlreicher sind als an den nachgiebigen Zwischenstücken. Die Anrisse treten naturgemäß besonders häufig bei geringer Schenkeldicke der Gurtwinkel auf, sie verlängern und vertiefen sich unter dem Einfluß des Betriebs, bis schließlich in ungünstigen Fällen der wagrechte Winkelschenkel gänzlich aufreißt und durchbricht. Sind einmal an den Schwellenträgern Anrisse, wenn auch nur vereinzelt festzustellen, so nehmen sie bei stärkerem Betrieb und erhöhten Betriebslasten rasch zu. So hat sich bei der Fahrbahn einer 25 Jahre im Betrieb stehenden österreichischen Brücke die Zahl der Anrisse innerhalb eines weiteren Betriebsjahres verdreifacht.

Die Ursache der Rißbildung liegt nicht darin, daß die nach den Vorschriften errechneten Biegungsspannungen für die Hauptbiegeebene der Schwellenträger überschritten werden, sondern ist auf die quer zur Schwellenträgerachse gerichteten Biegungsbeanspruchungen zurückzuführen, die bei schwachen Gurtwinkeln außerordentlich hohe Spannungen im Bereich der Hohlkehle hervorrufen. Die Nachrechnung der Innenwinkel, infolge der elastischen Durchbiegung der Schwellen und der ungleichmäßigen Druckverteilung über die Lagerfläche mit Kantenpressungen bis zur größten Druckfestigkeit der Schwellenhölzer senkrecht zur Faser (Eichenholz 80 kg/cm^2) ergibt Spannungen, die weit über die Elastizitätsgrenze des Eisens hinausgehen.

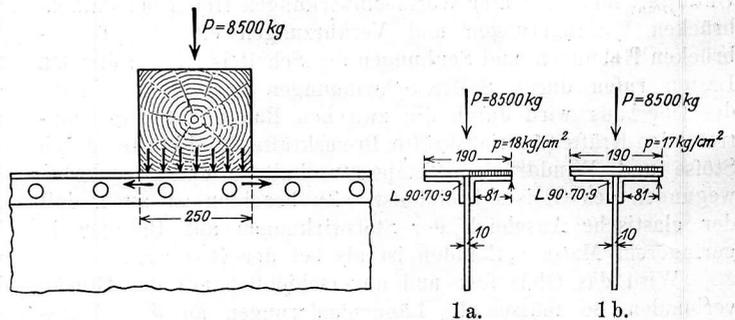


Abb. 1.

Gleichmäßig verteilter Flächendruck bei einer Radlast von 8500 kg und einer Schwellenbreite von 25 cm

$$\frac{8500}{19,0 \cdot 25} = 18 \text{ kg/cm}^2.$$

Biegemoment an der senkrechten inneren Gurtwinkelkante der nebengezeichneten Schwellenträger (Abb. 1a):

$$1,0 \cdot 8,1 \cdot 18 \cdot \frac{8,1}{2} = 590 \text{ cm/kg.}$$

Widerstandsmoment für 1 cm Winkelschenkelbreite:

$$\frac{1,0 \cdot 0,9^2}{6} = 0,135 \text{ cm}^3.$$

Beanspruchung des Gurtwinkels an der senkrechten inneren Gurtwinkelkante:

$$\frac{590}{0,135} = 4370 \text{ kg/cm}^2.$$

Durch die ungleichmäßige Druckverteilung wird die Spannung vergrößert, andererseits durch eine Art Seilwirkung des Gurtwinkels verringert, immerhin nicht soweit, daß die Spannungen unter die Fließgrenze des Werkstoffs heruntergehen.

Nach Verstärkung des Schwellenträgers durch Aufnieten einer Deckplatte nach Abb. 1b ergeben sich folgende Werte:

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Heft 6: Schwellenträgeranrisse und ihre Verhütung bei bestehenden Brücken von Ingenieur O. Bauer, Oberbaurat der österreichischen Bundesbahnen, Graz.

$$\text{Flächendruck } \frac{8500}{25,0 \cdot 20} = 17 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\text{Biegemoment } 1,0 \cdot 8,1 \cdot 17 \cdot \frac{8,1}{2} = 558 \text{ kg},$$

$$\text{Widerstandsmoment } \frac{1,0 \cdot 1,9^2}{6} = 0,60 \text{ cm}^3,$$

$$\text{Beanspruchung } \frac{558}{0,60} = 930 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Querbeanspruchung ist besonders ungünstig in der Nähe der Anschlüsse der Schwellenträger an den Querträgern, weil dort die Seilwirkung des durchgehenden wagrechten Winkelschenkels gering ist. Sind einmal ganze Teile des Gurtwinkels abgesprengt, so ist auch der gegen die achsiale Biegung wirksame Trägerquerschnitt geschwächt, was bei den hochbeanspruchten Schwellenträgern gefährliche Folge haben kann. An Schwellenträgern österreichischer Brücken mit **E**-förmigem Querschnitt, die bezüglich der Spannungsverteilung besonders ungünstig sind, hat O. Bauer, Graz, seitliche Ausknickungen und Risse im Stegblech festgestellt. Die Unterflächen der Schwellen zeigten ungleichmäßige Eindrückungen, so daß die unbelastete Schwelle nur noch an Aufsenkanten der wagrechten Winkelschenkel aufsaß, wodurch beim Befahren die ausmittige Kraftwirkung noch verstärkt wurde. Die Eindrückungen über den Innenkanten der Schwellenträgergurte führen bei großen Schwellenträgerabständen zum Aufreißen der Schwellen namentlich dort, wo die Fasern schräg zur Schnittfläche verlaufen. Die Durchbiegung der Schwellen führt weiterhin zu Lockerungen der senkrechten Schwellenbefestigungsschrauben, wenn diese an den Aufsenkanten der Schwellenträger angebracht sind. Ein Abheben des Oberbaus durch Unterwind ist bei normalspurigem Gleis unwahrscheinlich. Die Windangriffsfläche zwischen zwei Schwellen einschließlic Belag mißt $0,6 \cdot 2,5 = 1,50$ qm. Das Gesamtgewicht des Oberbaus auf eine Länge von 60 cm beträgt rund 500 kg. Der Winddruck müßte also $\frac{500}{1,50} = 333 \text{ kg/cm}^2$ überschreiten.

Ein Abheben des Oberbaus von der Eisenkonstruktion kann dagegen an den Brückeneinläufen vorkommen. Bei den alten Brücken mit fest auf dem Ankergemäuer aufsitzenen Ortschwellen tritt bei der Einfahrt eines Zuges die in Abb. 2

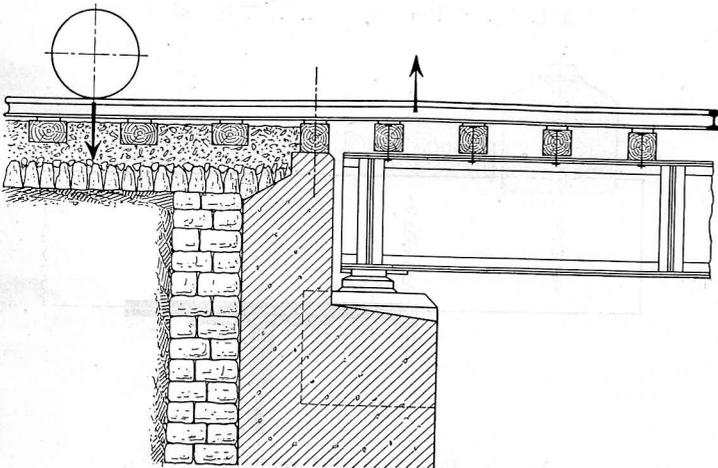


Abb. 2.

dargestellte Verformung des Gleises ein, die Ortschwelle bildet den Drehpunkt für das Gleis, das sich in der Bettung unter der Last eindrückt und über der Eisenkonstruktion eine Aufwärtsbewegung auszuführen sucht. Es ist wiederholt beachtet worden, daß leichte Konstruktionen durch die Schwellenbefestigungsmittel mitgenommen und aus den Lagern gehoben wurden. An einer 10 m weit gespannten Blechträgerbrücke bei Ulm wurden durch das Anheben der Brücke und die

Hammerwirkung der rollenden Lasten die Auflagerquader zerstört. Die festen Ortschwellen machen in der Bahnunterhaltung dauernd Schwierigkeiten; wegen der nachteiligen Wirkung sollten nach und nach alle diese schlechten Stellen ausgemerzt werden. Bei neuen Brücken wird seit Jahren nach dem preussischen Vorgang die Ortschwelle im Schotterbett elastisch gelagert, der Abstand von der Ortschwelle zur ersten Brückenschwelle durch Konsollager verringert.

Zum Oberbau auf Brücken gehören noch die Sicherungseinrichtungen gegen Entgleisungen. Leitschienen sind in Gleisbogen unter 350 m Halbmesser anzuwenden, außerdem auf eisernen Brücken mit hochliegender Fahrbahn in den Fällen, in denen die Obergurte entgleiste Fahrzeuge nicht vor dem Abstürzen schützen können. Zur Sicherung entgleister Fahrzeuge gegen Abstürzen werden Streichbalken verwendet, die seitlich auf die Schwellenköpfe aufgesetzt werden. Während die Leitschienen das Aufsteigen des Rades verhindern sollen, geben die Streichbalken dem entgleisten, zwischen Schiene und Streichbalken auf die Schwellen heruntergefallenen Rad eine neue seitliche Führung.

Beide Anordnungen — Leitschienen wie Streichbalken — erhöhen die Seitensteifigkeit des Gleises. Die Kräfte, die bei Entgleisungen auftreten, sind schwer zu beurteilen. Das entgleiste Rad stößt auf die Schwellen und treibt sie keilartig auseinander. Die Stöße sind in ihrer Auswirkung um so gefährlicher, je größer der Schwellenabstand ist. Das auf und zwischen die Schwellen fallende Rad kann außerdem Kippmomente hervorrufen. Um ungünstige Auswirkungen zu verhindern, werden auf größeren Brücken Fallbodenschwellen zwischen den Tragschwellen eingelegt. Die Erhaltung des Schwellenabstands wird durch die Einkämmung der Streichbalken auf den Schwellen gewährleistet. Der Widerstand gegen seitliche Stöße kann durch Dübeleinlagen zwischen Streichbalken und Schwelle an Stelle der einfachen Schraubenverbindung erhöht werden.

Im folgenden werden zunächst die bisher üblichen Schwellenbefestigungsarten beschrieben und verschiedene Verbesserungsversuche behandelt.

Die älteste Schwellenbefestigungsart bestand aus Schrauben, die lotrecht durch die Schwelle und die eisernen Längsträger durchgesteckt wurden (Abb. 3). Die Schraubenmutter wurde dabei auf die Schwellenunterseite gelegt, um das Durchfallen

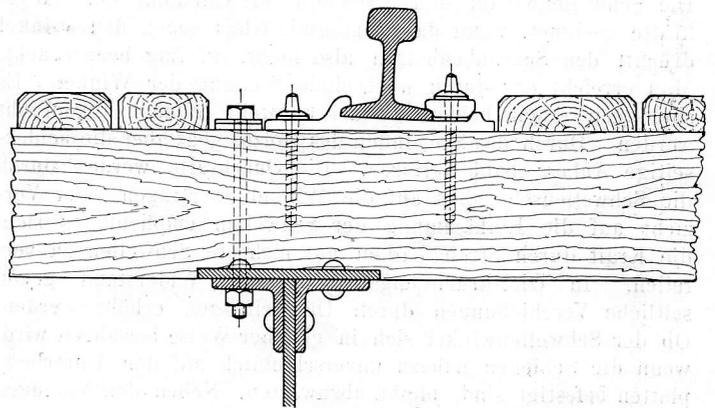


Abb. 3.

zu verhindern. Der Schraubenkopf wurde z. T. im Holz versenkt, um das Verlegen der Belagdielen zu erleichtern. Die Anordnung hat sich nicht bewährt. Durch das ständige Rütteln lösen sich die schwer zugänglichen Muttern, die Bolzen verlieren bald jeden Halt, bis sie schließlich durch das ausgeweitete Bohrloch, in dem das zutretende Tagwasser die Fäulnis begünstigt, durchfallen. Die alten Brücken weisen in den oberen Gurtungen der Schwellenträger regellos offene Bohrungen auf,

da bei den Veränderungen der Schwellenlage im Laufe der Jahre jeweils neue Löcher gebohrt wurden. Auf die Nietteilungen wurde wenig Rücksicht genommen und so kam es, daß die Anordnung mit der Zeit zu erheblichen Verschwächungen der Schwellenträger führte. Um den Verschleiß an den Auflagerflächen durch Schaben, Scheuern und Rütteln der Schwellen auf den Schwellenträgern unschädlich zu machen, hat man später kurze Lamellenstücke als Schwellenlager genietet. Neuerdings werden durchgehende Verstärkungsplatten mit versenkten Nieten für die Schwellenlage bevorzugt.

Weit verbreitet ist das Einkämmen der Schwellen über den Trägern, um seitliche Verschiebungen zu verhindern. Die Schwelle wird aber dabei an der Stelle der stärksten Biegebeanspruchung geschwächt, die Einkämmung begünstigt außerdem bei schief zur Unterfläche gerichteten Fasern das Aufspalten. Man wird selten eine durch Überlastung zerstörte Schwelle finden, deren Bruch nicht von der Einkämmung am Schwellenträger aus verläuft. Das Einschneiden der Schwellen bedeutet eine nicht unerhebliche Holzverschwendung, weil sich die Tragkraft der Schwelle nach dem Querschnitt an der Einschnittstelle richtet. Die Einkämmung kann erst auf der Baustelle ausgeführt werden. Neben dem größeren Holzaufwand und der Verteuerung der Verlegungsarbeit hat die Einkämmung noch den Nachteil, daß dabei die glatte Oberfläche der Schwelle und mit ihr die am besten getränkte Schicht verloren geht. Trotz aller dieser Mängel kann auf die Seitensicherung des Oberbaus durch Einschneiden, namentlich in stärker gekrümmten Gleisen, solange nicht verzichtet werden, als nicht eine Befestigung gefunden ist, die die Seitenkräfte auch in gelockertem Zustand noch aufzunehmen vermag.

Die meisten Brückenschwellen werden mit Schwellenwinkeln befestigt, die auf die Schwellenträger aufgenietet werden. Durch ein Langloch im stehenden Schenkel wird eine Schraube gesteckt, die die Schwelle an den Winkel presst. Der Schraubenkopf gehört auf die Winkelseite, damit das Schraubengewinde nicht an den Lochwandungen des Winkels reibt. Beim Einbau muß die Schwellenschraube oben in das Langloch gesteckt werden, damit sie mitgehen kann, wenn sich die Schwelle unter den Lasten zusammendrückt. Bei einem Rundloch ohne Spiel (ältere preussische Bauart 4 a) reitet die Schwelle nach kurzer Zeit auf dem Bolzen, Lochwandverdrückungen im Schwellenholz und Spalterscheinungen sind die unvermeidlichen Folgen. Die Schwellenwinkel sind besonders zur Aufnahme der Längskräfte geeignet, wenn das wandernde Gleis gegen den Winkel drückt, den Schraubenbolzen also nicht auf Zug beansprucht. Man erreicht das durch wechselnde Stellung der Winkel. Es sind auch schon beiderseits der Schwelle Winkel angebracht worden. Durch das Schwinden des Holzes geht aber die beiderseitige Anlage bald verloren. Die Querkräfte werden durch die Schwellenschrauben auf die Winkel übertragen. Bei Verzicht auf die Einkämmung der Schwellen empfiehlt es sich, die Kraft durch Streichbalken auf mehrere Schwellen zu verteilen. In Gleiskrümmungen kann der Widerstand gegen seitliche Verchiebungen durch Dübeleinlagen erhöht werden. Ob der Schwellenwinkel sich in gleicher Weise bewähren wird, wenn die Schienen nahezu unverschieblich auf den Unterlagsplatten befestigt sind, bleibt abzuwarten. Neben den Vorzügen haben die Schwellenwinkel auch erhebliche Mängel. Die Anordnung ist teuer wegen des verhältnismäßig großen Eisenverbrauchs und der Nietarbeit. Änderungen in der Schwellenlage bei Gleisumbauten, sei es durch Vermehrung der Schwellenzahl und Verlegung der Schienenstöße, bedingen eine Versetzung der Winkel, die kostspielig ist. Bei neuen Brücken ist die Nietteilung der Schwellenträger von der Lage der Schwellenwinkel abhängig und kann deshalb nicht einheitlich gewählt werden, was zur Arbeitsvereinfachung angestrebt werden muß. Die Rücksicht auf die Schienenstöße zwingt ebenfalls dazu die

Träger mit verschiedener Nietteilung auszuführen. Breitflanschträger werden durch die Nietlöcher in den oberen Flanschen verschwächt, was die Verwendung schwererer Profile bedingt. Da künftig für die Schwellenträger vorwiegend Breitflanschprofile verwendet werden, so macht sich die Gewichtsvermehrung in wirtschaftlicher Hinsicht unangenehm bemerkbar. Sehr einfach ist die bayrische Befestigung (Abb. 5). An der Unterseite der Schwelle wird eine gewöhnliche Schwellenschraube derart eingeführt, daß ihr Kopf unter die obere vorstehende Gurtplatte

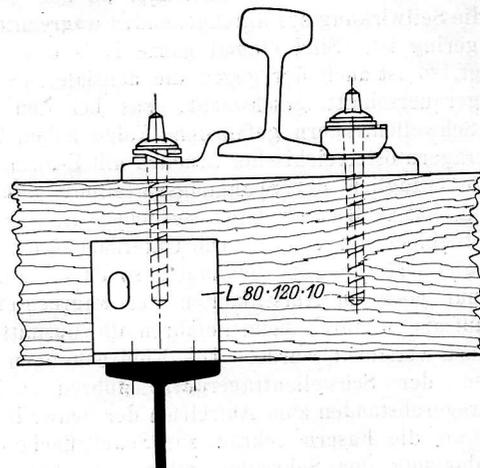


Abb. 4. Schwellenwinkel mit Langloch.

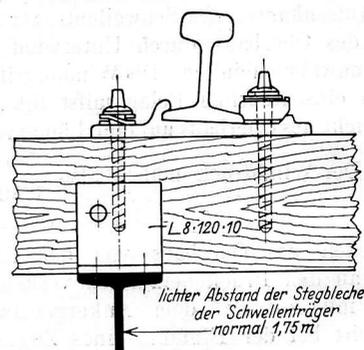


Abb. 4 a. Seitherige preussische Befestigung.

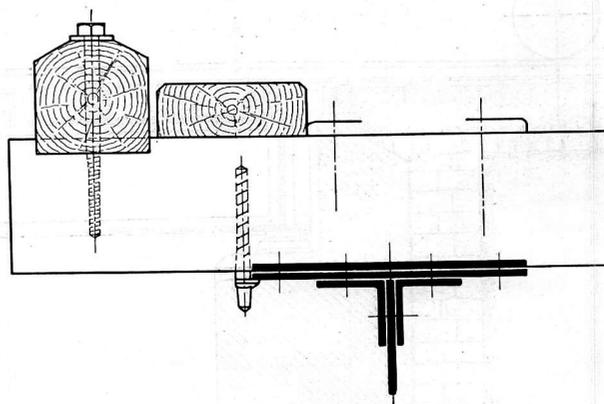


Abb. 5. Bayerische Schwellenbefestigung.

oder den Trägerflansch greift. Ein Teil des Schraubenkopfes ist abgenommen, damit die Schrauben bereits vor dem Verlegen der Schwellen mit Kopfansatz nach außen eingeschraubt werden können. Ruht die Schwelle dann auf dem Träger auf, so bedarf es nur noch einer Teildrehung, um die Schraube zum Anliegen zu bringen. Zur Übertragung der Seitenkräfte wird die Schwelle in Bayern auf den Schwellenträgern eingekämmt. Der gegenseitige Abstand der Schwellen wird durch Streichbalken gesichert. Die Anordnung hat den großen Vorzug, daß man

von der Lage des Oberbaus zum Träger vollkommen unabhängig ist. Das Festziehen der Schrauben wird von den maßgebenden bayrischen Fachleuten als nicht besonders schwierig erklärt. Längsverschiebungen der Schwellen werden, solange die Schrauben fest anliegen, durch Reibung behindert. Frisst sich die Schwelle im Betrieb ein, so wird aber der Kopf mit der Zeit abstehen und durch Nachziehen der Schraube zur Anlage gebracht werden müssen. Der bayrischen Anordnung haftet der Mangel an, daß die Schraube zur Aufnahme der Seitenkräfte nicht ausreicht und bei ungenauer Einkämmung Seitenverschiebungen der Schwelle möglich sind. Auf die teure und technisch nicht befriedigende Einkämmung der Schwellen kann verzichtet werden, wenn zur Übertragung der Seitenkräfte Spurdübel (Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Heft 16) Verwendung finden (Abb. 6). Die Seitenkraft wird dabei von der

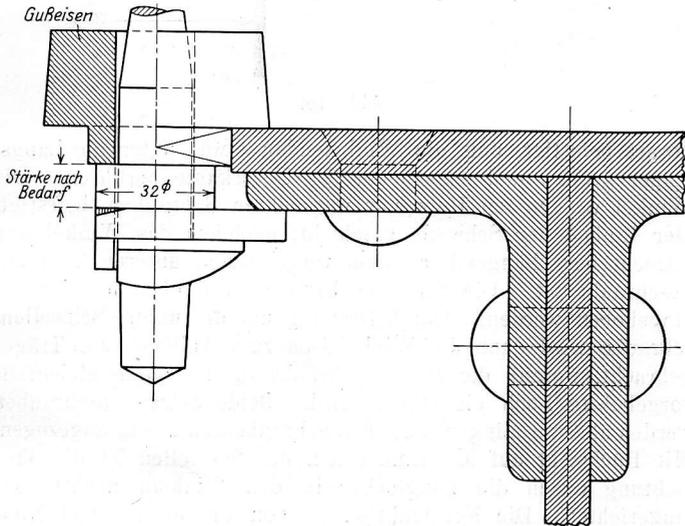


Abb. 6. Fahrbahntafel mit Querschwellenoberbau. Querschwellenbefestigung = Eisendübel mit Vierkantansatz.

letztere beim Drehen der Schraube mitgenommen und in der Endlage zwischen Träger und Schraubenkopf eingepreßt. Die für Walzträger bestimmten Klemmplatten erhalten zweckmäßig der Flanschneigung entsprechende Berührungsflächen. An Stelle des vierkantigen Dübelansatzes kann man auch einen runden, zur Dübelachse exzentrischen Ansatz wählen, um bei ungenauer Bohrung durch entsprechende Drehung mittels Steckschlüssel die Berührung des Ansatzes mit dem Träger zu erreichen.

Eine von der Reichsbahndirektion Dresden erprobte Befestigungsart besitzt bei klarer Kraftübertragung eine zentrische Auflagerung der Schwelle (Abb. 7 und 8). An den Unterflächen der Schwellen werden eiserne Druckverteilungsplatten mit Holzschrauben befestigt. Die unterlaschten Schwellen ruhen auf Vierkanteisen, die der Schwellenbreite entsprechen und mit Stiftschrauben auf den Schwellenträgern befestigt werden. In ihrem seitlich über den Längsträger hinausragenden Teil ist die Druckverteilungsplatte mit einem runden oder viereckigen Loch versehen. Zum Festklemmen dient eine Schwellenschraube oder eine mit umgebogenen Endhaken versehene Befestigungsschraube. Diese wird durch Anziehen der über der Schwelle befindlichen Schraubenmutter angepreßt. Der senkrechte Schraubenbolzen liegt seitlich am Träger an. Bei ungenau gewalzten Profilen ist das Einführen der Schrauben erschwert. Es besteht die Gefahr, daß die Schwellen bei Wanderbewegungen des Gleises über die kurzen Vierkanteisen vorgeschoben werden, da die

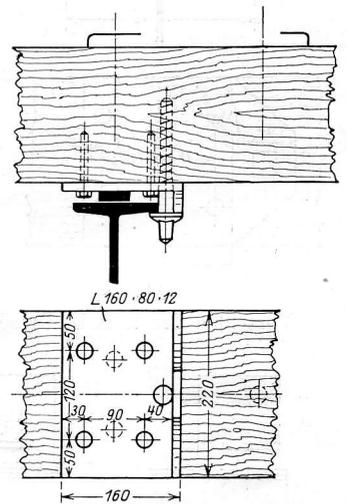


Abb. 7. Vorschlag der R. B. D. Dresden.

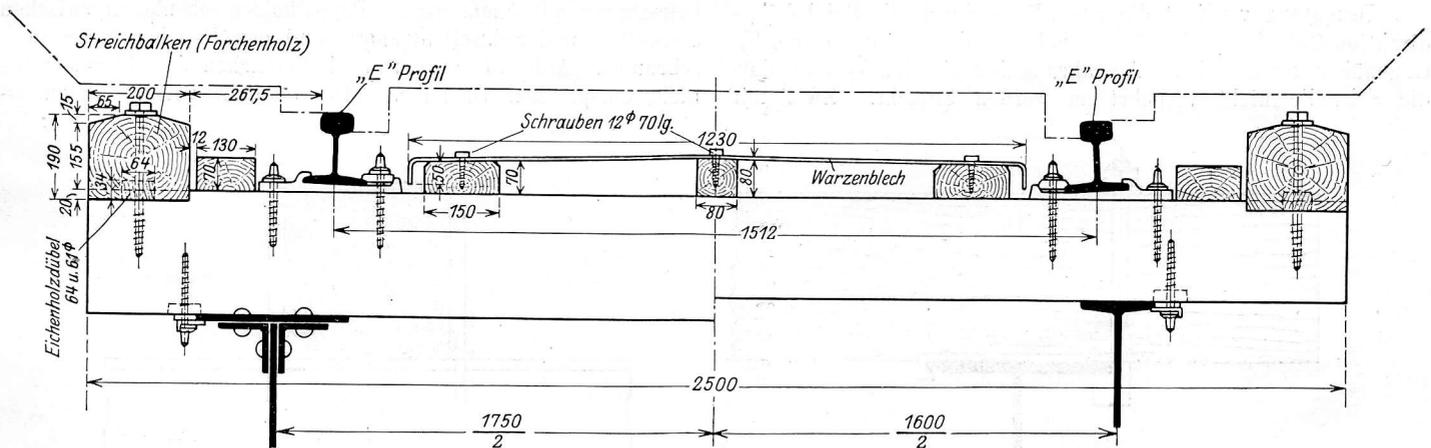


Abb. 6a. Fahrbahntafel mit Querschwellenoberbau.

Schwelle auf einen Dübelansatz von rechteckigem Querschnitt abgegeben; der an der Außenkante des oberen Trägergurts anliegt. Die vier Kanten des Ansatzes sind von der Dübelachse 18, 19, 20 und 21 mm entfernt und ermöglichen durch entsprechende Drehung ein Anliegen am Träger auch bei ungenauer Bohrung. Durch die Einführung des Spurdübels in die Befestigung, die im übrigen nicht von der normalen bayrischen abweicht, wird die Schraube von Seitenkräften entlastet und hat nur noch axiale Zugkräfte zu übertragen, wozu sie ohne Gefahr der Lockerung in stande ist. Bei der verschiedenartigen Ausbildung der Längsträgergurtungen werden noch Futterstücke und Klemmplatten gebraucht. Da sich die senkrechte Kopffläche an den Ansatz der Klemmplatte anlegt, wird

Reibung die Längsbewegung nicht vollständig verhindern kann. Das Vierkanteisen sollte über den ganzen Träger hinweggeführt werden, was jedoch kostspielig ist. Es wird auch nicht leicht sein, die in der Schwelle vorzubohrenden 16 Löcher für die Befestigung der Schienen, und der Druckverteilungsaschen, sowie die Durchführung der senkrechten Bolzen so in Übereinstimmung zu bringen, daß die Bolzen wirksam an den Längsträgern zur Anlage kommen. Die durch die zentrische Auflagerung der Schwelle erreichte freie Durchbiegung der Schwellen wird durch die seitlich angebrachte Befestigungsschraube behindert. Nach den im Betrieb gemachten Erfahrungen können senkrecht durch das Schwellenholz geführte Schrauben nicht empfohlen werden. Im übrigen hat die

Dresdener Befestigungsart große Vorzüge. Durch die mittige Übertragung des Schwellendrucks sind schädliche Nebenspannungen in den Schwellenträgergurtflanschen vermieden.

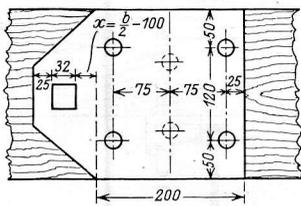
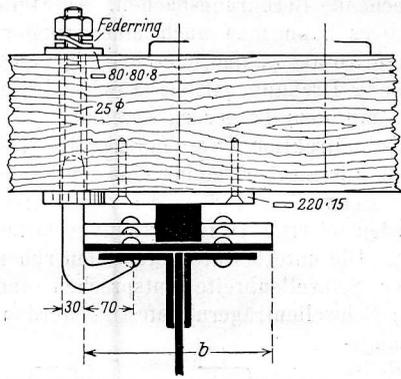


Abb. 8.

Vorschlag der R. B. D. Dresden.

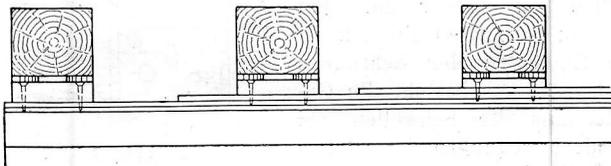


Abb. 8a.

Beachtung verdient die neuerdings durch die Reichsbahndirektion Oldenburg eingeführte Schwellenbefestigung (Abb. 9). Gegenüber der Dresdener Ausführung hat sie den Vorzug, daß die Schwelle nicht verbohrt zu werden braucht. Zwei mit

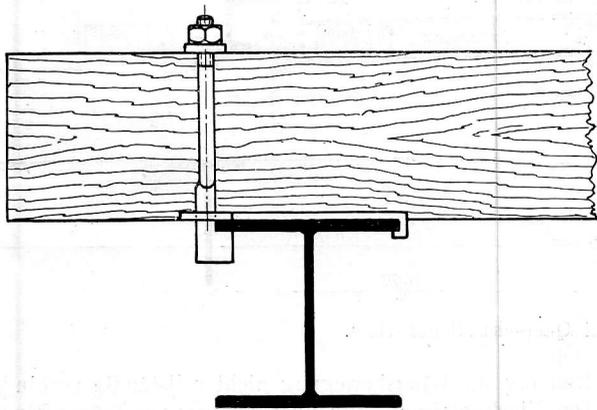


Abb. 9. Oldenburger Schwellenbefestigung.

Klemmhaken versehene, senkrechte Schrauben werden beiderseits neben der Schwelle hochgeführt, oben durch eine auf die Schwelle aufgelegte Federplatte gesteckt und seitlich durch Flacheisenhaken an den Schwellenträgern festgehalten. Die Festklemmung geschieht mit Muttern, die auf den Federplatten ruhen. Die Sicherheit gegen Seitenverschiebungen der Schwellen ist nur durch die durch Anspannung verstärkte Reibung von Holz auf Eisen gewährleistet. Für starke Kurven erscheint die Befestigung nicht ausreichend.

In Abb. 10 ist ein Vorschlag des Dipl.-Ing. Neustetter, Stuttgart dargestellt. Seitlich der Schwellenträger werden an der Schwelle, unter 45° geneigt, ungleichschenklige Winkel

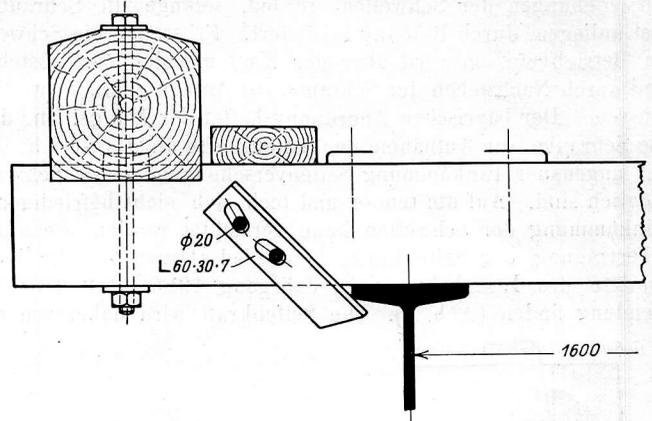
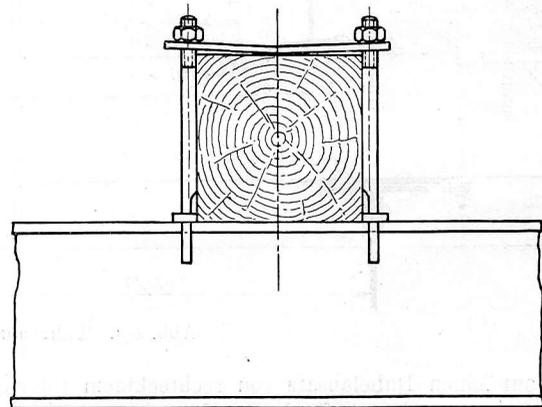


Abb. 10.

derart befestigt, daß die Winkelenden etwas unter die Längsträger greifen und letztere an der Unterkante berühren. Die Winkel werden am Holz mit wagrechten Schrauben befestigt. Der Einbau der Schwelle geschieht, nachdem das Winkeleisen lotrecht herabhängend, an dem vorgebohrten unteren Loch angeschraubt ist. Die Schwelle kann so von oben ungehindert eingehoben werden. Durch Drehung um die untere Schwellenschraube wird dann das Winkeleisen zum Anliegen am Träger gebracht, worauf die zweite Schraube in das obere gleichfalls vorgebohrte Loch eingeführt wird. Beide Schwellenschrauben werden alsdann mit gewöhnlichen Schraubenschlüsseln angezogen. Mit Rücksicht auf das Eindringen der Schwellen ist die Vorrichtung durch die Langlöcher in den Winkeln nachstellbar eingerichtet. Die Konstruktion ist von Trägerform und Nietköpfen unabhängig.

Eine vom Eisenbahnzentralamt vorgeschlagene Schwellenbefestigung mit 5 mm dicken Pappelholzzwischenlagen zwischen Schwellen und Schwellenträgern und gewöhnlichen Schwellenschrauben (Abb. 11) scheint nach Versuchen den Erwartungen nicht entsprochen zu haben. Der ohnehin geringe Biegungs-



widerstand der Schraube gegen Seitenkräfte wird durch Vergrößerung des Krafthebels infolge der Zwischenlage noch vergrößert. Dementsprechend ist der seitliche Halt des Gleises ungenügend. Auf Walzträgern wird das Pappelholzplättchen zu groß, die Holzpressung zu groß. Die Bauart dürfte vielleicht für 17 t noch genügen, für schweren Betrieb aber kaum in Betracht kommen. Ein weiterer Nachteil des Vorschlags besteht darin, daß beim Einziehen und Auswechseln der Schwelle die Schwellenschraube ganz herausgenommen werden muß.

zu verwerten, ohne seine Nachteile mit in Kauf nehmen zu müssen. Der Schwellenwinkel, an dem die Schwellen in üblicher Weise mit wagrechter Schraube und Langloch befestigt werden, sitzt auf einem Stuhl und wird seitlich mit Klemmbacken und Schraube nach Art der Wanderklemmen an den Schwellenträger festgeklemmt. Der Schwellenwinkel kann so ohne Änderungen am Gleis, ohne Schwellenverrückung oder Gleishebung eingebaut, ausgewechselt oder versetzt werden. Je nach der Schwere des Verkehrs und der Beanspruchung der Befestigungsmittel können die Klemmwinkel auf die Brücke verteilt werden; bei leichtem Verkehr und in der Geraden wird im Winkel auf je 3 bis 5 Schwellen genügen, in Kurven und Steigungen und für schweren Verkehr kann die Befestigung jeder einzelnen Schwelle mit Klemmwinkel notwendig sein.

Durch das Anklemmen der Schwellenwinkel wird jede Schwächung des Schwellenträgers durch Niet- oder Schraubenschlöcher vermieden. Bei den für Neubauten bevorzugten Breitflanschträgern kann also gegenüber festgenieteten Schwellenwinkeln ein Gewicht gespart werden. Von der Nietteilung der aus Winkeln und Blechen zusammengesetzten Längsträger ist der Klemmwinkel unabhängig. Er kann an jeder beliebigen Stelle aufgesetzt werden. Die Aussparungen für die Nietköpfe sind so groß, daß allen praktischen Verhältnissen Rechnung getragen ist. Die Anpassung an die verschiedenen Gurtformen geschieht durch entsprechendes Abhobeln des unteren Teils der

Klemmbacken. Die Klemmwirkung beim Anziehen der zwischen den Klemmbacken eingesetzten Schraube wird dadurch erreicht, daß der mit keilartigem Anzug versehene Oberteil des Klemmbackens auf einer entsprechend geneigten Fläche am wagrechten Winkelschenkel gleitet. Der leichte Einbau und Ausbau des Klemmwinkels ist bei allen Gleisarbeiten von Vorteil, so beim Auswechseln einzelner Schwellen, bei Schwellenverschiebungen, bei Gleisneubauten, wo durch längere Schienen oder Schienenstoßverschweißung eine neue Schwellenteilung notwendig wird, endlich bei Brückenverstärkungen, wo Längsträger ausgebaut oder durch Gurtlamellen verstärkt werden müssen usw.

Die Kosten des Klemmwinkels sind geringer als die des bisher üblichen festgenieteten Schwellenwinkels, weil die teure Nietarbeit wegfällt, das Aufbringen den Streckenarbeitern überlassen werden kann. Besonders vorteilhaft erscheint die Verwendung der Klemmwinkel zur Verbesserung des Oberbaus auf alten Brücken an Stelle von unzulänglichen Befestigungsmitteln. Aber auch für N-Brücken mit auf eisernen Druckstücken zentrierter Schwellenauflagerung nach dem Vorschlag der Reichsbahndirektion Dresden bei Fahrbahnlangträgern und bei Hauptträgern ist der Klemmwinkel geeignet, weil man von der Form des Trägers, der Höhe und Breite der Druckstücke, der Nietteilung unabhängig ist und die Festhaltschraube unmittelbar über das Auflager gelegt werden kann (Abb. 12 a).

Reichsoberbau und Schienenstoff.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Diehl, Karlsruhe.

Nach Erlaß der Hauptverwaltung vom 6. Februar 1923 E VIII 82 D 1655 sind auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn bis auf weiteres nur noch zwei Oberbaugattungen zu verlegen:

a) eine schwere Oberbauform für

N-Strecken, die in fernerer Zukunft den Verkehr mit Lokomotiven von 25 t Achsdruck zur Beförderung von Großgüterwagen in geschlossenen Zügen, insbesondere auf starken Steigungen, bewältigen sollen und für

E-Strecken, auf denen aus Großgüterwagen gebildete geschlossene Züge mit den schweren Lokomotiven jetziger Bauart oder den Einheitslokomotiven der Reichsbahn mit 20 t Achsdruck befördert werden sollen und die auch mit mehreren hintereinandergestellten schweren Lokomotiven befahrbar sein müssen und

b) eine leichtere Oberbauform für

G-Strecken, auf denen Züge, bestehend aus einzelnen Lokomotiven mit 20 t Achsdruck und gewöhnlichen Wagen von 3,6 t/m Gewicht verkehren sollen und die auch mit einzelnen oder höchstens zu zweien gekuppelten Großgüterwagen befahrbar sein müssen.

Schon im Jahre 1925 wurde demgemäß mit dem Umbau der Hauptstrecken auf den erstgenannten Oberbau mit 49 kg/m schweren Schienen begonnen; gleichzeitig damit wurde auch die Bettung für die höheren Verkehrslasten instandgesetzt und insbesondere Hartsteinschotter in größerem Umfang als bisher dazu beigezogen. Daß die Brückenverstärkungen damit Hand in Hand gehen, ist bekannt.

Gegenüber diesen umfangreichen Verbesserungsplänen für den gesamten Schienenweg fällt auf, daß die erst kürzlich ausgegebenen Vorschriften für die Stoffgüte der Schienen und für die Prüfung dieser in der Hauptsache die gleichen geblieben sind wie bisher. Als Maßstab für die Zähigkeit dient die Schlagprobe und der Zerreißversuch. Hierbei soll die Zugfestigkeit für das Quadratmillimeter des ursprünglichen Querschnitts für gewöhnliche Schienen und Zungenschienen mindestens 60 kg und für härtere Schienen für Weichen mindestens 70 kg betragen wie seit Jahren schon. An Stelle der Zerreißprobe kann die Kugeldruckprobe treten. Die Schienen S 49

sind auch bis jetzt nach diesen Vorschriften beschafft worden. Hierin liegt zweifellos ein Widerspruch.

Schon vor dem Krieg, während desselben und auch jetzt wieder klagen viele Dienststellen, insbesondere die Bahnmeister, darüber, daß der Schienenstoff zu weich sei und sich zu rasch abnutze. Dies trifft vorzugsweise zu bei Strecken, wo Lokomotiven mit hohen Raddrücken, vor allem schwere Güterzugslokomotiven mit kleinen Rädern verkehren. Die Beobachtung stimmt überein mit den Ergebnissen, die auf Grund der jahrzehntelangen, umfangreichen und eingehenden Versuche des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen erzielt und in der Schienenstatistik niedergelegt sind. Hiernach zeigt sich, daß Versuchsstrecken, die von Lokomotiven mit Raddrücken ≥ 8 t befahren werden, gegenüber solchen mit geringeren Radlasten bei gleicher Gesamtbruttolast weit größere Schienenabnutzung aufweisen, und zwar gilt dies für alle Schienenstahlsorten und für Versuchsstrecken verschiedener Verwaltungen. Diese Versuche bezogen sich in der Hauptsache auf Schienen mit 60 kg/qmm Mindestfestigkeit, wie sie in den neuen Lieferbedingungen ebenfalls vorgeschrieben ist.

Auch die Beobachtungen, die im Bereich der Reichsbahndirektion Karlsruhe über Riffelbildung gemacht wurden*), führen zu ähnlichem Ergebnis, wenn man beachtet, daß die Riffelbildung neben dynamischen Einflüssen und neben etwaigen Erzeugungsunregelmäßigkeiten der Schienen mit auf eine Überschreitung der Materialbeanspruchung im Berührungspunkt zwischen Rad und Schiene zurückgeführt werden darf. Es ergab sich hier, daß die Riffelbildung nur selten oder in geringem Maße auftritt auf solchen Strecken, die nur von leichten Zügen, insbesondere Personenzügen, befahren werden, daß sie aber auf Strecken mit gemischtem Verkehr oder reinem Güterverkehr mit schweren, kleinrädernen Lokomotiven sich verhältnismäßig stark zeigt.

Man kann demnach folgern, daß für Raddrücke bis zu 7,5 t oder 8 t die Schienen mit der Gütevorschrift von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit sowohl in Martin- wie Bessemer und Thomasqualität den Anforderungen bezüglich Abnutzungswiderstand

*) Stahl und Eisen 1924, Seite 1148.

vollauf genügen, daß aber höhere Raddrücke, insbesondere zusammen mit kleinen Raddurchmessern, unbedingt auch Schienen höherer Festigkeit als bisher verlangen, wenn nicht eine vorzeitige Auswechslung und damit eine unwirtschaftliche Gleisunterhaltung eintreten soll.

Auf Grund dieser allgemeinen Beobachtungen sind schon vor dem Krieg und später verschiedentlich Versuche mit sogenanntem »verschleißfestem« Stahl gemacht worden mit zum Teil gutem, zum Teil aber nicht befriedigendem Ergebnis; jedenfalls ist die Aufgabe, einen genügend verschleißfesten Schienenstahl zu finden, mit diesen Versuchen nicht gelöst worden. Die Schwierigkeit liegt zum Teil darin, daß die Beziehung zwischen Abnutzungswiderstand und Stoffbeschaffenheit ziemlich verwickelter Art ist. Die bereits erwähnten Versuche des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen haben wohl allgemein ergeben, daß die Abnutzung zuzunehmen scheint mit der Zunahme der Eindringtiefe bei der Kugeldruckprobe, der Querschnittsverminderung bei der Zerreißprobe und der bleibenden Durchbiegung bei der Schlagprobe, ferner, daß sie abzunehmen scheint mit der Zunahme der Härte, der Streckgrenze und der Zugfestigkeit. Aus den eingehenden Versuchen und Berichten über die Prüfung der Abnutzung von Eisen und Stahl bei rollender Reibung ohne Schmiermittel, die von der Eisenhüttenindustrie vorgenommen wurden*), ist mit Bezug auf die vorliegende Frage folgendes besonders hervorzuheben: Mit steigendem Anpreßdruck wächst bei perlitreichem Stahl der Verschleiß; bei ferritreichem Stahl wirkt die eintretende Kalt- härtung verschleißmindernd. Mit steigendem Schlupf wächst der Verschleiß (Bremsstrecken!); dagegen nimmt der Verschleiß ab mit steigenden Werten der Härte und des Reinheitsgrades.

Den spezifischen Flächendruck, der an der Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene auftritt und dessen Höhe das Maß der Abnutzung stark beeinflusst, kann man annähernd rechnerisch ermitteln, wenn man zur Vereinfachung die Radbandage als Zylinderfläche und die Schienenkopffläche als Ebene voraussetzt. Wenn P diesen Druck in Kilogramm, E den Elastizitätsmodul, r den Halbmesser des Laufkreises in Zentimetern und l die Breite des Bandes bedeutet, auf welche Schienenkopf und Bandage sich berühren, so erhält man nach der Herzschen Formel:

$$\sigma = 0,42 \sqrt{\frac{P \cdot E}{l \cdot r}}$$

Da hiernach das Verhältnis P:r maßgebend ist, wirken die hohen Raddrücke von Schnellzuglokomotiven nicht so ungünstig wie diejenigen von schweren Güterzuglokomotiven oder auch von Großraumgüterwagen.

Das Verhältnis P:r hat für verschiedene Lokomotiven folgenden Wert:

a) Frühere badische Schnellzuglokomotiven:

$$\text{II a: } \frac{7400}{93} = 80, \text{ II c: } \frac{7700}{105} = 73, \text{ II d: } \frac{8350}{105} = 80;$$

b) Frühere badische Güterzuglokomotiven:

$$\text{VIII c: } \frac{7250}{63} = 115;$$

c) Zur Zeit in Dienst stehende Lokomotiven:

$$\text{P 35.14: } \frac{7000}{80} = 88, \text{ S 36.16: } \frac{8300}{90} = 92, \text{ P 35.17: } \frac{8500}{87,5} = 97,$$

$$\text{Pt 35.14: } \frac{7250}{74} = 98, \text{ Pt 37.17: } \frac{8500}{82,5} = 103, \text{ Pt 35.16: } \frac{8400}{80} = 105,$$

$$\text{G 33.13: } \frac{6850}{61} = 112, \text{ P 46.19: } \frac{10000}{87,5} = 114, \text{ G 45.16: } \frac{8000}{67,5} = 118,$$

$$\text{G 56.17: } \frac{8500}{70} = 121, \text{ Gt 55.17: } \frac{8500}{67,5} = 126.$$

Für eine Lokomotive mit 25 t Achsdruck und 1,40 m Trieb- rad- durchmesser erhalte man:

$$\frac{P}{r} = \frac{12500}{70} = 179.$$

Hohe Werte von $\frac{P}{r}$ werden hauptsächlich von schweren

Güterzuglokomotiven erreicht; bei 25 t Achsdruck steigt der Wert außerordentlich hoch und damit auch der Flächendruck σ .

Mit $E = 2200000$, mit $\frac{P}{r} = 80$ bis 180 und mit $l = 1, 2$ und 3 cm erhält man folgende Werte für σ :

P:r =	80	90	100	110	120	130	140	150	180
l = 1	5560	5900	6220	6580	6820	7090	7360	7620	8350
l = 2	3940	4170	4400	4620	4830	5020	5200	5390	5900
l = 3	3210	3410	3590	3770	3940	4100	4250	4400	4820

kg/cm²

Die so errechneten Zahlen stimmen verhältnismäßig gut überein mit vorgenommenen Messungen für die Lokomotivgattungen G 12 (G 56.17) und P 10 (P 46.19) mit 8,5 t bzw. 10 t Radlast; es ergab sich dabei ein Flächendruck von 4200 kg/qcm bzw. 5000 kg/qcm*).

Die Streck- oder Quetschgrenze, die bei Schienenstahl von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit bei etwa 3300 bis 3500 kg/qcm liegt, wird also sowohl rechnungs- wie versuchsmäßig bei einem Teil des Materials, wenn auch nur in der äußersten Oberflächenzone, erheblich überschritten und dadurch eine bleibende Formänderung hervorgerufen. Wie weit die Wirkung in die Tiefe geht, ist von der Zuggeschwindigkeit abhängig; mit der Erhöhung dieser sinkt die Tiefenwirkung.

Ein Schienenstahl von 60 kg/qmm Mindestfestigkeit genügt demnach im allgemeinen nicht mehr für die höheren Radlasten. Die Notwendigkeit, zu einem härteren, insbesondere verschleißfesteren Stahl überzugehen, ist zwingend; die bisher aus rein statischen Rücksichten durchgeführte Verstärkung des Gleises allein genügt nicht.

In Erkenntnis dieser Tatsachen haben verschiedene außerdeutsche Eisenbahnen, vor allem amerikanische, bei denen jetzt schon Radlasten bis fast 15 Tonnen vorkommen, dann auch schwedische, norwegische und südafrikanische Bahnen, höhere Mindestfestigkeiten vorgeschrieben; meist wird 70 und 75 kg Mindestfestigkeit verlangt. Die höhere Festigkeit wird in der Regel hauptsächlich durch einen etwas höheren Kohlenstoffgehalt erreicht.

Welche Anforderungen sollen an den Schienenstoff, der den jetzigen hohen Raddrücken besser widerstehen soll, nun gestellt werden? Da, im Einklang mit den Erhebungen der Schienenstatistik sowohl die Quetschgrenze als auch die Bruchfestigkeit selbst für die Größe des Verschleißwiderstands maßgebend ist, sollte im Hinblick auf den errechneten und durch vorgenannte Versuche ermittelten Flächendruck die Quetschgrenze auf allermindestens 45 kg/qmm, besser auf 50 kg/qmm festgelegt werden. Eingehende Versuche erster Hüttenwerke haben ergeben, daß auch im Thomasverfahren sehr wohl ein Stahl hergestellt werden kann, dessen Quetschgrenze bei wenigstens 60% der Bruchfestigkeit, z. T. noch höher, liegt; diese selbst sollte also allermindestens 75 kg/qmm betragen, entsprechend einer Mindesthärte von 208 Brinell- einheiten. Eine obere Grenze für die Festigkeit scheint ratsam; viel über 85 kg/qmm sollte man dabei nicht hinausgehen, weil sonst Gefahr besteht, daß die Schienen die Schlagprobe, bei der 80 mm Mindestdurchbiegung auf 1 m Länge erwünscht

*) Vortrag von Generaldirektor Canaris über „Thomasstahl als Baustoff für Schienen“. Sonderdruck von Stahl und Eisen, Düsseldorf.

*) Stahl und Eisen 1924, Heft 17, sowie Mitteilungen des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Nr 74.

erscheinen, nicht aushalten. Wenn auch eine Dehnung nicht mehr vorgeschrieben ist, sollte ein Maß von 8% , besser noch 10% erreicht werden. Im Hinblick auf die große Bedeutung der Verschleißfestigkeit liegt die Frage nahe, ob in die Lieferungsbedingungen nicht überhaupt eine Prüfung auf Verschleißwiderstand in irgend einer Form aufgenommen werden sollte.

Bei der vorliegenden Frage spielt auch die Festigkeit und Härte der Radreifen mit. Soweit dem Verfasser bekannt, werden für Wagen Radreifen mit einer Festigkeit von 50 bis 60 kg/qmm, für Lokomotiven solche von 70 bis 80 kg/qmm vorgeschrieben. Hier ist man also mit dem Baustoff den Raddrücken schon eher gefolgt. Um so mehr scheint dies bei den Schienen am Platze zu sein.

Was die Kostenfrage angeht, so ist klar, daß die Herstellung eines härteren Schienenstahls, der derartig scharfen Güteproben unterworfen wird und dessen höchstzulässige Festigkeit auch begrenzt ist, teurer werden wird als bisher. Die Verwendung ist aber immer noch wirtschaftlich, wenn der Verschleißwiderstand im gleichen Maße wie der Preis steigt, weil die Kosten für vorzeitigen Ausbau der Schienen gespart werden; damit geht zugleich eine Verminderung der betrieblichen Schwierigkeiten beim Umbau und eine Verringerung der Betriebsgefahr Hand in Hand. Ferner ist zu beachten, daß einem Stahl mit höherer Streckgrenze und Bruchfestigkeit wiederum höhere Lasten in statischer Beziehung zugewiesen werden können.

Das Umfüllen des Prefs-gases.

Von Reichsbahnoberrat Pontani, Breslau.

Die Kosten des Ölprefs-gases für die Personenwagenbeleuchtung setzen sich aus den Erzeugungskosten, den Prefs-kosten und den Kosten für die Verteilung zusammen. Die ersten sind durch den Vertrag mit der Firma Pintsch festgelegt, die Prefs-kosten hängen von dem Anlagenanteil, der Bedienung und den Strom- bzw. Dampfkosten ab. Diese Kosten werden nur geringen Änderungen unterworfen sein und lassen sich schwerlich herabsetzen. Bei Steinkohlengas betragen sie etwa 6 bis 7 Pfg. m³. Die Verteilung des Gases ist in der Hauptsache bedingt durch die Füll- und Umfülleinrichtungen in der Gasanstalt und an den Zugbildungsbahnhöfen und von der Ausnutzung des vorhandenen Kesselwagenparks und den Beförderungskosten abhängig.

Die Kosten für die Verteilung des Gases sind bisher zu hoch gewesen. Aus Anlaß des Überganges zur Ölprefs-gasbeleuchtung ist der Versuch gemacht worden, sie auf ein Mindestmaß herabzusetzen, wie nachstehend dargestellt.

Bekanntlich wird das Prefs-gas von den Gaserzeugungsstellen mittels Kesselwagen bei 10 bis 15 at Druck den Zugbildungsbahnhöfen in einem bestimmten Umlaufplan zugeführt und dort entweder in ortsfeste Kessel oder sofort in die Gasbehälter der Personenwagen übergeführt. Die Gasbeförderungskosten stellen sich nach bekannten Ermittlungen (Güterbeförderungsvorschriften) zu 0,25 \mathcal{M} für das Wagenkilometer Hin- und Rückfahrt. Also z. B. für einen Kesselwagen von 44 m³ Inhalt und 15 at Druck = 660 m³ Gas auf $\frac{0,25}{660} = 0\ 000\ 376\ \mathcal{M}/\text{m}^3$. Ist z. B. der Übergabepreis des Gases 0,50 \mathcal{M} einschließlich Prefs-kosten, so stellt er sich an der für durchschnittliche Verhältnisse zutreffenden Entfernung von 70 km auf $0,50 + 0\ 000\ 376 \cdot 70 = 0,552\ \mathcal{M}$ ohne persönliche Kosten. Es ist hierbei angenommen, daß die beförderte Gasmenge an der Umfüllstation tatsächlich vollständig abgegeben wird; wird ein Teil des Gases wieder zurückbefördert, so verteuert sich der Preis für die wirklich beförderte Menge entsprechend.

Wenn das Umfüllen durch einfaches Überströmen geschieht, so entleert sich der Kesselwagen nur so weit, bis Druckausgleich erfolgt ist. Es habe z. B. der Kesselwagen anfänglich einen Druck von 15 at bei 44 m³ Inhalt, während die ortsfesten Kessel auf mehreren zu versorgenden Bahnhöfen, die einen Inhalt von je 10 m³ bei 10 at zulässigen Druck haben mögen, bis auf 4 at geleert sind. Ein anderer Wagenumlauf versorge 2 Bahnhöfe mit großem Gasbedarf. Die ortsfesten Kessel seien auch nur 10 m³ groß bei 10 at zulässigem Druck. Im ersten Falle würde der Ausgleich auf dem ersten Bahnhöfe, dessen Kessel nur bis 10 at gefüllt werden darf, zu einem Drucke von 13,65 at führen, beim zweiten sinkt er auf 12,2 at, beim dritten auf 10,85, beim vierten auf 9,5, beim fünften auf 8,6 und beim sechsten auf 7,3 at, wenn es überhaupt noch lohnen sollte, mit diesem Druck weiter zu arbeiten. Mit diesem Inhalt fährt der Kesselwagen zur Gasanstalt zurück. Er hat also fast die Hälfte seiner

Füllung vergeblich befördert. Zu manchen Bahnhöfen wird man in einer Woche mehrmals hinfahren müssen, es sind also manche Doppelfahrten in Kauf zu nehmen, die die Gasverteilung verteuern. Bei dem zweiten Beispiel verläßt der Gaskesselwagen den Zugbildungsbahnhof mit möglichst niedrigem Druck wie oben. Man erkennt, daß der Kesselwagen vielfach zwischen den beiden Bahnhöfen hin- und herlaufen muß, um den Gasbedarf zu decken. Es liegt auf der Hand, daß die Kesselwagen um so öfter zwischen der Gasanstalt und den Zugbildungsbahnhöfen verkehren müssen, und um so weitere Wege machen müssen, je größer das Mißverhältnis zwischen dem Inhalt des Kesselwagens und dem auf den Bahnhöfen zur Verfügung stehenden Kesselraum ist. Sollen die Verkehrswege der Gaskesselwagen eingeschränkt werden, so ist der Kesselraum auf den Bahnhöfen und auf dem Gaswagen in Einklang zu bringen. Der Inhalt der Gasbehälter ist auch abhängig vom Druck, dieser ist also ebenfalls zu berücksichtigen. Als Maßstab für die Bemessung des Kesselraumes wird man, da man Wagenumlaufpläne auf eine Woche einrichtet, den Wochenbedarf an Gas wählen. Es ist ferner, wie obige Beispiele zeigen, selbstverständlich, daß man das Gas nicht bloß überströmen läßt, sondern mit Pumpen überfüllt, um am ortsfesten Kessel den zulässigen Druck auch auszunutzen, und um kein Gas zurückzubringen, d. h. doppelt zu befördern. Wenn der Kesselwagen aus dem obigen Beispiel seinen ganzen Inhalt abgegeben hätte, und leer bzw. nur mit Atmosphärendruck zurückgekommen wäre, so würde das Kubikmeter Gas nur 0,526 \mathcal{M} kosten. Das erreicht man dadurch, daß man Überfüllpumpen aufstellt überall dort, wo sie notwendig sind. Bei entfernt liegenden Bahnhöfen mit kleinem Gasbedarf kann man auf Pumpen verzichten. Man würde sie versorgen, solange der Gaskessel noch hohen Druck hat. In Bezirken, wo die Bahnhöfe bereits in überwiegender Zahl mit Pumpen ausgerüstet sind, wird man dieses System beibehalten. In anderen Fällen kann man den Gaskesselwagen mit festen, elektrisch betriebenen Pumpen versehen. Geeignete Konstruktionen werden z. Zt. von verschiedenen Firmen durchgebildet. Bedenken, die man früher wegen Funkenbildung und Explosionen hatte, werden dabei berücksichtigt. Voraussetzung für eine solche Einrichtung ist, daß man auf allen berührten Bahnhöfen die gleiche Stromart und Spannung hat. Manche Direktionsbezirke streben dies seit längerer Zeit an. Als die gängigste Antriebsform gilt Drehstrom von 220 Volt Spannung. Wo andere Spannungen und Antriebsformen bestehen, kann man den Wagenumlauf so legen, daß ein Kesselwagen nur Bahnhöfe gleicher Antriebsform berührt. Mangel an Barmitteln wird hier und da dazu führen, alte Lokomotivluftpumpen zu wählen. Das bedingt natürlich die Stellung einer Lokomotive für die Umfüllzeit und verteuert die Gasverteilung.

Die Pläne müssen ferner so eingerichtet sein, daß alle Wagen mit bequemen Zwischenräumen bei der Anwesenheit in

der Gasanstalt gefüllt werden können. Das wird dadurch erleichtert, daß man den Kesseln an der Gasanstalt möglichst großen Inhalt und Druck gibt. Dann können die Gaswagen zum größten Teil durch Überströmen aus den Vorratkskesseln gefüllt werden, wozu weniger Zeit gebraucht wird, als wenn das Gas unmittelbar in den Wagenbehälter geprefst wird; und die Füllzeit ist nur zum kleinen Teile von der Leistung der Pumpen abhängig.

Nach diesen Überlegungen ist ein neuer Gasumlaufplan für die R. B. D. Breslau aufgestellt worden. Er beruht auf der Voraussetzung, daß alle Zugbildungsbahnhöfe und auch die Gaserzeugungsanlagen genügenden Kesselraum mit geeignetem Druck haben, daß ferner alle Abfüllstellen mit Umfüllpumpen, wo sie nötig sind, und, soweit erforderlich, auch die Gaskesselwagen mit Umfüllpumpen versehen werden. Es werden danach statt 35 Gaskesselwagen nur noch 18 gebraucht. Die Zahl ist sehr vorsichtig angenommen, und wird, wenn sich die neue Anordnung erst eingelaufen hat, wahrscheinlich noch herabgesetzt werden können. Es laufen dann nur noch Gaswagen von 44 m³ Inhalt und 15 at Druck, abgesehen von der Bedienung kleiner in einzelnen Plänen zusammengefaßter Stationen, wo der hohe Druck doch nicht ausgenutzt werden könnte. Die freiwerdenden Gaskessel werden von den Wagenuntergestellen heruntergenommen, um den ortsfesten Kesselraum auf den Zugbildungsbahnhöfen bis auf den Wochengasverbrauch zu vervollständigen. Die Wagenuntergestelle können weitere Verwendung als Arbeitswagen finden. Mehrere kleine Kessel mit mindestens 10 at Druck sind auf den Bahnhöfen günstiger als ein großer Kessel, dessen Inhalt man bei gesunkenem Druck nicht mehr ausnutzen kann, wenn einzelne Wagen oder Wagenzüge eines höheren Druckes bedürfen.

Es muß ganz vermieden werden, daß die Gaskesselwagen Aufenthalt auf den Bahnhöfen nehmen, um dort unmittelbar in die Personenwagen einzufüllen, weil damit stets große Aufenthalte verbunden sind und der Kesselwagen nicht ausgenutzt wird. Man wird erst noch Erfahrungen darüber sammeln, welche Gasmenge jetzt gegenüber dem Steinkohlengas zu behandeln sind, ob z. B. 60 oder 65 % der früheren Menge. Indessen wird das an den aufgestellten Grundlinien kaum etwas ändern.

Die Kosten der Umstellung für den vorliegenden Fall sind die folgenden: Für den Einbau eines Gassammelkessels auf einem Bahnhöfe sind erforderlich:

Sammelkesselhäuschen	380,— M
Unterbau des Kessels	150,— »
100 m Rohrleitung je 6,— M =	600,— »
Vier Abfüllständer je 150,— M =	600,— »
Für den Abbau eines Kessels vom Wagen . .	70,— »

zusammen 1800,— M

Für den Einbau von Kesseln mit Rohrleitungen usw. auf 21 Bahnhöfen sind daher erforderlich:

21 · 1800 = 37 800,— M, rund 38 000,— M

Diesen Ausgaben stehen folgende Vorteile gegenüber: Es können insgesamt zehn Gaskesselwagen mit einem Anschaffungswert von 85 250,— M zur Verfügung gestellt werden. Außer diesen Gaskesselwagen werden noch ihre Unterhaltungskosten von etwa 10 · 100 = 1000,— M jährlich erspart. Die im Betriebe bleibenden Gaskesselwagen werden besser ausgenutzt, da es bisher vorkam, daß einzelne Wagen bis zu vier und fünf Wochen zum Füllen auf den Bahnhöfen blieben.

Ferner kann die Neubeschaffung von Gaswagen künftig erheblich eingeschränkt werden.

Die neue Gasverteilung wird durch den Übersichtsplan und einen Umlaufplan (Abb. 1 und 2) erläutert. Der Vergleich mit der früheren Verteilungsart zeigt die eintretende Vereinfachung und Ersparnis: Der Umlaufplan wird nicht das ganze Jahr hindurch der gleiche sein, sondern nach dem Gasverbrauch wechseln. Es wird ein Plan für den Winter, ein

weiter für die Übergangszeit und ein dritter für den Sommer auszustellen sein. Dadurch verringert sich auch der Bestand an Bereitschaftswagen. Die Aufstellung zeigt die nötig werdende Umstellung der Gasbehälter für einen Teilbezirk.

Zusammenfassend sind nachstehend die Gesichtspunkte für die Gasverteilung aufgezählt:

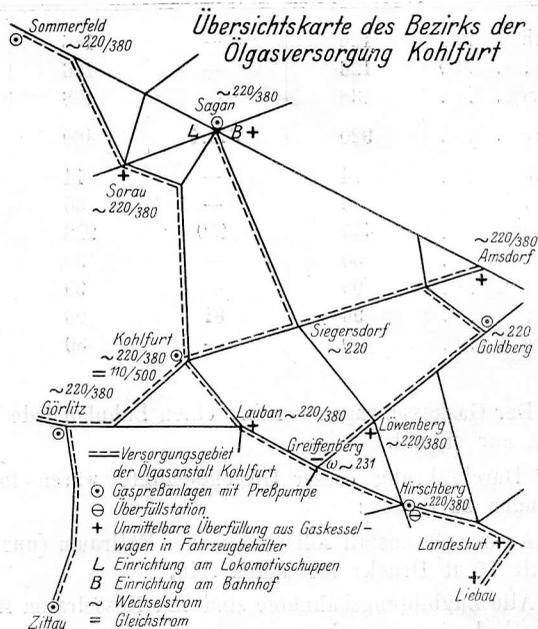


Abb. 1.

Wagen Nr.	722 530	722 537	722 529	722 534
m ³ atm	44 · 15 = 660 m ³	45 · 15 = 675 m ³	44 · 15 = 660 m ³	45 · 15 = 675 m ³
Umlaufweg km	748	398	348	
Abfüllbahnhf	Gü. Shp. Zi.	La. Gf. H. Lh. Li.	Sn. Sf. Sar. Af. Gol. L.	1 Umfüllwagen für Zi.
Füllgasanst.	Ko.	Ko.	Ko.	
Montag	6	126	96	
Dienstag	6	126	30	
Mittwoch	6	210	126	
Donnerstag	6	126	228	
Freitag	6	126	30	
Sonnabend	6	660	30	
Sonntag	6	509	99	

Abb. 2.

1. Das Füllen der Gaskesselwagen an der Ölgasanstalt soll möglichst gleichmäßig und ununterbrochen stattfinden.
2. Das Entleeren auf den Zugbildungsbahnhöfen muß in kürzester Zeit geschehen.
3. Es müssen möglichst viele Bahnhöfe mit einem Wagen versorgt werden.
4. Der Gaskesselwagen soll soweit möglich kein Gas mehr zurückbringen.

Übersicht über vorhandenen und noch benötigten Gaskesselraum auf den Zugbildungsstationen des Bezirks Kohlfurt.

Zugbildungs- bahnhöfe	Wöchentlich benötigte Gasmenge m ³	Vorhandener Gaskessel- raum m ³	Benötigter Gaskessel- raum m ³	Neu zu be- schaffender Gaskessel- raum m ³	Vorhandene Gaswagenkessel				Be- merkungen
					Nr.	Stück	I. at	m ³	
Schlauroth	126	—	126	126	722 513	1	11,33 . 12	135,96	—
Lauban	126	—	126	126	722 513	1	11,33 . 12	135,96	—
Greiffenberg . . .	138	—	138	138	722 504	2	7,5 . 10	150,00	—
Hirschberg	920	314,4	460	146	{ 722 513 722 504 }	{ 1 1 }	{ 11,33 . 11 7,5 . 10 }	210,96	Füllt zweimal
Landeshut	14	—	14	14	722 501	1	5,46 . 10	54,60	—
Liebau	30	—	30	30	722 501	1	5,46 . 10	54,60	—
Sagan	455	150	228	78	722 506	1	9 . 10	90,00	Füllt zweimal
Sorau	30	—	30	30	722 501	1	5,4 . 10	54,60	—
Arnsdorf	99	—	99	99	722 503	2	5,4 . 10	108,00	—
Goldberg	96	81	96	15	722 503	1	5,4 . 10	54,00	—
Löwenberg	30	—	30	30	722 509	1	9 . 10	90,00	—

5. Der Gaskesselwagen berührt einen Bahnhof jede Woche möglichst nur einmal.

Zur Durchführung dieser Gesichtspunkte wären folgende Anordnungen zu treffen:

1. An der Gasanstalt soll genügender Füllraum (nur große Kessel mit 15 at Druck) vorhanden sein.

2. Alle Zugbildungsbahnhöfe sind mit Kesselraum für den Wochengasbedarf zu versehen.

3. Überall sind Abfülleinrichtungen zum schnellen Füllen und Umfüllen einzurichten, wo man nicht schon durch Überströmenlassen bei starken Größen- und Druckunterschieden

zwischen dem Wagen und ortsfesten Kessel die Füllung erreichen kann und Betriebskosten spart.

Diese Forderungen können erfüllt werden:

1. Durch einen entsprechenden Umlaufplan, welcher
2. eine große Zahl von Kesseln freimacht, die
3. als 15 at-Kessel in den Gasanstalten und
4. als 10 bis 12 at-Kessel auf den Zugbildungsbahnhöfen aufgestellt werden;
5. durch Ausrüstung der Bahnhöfe mit Umfüllpumpen und Umfülleitungen;
6. durch Ausrüstung einzelner Kesselwagen mit elektrisch angetriebenen Pumpen.

Querverschiebung geschweifster Gleiskurven.

Von Regierungsbaumeister Wattmann.

Im Anschluß an den Aufsatz des Verfassers in Heft 7 1925 dieser Zeitschrift über Schienenschweifung im Eisenbahnbau sei im folgenden die dort nur flüchtig berührte Frage erörtert, ob und inwieweit in den Kurven geschweifster Gleise durch Querverschiebung eine Betriebsgefährdung eintreten kann.

Zunächst sei die Querverschiebung einer durchgehend geschweiften Gleiskurve unter der Einwirkung einer Temperaturänderung unter der Voraussetzung berechnet, daß Anfangs- und Endpunkt der Kurve festliegen. Angenommen, es verlängere sich (vergl. Abb. 1) l um dl , während s unverändert bleibt, und es sei die sich neu ausbildende Kurve ebenfalls ein Kreis, so erfahren die Größen h , r und φ gleichfalls kleine Veränderungen dh , dr und $d\varphi$.

Man kann annehmen, daß dl , dr , $d\varphi$, dh im Verhältnis zu l , r , φ und h sehr kleine Größen sind, und es erscheint daher zulässig, für die Berechnung die Gesetze der Differentialrechnung zugrunde zu legen.

Die Beziehungen zwischen s , l , r , φ , h sind durch folgende Gleichungen gegeben (siehe Abbildung)

$$2 r \varphi = l \quad \dots \dots \dots 1)$$

$$\sin \varphi = \frac{s}{2 r} \quad \dots \dots \dots 2)$$

$$h = r (1 - \cos \varphi) \quad \dots \dots \dots 3)$$

Differenziert man diese drei Gleichungen nach den Variablen r , φ , l und h , während s als Konstante angenommen wird, so erhält man drei Gleichungen zwischen den Größen dr , $d\varphi$, dl , dh . Eliminiert man aus diesen drei Gleichungen dr und $d\varphi$, so bekommt man eine Gleichung zwischen dh und dl und erhält dh , das ist die Querverschiebung der Kurve, als Funktion der Längenänderung dl der Bogenlängen l .

Die Durchführung des vorstehend skizzierten Rechnungsganges ergibt sich wie folgt:

Die Gleichungen 1) bis 3) nach φ , r , l , h differenziert ergeben:

$$2 r d\varphi + 2 \varphi dr = dl \quad \dots \dots \dots 4)$$

$$2 r \cos \varphi d\varphi + 2 \sin \varphi dr = 0 \quad \dots \dots \dots 5)$$

$$dh = (1 - \cos \varphi) dr + r \sin \varphi d\varphi \quad \dots \dots \dots 6)$$

Betrachtet man in den Gleichungen 4) und 5) dr und $d\varphi$ als Unbekannte und löst hiernach die Gleichungen auf, so folgt

$$dr = dl \cdot \frac{\cos \varphi}{2 (\varphi \cos \varphi - \sin \varphi)} \quad \dots \dots \dots 7)$$

$$d\varphi = dl \cdot \frac{\sin \varphi}{2 r (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi)} \quad \dots \dots \dots 8)$$

und bei Einsetzung dieser Werte von dr und $d\varphi$ in Gleichung 6)

$$dh = \frac{1 - \cos \varphi}{2 (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi)} \cdot dl \quad \dots \dots \dots 9)$$

Ist die Verlängerung dl die Folge einer Temperaturänderung von t Grad C, so ist $dl = 0,00011 t \cdot l$. Nach Gleichung 1) ist $l = 2 r \varphi$ also $dl = 0,00011 t \cdot 2 r \varphi$. Dieses in die obige Gleichung 9) eingesetzt, ergibt:

$$dh = 0,00011 t \cdot r \cdot \frac{\varphi (1 - \cos \varphi)}{\sin \varphi - \varphi \cos \varphi} \quad \dots \dots 10)$$

Berechnet man den Ausdruck $\frac{\varphi (1 - \cos \varphi)}{\sin \varphi - \varphi \cos \varphi}$ für verschiedene Winkel, so ergibt sich, daß er bis $\varphi = 60^\circ$ nahezu konstant $= 1,5$ ist (siehe Fußnote). Demnach

$$dh = 0,00011 t \cdot r \cdot 1,5 = 0,000165 t \cdot r.$$

Es zeigt sich überraschenderweise, daß dh unabhängig von φ und nur abhängig von r ist. Das würde bedeuten, daß bei

gegebenem Krümmungsradius der Gleiskurve die Querverschiebung durch Wärme bei jeder beliebigen Bogenlänge stets die gleiche bleibt. Die Formel

$$dh = 0,0000165 \cdot t \cdot r \dots \dots \dots 11)$$

erlaubt nun ohne weiteres, die Querverschiebung eines geschweiften Gleisbogens bei wechselnder Temperatur zu berechnen. Es bleibt dabei aber zu beachten, daß die Ergebnisse um so ungenauer werden, je größer t ist, weil dann die Voraussetzung der ganzen Rechnung, nämlich, daß die Längenänderung dl der Schiene verschwindend klein gegen die übrigen Abmessungen des Bogens l, s, r, h ist, immer weniger zutreffend ist.

Es soll nun berechnet werden, inwieweit sich Temperaturerhöhungen geschweifster Gleiskurven in Querverschiebungen auswirken werden, wenn, wie dieses in Wirklichkeit immer der Fall sein wird, diesen Querverschiebungen durch die Lagerung der Schwellen in der Bettung erhebliche Widerstände entgegengesetzt werden.

Es sei F der Querschnitt der Schienen in qcm und t' eine Temperaturerhöhung in Grad Celsius, bei welcher ein größter Querschub p kg auf dem laufenden Gleis der Kurvenschienen auftritt, den das Bettungsmaterial noch gerade aushält, bei dessen Überschreitung aber die Schienen beginnen würden, sich quer zu verschieben.

Eine Temperaturerhöhung von 1°C erzeugt in einem Stabe, dessen Länge sich nicht ändern kann, eine Spannung von 22 kg/cm² (vergl. den eingangs angeführten Aufsatz). Dem Querschnitt F der Schienen und einer Temperaturänderung von t' entspricht eine Achsialspannkraft von S = 2 · 22 · F t' im Gleise.

Nun ist (siehe wie oben) $p = \frac{S}{r}$, wenn S die Achsialkraft im Gleise einer Kurve mit dem Radius r ist. Setzt man für S obigen Wert ein, so wird

$$p = \frac{44 F t'}{r} \text{ also } t' = \frac{p r}{44 F} \dots \dots \dots 12)$$

diejenige Temperatur, bei der das Gleis unter Überwindung des Bettungswiderstandes beginnt, sich quer zu verschieben.

Nimmt man an, daß t die wirklich auftretende Temperaturänderung sei, so ist t - t' diejenige Temperatur, die sich in Querverschiebung des Gleises auswirkt, die also in Gleichung 10) einzusetzen wäre, um die wirkliche Querverschiebung zu erlangen. Dann ist also

$$dh = 0,0000165 (t - t') r = 0,0000165 \left(t r - \frac{p r^2}{44 F} \right) \dots 13)$$

Will man feststellen, inwieweit die Querverschiebung bei sonst gleichbleibender baulicher Anordnung des Gleises vom Radius der Kurve abhängig ist, so müssen in obiger Gleichung dh und r als Variable, die übrigen Werte t, p und F als konstant betrachtet werden, die Gleichung hat dann also die Form $y = ax + bx^2$. Das ist eine Parabel von einer Form wie Abb. 2,

die bei $x = \frac{a}{2b}$ ein Maximum besitzt. Wenn man für a und b die Werte einsetzt, so ergibt sich, daß die Querverschiebung dh einen größten Wert erhält, wenn $r = \frac{44 F t}{2 p}$ ist.

Um nun wenigstens die ungefähre Größenordnung festzustellen, die im praktischen Eisenbahnbau für dh in Betracht kommen kann, seien für F, p und t Werte eingesetzt, die der Wirklichkeit einigermaßen nahekommen, und es sei ferner angenommen, daß, entsprechend den bisherigen Ausführungen von Schweisungen freiliegender Gleise, die Schienen in Gruppen von je vier unter Zwischenschaltung eines Laschenstoffes geschweifst seien. Für t kann dann nur diejenige Temperatur in Frage kommen, welche die Wärmesteigerung ausmacht, nachdem die Stoßlücken zwischen den Langschienen geschlossen sind, und man kann daher höchstens mit t = 20°C rechnen. Als Schienenprofil sei ein solches von 50 qcm angenommen.

Am unsichersten ist p, d. h. der Widerstand gegen Querverschiebung des Gleises im Schotter. Hier fehlt jede Unterlage, und es können erst Versuche über diese Größe Aufschluß geben. Wahrscheinlich ist dieser Widerstand größer als das Gewicht des Gleises selbst, und es ist daher p = 150 kg/lfdm auch unter ungünstigen Bedingungen wie Rollkies, schmales Bett usw. sicher nicht zu hoch. Dann ist dh ein Maximum bei

$$r = \frac{44 \cdot 50}{2 \cdot 150} \cdot 20 = rd 150 \text{ m; nach Gleichung 12) ist die}$$

Temperaturänderung, bei der der Bettungswiderstand gegen Querverschiebung überwunden wird, $t' = \frac{p r}{44 F} = \frac{150 \cdot 150}{44 \cdot 50} =$

$$= 10^\circ \text{ C und nach Gleichung 11) die größte mögliche Querverschiebung: } dh = 0,0000165 \cdot 10 \cdot 150 = 0,025 \text{ m} = 25 \text{ mm.}$$

Die vorstehende Berechnung zeigt, daß die Querverschiebungen von Gleiskurven, solange sie nur die Auswirkung von Temperaturlängenänderungen der Kurvenschienen selbst sind, in so kleinen Grenzen bleiben müssen, daß sie praktisch bedeutungslos sind. Aber es können auch die an die Kurven anschließenden geraden Gleisstrecken unter Umständen die Kurvenanfänge hinausschieben, und dann könnte die Wirkung eine ganz andere sein. Wir müssen, um auch diesen Fall zu betrachten, auf die Gleichung 9) zurückgreifen, wo allgemein:

$$dh = \frac{1 - \cos \varphi}{2 (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi)} \cdot dl \text{ gefunden wurde. Nachdem wir}$$

$$\frac{\varphi (1 - \cos \varphi)}{\sin \varphi - \varphi \cos \varphi} = 1,5 \text{ (innerhalb der Grenzen } \varphi = 0 \text{ bis}$$

$$\varphi = 1) \text{ festgestellt hatten*)}, \text{ ergibt sich } dh = \frac{1,5}{2 \varphi} \cdot dl.$$

Man kann nun die Hinausschiebung der Endpunkte einer Kurve auch als Längenänderung der Kurve selbst auffassen, so daß in der Gleichung $dh = \frac{1,5}{2 \varphi} dl$ die Größe dl auch die Verschiebung der Kurvenendpunkte bedeuten kann. — Man erkennt, daß bei gleichbleibendem dl die Querverschiebung dh unabhängig von r ist und um so größer wird, je kleiner φ ist, d. h. also bei schwachen Gleisknicken besteht ohne Rücksicht darauf, welcher Radius eingelegt wird, die Gefahr größerer Querverschiebung des Gleises, wenn die anschließenden Schienen achsiale Verschiebungen erfahren. Es ist daher in geschweifsten

*) Dies läßt sich auch ohne Berechnung einzelner Zahlenwerte wie folgt zeigen: Setzt man für sin φ und cos φ die entsprechende Reihen, also:

$$\sin \varphi = \varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - \frac{\varphi^7}{7!} + \dots \dots \dots$$

$$\cos \varphi = 1 - \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} - \frac{\varphi^6}{6!} + \dots \dots \dots$$

so wird

$$\frac{\varphi (1 - \cos \varphi)}{\sin \varphi - \varphi \cos \varphi} = \frac{\varphi - \left(\varphi - \frac{\varphi^3}{2!} + \frac{\varphi^5}{4!} - \frac{\varphi^7}{6!} + \dots \dots \dots \right)}{\varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - \frac{\varphi^7}{7!} + \dots - \left(\varphi - \frac{\varphi^3}{2!} + \frac{\varphi^5}{4!} - \frac{\varphi^7}{6!} + \dots \right)} =$$

$$\frac{1}{2! - \frac{\varphi^2}{4!} + \frac{\varphi^4}{6!} - \dots \dots \dots} =$$

$$\frac{2}{3! - \frac{4 \varphi^2}{5!} + \frac{6 \varphi^4}{7!} - \dots \dots \dots}$$

Ist $\varphi < 1$, so werden die weiteren Glieder der Reihen so klein, daß sie praktisch vernachlässigt werden können. Multipliziert man Zähler und Nenner mit 7!, so folgt:

$$\frac{\varphi (1 - \cos \varphi)}{\sin \varphi - \varphi \cos \varphi} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 - 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot \varphi^2 + 7 \varphi^4}{2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 - 4 \cdot 6 \cdot 7 \varphi^2 + 6 \varphi^4} =$$

$$= \frac{7 \cdot 360 - 30 \varphi^2 + \varphi^4}{6 \cdot 280 - 24 \varphi^2 + \varphi^4}$$

Für $\varphi = 0$ wird obiger Ausdruck gleich 1,500; setzt man $\varphi = 1$, wird er gleich 1,503, d. h. praktisch ist er in den Grenzen $\varphi = 0$ bis $\varphi = 1$ konstant und = 1,50. Bei $\varphi = 1$ wird der Centriwinkel der Kurve etwa 115°.

Gleisen vor und hinter schwachen Gleisknicken mehr noch als anderen Stellen wichtig, Schienenwanderungen zu verhindern.

Für die praktische Ausführung werden hier kaum andere Mittel in Betracht kommen als die bekannten Wanderschuttklammern oder die Einlage geprefester Pappelholzplättchen, sofern nicht bereits die geschweißten Langschienen an sich dem Wandern einen größeren Widerstand entgegensetzen als die bisherigen 15 m Schienen. Diesbegügliche Erfahrungen liegen

bisher nur in sehr geringem Umfange vor. Zweifellos aber wird auch hierbei die Art des Bettungsstoffes und der Widerstand der Schwellen gegen Verschiebung in der Bettung eine große Rolle spielen. Es erscheint besonders wünschenswert, hierfür durch systematische Versuche Zahlenwerte zu gewinnen und Vergleichsmaßstäbe zu schaffen, um durch angemessene Bauausführungen die Verschiebbarkeit des Gleises in den erforderlichen engen Grenzen zu halten.

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Friedrichshafen am 27./28. Mai 1926.

Der Technische Ausschuss des Vereins hielt seine diesjährige Sitzung am 27./28. Mai in Friedrichshafen ab. Herr Reichsbahndirektionspräsident Dr. Siegel von der Reichsbahndirektion Stuttgart, in deren Bezirk die Tagung stattfand, hiefs den Ausschuss am Bodensee herzlich willkommen und gab der Hoffnung Ausdruck, das die guten Traditionen, die sich in jahrzehntelangen Arbeiten im Verein herausgebildet haben, auch fernerhin erhalten bleiben. Den Vorsitz führte Herr Ministerialrat, Direktor von Samarjay, von der Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen.

Da die Amtsperiode der bisherigen vorsitzenden Verwaltung abgelaufen war, wurde zunächst die Wahl einer vorsitzenden Verwaltung vorgenommen. Es wurde einstimmig die Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen, die bereits seit 1881 ununterbrochen den Vorsitz im Technischen Ausschuss führt, zur Vorsitzenden wiedergewählt.

Herr Ministerialrat von Samarjay nahm namens seiner Verwaltung die Wahl mit dem Ausdruck des Dankes für das erneut entgegengebrachte Vertrauen an.

Alsdann wurden auch die ständigen Fachausschüsse wiedergewählt. Die Mitglieder wurden zum Teil ergänzt, die Einteilung und die Arbeitsgebiete der Fachausschüsse wurden unverändert beibehalten. Es bestehen demnach folgende Fachausschüsse:

- Allgemeiner Ausschuss (Vorsitz: Ungarische Staatseisenbahn);
- Baustoffausschuss (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
- Betriebsausschuss (Vorsitz: Donau-Save-Adria Eisenb.-Ges.);
- Bauausschuss (Vorsitz: Österreichische Bundesbahnen);
- Oberbauausschuss (Vorsitz: Gruppenverwaltung Bayern der D.R.G.);
- Brückenausschuss (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
- Lokomotivauschuss (Vorsitz: Reichsbahndirektion Karlsruhe);
- Wagenbauauschuss (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
- Wagenübergangsausschuss (Vorsitz: Reichsbahndirektion Dresden);
- Elektrotechnischer Ausschuss (Vorsitz: Eisenbahn-Zentralamt Berlin);
- Werkstättenauschuss (Vorsitz: Gruppenverwaltung Bayern der D.R.G.);
- Fachblattauschuss (Vorsitz: Direktor Nägele, Stuttgart).

Die Bearbeitung der Güteprobensammlung für das Erhebungsjahr 1924/25 wurde vom Ausschuss genehmigt, doch wurden die Vereinsverwaltungen ersucht, Güteprüfungen von Kesselblechen für die Folge wieder anzumelden. Die Statistik wird von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins in Berlin in Druck gelegt und in der üblichen Weise an die Mitglieder verteilt werden. Nichtmitglieder können sie dort käuflich erwerben.

Die Versuchsergebnisse erstrecken sich auf Neustoffe für Eisenbahnoberbau und Eisenbahnfahrzeuge und sind in 25 Tafeln zusammengestellt.

Die erste Tafel der Güteprobensammlung gibt eine Übersicht über Zahl und Art der Versuche der einzelnen Verwaltungen. In

den Zahlen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind alle Direktionen einbegriffen.

Von den gemeldeten Versuchen entfallen:

16 916 Stück	=	67,27	Prozent	auf	Zerreißversuche,
6 618	»	=	26,28	»	» Schlagversuche,
271	»	=	1,07	»	» Fallversuche,
1 380	»	=	5,48	»	» Kugeldruckversuche

Zus. 25 185 Stück = 100,00 Prozent.

Das in der Neuausgabe begriffene Achsdruckverzeichnis ist vom Wagenbauausschuss noch einmal überprüft worden. Hierbei ist es durch Vorschriften über Einschränkung der Breitenabmessungen der Personen- und Gepäckwagen ergänzt worden. Die Einschränkungstabellen sind in der gleichen Form, wie sie in den technischen Vereinbarungen enthalten sind, aufgenommen worden.

Das neue Achsdruckverzeichnis wird voraussichtlich im Herbst d. J. erscheinen.

Der Technische Ausschuss stimmte den bisherigen Arbeiten über die Aufstellung eines ersten Entwurfes für die Revision der TE zu und erteilte dem hierfür eingesetzten Sonderausschuss Vollmacht, die noch ausstehenden Arbeiten in seinem Namen fertigzustellen. Bei Aufstellung des Entwurfes soll nach Möglichkeit beachtet werden, das die TE einen weiten Rahmen bilden, um engeren Verbänden, wie dem VDEV, die Möglichkeit zu schaffen, innerhalb dieses Rahmens Bestimmungen zu treffen, die den besonderen Verhältnissen der Verwaltungen dieser engeren Verbände angepaßt sind. Andererseits sollen Vorschriften für den Personenwagenbau in größerem Maße als bisher aufgenommen werden und es sollen die wechselseitigen Beziehungen zwischen TV und TE, wo nur immer möglich, aufrechterhalten bleiben.

Ein Antrag auf Behandlung »Technischer Fragen« wurde bis zur nächsten Sitzung zurückgestellt.

Ein Antrag auf Festlegung einer Begriffserklärung für schwer beschädigte Personen- und Gepäckwagen im Vereinspersonenwagenübereinkommen und Überprüfung anderer Bestimmungen des Vereinspersonenwagenübereinkommens war vom Wagenübergangsausschuss vorberaten worden. Die wesentlichsten Teile des aufgestellten Entwurfes waren die Begriffserklärung für »schwerbeschädigte Personen- und Gepäckwagen« und die Tafel-Beschädigungseinheiten für Personen- und Gepäckwagen (VPUe). Die Begriffserklärung lautet:

»Ein Wagen, der auf einen anderen Wagen verladen zurückgesandt werden muß, oder für den ein Drehgestell angefordert werden muß, oder dessen Beschädigungen 300 Einheiten nach Anlage . . . überschreiten, gilt als schwerbeschädigt«.

In dieser Anlage sind für gewisse Wagenteile Einheiten aufgestellt, die bei einer Summe über 300 derartiger Einheiten die Feststellung ermöglichen, ob ein Wagen als schwerbeschädigt im Sinne des VPUe zu gelten hat oder nicht. Die übrigen Abänderungsvorschläge für die technischen Bestimmungen des

VPUe erreichen eine Anpassung an das VWUe, soweit eine solche für durchführbar und zweckmäßig gehalten wurde. Hierbei wurde grundsätzlich festgelegt, daß alle Beklebezettel des VWUe, soweit sie für das VPUe in Betracht kommen, mit der im VWUe vorgesehenen Musterbezeichnung in das VPUe übernommen werden. Begründung hierfür ist die Zweckmäßigkeit, Einfachheit für das Personal und Ersparungen in der Auflage von Beklebezetteln.

Die aufgestellten technischen Vorschriften des VPUe sind an den Wagenausschuß weitergeleitet worden.

Ferner ist ein Antrag auf Ergänzung der Bestimmungen im § 30 der Anlage I zum Vereinswagenübereinkommen über die Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an den Spurkränzen behandelt worden, um im Betriebe mit Sicherheit feststellen zu können, ob ein Spurkranz als scharf gelaufen oder noch als betriebsfähig zu bezeichnen ist. Es sind eingehende theoretische Untersuchungen über das Aufklettern von Spurkränzen angestellt, deren Ergebnis durch unabhängig hiervon vorgenommene praktische Prüfungen bestätigt wurden.

Die vom Technischen Ausschuss entworfene verstellbare Pafslehre für die Untersuchung der Spurkränze ist in der Textabbildung dargestellt. Die Lehre ist mit einem Maß I für eine Vorprüfung ausgestattet. Läßt sich das Maß I nicht

angelegt und Punkt a zum Aufsitzen gebracht; der Schieber wird bis zum Aufliegen des Punktes b an den Spurkranz angeschoben und mit der Stellschraube festgestellt. Hierauf wird die Lehre umgedreht und Maß III eingeschoben. Läßt sich Maß III bis zum Anliegen des Punktes c einschieben, so besitzt der Spurkranz noch die erforderliche Neigung, er ist sonach übergangsfähig. Läßt sich Maß III nicht bis zum Anliegen des Punktes c einschieben, so ist der Spurkranz zurückzuweisen.

Um auch die Grenzmaße nach § 69² und ³ TV nachprüfen zu können, ist der Schieber mit einem Anschlagstück versehen, das ihn nur bis auf eine Mindestentfernung von 19,9 mm zwischen Punkt b und Anschlagkante verschieben läßt. Kann der Schieber bei Verwendung des Maßes II bis in seine Endstellung verbracht werden, so hat der Spurkranz die zulässige Mindeststärke von 20 mm (10 mm über den Laufkreis gemessen) unterschritten, der Wagen ist zurückzuweisen. Läßt sich Maß II (oder auch Maß III) bei zurückgeschobenem Schieber nicht bis zum Anlegen des Punktes a (oder c) einschieben, so hat der Spurkranz die zulässige Höhe von 36 mm überschritten, der Wagen ist ebenfalls zurückzuweisen.

Vor endgültiger Aufstellung bestimmter Vorschriften für das VWUe beschloß der Technische Ausschuss, die Lehre zunächst im praktischen Betriebe zu erproben.

Zur Ergänzung der Bestimmungen des Vereinswagenübereinkommens wurden vom Ausschuss Vorschriften aufgestellt, die das Verladen von Baumstämmen mit Durchmessern von etwa 30 cm an, die Bezettelung der Wagen mit unrichtigen Eigengewichtsanschriften, vorsätzlich herbeigeführte Wagenbeschädigungen, und Ausbesserung beschädigter Privatwagen auf fremden Bahnen betreffen. Diese Beschlüsse wurden an den Wagenausschuß zur Aufnahme in das VWUe weitergegeben.

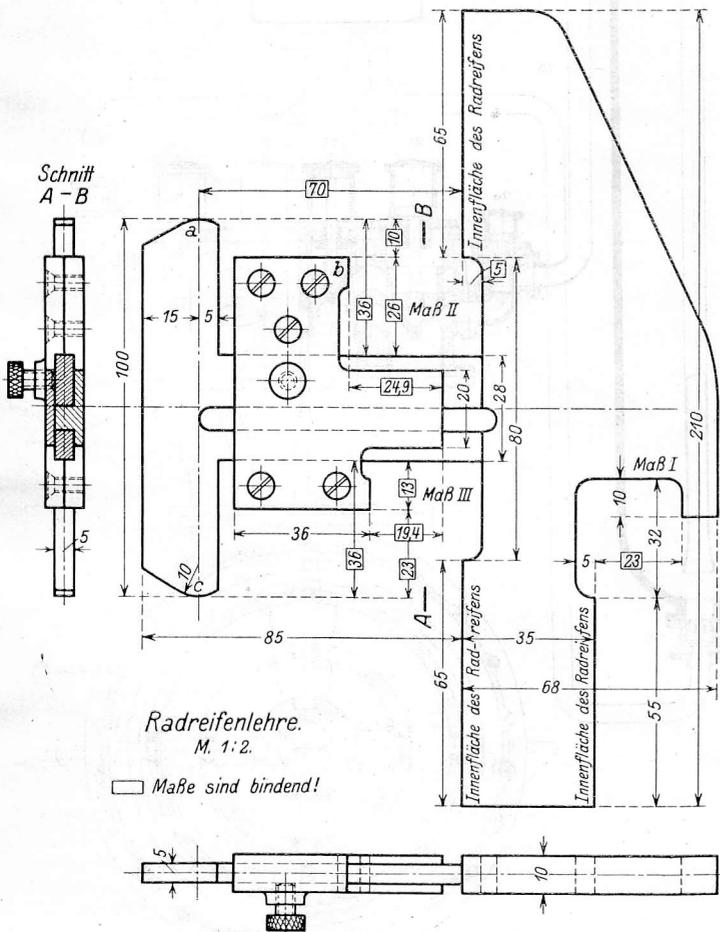
Die Beratungen über die Einführung zweiteiliger Bremsklötze führten im Technischen Ausschuss dahin, von einer bindenden Vorschrift zur allgemeinen Einführung zweiteiliger Bremsklötze für das Vereinsgebiet Abstand zu nehmen und nur bei Anwendung von zweiteiligen Bremsklötzen die Pafsfläche zwischen Sohle und Schuh und die Befestigungsart der Bremsklotzsohle einheitlich festzulegen. Als Befestigungsmittel wurde der Keil gewählt, der gegenüber allen übrigen schon teilweise gebräuchlichen Befestigungsmitteln große Vorteile, insbesondere hinsichtlich der Auswechselbarkeit aufweist. Die eingehende Behandlung der Fragen der Keilstärke, Sohlenhöhe und Einlage in den Sohlenrücken führte zur Festlegung der Sohlenhöhe mit 55 mm (entsprechend den IEV-Beschlüssen*); doch soll bei neuen Wagen das Bremsgestänge derart beschaffen sein, daß zu einem späteren Zeitpunkt von 55 mm auf 60 mm Sohlenhöhe übergegangen werden kann, was aus wirtschaftlichen Gründen als wünschenswert anerkannt werden muß. Die Anwendung von Einlagen in den Sohlenrücken vorzuschreiben wurde zufolge der jahrelangen praktischen Ergebnisse unterlassen. Doch bleibt es selbstverständlich jeder Verwaltung überlassen, in ihrem Bereich derartige Einlagen zu verwenden, nur müssen solche Verwaltungen den Einbau von Bremsklotzsohlen ohne Einlagen in ihre Wagen zulassen.

Zur Aufnahme in die »Technischen Vereinbarungen« werden folgende Vorschriften zur Abstimmung gestellt werden:

1. Bei Verwendung zweiteiliger Bremsklötze sind Pafsfläche und Keilform nach Blatt... auszubilden (siehe Abb. 4 der Tafel 1 des Organs 1926 Heft 1).

2. Die Sohlen zweiteiliger Bremsklötze sind 55 mm dick auszuführen, bei neuen Wagen ist das

*) Organ 1926 S. 17, sowie Abb. 4 Taf. 1.



Lehre für die Untersuchung der Spurkränze.

über die scharfe Kante des Spurkränzes schieben, so ist der Spurkranz ungefährlich, eine weitere Untersuchung ist nicht mehr notwendig. Läßt sich das Maß I einschieben, liegt also die scharfe Kante innerhalb des Maßes 23 mm, so muß geprüft werden, ob die Neigung von 27° noch vorhanden ist. Zu diesem Zweck wird Maß II an der Innenfläche des Radreifens

Bremsgestänge derart auszubilden, daß auf eine Sohlenhöhe von 60 mm übergegangen werden kann.
3. Die Bremsklotzsohle muß gegen den Spurring hin eine Abrundung mit einem Halbmesser von mindestens 10 mm besitzen.

Nachdem noch einige Angelegenheiten des Technischen Vereinsorgans geregelt worden waren, beschloß der Technische Ausschuss, seine nächstjährige Sitzung am 31. Mai 1927 in Salsnitz auf Rügen abzuhalten.
C.

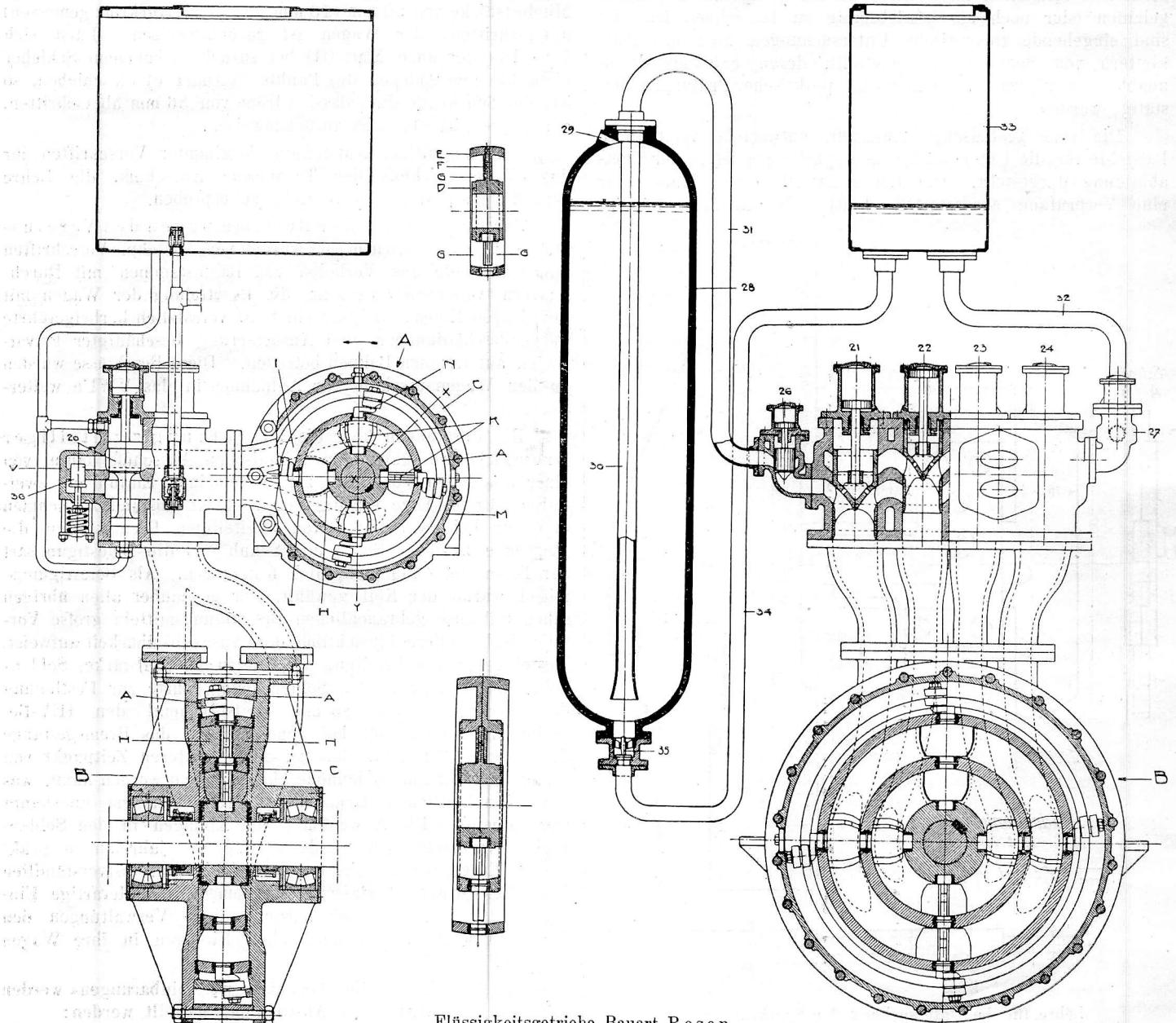
Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Lokomotiven und Wagen.

Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen.

In Nummer 5 vom 15. Mai 1926 der Teknisk Tidsskrift, Mechanik ist eine Diesellokomotive beschrieben, bei welcher die Arbeit des Dieselmotors mittels eines vom Zivilingenieur Gustav Rosen, Direktor der Kalmarschen Maschinenfabrik, entworfenen Flüssigkeitsgetriebes auf die Treibachsen übertragen wird. Diese Lokomotive,

sind mit 10,1 t, 12,5 t, 12,5 t, 12,2 t belastet, so daß das Dienstgewicht der Lokomotive 47,3 t beträgt, von denen 9 t auf den Dieselmotor und 3,5 t auf das Flüssigkeitsgetriebe entfallen. Der wassergekühlte Dieselmotor entwickelt bei 550 Umdrehungen in der Minute 300 PS und gibt der Lokomotive eine Höchstgeschwindigkeit von 70 km/Std., sowie eine größte Zugkraft von 4000 kg.



Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen.

mit der Achsenanordnung 1 B 1, ist seit dem Herbst 1925 in Betriebe und hat die allgemeine Verwendbarkeit des Getriebes für Eisenbahnfahrzeuge dargetan; sollte sich tatsächlich die Neuerung zur Übertragung von Leistungen bis zu 1000 PS eignen, wie die Quelle angibt, so würde dies einen wesentlichen Fortschritt im Bau von Diesellokomotiven bedeuten.

Die beiden Laufachsen der neuen Lokomotive sind Adamsachsen mit wagrecht liegenden Rückstellfedern; die einzelnen Achsen

Die Kraft wird vom Flüssigkeitsgetriebe durch Kette und Kettenrad auf die Treibräder übertragen, eine Anordnung, die für die Motorgröße von 300 PS als vollkommen anwendbar und betriebssicher angesehen wird; sollten sich im Laufe der Zeit Schwierigkeiten herausstellen, so ist der Einbau von Schubstangen beabsichtigt.

Führerstände sind an beiden Enden der Lokomotive vorgesehen. Durch einen Hebel werden alle Ventile zum Ingangsetzen des Dieselmotors betätigt, durch einen zweiten Schalthebel wird die Fahrrichtung

und die Geschwindigkeit bestimmt. Ein Handgriff bedient die Druckluft für ein Überströmventil und wirkt dadurch als „Tote-Mann-Kurbel“. Lässt der Führer diesen Handgriff los, so wird selbsttätig der Dieselmotor abgekuppelt und die Luftdruckbremse, die sonst durch besonderen Hebel bedient wird, in Tätigkeit gesetzt. Für den Brennstoffzufuhr ist ein eigener Hebel vorhanden.

Das Flüssigkeitsgetriebe Bauart Rosen besteht aus zwei Pumpensätzen, deren Achsen beliebig zueinander stehen können. Zwischen beiden Sätzen liegt ein Ventilkasten, durch den die Fahr- richtung und Geschwindigkeit geregelt werden; die Ventile selbst werden durch Druckluft gesteuert.

Auf der Kurbelwelle des Dieselmotors sitzt das Pumpenrad A, (siehe Abbildung) zwischen dessen Nabe und Außenring drehbare Klappen angebracht sind, welche durch die Kurbeln N entweder in die Ebene des Pumpenrades oder rechtwinklig dazu eingestellt werden können. Die ringförmigen Räume G zu beiden Seiten der Radscheibe stehen sowohl mit der Zulaufleitung L wie mit der Ablaufleitung J, durch welche die Druckflüssigkeit zu- oder abgeleitet wird, in Verbindung. Im übrigen sind diese Räume G für sich abgeschlossen, da Nabe, Klappen und Außenring gegen das Pumpengehäuse abdichten.

Wenn eine Klappe an der Einlaßöffnung vorbeistreicht, wird Öl eingesaugt und, da die Klappe alsbald den Raum hinter sich abschließt, zusammengepreßt und zum Ventilkasten getrieben, sobald die Klappe der Ablauföffnung gegenübersteht. Auf diese Weise entstehen während der Drehung des Pumpenrades in den Kammern G teils Druck-, teils Saugräume.

Die zweite Pumpe B, die als Flüssigkeitsmotor arbeitet und deren Welle rechtwinklig zu der der ersten Pumpe liegt, ist ebenso wie diese gebaut; das Öl fließt ihr unter Druck zu und treibt das Pumpenrad mit der für den Lauf der Lokomotive gewünschten Geschwindigkeit.

Der Ventilkasten V ist in zwei Räume geteilt, welche durch das Überströmventil 20 miteinander verbunden werden können; ist diese Verbindung vorhanden, so steht die Pumpe B still und die Pumpe A arbeitet leer. Bei geschlossenem Überströmventil fließt das Öl zur zweiten Pumpe und treibt diese, deren Drehzahl und Drehrichtung die Ventile 21 bis 24 regeln. Da das Überströmventil auch als Sicherheitsventil wirkt, geschieht das Ingangsetzen und das Ändern der Geschwindigkeitsstufen völlig stoffsrei; ein Druckausgleichsventil 36, das ebenfalls zwischen die beiden Räume des Ventilkastens eingeschaltet ist, dient diesem Zwecke auch.

Zum Ingangsetzen des Dieselmotors werden die beiden Anlaßventile 26 und 27 geöffnet, so daß die Druckluft in den Behälter 28 einströmen kann und ihn unter einen Druck von 60 bis 70 at setzt. Das in dem Behälter vorhandene Öl wird nun durch eine Rohrleitung zum Ventilkasten gedrückt und treibt die Pumpe A und mit ihr den Dieselmotor; die Pumpe B ist abgeschaltet. Sobald der Dieselmotor gezündet hat, werden die Anlaßventile wieder geschlossen und das Überströmventil geöffnet. Der Druckluftzufuhr zu dem Druckbehälter hört auf, die in ihm noch befindliche Druckluft wird abgelassen und das Öl kann aus dem Hilfsbehälter 33 dem Behälter 28 wieder zufließen.

Wenn auch dem neuen Getriebe noch Unvollkommenheiten anhaften, so sollen doch die Vorteile derart sein, daß die Verwendbarkeit für Triebfahrzeuge, besonders für solche größerer Leistung, erwartet werden kann.

Ha.

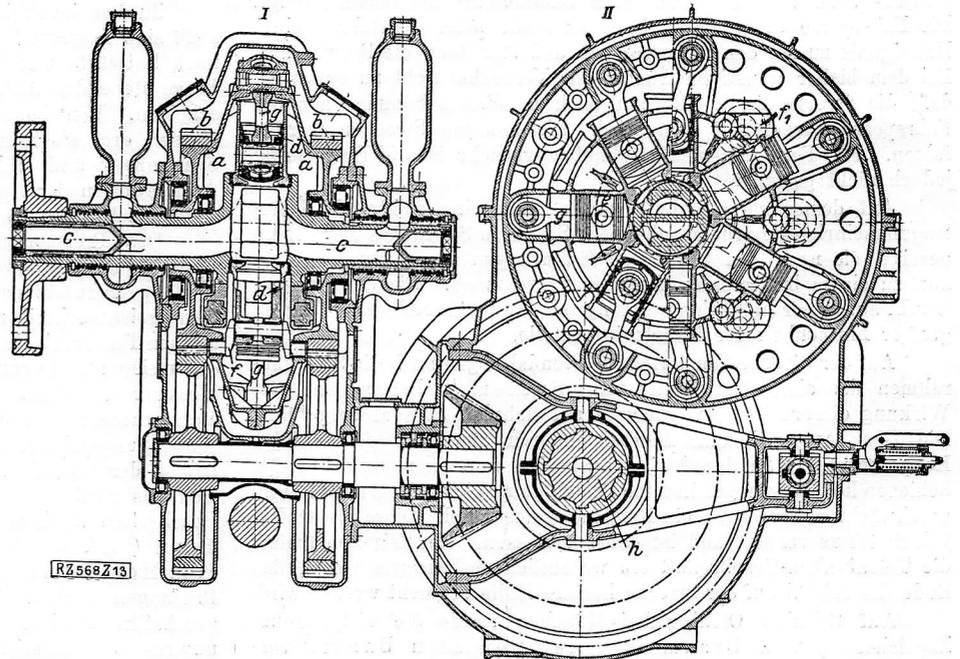
Schneider-Getriebe für Ölmotorlokomotiven.

Das Schneider-Getriebe ist ein neuartiges hydraulisches Geschwindigkeits-Wechsel- und -Wendegerie und unterscheidet sich grundsätzlich von andern bekannten Flüssigkeitsgetrieben dadurch, daß Primär- und Sekundärgetriebe auch mechanisch durch Zahnräder miteinander in Verbindung stehen. Das Primärgetriebe kann also seine Leistung auch unmittelbar ohne hydraulische Übersetzung auf die Blindwelle übertragen, wovon bei der Regelleistung zur Erzielung des besten Wirkungsgrades Gebrauch gemacht wird.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXIII. Band. 14. Heft. 1926.

Die Abbildung zeigt das Primärgetriebe im Längs-, das Sekundärgetriebe im Querschnitt für eine 500 PS-Ölmotor-Lokomotive der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur. Das Primärgetriebe ist mit der in der Längsrichtung der Lokomotive liegenden Kurbelwelle der Ölmaschine gekuppelt, das Sekundärgetriebe mit seiner Drehachse in der Querrichtung der Lokomotive angeordnet. Die Leistung des Primärgetriebes wird mittels Stirnradvorgeleges und Kegelrädern, diejenige des Sekundärgetriebes mittels Stirnrädern auf die Blindwelle übertragen. Damit die Lokomotive unter den günstigsten Arbeitsbedingungen vorwärts und rückwärts fahren kann, trägt die Blindwelle zwei verschiebbare Kegelräder, von denen jeweils eins mit dem Kegelrad der Vorgelegewelle in Eingriff gebracht wird.

In dem feststehenden Gehäuse des Primärgetriebes läuft auf Rollenlagern der Primärdrehkörper; er ist mit Zahnkränzen versehen, die in die Stirnräder der Vorgelegewelle eingreifen. In diesem Gehäuse ist konzentrisch durch ein zweites Paar Rollenlager die mit der Motorwelle unmittelbar gekuppelte hohle Kurbelwelle des Getriebes gelagert. Auf dem Kurbelzapfen sitzt der Sternzylinderblock mit sechs Zylindern. Seine Kolben sind mit Pleuelstangen an dem Drehkörper angelenkt. Die Kurbelwelle ist als Hohlkörper ausgebildet und dient dem Zu- und Ablauf des Getriebeöls. An ihren Enden sind Labyrinthdichtungen vorgesehen, so daß das Öl ohne merkliche Verluste aus der umlaufenden Welle in das feststehende Gehäuse und von dort in das Sekundärgetriebe übertreten kann.



Schneider-Getriebe.

Ähnlich ist das Sekundärgetriebe durchgebildet, jedoch führt hier die der Kurbelwelle des Primärteils entsprechende hohle Achse keine Drehbewegung aus. Sie kann zur Veränderung des Kolbenhubs gegenüber der Achse des Drehkörpers parallel verschoben werden. Bei dieser Verschiebung bewegen sich die freien Enden der Rohrkrümmer an den beiden Achsenden in Stopfbuchsen der anschließenden Ölleitungen. Die Achse wird von dem zweireihigen Sternzylinderblock umschlossen, dessen Kolben wieder mit dem Drehkörper verbunden sind. Auch hier wird der Zylinderblock zur Relativbewegung gegen den Drehkörper gezwungen. In beiden Getrieben sind die von der Kurbelwelle bzw. Achse zum Zylinder führenden Steuerkanäle so ausgebildet, daß eine fast vollkommene Entlastung zwischen Kurbel- hals und Zylinderblock erreicht wird.

Durch die Zahnrädergetriebe, Vorgelegewelle und Blindwelle sind die Drehkörper der beiden Getriebe mechanisch zwangläufig gekuppelt.

Bewegt sich nun die Kurbelwelle des Primärteils, so wird der Zylinderstern mitgenommen, die Kolben verschieben sich infolge der Relativbewegung in den Zylindern und die Flüssigkeit kommt in der einen Hälfte des Sterns unter Druck, in der andern wird sie angesaugt. Der Kurbelzapfen wirkt dabei als Drehschieber und verbindet selbsttätig die Zylinder mit den entsprechenden Leitungen. Ebenso arbeitet der Sekundärteil, beide als Motor oder Pumpe, je

nachdem der Drehkörper oder die Kurbelwelle bzw. die Flüssigkeit treibt.

Zum Leerlauf wird der Saug- und Druckraum des Primärteils unmittelbar verbunden. Bei den übrigen Geschwindigkeiten wirken beide Getriebeteile zusammen und übernehmen als Pumpe und Motor arbeitend einen mehr oder weniger großen Teil der gesamten Arbeitsübertragung.

Bei einer Reihe von Versuchen konnte mit dem neuen Getriebe ein höchster Wirkungsgrad von 93% erzielt werden, wenn die

hydraulische Übersetzung abgeschaltet war. Mit zunehmender Leistung stieg der Wirkungsgrad anfänglich rasch, nachher etwas langsamer an, um bei den größeren Leistungen von 300 bis 500 PS schließlich fast gleich zu bleiben. An den Einzelteilen des Getriebes soll sich nach etwa dreimonatlicher Versuchszeit noch keine bemerkbare Abnutzung gezeigt haben. Über die Brauchbarkeit des neuen Getriebes dürfte indessen erst eine längere Betriebszeit entscheiden können.

R. D.

(Z. V. D. I. 1925, Band 69, Nr. 16 und 18.)

Verschiedenes.

Zugbeeinflussungseinrichtungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hat in den Tagen vom 24. bis 26. Juni 1926 unter Beteiligung des Generaldirektors Dr. Dormüller Vertretern der Presse Gelegenheit gegeben, sich durch Augenschein von dem Stand der Versuche mit Einrichtungen zur Beeinflussung fahrender Züge zu überzeugen. Jeder katastrophale Unfall rückt dieses Problem immer wieder in den Vordergrund des allgemeinen Interesses, um so mehr als seine Lösung so einfach erscheint. Dafs dem leider nicht so ist, zeigen die seit Jahrzehnten angestellten Versuche, zeigt das Vorgehen anderer Eisenbahnverwaltungen, die sich zum größten Teil abwartend verhalten.

Zuerst wurde die sogenannte Fahrsperrung für elektrische Stadt- und Vorortbahnen in Blankenburg bei Berlin gezeigt. Die Fahrsperrung wirkt mechanisch, sie stellt beim Überfahren eines Haltsignals zuerst den Fahrstrom ab und löst dann die Bremse aus. Bei dem bisher günstigen Ausfall der Versuche steht zu erwarten, dafs die Strecke Berlin—Bernau noch in diesem Sommer mit der Fahrsperrung ausgerüstet sein wird. Die anderen Strecken werden folgen. Für Fernbahnen mit Schnellzugverkehr ist die Einrichtung jedoch nicht geeignet.

Auf demselben Bahnhofs wurde dann eine elektrische Übertragungseinrichtung für Fernbahnen, System Siemens & Halske gezeigt, die nach den bisherigen Erfahrungen die meiste Aussicht hat, zu einem brauchbaren Ergebnis zu gelangen. Die Übertragung beruht auf reiner Induktionswirkung, sie hat insbesondere den Vorzug großer Einfachheit der Konstruktionsteile.

Auf der Strecke Wustermark—Stendal liegen noch die Streckenrahmen der alten Zugbeeinflussung System Telefunken. Die Wirkung dieser Einrichtung wurde auf Bahnhof Stendal vorgeführt. Die Übertragung kommt hierbei dadurch zustande, dafs infolge Koppelung eines Senderschwingungskreises mit einem zwischen den Schienen liegenden abgestimmten Schwingungskreis der Anodenstrom geschwächt und dadurch ein Relais ausgelöst wird. Diese Bauart hat jedoch öfters versagt und ist daher verlassen. Zur Zeit konstruiert die Telefunken-Gesellschaft ein wesentlich verbessertes Gerät, das Ende des Jahres auf der Strecke Berlin—Halle versucht werden wird.

Auf Bahnhof Olching bei München wurde die vielgenannte Zugsicherung von Braam in ihrer neuesten Bauart vorgeführt. Die Übertragung erfolgt rein mechanisch, indem ein an der Lokomotive angebrachtes Schleifhebelpaar beim Überfahren eines Streckenanschlages angehoben und dadurch ein Druckluftventil auf dem Lokomotivführerstand ausgelöst wird. Obwohl diese von Braamsche Einrichtung durch langjährige Versuche vor dem Kriege konstruktiv gut durchgebildet ist, treten immer wieder Mängel auf, die eine Änderung notwendig machen. So stellt die in Olching gezeigte Bauart bereits eine vor kurzem vorgenommene Weiterbildung der dann in Bruchsal vorgeführten alten Bauart dar. Die Aufhängung der Scheifhebel an der Lokomotive ist hier vollkommen geändert. Die Notwendigkeit dieser Änderungen war in erster Linie eine Folge der neueren Entwicklung im Lokomotivbau, die zu einer für die Anbringung von Schleifhebeln hinderlichen gedrängten Anordnung der Triebachsen führte.

In Bingen bot sich Gelegenheit, eine von Eisenbahnbeamten (Reichsbahnrat Rose und Werkführer Beckle) konstruierte Zugbeeinflussung zu sehen. Diese Einrichtung stellt eine mechanische Type dar, weicht aber dadurch stark von den üblichen Vorschlägen ab, dafs der mit dem Signal in Verbindung stehende in Form eines Bügels ausgebildete Übertragungsteil von dem Lokomotivanschlag abgerissen wird; hierbei wird die Bremse ausgelöst. Versuche in größerem Umfange sind jedoch mit dieser Einrichtung bisher nicht angestellt worden, weil sie sich nicht für Fernbahnen eignet.

In Dormagen bei Köln wurde eine Einrichtung versucht,

die von See übernommen ist, ein sogenanntes Nautophon. Diese Zugbeeinflussung bedient sich zur Übertragung der Schallwellen. Ein elektrisch betätigtes, auf der Strecke aufgestelltes Mikrophon erzeugt Schallwellen, die bei der Vorbeifahrt einer mit Empfangsmikrophon ausgerüsteten Lokomotive in diesem elektrischen Strom erzeugt, der zur Auslösung der Bremse benutzt wird.

Wir erhalten vom Eisenbahnzentralamt der D. R. G. Berlin nachstehenden vorläufigen Bericht über das Ergebnis des

Preis Ausschreibens

der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Erlangung eines **Spannungs- und Schwingungsmessers für die Bestimmung der dynamischen Beanspruchung eiserner Brücken.**

Zu dem im Preis Ausschreiben festgesetzten Termin am 1. April 1926 sind insgesamt acht Apparate eingegangen. Daneben wurden noch Entwürfe und theoretische Abhandlungen zur Lösung der in Frage stehenden Aufgabe vorgelegt, die aber beim Wettbewerb ausscheiden. Von den acht Apparaten sind drei als reine Spannungsmesser, drei als reine Schwingungsmesser und zwei als vereinigte Spannungs- und Schwingungsmesser anzusehen. Die gewählten Arbeitsweisen der Apparate sind sehr verschieden, sie wirken teils mechanisch, teils photometrisch und teils elektrisch.

Das Preisgericht ist zusammengetreten und hat alle acht Apparate als wettbewerbsfähig bezeichnet und den für die eingehende Prüfung einzuschlagenden Weg festgelegt. Die Erfüllung der nach dem Preis Ausschreiben verlangten Anforderungen läfst sich nur zum kleinen Teil durch einfache Besichtigung feststellen. Die Nachprüfung der meisten Bedingungen erfordert eingehende, zum Teil schwierige Messungen. Hierzu gehören vor allem die Feststellungen über die Verzerrungsfreiheit der Aufzeichnungen, über die Lage der Eigenschwingungszahlen, über die Übersetzungsverhältnisse und über die Größe der Dämpfungen. Zur Durchführung dieser Messungen hat sich das Preisgericht mit Zustimmung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die Mitarbeit eines auf diesem Gebiet anerkannten Fachmanns (Prof. Dr. Ing. Hort) gesichert. Nach den Angaben von Prof. Hort ist nunmehr eine für diese neuartigen und schwierigen Prüfungen geeignete Einrichtung nach Art eines Schütteltisches geschaffen worden, dessen Bewegungen photometrisch sozusagen unverzerrt aufgezeichnet werden können. Die dem Schütteltisch durch Elektromotor und Kurbelgetriebe aufgezogenen Bewegungen erreichen dabei die im Preis Ausschreiben vorgesehenen Frequenzen. Der Schütteltisch mußte so gebaut werden, dafs sämtliche eingegangenen, sehr verschiedenartig zu lagernden Apparate auf ihm aufgestellt, befestigt und in Schwingungen versetzt werden können. Die Prüfung am Schütteltisch kann anfangs Juli beginnen, so dafs die dynamische Nachprüfung der Apparate etwa bis Ende August durchgeführt sein kann. (Die Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Dresden hat in dankenswerter Weise die hierzu erforderlichen Versuchsräume und das etwa erforderliche Hilfspersonal zur Verfügung gestellt).

Nach Beendigung der dynamischen Nachprüfung der Apparate muß noch durch praktische Versuche erprobt werden, wie sich die Apparate im Gebrauch an verschiedenen Brücken handhaben lassen. Hierzu soll eine schweizerische Brücke in der Nähe von Spiez herangezogen werden, die von den Schweizerischen Bundesbahnen schon wiederholt als Versuchsbrücke verwendet wurde und deren Verhalten daher von früheren Messungen her hinreichend bekannt ist. Die Schlußprüfungen sollen alsdann an einer Brücke der Güterumgebungsbahn bei Oranienburg stattfinden, so dafs bis zum Ende dieses Jahres mit der endgültigen Beurteilung gerechnet werden kann.

Die Apparate werden alsdann, bevor sie den Bewerbern wieder zugestellt werden, zu noch bekanntzugebender Zeit im Eisenbahnzentralamt ausgestellt werden.