

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.

82. Jahrgang

15. Juni 1927

Heft 11

Der Oberbau der großen Geschwindigkeiten und großen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen.

Von Dr. techn. Alfred Wirth, Bundesbahndirektor in Wien.

(Schluß.)

III. Die einzelnen Teile des Gleises.

Die einzelnen Teile der vorgeschlagenen Gleisbauart sind in den Abb. 10 bis 24, beispielsweise dargestellt. Ich erwähne ausdrücklich, daß die Abbildungen, die durchweg eigene Entwürfe sind, hauptsächlich dazu dienen, eine Möglichkeit der Ausführung zu versinnbildlichen, ich bin mir hierbei vollkommen bewußt, daß es auch andere geeignete Lösungen geben wird. Auf Einzelheiten wie Schrauben, Durchmesser von Stäben usw. gehe ich überhaupt nicht ein. Es kommt mir nur auf das Grundsätzliche an und darauf, zu beweisen, daß eine Lösung in der angegebenen Art möglich ist.

A. Die Schiene und die Neigung der Schiene.

Die bisher übliche Schiene — es kommt nur die Breitfuß (Vignol-)Schiene in Betracht — wäre ungeändert beizubehalten. Die Schienenformen sind erprobt, kleine Änderungen in der Kopfform, im Steg usw. werden sie immer mitmachen, es ist dabei gleichgültig, ob die Schiene auf Schwellen oder auf Federn und festen Stützen ruht. Die Breite des Schienenfußes ist beim Oberbau auf Federn nicht mehr von dieser ausschlaggebenden Bedeutung wie beim Querschwellenoberbau, weil eine Fußbreite von 12 cm vollkommen genügt, um die Federn unterzubringen und weil das Kippmoment der Schiene nicht wie beim Querschwellenoberbau durch Platten und Befestigungsmittel am Schienenfuß, sondern in anderer Weise aufgenommen wird.

Die von mir früher betonte Notwendigkeit einer überschwerten Schiene, um eine ruhige Lage des Gleises in der Bettung zu gewährleisten, fällt hier in dieser Schärfe weg, außerdem dürften hier die auf die Schiene einwirkenden Biegemomente geringer werden, weil die Stützensenkung eine gleichmäßige wird und weil die Gefahr der Vergrößerung der Stützenabstände, die bei den Schwellen in der Bettung eine unvermeidliche Betriebserscheinung ist, nunmehr wegfällt.

Dennoch möchte ich auch hier für eine kräftige Schiene eintreten, weil eine schwere Schiene immer den Druck gleichmäßiger auf die Stützen verteilt, bei außergewöhnlichen Ereignissen auch außergewöhnlichen Beanspruchungen gewachsen ist und weil die Mehrausgabe für eine schwere Schiene, wie bereits erwähnt, nicht so sehr ins Gewicht fällt. Auf den Schienenstoß komme ich später zurück.

Die Neigung der Schiene. Die Frage, ob die Schiene lotrecht oder nach innen geneigt mit einer Neigung 1:20 oder 1:40, auf der Unterlage aufrufen soll, wird von den Bahnverwaltungen verschieden beantwortet.

Im Gebiete des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen wird den Schienen eine Neigung gegeben. Der § 7 der Technischen Vereinbarungen lautet: »Es wird empfohlen, den Schienen eine Neigung nach innen von 1:20 zu geben«. Ein Zwang besteht somit nicht, doch haben die einzelnen Bahnverwaltungen in ihren Vorschriften die Neigung bindend vorgeschrieben.

In den Weichen werden die Schienen teils geneigt, teils lotrecht gelagert, in neuerer Zeit wird der Einfachheit der

Konstruktion halber die lotrechte Schienenstellung bevorzugt. Schließt daran eine Strecke mit geneigter Schienenstellung an, so ist der Übergang anschließend an den Weichenstoß vorzunehmen. Die österreichischen Weichen der Schienenform A (44,4 kg/m) mit federnden Weichenzungen haben lotrechte Stellung der Schienen. Der Übergang auf die Neigung der anschließenden Schiene bietet Gelegenheit zu beobachten, ob durch die geneigte oder durch die lotrechte Stellung der Schiene eine größere oder sonst ungünstigere Schienenabnutzung — die Räder der Fahrzeuge haben die Kegelform — auftritt, es ist jedoch ein Unterschied in der Abnutzung nicht bemerkbar. Auch von Seiten der Bahnunterhaltungsbeamten sind Klagen über Nachteile der lotrechten Stellung der Schienen in den Weichen nicht geäußert worden.

Ich trete bei dem von mir vorgeschlagenen Oberbau für die lotrechte Stellung der Schienen ein, zumal der Gefahr des Kantens der Schiene, eine Ursache oder sogar Hauptursache der Schiefstellung, durch Festhaltung der Schiene mittelst einer geeigneten Querverbindung der beiden gegenüberliegenden Schienen begegnet werden.

Dennoch möchte ich hier auch andere Meinungen, das Abrollen der Räder auf lotrecht gestellten Schienen betreffend, zu Worte kommen lassen.

Im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1925, Seite 343, ist eine der Revue générale des chemins de fer*) entnommene Mitteilung folgenden Inhalts enthalten:

„Die Eisenbahnschienen wurden in Frankreich bis zum Jahre 1908 allgemein mit einer Querneigung 1:20 entsprechend der Kegelform der Radauflaufflächen verlegt, bis in diesem Jahre nach dem Beispiel amerikanischer Bahnen Versuche mit der senkrechten Stellung der Schienen auf den Schwellen gemacht wurden. Die einzelnen Gesellschaften haben darum auf ihrem Netz Versuchsstrecken eingerichtet. Die im August 1921 eingestellten Untersuchungen an den im vollen Betriebe befahrenen Versuchsstrecken haben folgende Wahrnehmungen ergeben:

1. Die Schienen zeigen eine Verdrückung des Materials senkrecht zur Gleisachse, die an der Innenseite des Schienenkopfes einen Überhang bis zu 2 mm hervorruft.

2. An den Stößen zeigt sich ein Fließen des Schienenmaterials in der Fahrtrichtung.

3. In den Gleisbogen ist ein Kanten der Schienen nach außen festzustellen, wodurch je nach dem Zustand der Befestigungsmittel und der Schärfe der Kurve Spurerweiterungen bis zu 4,5 mm auftreten.

4. In den Gleisbogen von 500 m arbeitet sich der Schienenfuß an der Außenseite in den Schwellenschraubenschaft ein, die unterlegten Pappelholzplättchen zeigen an der Außenseite im allgemeinen nur noch 70% ihrer ursprünglichen Dicke, was als weiterer Beweis für das Kanten nach außen anzusehen ist.

5. Die Schienen fahren sich genau nach der Kegelform der Räder ab.

Nach Überprüfung dieses Ergebnisses wurde beschlossen, die lotrechte Stellung der Schienen nur dort weiterzubehalten, wo sie die Konstruktion des Oberbaues erleichtert, auf der freien Strecke wieder zur Neigung 1:20 zurückzukehren. Um weitere Erfahrungen

*) Revue générale des chemins de fer, 1925, Heft 1.

zu sammeln. wurden auf den einzelnen Netzen Probestrecken in ganz geringer Länge beibehalten.“

Dagegen tritt Braun*) in einem Aufsatz »Schiene und Radreifen« für die lotrechte Stellung der Schienen, allerdings aber auch für die zylindrisch gedrehten Radreifen, wie dies in Amerika üblich ist, ein.

Sollte die Neigung der Schiene mit Rücksicht auf die in Europa übliche Kegelform der Räder, tatsächlich einem besseren Abrollen der Räder auf den Schienen nützlich sein, so kann die Neigung durch eine entsprechende Ausgestaltung der Schienenauflagerung erreicht werden.

B. Die Schraubenfeder und die Federschutzhülse.

Die im vorhergehenden Abschnitte enthaltenen Ausführungen über den Grad der gewünschten Elastizität des Gleises und über die Berechnung einer Feder haben gezeigt, daß Federn möglich sind, die den zu stellenden Anforderungen entsprechen.

Um die Beanspruchung der Feder möglichst klein zu erhalten und den Druck zwischen Feder und Schiene und zwischen Feder und Unterlagsplatte zu verringern, spreche ich mich, wie bereits angedeutet, für die Verwendung zweier entsprechend leichter Federn für jede Stütze (Doppelfedern) aus, wieweil zwei Federn teurer sind als eine einzige derselben Wirkung. Die Doppelfeder hat noch den Vorteil, daß bei Bruch einer Feder die andere noch wirksam bleiben kann, zumal bei einer stärkeren Durchbiegung einer überbeanspruchten Feder infolge der Steifigkeit der Schiene sofort die Federn der Nachbarstützen die Last mittragen helfen.

Ich habe zwei Schraubenfedern ausführen lassen, sie haben die vorher angegebenen Maße: Außendurchmesser 90 mm, Innendurchmesser 30 mm und Drahtstärke 30 mm. Die freie Höhe der einen Feder ist 112, die der anderen 110, beide Federn wiegen zusammen 5,8 kg. Die Federn sind aus Siliziumfederstahl Marke »Böhler 2 Si« ölgehärtet, hergestellt.

Die beiden Federn wurden im Werke Kapfenberg in meiner Gegenwart einer Erprobung auf Durchbiegung unterzogen, die folgendes Ergebnis hatte:

1. Feder		2. Feder	
Belastung kg	Höhe mm	Belastung kg	Höhe mm
0	112,0	0	110,0
1000	111,5	1000	109,5
2000	111,0	2000	109,0
3000	110,5	3000	108,5
4000	110,0	4000	108,0
5000	109,5	5000	107,5
6000	109,0	6000	107,0
7000	108,5	7000	106,5
8000	108,0	8000	106,0
9000	107,5	9000	105,5
10000	107,0	10000	105,0
11000	106,5	11000	104,5
12000	106,0	12000	104,0

Die Feder wurde nach jedem Druckversuch immer wieder vollständig entlastet, so daß der Druck von 12 t nicht durch allmähliche Gewichtserhöhung entstand, sondern unmittelbar zur Wirkung gelangte.

Die Druckversuche wären fortgesetzt worden, wenn der Betriebsdruck (es war gegen Arbeitsschluss) dafür ausgereicht hätte; nach Aussage des die Versuche leitenden Ingenieurs wäre auch bei 15 t die Senkung der Feder noch genau im Verhältnis zur Kraft gewesen.

Da die Inanspruchnahme einer Feder bei einem Achsdruck von 25 t selbst bei Berücksichtigung der zu erwartenden

dynamischen Einwirkung nicht über $\frac{10}{2} t$ (Doppelfeder) hinausgehen wird, für welchen Druck die Einsenkung mit 2,5 mm gemessen wurde, so ist bei einer solchen Feder eine wesentliche Unterbeanspruchung vorhanden, die auf die Haltbarkeit der Feder günstig einwirken wird. Der unbedeutende Unterschied in der Durchbiegung der errechneten Feder von 0,572 mm für 1000 kg Last, gegenüber der ausgeführten Feder von 0,500 mm, erklärt sich aus der Annahme eines etwas zu kleinen Gleitmoduls, d. i. jener Ziffer, die in der Formel für die Durchbiegung des Federmaterials zum Ausdruck bringt: das gewählte Federmaterial hat sich noch um etwas härter erwiesen als dies in der Rechnung angenommen war. Die zu erwartende größte Senkung (Durchbiegung) der Feder im Betriebe im Ausmaße von 2,5 mm ist, wie ich bereits erwähnte, etwas zu gering, die Feder ist etwas zu hart. Um eine nachgiebigere, weichere Feder bei gleichem Material, gleicher Anzahl der Windungen, gleicher Höhe und gleicher Drahtstärke zu erhalten, braucht man nur den mittleren Halbmesser der Feder, der bei der vorliegenden $\frac{30}{2} + \frac{30}{2} \text{ mm} = 30 \text{ mm}$ beträgt, etwas zu vergrößern, also die Feder bei der Herstellung um einen stärkeren Dorn zu wickeln.

Die größten Feinde der Federn sind der Rost und große Kälte; werden diese durch entsprechende Ölung der Federn, gute Abdeckung usw. möglichst fern gehalten, so ist die Dauer der Wirksamkeit der Federn in Anbetracht der Unterbeanspruchung nahezu unbegrenzt. Erfahrungen über das voraussichtliche Verhalten der Schraubenfedern im vorgeschlagenen Oberbau liegen nicht vor, doch werden Schraubenfedern im Automobilverkehr und im Eisenbahnverkehr bei den Fahrzeugen seit Jahren mit Erfolg verwendet und sind dort nicht nur den stärksten Erschütterungen, sondern auch der Nässe und Kälte im weitgehendsten Maße ausgesetzt.

Die von dem Stahlwerke angegebenen Verschiedenheiten in den freien Federhöhen von 3 mm als Folge der Massenerzeugung, sind keineswegs störend, auch dann nicht, wenn in Wirklichkeit Verschiedenheiten bis zu 5 mm vorkommen würden. Man wird beim Verlegen der Federn aus der Menge der gelieferten Federn solche mit gleicher Höhe aussuchen, die gleich hohen auf ein längeres Stück verlegen, daran anschließend ein Gleisstück mit Federn die z. B. um 1 mm höher sind, austatten, anschließend wieder ein Gleisstück mit etwas höheren aber untereinander gleichen Federn, so daß alle Federn verwendet werden können, ohne daß die Stetigkeit des Gleises darunter leidet, oder an der Höhe der Schienenstützen etwas geändert werden muß. Sind kleine (unvermeidliche) Unregelmäßigkeiten in der Höhenlage der Schienenstützen vorhanden, so können sie durch richtige Anwendung entsprechend hoher Federn ausgeglichen werden.

Die Lagerung der Schraubenfedern, sowie die Federn selbst sind in Abb. 10, 11, 12 und 13 ersichtlich. Die Federn liegen auf einer Unterlagsplatte, die ich im nächsten Abschnitt eingehend beschreibe, die Schiene kann unmittelbar auf den Federn aufliegen, sie kann aber auch — ich halte dies für das zweckmäßigere — auf einer hülsenartig gebogenen Platte (Federschutzhülse) liegen, die über die Federn gelegt wird, so daß die Federn bedeckt und von den kleinen Längen- und Querbewegungen der Schiene unberührt sind.

Die Federschutzhülse. In den Abb. 10, 11, 12 und 13 habe ich auch eine Federschutzhülse (mit F bezeichnet) dargestellt. Es ist dies eine hülsenartig gebogene Platte, deren mittlerer wagrecht liegender Teil, der innerhalb der Seitenwände der Unterlagsplatte zu liegen kommt, etwas breiter als die zu schützende Feder, aber schmaler als der Abstand a der Seitenwände gewählt wird und deren außerhalb der Unterlagsplatte

*) Glasers Annalen 1916, Bd. 2.

liegenden Teile (Flügel) an dem aus dem Unterlagsquader hervorragenden Plattenrand beiderseits rechtwinklig nach abwärts gebogen werden. Diese beiden Seitenflügel können entweder etwas breiter als der Abstand a der Seitenwände sein, so daß sich die Hülse gegen den Rand der Unterlagsplatte stützt und dadurch nicht verschoben werden kann oder als zweite Ausführungsform, etwas schmaler als a sein, in welchem Falle durch ein Einschieben je eines lotrecht gestellten Bleches zwischen den abwärts gebogenen Seitenflügeln und dem Unterlagsplattenrand, die Schutzhülse gegen Längsverschiebungen gesichert wird. In beiden Fällen wird durch die Hülse der Raum zwischen den Unterlagsplattenwänden schachtelartig abgeschlossen, die Seitenteile der Hülse dürfen jedoch nicht bis zum Boden reichen, damit die Hülse die Durchbiegungen der Feder ungehindert mitmachen kann. Zweckmäßig wird man auch den mittleren Teil der Schutzhülse an den beiden Längsseiten nach abwärts biegen, damit sich die Feder auch nicht seitlich verschieben kann.

Eine weitere Ausführungsart der Federschutzhülse könnte darin bestehen, der Hülse etwa die Form einer Geschloßhülse zu geben, die über die Feder gesteckt wird. Verwendet man eine obere und eine untere Hülse, die obere mit einem etwas größeren Durchmesser als die untere, so daß sie sich über die untere hinwegbewegen kann, so wäre die Feder vollständig in eine Kapsel eingeschlossen. Dies würde die Erhaltung der Ölung der Feder und die Freihaltung von Rost und großer Kälte wohl sehr erleichtern, aber sehr große Kosten verursachen und überdies noch besondere Vorkehrungen zur Verhinderung des Verschiebens der Federkapsel erforderlich machen. Ich gehe daher bei meinen Darstellungen auf diese Form der Schutzhülse nicht weiter ein.

Die Schutzhülse hat nicht nur die Aufgabe, die Auflagerung zwischen Schienenunterkante und Federn zu verbessern und die Federn vor Verschiebungen und Verdrehungen zu schützen, sie hat auch die Aufgabe von den Federn Wasser, Eis, Schnee und Staub fernzuhalten. Sollte die heute vielfach übliche Neigung der Schiene durchaus beibehalten werden müssen — ich habe mich an anderer Stelle entschieden dagegen ausgesprochen — so könnte dies durch Abschrägung der Außenseite des zwischen Feder und Schienenfuß liegenden Teiles der Schutzhülse erreicht werden. Die Schraubenfedern können im Betriebe ausgewechselt werden, ohne daß die Schienen abgenommen werden müssen. Zu diesem Zwecke ist der im nächsten Abschnitt besprochene Unterlagsquader im Falle der Verwendung einer U-förmigen Unterlagsplatte, parallel zur Schienenachse ausgeschlitzt und die Untermauerung der Stützenmauer nur bis zur Höhe der Sohle der Unterlagsplatte ausgeführt. Hebt man die unbelastete Schiene mittelst einer einfachen Hebevorrichtung z. B. einer Stange um wenige Millimeter und biegt die Ränder eines Seitenflügels der Schutzhülse auf bzw. entfernt man das zwischen Seitenflügel und Unterlagsplattenrand eingeschobene Blech, so kann die Schutzhülse samt den Federn herausgenommen werden.

C. Die Schienenstütze (Stützenmauer).

Die Schienenstütze, die ich in Vorschlag bringe, besteht aus Unterlagsplatte, Unterlagsquader und Untermauerung.

Verbindet man die Stützen einer Schiene untereinander, so ergibt sich die Form einer Längswand (Längsmauer), die unter der Schienenachse parallel zur Schiene verläuft: die beiden Schienen des Gleises ruhen dann auf zwei Längs-

mauern, die im Erdreich eingebettet, von einander unabhängig, aber auch untereinander verbunden sein können. Würden die beiden Längsmauern durch Ausmauerung des Zwischenraumes miteinander verbunden werden, so hätten wir einen einheitlichen Mauerkörper vor uns. Auf eisernen Brücken ohne durchgehende Bettung treten an die Stelle der Unterlagsquader und Untermauerung die Quer- und Längsträger, an welchen die Unterlagsplatten in geeigneter Weise befestigt werden können.

1. Die Unterlagsplatte.

Die Unterlagsplatte hat die Aufgabe, der Feder ein entsprechendes Lager zu bieten und den Schienenfuß so festzuhalten, daß die Schiene seitlich nicht ausweichen, jedoch die lotrechten und die aus der Wärmeänderung entstehenden Längsbewegungen durchführen kann. Dies wird erreicht, wenn man die parallelen Seitenwände der Unterlagsplatte in einem Abstand (a) herstellt, der gleich der Schienenfußbreite

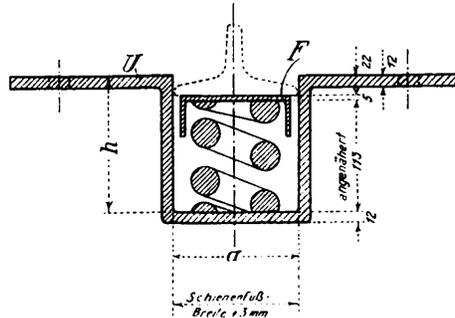


Abb. 10.

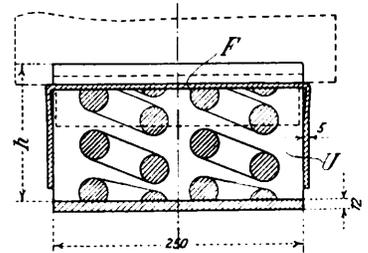


Abb. 11.

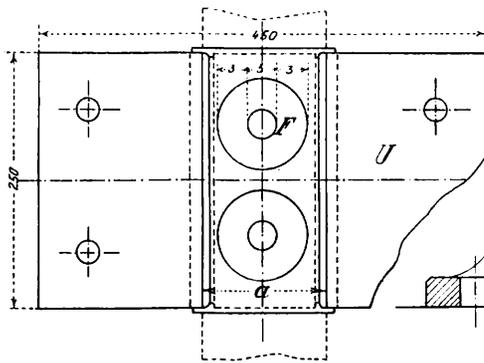


Abb. 12.

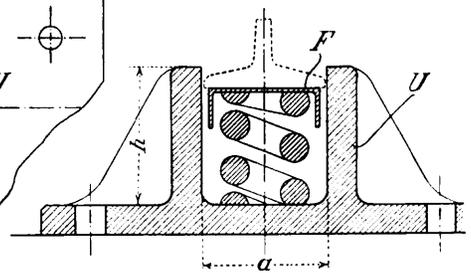


Abb. 13.

vermehrt um etwa 2 bis 3 mm ist. Mit Verschiedenheiten der Fußbreiten von 1 mm von der vorgeschriebenen Schienenform ist aus walztechnischen Gründen zu rechnen. Wenn nun eine Schiene in die genau ausgerichteten Unterlagsplatten eingelegt wird, so wird sie sich je nach ihrer Abweichung von der mathematisch genauen Mittellinie auf die eine oder die andere Seitenwand der Unterlagsplatte stützen, so daß immer noch an der anderen Seitenwand ein kleiner Abstand von etwa 1 bis 2 mm verbleibt, der groß genug ist, um die lotrechten und Längsbewegungen zu ermöglichen und klein genug ist, um seitliche Schwankungen praktisch unfühlbar zu machen. Die Höhe (h) der Seitenwände der Unterlagsplatten richtet sich nach der Höhe der Feder vermehrt um die Höhe etwa notwendiger Einlagen, die unterhalb oder oberhalb der Feder angeordnet werden, und um jenes Maß, das notwendig ist, um ein Erheben des Schienenfußes über die Seitenwände der Unterlagsplatte im Betriebe zu verhindern.

Der Schienenfuß wird sich an den Seitenflächen der Unterlagsplatten reiben, es ist dies die einzige Stelle dieses Oberbaues, an der bewegte und feste Teile in unmittelbare Berührung kommen. Es wird Sache der Erwägung und der Erfahrung sein, allenfalls den Abstand der Seitenwände der Unterlagsplatte noch mehr zu erweitern, um auf beiden Seiten

Stahlblecheinlagen anzubringen, die der Abnutzung unterworfen und die auswechselbar sind. Es ist nicht schwer, diese Blecheinlagen an der Unterlagsplatte durch Umbiegen oder durch Ansätze gegen Verschiebung zu sichern. Die Blecheinlagen sind in verschiedener Stärke herstellbar, sie können dadurch auch zum Ausgleich zu großer oder zu kleiner Spielräume zwischen Schienenfuss und Unterlagsplatte mit Vorteil verwendet werden. Ich glaube aber, daß Blecheinlagen erst im Betriebe nach jahrelanger Verwendung des Gleises eine gewisse Rolle spielen werden.

Eine Form der Unterlagsplatte (U), die den vorgenannten Bedingungen entspricht, habe ich in den Abb. 10, 11 und 12 entworfen. Es ist dies eine rechtwinklig abgeogene Platte, die in den Unterlagsquader eingebettet wird, so daß sich der Quader der Platte vollkommen anschmiegt. Diese Unterlagsplatte ist gewiß denkbar einfach und hüttentechnisch leicht herstellbar. Die Unterlagsplatte wird mittelst Steinschrauben am Unterlagsquader festgehalten, die Anbringung der Schrauben erfolgt gleichzeitig mit der Quaderherstellung, so daß anstatt Schrauben auch andere Befestigungsmittel verwendet werden könnten. Möglicherweise wird zum Schutze des Unterlagsquaders noch die Einbringung einer weichen Unterlage z. B. Filz

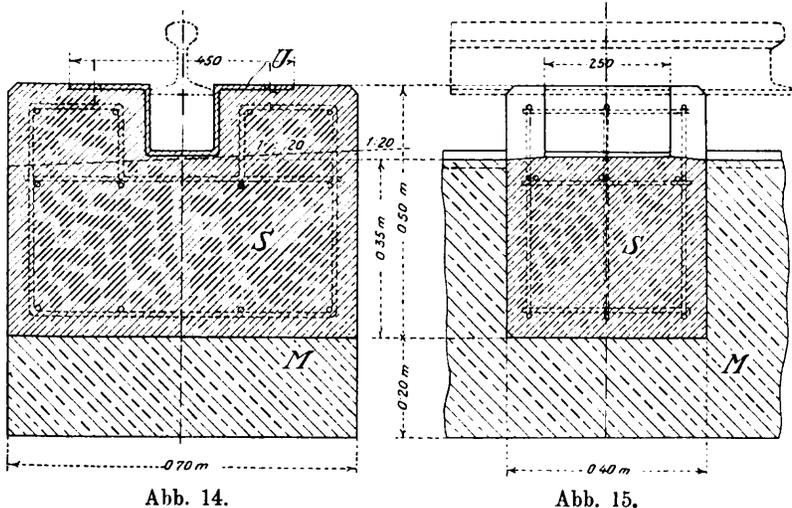


Abb. 14.

Abb. 15.

zwischen Unterlagsplatte und Quader notwendig sein. Unterlagsplatte und Quader sind seitlich offen, damit sich innerhalb der Unterlagsplatte kein Wasser ansammeln kann und die Federn samt Schutzhülse ohne Abnehmen der Schiene seitlich herausgenommen werden können.

Eine andere Form der Unterlagsplatte (U) habe ich in Abb. 13 dargestellt. Es ist dies eine Art Schienenstuhl, mit ebener Grundfläche auf den ebenen Unterlagsquader aufgesetzt. Er hat zweifellos den Vorteil der einfacheren Quaderform, aber den Nachteil des leichteren Loslösen des Stuhles vom Quader, mit dem er nur durch die Steinschrauben verbunden ist, auch ist ein Schienenstuhl, der aus Gusseisen hergestellt würde, kostspieliger und zu Brüchen geneigter als eine gewalzte Platte. Ich spreche mich daher für die erstgenannte in allen Abbildungen beibehaltene Platte aus. Der stuhlförmigen Unterlagsplatte dürfte aber auf eisernen Brücken eine gewisse Bedeutung zukommen.

An der Unterlagsplatte Ansätze und dergl. zur Verhinderung einer Verschiebung oder Verdrehung der Schraubenfedern anzuordnen, halte ich nicht für notwendig, weil durch die bereits erwähnte Verwendung von Schutzhülsen, die auf den Federn aufruben und die sich gegen die Unterlagsplatte stützen, die Schraubenfedern von den Bewegungen der Schienen unberührt bleiben.

Die Längsbewegungen der Schienen sind sehr gering, sie sind in der Schienenmitte infolge der Verankerung der Schiene

nahezu null, in ihrem größten Wert am Schienende für 20 m lange Schienen bei einem Wärmewechsel von -30° bis $+50^{\circ}$ C, $80 \times 0,0118 \times 10 = 9$ mm. Ich glaube überdies annehmen zu können, daß die Längenänderungen der Schiene infolge der Wärmedehnung, nicht im Augenblicke der Belastung sondern im Augenblicke der Entlastung der Schiene vor sich gehen werden (Entspannung), so daß die Schiene auf der Schutzhülse unbelastet gleitet.

2. Der Unterlagsquader.

Der Unterlagsquader dient zur Aufnahme der Unterlagsplatte und zur Aufnahme und Übertragung des Druckes der Verkehrslasten auf die Untermauerung, in die er fest eingefügt ist. Die Unterlagsplatte ist in dem Quader eingemauert und auch mittelst Steinschrauben an ihm befestigt.

Die Abb. 14 und 15 zeigen einen (mit S bezeichneten) Unterlagsquader mit Ausmaßen, die wohl entsprechen dürften. Eine Armierung des Quaders mit Drähten von etwa 5 mm Stärke halte ich für notwendig, damit er den trotz der Federung auftretenden Erschütterungen sowie den Querkraften standhalten kann. Eine Möglichkeit der Armierung habe ich angedeutet, ohne in Einzelheiten einzugehen.

Der Grund, warum ich eigene Unterlagsquader vorschlage, liegt darin, daß die Herstellung jenes Teiles der Stützenmauer, der die Unterlagsplatte aufzunehmen hat, eine besondere Sorgsamkeit erfordert und auch besonders gutes Material notwendig macht, was am besten durch Herstellung abseits des Bahnkörpers in dafür geeigneten Arbeitsstätten erfolgt. Überdies kann dadurch die Herstellung der Quader unabhängig vom Zeitpunkte des Gleisbaues vor sich gehen.

Die Schwierigkeiten, denen die Herstellung des Quaders samt Platte begegnet, erscheinen nur im ersten Augenblicke groß. Es hat gegenwärtig wohl jedes größere Bahnnetz eigene Anstalten zur Erzeugung von Zementwaren für Einfriedungen, Drahtzugkanäle, Betonrohre usw., wo einige Arbeiter — gelernte und nichtgelernte — durch jahrelange Übung mit großem Geschick unter Verwendung geeigneter Drähte, sehr gut haltbare und gar nicht einfache armierte Platten, Säulen und selbst Rohre herstellen. In derartigen

Werkstätten, die für den Umbau einer Strecke an geeigneten Stellen errichtet werden können, stelle ich mir die Herstellung der Quader samt Armierung und Befestigung der Unterlagsplatten vor. Das Gewicht eines Quaders im Ausmaße von $0,7 \times 0,5 \times 0,4$ m samt Platte beträgt etwa 310 kg. Es werden also geeignete einfache Hebevorrichtungen für die Arbeitsstätte wie für die Versetzung an der Bahnstelle notwendig sein.

Der Druck der Unterlagsplatte auf den Betonquader beträgt bei einer Unterlagsplattenfläche von $0,45 \times 0,25$ m und einem Stützdruck von 10 t etwa 9 kg/cm^2 , was wesentlich unter der zulässigen Betonbeanspruchung bleibt.

3. Die Untermauerung.

Die durchgehende Untermauerung samt Zwischenmauerung (in den Abbildungen mit M bezeichnet) dient zur Festhaltung des Unterlagsquaders, weiter zur Übertragung des Druckes auf den Untergrund und schließlich zur Aufnahme jener Vorrichtungen, die eine Verankerung der Schienen ermöglichen.

Der Unterlagsquader ruht auf der Untermauerung und wird von ihr in der Längsrichtung des Gleises beiderseits eingefasst. Die obere Umgrenzungslinie der Untermauerung bzw. Zwischenmauerung reicht bei Verwendung U-förmiger Unterlagsplatten nur bis zur Sohle des Schlitzes der Quader, um die Federn ohne Abhebung der Schiene auswechseln zu können und die Entwässerung zu erleichtern. Aus letzterem Grunde ist auch die Oberfläche der Mauer nach außen abgestragt.

Die Mauerhöhe wird sich wohl nach dem Untergrund richten müssen. Im allgemeinen wird eine Mauer bis zur Tiefe von 20 cm unter Quaderunterkante genügen, sie wird aber auch kaum weniger tief reichen dürfen, weil die Unterfläche der Mauer aus dem Frostbereich gebracht werden muß. Die Unterfläche der Stützenmauer käme im vorliegenden Beispiel Abb. 14, 15 und 16, 0,55 m unter das seitlich aufgefüllte Erdreich zu liegen.

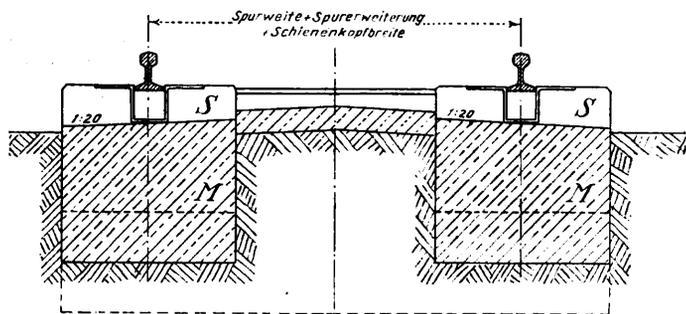


Abb. 16.

Die Beanspruchung des Untergrundes durch die dargestellte Stützenmauer und durch die Verkehrslast läßt sich etwa wie folgt ermitteln: Bei einer Mauertiefe von 0,50 m unter der Sohle der Unterlagsplatte ist der von der belasteten Unterlagsplatte ausgehende Druck auf die Unterfläche der Mauer wohl als gleichmäßig verteilt zu betrachten. Man kann daher mit der von den Verkehrslasten ausgeübten gleichmäßigen Belastung rechnen. Diese ist z. B. für den Lastenzug N der Deutschen Reichsbahn in den Vorschriften für Eisenbauwerke mit $p = 13,67 \text{ t/m}$ angegeben, für ein Gleis und eine Mauer somit $6,84 \text{ t/m}$ groß. Diese Belastung ist noch um die Stoszziffer zu vermehren, dies gibt $6,84 \times 1,5 = 10,3 \text{ t/m}$. Das Eigengewicht der Mauer beträgt ungefähr 1 t/m . Der Druck, den die Mauerunterlagsfläche auf den Untergrund ausübt, ist bei der Mauerfläche von $100 \times 70 \text{ cm} = 7000 \text{ cm}^2$, $\frac{11300}{7000} = 1,6 \text{ kg/cm}^2$.

Da die zulässige Belastung des natürlichen Baugrundes bei Lehm oder bei mit Sand untermischtem Tonboden $2 \text{ bis } 3 \text{ kg/cm}^2$, bei gewöhnlichem festen Baugrund $4 \text{ bis } 5 \text{ kg/cm}^2$ beträgt, ist die zulässige Inanspruchnahme des Untergrundes noch unterschritten. Auch bei alten Dämmen, die dem Verkehrsdruck bereits ausgesetzt waren, kann das zusammengepreßte Material mit über 2 kg/cm^2 belastet werden. Auf neu geschütteten, sich noch setzenden Dämmen empfiehlt es sich überhaupt nicht, eine Mauer aufzuführen, worauf ich noch später zurückkommen will.

Zur Verankerung der Schienenmitte sind in der Stützenmauer Eiseneinbauten erforderlich, die ich bei der Darstellung der betreffenden Teile des Gleises bespreche.

Ob die Einlage von Eisenstäben oder Kleinschienen zur Verstärkung der Stützenmauer selbst notwendig ist, um diese bei Setzungen des Untergrundes oder bei Unterwaschungen der Mauer für Zugspannungen aufnahmefähig zu machen, wird vielfach von örtlichen Umständen abhängen und Sache der Erfahrung sein. Ich glaube aber nicht, daß im gewachsenen Boden oder im alt angeschütteten Erdreich Eiseneinlagen in der Mauer notwendig sind. Die Stützenmauer, die ich in Vorschlag bringe, ist nicht freistehend, sie ist beiderseits von der Sohle bis zur Höhe des Angriffspunktes der äußeren Kräfte von einem harten, steinigen Erdkörper mauerartig umgeben, so daß ein Ausweichen der Mauer nicht eintreten und ein allfälliger Bruch der Stützenmauer nicht durch ein Auseinanderfallen der Mauer, sondern nur durch das Lockern einzelner Mauerteile in Erscheinung treten kann.

Jedenfalls ist es wichtig beim Bau der beiden Stützenmauern, die im regelspurigen Gleis bei einer Mauerstärke von 70 cm nur einen Raum von etwa 80 cm Breite zwischen den Mauern belassen, diesen Zwischenraum mit gutem Material aufzufüllen und festzustampfen, einen entsprechenden festen Erdkörper auch an den Außenseiten der Mauer anzubringen und auf die dauernde Erhaltung dieser Auffüllung zu achten. An den Stellen der Schienenverankerung wird man den Zwischenraum von 80 cm Breite überhaupt ausmauern, so daß in der Schienenmitte ein einheitlicher schwerer Mauerkörper entsteht.

D. Die Schienenverankerung.

Die Verankerung der Schiene hat die großen Längskräfte, die von den Verkehrslasten herrühren, aufzunehmen.

Von den Längskräften des Betriebes kommen im wesentlichen

1. die rollende Reibung der Laufräder,
2. die gleitende Reibung der gebremsten Räder,
3. der Druck der Räder gegen die Außenschiene des Bogens,
4. die Stöße der Räder beim Überfahren der Stosslücken, die alle in der Fahrtrichtung wirken, und
5. die von der Maschine ausgeübte Zugkraft, die entgegen der Fahrtrichtung wirkt,

in Betracht.

Am einflußreichsten sind von diesen Kräften und fast ausschließlich maßgebend die unter 2) und 5) genannten, die nicht gleichzeitig auftreten, sich also auch nicht aufheben können. Ist die Verankerung der Schiene so kräftig, daß sie der größeren der beiden Kräfte standhält, so wird sie auch allen anderen widerstehen.

Über das angenäherte Ausmaß der durch die gleitende Reibung der gebremsten Räder hervorgerufenen Längskräfte mag folgende Überlegung Aufschluß geben:

Der Lastenzug N der Deutschen Reichsbahn belastet laut Brückenverordnung das Gleis mit einem mittleren Druck von $13,67 \text{ t/m}$. Nehmen wir an, daß ein Schienenstück von 20 m Länge mit diesem Einheitsdruck belastet wäre, was nur möglich ist, wenn zwei so schwere Tenderlokomotiven, wie sie die Brückenverordnung vorsieht, das Gleis belasten, so hätte das Gleis $273,4 \text{ t}$ zu tragen, eine Schiene somit $136,7 \text{ t}$. Nehmen wir weiter an, daß alle Räder der Lokomotiven — es fallen elf Räder zu je 25 t auf das Schienenstück — gleichzeitig gebremst würden, so würde die Längskraft $L = 136,7 \times f$ sein, wenn f die Reibungsziffer für gleitende Reibung zwischen Schiene und Rad ist. f liegt zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{12}$, je nachdem sich Rad und Schiene in sehr trockenem oder in fettem öligen Zustande befinden. Für den sehr ungünstigen Wert von $\frac{1}{4}$ (diese größte Reibungsziffer dürfte aber kaum bei allen Rädern gleichzeitig auftreten) wäre

$$L = \frac{136,7}{4} = 34,2 \text{ t.}$$

Hierbei dürfte außerdem noch eine Stoszziffer für die dynamische Einwirkung zu berücksichtigen sein.

Die von der Maschine ausgeübte Zugkraft Z ist durch die Reibung der Treibräder der Maschine begrenzt. Wenn P_a das gesamte Reibungsgewicht der Maschine und f_a die Reibungsziffer ist, so wird die größtmögliche Längskraft $L_a = Z = P_a \times f_a$ sein.

f_a kann mit $\frac{1}{5,5}$ bis $\frac{1}{6,6}$ angenommen werden und richtet sich ebenso wie die Ziffer der gleitenden Reibung nach dem Zustand von Rad und Schiene. P_a ist der Druck der Triebräder. Auf das Gleisstück von 20 m Länge können bei Nebeneinanderstellung zweier Tenderlokomotiven des Lastenzugs N im ungünstigsten Falle zehn Triebräder zu 25 t gelangen. Für

eine Schiene wäre somit der darauf ruhende größte Raddruck der Triebräder 125 t. Die größte Längskraft La daraus

$$La = \frac{125}{5,5} = 22,7 \text{ t.}$$

Eine Stofsziffer kommt hier wohl nicht zur Berücksichtigung, weil die von der Maschine ausgeübten Stöße, die Adhäsionswirkung eher vermindern als erhöhen. Es ist also die gleitende Reibung der gebremsten Räder größer als die von der Zugkraft der Lokomotive ausgeübte größte Längskraft, mit ersterer Kraft ist daher zu rechnen.

Im Querschwellenoberbau mit Schotterbettung sind die hier ermittelten außerordentlich großen Längskräfte der Bremswirkung und der Zugkraftwirkung die Hauptursache der raschen Zerstörung des Gleisgefüges und des Verschiebens des ganzen Gleises in der Bettung. Die vollen Bremswirkungen treten

Vorrichtung zur Aufnahme des Stempels der Schiene treten. Der Stempel wird in das Rohr der Stützenmauer hineingesteckt und kann dadurch wohl die erforderlichen lotrechten Bewegungen mitmachen, verhindert aber die von ihm festgehaltene Schiene, Längs- oder Seitenbewegungen zu vollziehen. Die Schienenverankerungen werden in der Mitte der Schienen, am besten in der Schienenmitte und symmetrisch zu ihr, in jener Anzahl angeordnet, die zur Aufnahme der angreifenden Längskräfte notwendig erscheint. Durch das Festhalten der Schienenmitte können sich die kleinen Längenänderungen der Schiene, die sich aus der Wärmeänderung ergeben, ohne Hervorrufung schädlicher Spannungen nach beiden Schienenenden auswirken.

Ich glaube, daß im allgemeinen für eine 15 bis 20 m lange Schiene drei, im Gleisstück somit sechs Verankerungen genügen werden. Sollten unter besonderen Verhältnissen fünf Verankerungen für einen Schiene notwendig sein, so würden die beiden äußeren Verankerungen in einem Abstand von ungefähr 1,5 m von der Schienenmitte entfernt liegen; die größtmögliche Längenänderung an dieser Stelle bei festgehaltener Schienenmitte wäre bei einer Temperaturänderung von -30 auf $+50^\circ$ etwa 1,4 mm, die vom Gelenk des Stahlstempels ohne weiteres zugelassen wird. Wenn nötig, ordnet man den Durchmesser der Lochung im Schienensteg der äußeren Verankerung um 1 bis 2 mm größer als den Durchmesser der Laschenschrauben an.

Der Zwischenraum zwischen den beiden Stützenmauern, der, wie bereits erwähnt, etwa 0,80 m beträgt, wird im Bereiche der Verankerung durchgemauert; die Mauer wird überdies um etwa 20 cm vertieft, so daß ein schwerer einheitlicher Mauerkörper entsteht, der geeignet ist, den einander gegenüberliegenden Ankern eine verlässliche Stütze zu bieten und der vermöge seines großen Gewichtes und seiner breiten Auflagerung den gewünschten Festpunkt des Gleises zur Aufnahme der gewünschten Seiten- und Längskräfte ergibt.

E. Die Querverbindung der Schienen.

Die beiden einander gegenüberliegenden Schienen des Gleises müssen in geeigneter Weise miteinander starr verbunden werden. Die Verbindung hat den Zweck, die beiden Schienen im richtigen der Spurweite entsprechenden Abstand zu erhalten und die Schienen gegen das Kanten zu sichern. Die Spurweite wird auch durch die Seitenwände der Unterlagsplatte, in die der Schienenfuß versenkt ist und durch die Schienenverankerung gehalten, die Sicherung gegen das Kanten der Schiene erfolgt nur durch die Schienenverankerung und durch die Querverbindung.

Ich habe in den Abb. 19 und 20 eine Querverbindung entworfen, die mir geeignet erscheint, die Standsicherheit der Schienen gegen die großen Querkräfte zu gewährleisten. Sie besteht darnach aus drei Teilen: zwei einander gleichen Laschenwinkeln und einer Verbindungsstange. Die Schiene wird von dem Laschenwinkel nicht nur aufsen am Kopfe und an der Oberseite des Schienenfußes ähnlich wie von den Laschen des Schienenstofses fest umfalst, es ruht auch der Schienenfuß satt an der winkelartig gebogenen Laschenplatte auf, überdies wird der Schienenfuß noch an der Innenseite durch Klemmplättchen und Schrauben festgehalten. Die Laschenwinkel sind für alle Spurweiten dieselben. Die Verbindungsstange wird an den beiden Laschenplatten angeschraubt, sie kann auch an der einen Laschenplatte, oder wenn man auf das Abnehmen der

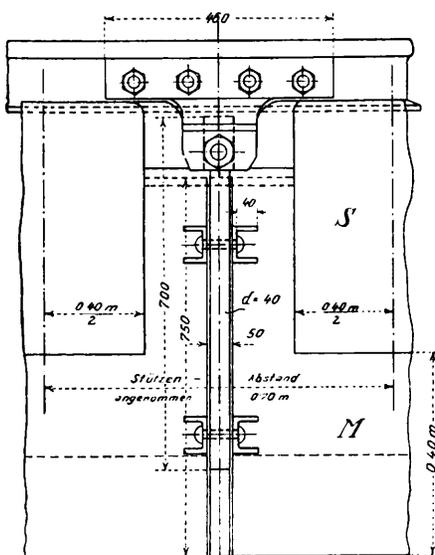


Abb. 17.

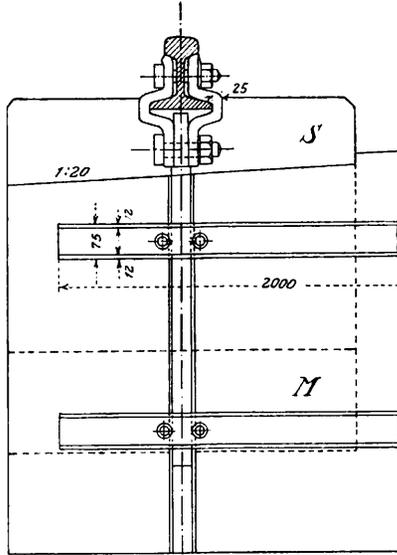


Abb. 18.

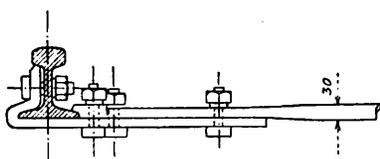


Abb. 19.

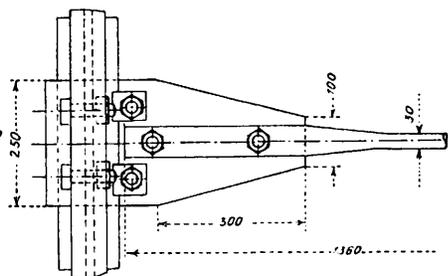


Abb. 20.

auf wagrechter Bahn und in Neigungen unter 8‰ nur selten auf, und meist an bekannten Stellen z. B. vor Bahnhöfen, Streckensignalen usw. In Neigungen über 8‰ , besonders aber in großen Neigungen, können die Bremswirkungen im talwärts befahrenen Gleis mit voller Stärke zur Geltung kommen. In großen Neigungen wird aber auch das bergwärts befahrene Gleis durch die volle Zugkraft der Maschine talwärts gezogen und damit Kräften ausgesetzt, denen das Gleis in der Regel nicht gewachsen ist.

Für die Verankerung der Schiene möchte ich den in den Abb. 17 und 18 ersichtlichen Vorschlag machen.

Sie besteht aus zwei laschenartigen Winkeln (Verankerungslaschen), die an den Schienen ähnlich wie die Stofslaschen mittels Schrauben (oder Nieten) befestigt werden, aus einem Metallstempel, der mittelst Bolzen an den Verankerungslaschen gelenkartig befestigt wird und aus einem Metallrohr, das in die Stützenmauer eingemauert und in geeigneter Weise, im vorliegenden Beispiel mittelst Querwinkel, darin festgehalten ist. An Stelle des Metallrohres könnte auch eine andere

Querverbindung verzichtet, auf beiden Platten angenietet werden. Die Regelung der Spurweite erfolgt durch Verwendung entsprechend langer Verbindungsstangen.

Die Lasche der Querverbindung sowie die Klemmplättchen und sämtliche Schrauben sind keiner Abnutzung durch Reibung verschiedenartig bewegter Teile unterworfen, wie dies beim Querschwellenoberbau zwischen Schiene, Unterlagsplatte und Schwelle der Fall ist. Die Schwingungen der Schiene macht die Querverbindung, ohne einen Widerstand zu bieten, mit.

Wie in Abb. 21 angedeutet, erscheinen mir in der Geraden acht Verbindungsstangen in 20 m Gleis für ausreichend, zumal in der Schienenmitte auch die kräftige Verbindung der Schienen mit den Stahlstempeln einem Kanten der Schienen entgegensteht. Im geraden Gleisstück von 15 m Länge würde ich sechs Querverbindungen für ausreichend halten.

F. Die Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens der Schienen.

Ob ein Festhalten der Schienen zur Verhinderung des Abhebens notwendig ist, ist im vorhinein wohl schwer endgültig zu entscheiden; ich neige zur Ansicht, daß eine solche Vorrichtung nicht erforderlich wird. Genauen Aufschluß kann hierüber nur ein ausgedehnter Versuch ergeben.

Ich will die Gründe, die für und gegen sprechen, darlegen, muß aber dabei vom Querschwellenoberbau im Schotterbett ausgehen, da andere Erfahrungen nicht zur Verfügung stehen.

Ein Abheben der Schienen des vorgeschlagenen Oberbaues in mutwilliger Weise durch Bahnfrevler ist nicht zu besorgen, auch nicht nach Lösen der Laschenverbindung. Das Gewicht eines 15 oder 20 m langen Schienenstückes, das überdies mit der gegenüberliegenden Schiene verbunden ist und dessen Stempel (Verankerung) in den Führungen bei jeder Hebung und Verschwenkung, die nicht genau lotrecht erfolgt, größten Widerstand finden, ist so groß, daß nur eine geschulte und ausreichend starke Arbeiterrotte ein Abheben vermag. Es wird leichter sein, ein Gleis in der Schotterbettung zu verschwenken, als ein Gleis mit festen Stützen abzuheben.

Es bleibt also zu beurteilen, ob sich die Schiene im Betrieb abheben kann, und zwar in einer Weise, die für den Betrieb störend ist.

Wasiutynski schreibt über die lotrechten Bewegungen der Schiene unter der Einwirkung der Verkehrslast folgendes: „Die vor dem ankommenden Zuge liegenden Schienen sind Schwingungen unterworfen, und zwar auf einer nicht unbedeutenden Strecke, deren Länge von der Oberbauart und von der Fahrgeschwindigkeit abhängt. In einer Entfernung von 3 bis 6 m vor dem vorderen Rade erheben sich die Schienen etwas über ihre ursprüngliche Lage, kehren in 1,5 bis 3,5 m Abstand vom vorderen Rade wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück und fangen dann an, sich unter der Belastung einzusenken.“

Angaben über das Maß des Erhebens der Schiene über die Ruhelage finden sich bei Wasiutynski nicht vor. Es ist jedoch aus den Schaulinien ein Abheben der Schienen deutlich zu erkennen, doch erreicht die Abhebung nirgends das Maß von 0,5 mm, bei vielen Versuchen war sie überhaupt Null. Die von Wasiutynski bei seinen Beobachtungen verwendete Lokomotive hatte, wie erwähnt, einen Achsdruck von 13,3 t, der Oberbau bestand aus Schienen von 31,45 kg/m, in einem anderen Fall 38 kg/m, die mittleren Schwellenabstände waren 0,85 und 0,75 m. Da sich damals wie jetzt, Achsdruck, Schienensteifigkeit und Schwellenabstand angenähert im gleichen Verhältnis befanden, was sich schon aus der gleichen Anwendung der von Winkler und Zimmermann aufgestellten Formeln ergibt, so ist wohl anzunehmen, daß sich auch unter den heutigen Verhältnissen kein viel größeres Abheben der Schienen als das vorerwähnte ergibt.

Dem Abheben der Schiene des Querschwellenoberbaues unter der Einwirkung der Last wirkt in Wirklichkeit nur die Steifigkeit der Schiene entgegen, die Querschwellen kommen bei einer Schienenhebung von etwa einem halben Millimeter wohl nicht zur Mitwirkung, weil die Befestigungsmittel im Betriebe nie so fest angepreßt bleiben können, um nicht Bewegungen so kleinen Umfanges zuzulassen. Aber wenn sich auch die Querschwellen auf eine Länge von 2 bis 3 m mitbewegen, also das Schienenstück belasten würden, so kommt ihr Gewicht bei den großen Kräften, die die Einbiegung der Schiene verursachen, gar nicht in Betracht. Es wäre also auch bei dem hier vorgeschlagenen Oberbau wegen des Abhebens der Schiene vor dem vorderen Rade einer Lastgruppe eine besondere Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens nicht nötig.

Eine andere Frage ist aber die, ob beim Oberbau auf Federn infolge der Federwirkung ein störendes Abheben, ein Aufschnellen der Schiene bei plötzlicher Entlastung, also hinter einer Last bei größerem Lastabstand oder hinter der letzten Achse auftritt.

Die Elastizität der Feder ist eine vollkommener als die der Schotterbettung, auch eine größere. Die niedergedrückte Feder, plötzlich nahezu unbelastet, wird zurückschnellen: in welcher Weise nun dieses Zurückschnellen auf die Schiene und damit auf das ganze Gleis einwirkt, ist vorläufig schwer festzustellen. Nicht unwichtig erscheint mir aber für die Beurteilung

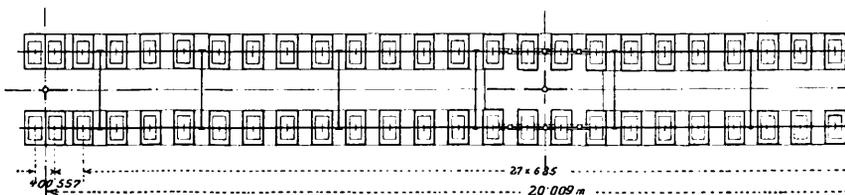


Abb. 21.

der vorliegenden Frage die Anschauung der Ingenieure des Böhlerwerkes, daß eine Feder von so großer Stärke, so geringer Windungszahl und so geringer Durchbiegung wie die in Behandlung stehende Schraubenfeder, auch bei plötzlicher Entlastung nicht über die Ruhelage hinausschwingen wird, zumindest nicht in einem Maße das praktisch meßbar ist.

Für den Fall daß eine Schienenfesthaltung doch erforderlich sein sollte, habe ich in den Abb. 22 und 23 Vorschläge gemacht.

Die Vorrichtung besteht aus drei Teilen: Einem Bügel der den Schienenfuß umklammert, einem Ring und aus dem im Mauerwerk festgehaltenen Haken.

Der Bügel besteht aus einem etwa 3 cm starken Rundeisen oder Vierkanteisen das so geformt ist, daß zwischen ihm, der Unterkante und der Oberkante des Schienenfußes entsprechende Spielräume für einzuschiebende Stahlbleche oder Stahlplatten frei bleiben. Die Stahlbleche verteilen den Druck des Bügels auf den Schienenfuß und dienen auch zur Verspannung des Bügels. Je nachdem man an der Oberkante des Fußes stärkere und an der Unterkante schwächere Platten gibt oder umgekehrt oben schwächere und unten stärkere, wird der Bügel, der am Schienenfuß immer fest anliegt, gehoben oder gesenkt. Der Bügel wird mit dem Ring vor dem Verlegen der Schienen auf den Schienenfuß aufgeschoben. Die Einbringung der Stahlbleche behufs Verspannung erfolgt nach Einhängung des Ringes in den Haken, allenfalls werden auch die Schienen und Schraubenfedern zur leichteren Einhängung des Ringes mittelst eines schweren Fahrzeuges um 2 bis 3 mm niederdrukken sein. Der Haken wird bei der Ausführung der Mauerung in geeigneter Weise z. B. unter Anordnung eines Quereisens, zur Erhöhung der Haftfestigkeit in die Stützenmauer eingemauert.

Befährt ein Rad die Schiene, so senkt sich die Schiene und der am Schienenfuß festgehaltene Bügel im Ringe, dadurch ist die Schiene nicht mehr festgehalten und instände alle lot-rechten Bewegungen ohne Hemmung zu vollführen.

Bügel, Ring und Haken müssen sehr kräftig ausgeführt werden, da ihre Widerstandskraft, die Spannkraft der Doppelfeder überwinden muß. Dem Bügel und dem Ringe kommen eine gewisse Elastizität zu. Der Ring und jene Stellen des Bügels und des Hakens, an denen er angreift, sind der Abnutzung unterworfen, die Erhaltung der richtigen Verspannung hätte von Zeit zu Zeit durch Änderungen an den Stahlblechen zu erfolgen. Für den Fall der ausnahmsweisen Anbringung eines Bügels an einer im Gleis verlegten Schiene wird man zweckmäfsig auch aus zwei Teilen bestehende Bügel herstellen.

Von Wichtigkeit ist die Frage, ob die Festhaltung der Schienen mit einer gewissen Spannung oder ob sie spannungslos zu erfolgen hätte. Ich würde mich für eine mäfsige Verspannung, die etwa dem Druck einer Tonne entspricht, aussprechen. Verspannt man die Vorrichtung nicht, so wird sie Abhebungen der Schiene bis zu ein bis zwei Millimeter, vermöge der Elastizität des Bügels, des Ringes und der Zusammendrückbarkeit

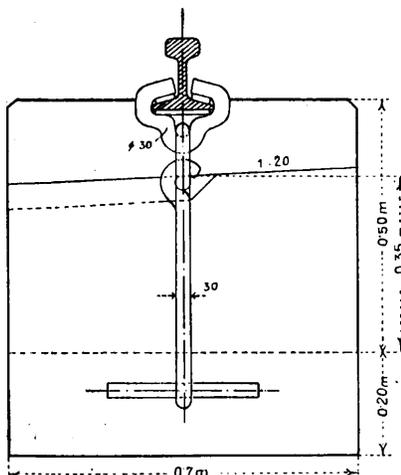


Abb. 22.

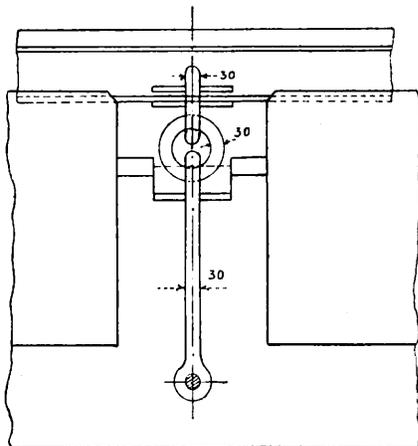


Abb. 23.

der zwischen Schienenfuß und Bügel angeordneten Stahlbleche, zulassen; gibt man eine zu große Verspannung, so würden an den Punkten der Festhaltevorrchtung Einsenkungen hervorgerufen werden, so daß wir, allerdings nur im unbelasteten Zustande, ein wellenförmiges Gleis vor uns hätten, auch würde die Anzahl der Vorrichtungen eine zu große werden, ihre Stärke überdies bedeutend sein.

Bei einer Spannung von 1 t an der Festhaltevorrchtung würden die beiden benachbarten Stützen einen Druck von je $\frac{1}{2}$ t aufzunehmen haben, dies ergibt bei der Doppelfeder, die ich dieser Abhandlung zugrunde gelegt habe, eine Stützensenkung von $\frac{0,286}{2}$ mm, bei der von mir vorgeschlagenen

weicheren Feder $\frac{0,35}{2}$ mm, also durchweg Mafse, die am Oberbau überhaupt nicht meßbar sind.

Die Schienendurchbiegung würde beim Oberbau mit Schiene S 49 der Deutschen Reichsbahn bei einem Stützenabstand von 65 cm und unnachgiebige

Stützen im Sinne der Formel $B = \frac{6 \times E \cdot J}{a^3}$ nur $\frac{1}{79}$ cm d. s.

0,13 mm betragen.

Die Anzahl der Festhaltevorrchtungen dürfte darnach zu bemessen sein, daß in etwa jedes fünfte oder sechste Feld, also in einem Abstand von etwa 4 m eine Vorrichtung kommt. Da ich aber glaube, daß eine Vorrichtung zur Verhinderung des Abhebens der Schienen nicht notwendig ist, habe ich sie

bei der Gesamtanordnung des Gleises und bei der Kostenermittlung nicht berücksichtigt.

G. Der Schienenstofs.

Für den Schienenstofs mache ich keine besonderen Vorschläge; ich bin jedoch der Anschauung, daß sich durch die Lagerung der Schienen auf wirklichen Federn und festen Stützen eine große Anzahl von Möglichkeiten ergibt, den Schienenstofs gegenüber dem heutigen Zustand wesentlich zu verbessern.

Ich möchte daran festhalten, daß die Bewegung der Schiene zur Ausgleichung der Wärmespannungen in den der Kälte und der Sonne ausgesetzten Oberbaustrecken nicht gehindert werden soll, ich spreche mich daher aus Sicherheitsrücksichten gegen das Verschweißen der Schienen aus. Damit muß man aber auf sich nehmen, daß an den Schienenstößen die Biegungslinie der Schiene trotz einer guten Verlaschung nicht mehr stetig verläuft und daß sich abgebendes und aufnehmendes Schienenende verschieden verhalten, wodurch die bekannten Stofsstufen entstehen. Es wird aber darauf hinausgehen müssen, die Nachteile der Schienenunterbrechung durch eine entsprechende Stofsausrichtung so zu mildern, daß sie für den Betrieb nicht mehr störend sind. Bei dem von mir vorgeschlagenen Oberbau können die Laschenverbindungen in gleicher Weise wie bisher angeordnet werden, es dürfen die Laschen nur nicht unter den Schienenfuß ragen. Der neue Oberbau der Deutschen Reichsbahn hat bereits derartige Laschen, ebenso der Oberbau der meisten übrigen Bahnen.

Der vorgeschlagene Oberbau läßt nun die Entfernungen der Stofsstützen beliebig regeln: man kann die Unterlagsquader zusammenrücken, bei einer Stützenentfernung von 40 cm, wie ich sie beispielsweise in der Anordnung Abb. 21 vorgesehen habe, berühren sich die beiden Unterlagsquader miteinander. Eine engere Stofsanordnung erfordert einen besonderen gemeinsamen Unterlagsquader mit gemeinsamer Platte. Als Grenzfall ist das Nebeneinanderstellen der Doppelfedern der beiden Schienenenden anzusehen. Wir haben also alle Möglichkeiten der

Stützenentfernung gegeben, vom schwebenden Stofs bis zum festen Stofs — wie er früher hieß — nur daß wir es bei der Nebeneinanderlegung der Stützen noch immer mit einem elastischen Stofs zu tun haben. Vielleicht kommt den Stofsbrücken wegen der Möglichkeit ihrer elastischen Lagerung nunmehr eine neue Bedeutung zu.

H. Die Lage des Gleises. Die Entwässerung.

Die Lage des Gleises im Vergleich zum Querschwellen-gleis ist aus Abb. 24 zu ersehen, die Höhe der Schienenober-

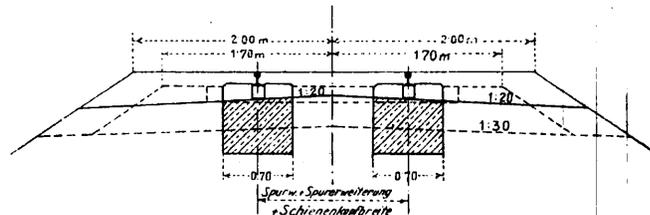


Abb. 24.

kante ist für beide Gleisarten gleich angenommen. Bei gleicher Höhenlage der Schienen kommt die Unterkante der Stützen-mauer, je nach der vorhandenen Schotterstärke, um etwa 20 bis 30 cm unter die Bettung zu liegen. Das Gleis, begrenzt durch die Außenseiten der Stützen-mauer, ist schmaler als die Querschwellen des Schwellenoberbaus. Da aber an der Außenseite der Mauer ein Erdkörper von ungefähr 1 m bleiben muß, der zugleich als Gehweg für die am Oberbau beschäftigten Personen

zu dienen hat, wird eine wesentliche Änderung des Unterbaukörpers kaum eintreten.

Die Entwässerung erfolgt wohl am sichersten dadurch, daß man überhaupt kein Wasser in den Bahnkörper dringen läßt. Dies ist zu erreichen durch Anfüllen des zwischen dem Mauerkörper liegenden Teils mit wasserundurchlässigem Material, besser noch durch Abpflasterung mit einem in entsprechender Neigung ausgeführten Betonpflaster. Alle äußeren Begrenzungsflächen des in den Abbildungen dargestellten Oberbaus sind zur Erreichung eines guten Wasserabflusses mit entsprechenden Neigungen geplant. Bei Verwendung der U-förmigen Unterlagsplatte ist der Unterlagsquader seitlich ausgeschlitzt und abgeschragt, die Untermauerung wird nur bis zur Ausschlitzung des Quaders aufgeführt und ebenfalls nach außen abgeschragt.

Durch die Fernhaltung des Wassers wird die Gefahr der Frostauftriebe, die unter ungünstigen Umständen einen Schwellenoberbau mit Schotterbettung hinsichtlich Höhenlage und Gleisgefüge derart zerstören können, daß zur Vermeidung von Entgleisungen plötzlich Fahrgeschwindigkeitseinschränkungen angeordnet werden müssen, gänzlich vermieden werden. Durch die Ausführung eines Pflasters im mittleren Teil des Bahnkörpers wird auch der Graswuchs, wenn schon nicht ganz verhindert, so doch wesentlich eingeschränkt und für die Gleiserhaltung belanglos werden. Die großen Kosten der Beseitigung des störenden Graswuchses sind wohl zur Genüge bekannt.

IV. Die Anwendung des Oberbaus.

A. Auf offener Strecke.

Der vorgeschlagene Oberbau dürfte wohl nur für Strecken in Betracht kommen, die mit großen Geschwindigkeiten, etwa mit über 100 km/Std. befahren werden. Weiter dürfte er sich auf Neigungen über 10‰ sowohl aus Sicherheitsgründen wie aus wirtschaftlichen Erwägungen mit Vorteil verwenden lassen. Für Geschwindigkeiten unter 90 km wird der Querschwellenoberbau genügen, wenn er mit entsprechend schwerer Schiene, dichter Schwellenlage und einer guten Bettung ausgestattet ist. Auf seine Verwendbarkeit auf eisernen Brücken, auch bei geringeren Geschwindigkeiten, komme ich im nächsten Abschnitt zurück.

Aus dieser Verwendungsabsicht des Oberbaus als Oberbau der wichtigsten Hauptstrecken ergibt sich von selbst, daß es sich bei seiner Herstellung vornehmlich um den Umbau bestehender Strecken, selten um seine Anwendung auf neuerbauten Linien handeln dürfte. Er wird also auf einen Unterbau zu liegen kommen, dessen ruhige Lage bereits erreicht ist. Auf frisch geschütteten Dämmen oder auf Stellen, die Setzungen unterworfen sind, wird es unzulässig sein, einen Oberbau mit festen Stützen zu errichten. Auf solchen den Setzungen unterworfenen Stellen wird man am besten den Querschwellenoberbau verlegen, zumal die Fahrgeschwindigkeit in solchen Strecken ohnehin nicht sehr groß sein wird. Der Übergang vom Oberbau auf festen Stützen zum Querschwellenoberbau vollzieht sich am besten außerhalb des Schienenstoßes zwischen Schienenstoß und Schienenmitte und zwar auf dem dem Oberbau auf Stützen abgekehrten Schienenteil, damit das Schienenstück in seiner Mitte noch fest verankert ist.

Die Linienführung wird bei Herstellung eines Oberbaus der großen Geschwindigkeiten einer ganz besonderen Überprüfung bedürfen. Es ist eine unvermeidliche Folge eines Oberbaus mit festen Stützen, daß eine Abänderung seiner Lage in wagrechter Hinsicht wie hinsichtlich seiner Höhe während der Liegedauer des Gleises nicht oder nur mit außerordentlich großen Kosten erfolgen kann; man wird daher Oberbau und Unterbau so legen müssen, daß eine Notwendigkeit zur Abänderung auf absehbare Zeit nicht eintritt.

Daß plötzliche Änderungen in den Anschauungen über die richtige Linienführung eintreten können, ist nicht zu er-

warten. Vor 60 Jahren hat Nördling die kubische Parabel für den Übergang aus der Geraden in den Bogen empfohlen, vor 35 Jahren hat der internationale Eisenbahnkongress in Petersburg (1892) die Zweckmäßigkeit ihrer Verwendung neuerdings anerkannt. Zurückgeblieben ist vielfach die Durchführung aus Scheu vor den Kosten, an dem Gedanken selbst hat sich nichts geändert. Einige Unsicherheit scheint noch über die Zweckmäßigkeit der Überhöhung der äußeren Schiene in den Bogen zu herrschen. Im allgemeinen sind die Überhöhungen vor allem auf den Linien mit Schnellzugverkehr zu groß, was man aus dem Breitdrücken der inneren Schiene durch die schweren langsam fahrenden Züge ersieht. Ein Nachteil einer großen Schienenüberhöhung liegt besonders dann vor, wenn einem scharfen Bogen in kurzem Abstand ein Gegenbogen folgt, weil dann der Schwerpunkt des Fahrzeugs rasch hintereinander gehoben, gesenkt und wieder gehoben und das Fahrzeug selbst um seine Längsachse gedreht wird.

Wichtig ist auch eine entsprechende Abrundung des beim Neigungswechsel sich ergebenden Winkels. Ist es möglich Bogen mit kleinen Halbmessern durch solche mit größeren zu ersetzen, so wird man dies wohl anlässlich des Gleisumbaus durchführen.

Es kommt vor allem auf die Stetigkeit der Bahn in lotrechter und in wagrechter Hinsicht an. Jede plötzliche Änderung der Höhenlage oder der Richtung hat einen unruhigen Gang der Fahrzeuge zur Folge, der wieder einen ungünstigen Einfluß auf das Gleis ausübt.

Von großer Bedeutung ist eine weitgehende Beseitigung der Wegübergänge, jener Gefahrstellen, die sowohl im Interesse des Eisenbahnverkehrs wie des Straßenverkehrs aus der Schienenhöhe verschwinden sollen. Die Herstellung eines Wegübergangs in Schienenhöhe beruht vom Standpunkte des Oberbaus auf keinerlei Schwierigkeiten, da die Anbringung der Leitschienen ähnlich wie beim Querschwellenoberbau möglich ist.

Weichen auf offener Strecke, es sind darunter die der Betriebsausweichen und Schleppbahnen verstanden, die verhältnismäßig selten und nur zu bestimmten in der Fahrordnung vorgeschriebenen Zeiten unter Anwendung aller Sicherheitsmaßnahmen benützt werden, wären so auszugestalten, daß sie mit der Geschwindigkeit des anschließenden Teiles der offenen Strecke befahren werden können. Womöglich soll man trachten, eine Unterbrechung der Schienenstränge der Hauptgleise an solchen Stellen zu vermeiden.

B. Auf den Brücken.

Auf steinernen und Betoneisenbrücken. Auf gewölbten Brücken geringer Spannweite und Brücken mit sehr flachen Bogen wird man die Stützenmauer, wenn nötig nach unten entsprechend erbreitert, bis zum Gewölbe herabführen. Der freibleibende Raum zwischen Stützenmauer und den beiden Stirnmauern der Brücke wird am zweckmäßigsten mit einem leichten wasserundurchlässigen Stoff z. B. mit Kohlenlösch oder Schlacke aufgefüllt. Der schwere Oberbauschotter ist hierfür nicht mehr erforderlich, dadurch wird die Gesamtbelastung des Gewölbebogens nicht größer als zuvor. Das gleiche gilt für die nicht gewölbten Brücken, die meist Betoneisenbrücken sind. Die erforderliche Höhe zwischen Schienenoberkante und Brücke wird wohl überall vorhanden sein, weil der Oberbau mit festen Stützen nicht mehr Höhe erfordert als der Querschwellenoberbau samt Bettung. Die Bogenbrücken großer Spannweiten haben zur Aufnahme der Fahrbahn meist einen auf dem Bogen mittelst Pfeilern aufruhenden viaduktartigen Überbau, so daß das Gewölbe auf welches die Stützmauer des Oberbaus zu stellen ist, nicht wesentlich tiefer als bei kleinen Brücken liegt.

Auf eisernen Brücken. Daß seit langem das Bestreben vorherrscht auf eisernen Brücken, also auf Bauwerken

die besonders kostspielig, sehr empfindlich und für lange Bestanddauer bestimmt sind, eine Oberbauart anzuwenden die eine bessere Verarbeitung der stofsartigen Wirkungen der Fahrzeuge ermöglicht, ist wohl eine allbekannte und sehr begreifliche Tatsache. Dadurch, daß das Gleis unmittelbar oder mittelst Schwellen und Unterlagsplatten auf den Längsträgern oder den Querträgern der eisernen Brücke aufruhrt, ergibt sich ein so hartes Fahren auf der Brücke, daß man selbst die hohen Mehrkosten der Durchführung einer Schotterbettung auf sich nimmt, nur um eine größere Elastizität des Gleises zu erreichen. Die deutsche Brückenverordnung sieht — wie bereits dargelegt — mit Recht kleinere Stofszahlen bei Verwendung einer durchgehenden Bettung gegenüber dem unmittelbaren Aufliegen der Schienen auf den Trägern der Brücke vor.

Die Verhältnisse des Oberbaues auf Brücken schildert am anschaulichsten eine Abhandlung von Dr. Blofs*) im Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens, die ich hier auszugsweise wiedergeben will:

„Der Oberbau auf Eisenbahnbrücken unterscheidet sich vom Regelgleis hauptsächlich dadurch, daß auf Brücken die Bettung entweder nur in einer beschränkten Bauhöhe angeordnet wird oder ganz wegfällt. Es ergibt sich dabei eine ganze Stufenleiter von Möglichkeiten. Im engsten Anschluß an das Regelgleis stehen solche Gleise auf Steinbrücken, bei denen nur im Gewölbescheitel die Höhe der Bettung eingeschränkt ist, sonst aber die volle Bettungshöhe vorhanden ist. Am weitesten vom Regelgleise entfernen sich Brückengleise, bei denen auch auf Schwellen verzichtet wurde, deren Schienen also unmittelbar auf den Hauptträgern oder Längsträgern angeordnet werden.

Die Hauptfrage für die Beurteilung von Brückengleisen ist, welche Eigenschaften dem Brückengleis gegenüber dem Regelgleis durch den teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf die Bettung verloren gehen.

Im Regelgleis fällt der Bettung die Aufgabe zu, durch die Eindrückung der Schwelle in die Bettung, die sich als eine elastische (und zwar fast rein elastische) Formänderung darstellt, dem Gleise eine gewisse Federung zu verleihen, so daß es sich weich befährt und die Stofsdrücke gut verarbeitet werden. Die Stofsdrücke gehen entweder vom Gleise aus und erscheinen dann als Schläge, die durch Unregelmäßigkeiten der Gleislage und Unstetigkeiten der Fahrbahn ausgelöst werden, z. B. Höhenbuckel, Einsenkungen, Knicke, insbesondere aber Stofsstufen, Lücken und Winkelbildungen an den Schienenstößen. Die vom Fahrzeug ausgehenden Stofsdrukke entstehen durch unrunde Räder, durch Schleifstellen auf den Radkränzen, durch unausgeglichene Massenwirkungen an den Lokomotivrädern, durch plötzliche Druckänderungen im Federspiel. Alle diese Stofsdrukke erscheinen in den Stofsformeln, die Dr. Saller aufgestellt hat, in der Form von Stofs- oder Fallhöhen. Verarbeitet werden die Stofsdrukke durch die elastische Nachgiebigkeit des Oberbaues und es liegt also die Aufgabe vor, die Stofshöhen möglichst klein und die federnden Durchbiegungen ausreichend groß zu halten. Die Einschränkung der Stofshöhen läuft auf eine gute Durchbildung des Gleises und auf die dauernde Erhaltung einer guten Gleislage hinaus. Was das Maß der ausreichenden Durchbiegung anlangt, so kann man die Stofsformeln zunächst dahin auslegen, daß eine gute Verarbeitung der Stofsdrukke gewährleistet ist, wenn ein Brückengleis dieselbe Durchbiegung aufweist, wie ein kräftiges Regelgleis. Demnach würden etwa 2 mm als untere Grenze für die Durchbiegung gelten können, 2,5 mm als gutes Maß. Freilich bedürften diese Zahlen eigentlich noch eines besonderen Nachweises. So einleuchtend der Schluß vom Regelgleis auf das Brückengleis auch ist, so sind doch die Wirkungen der Stöße bei beiden noch recht verschieden; treffen sie doch beim Brückengleis vorzugsweise auf empfindliche Bauteile geringer Masse, bei Eisenbahnbrücken z. B. vornehmlich auf Längs- und Querträger, im Regelgleise aber treffen sie auf die unbegrenzte, unempfindliche Masse des Erdunterbaues. Für den Anfang, so lange eine auf Messungen begründete Erforschung der näheren Verhältnisse noch fehlt, muß man von dem Vergleich mit dem Regelgleise als dem einzigen greifbaren Anhalt ausgehen.“

Weiter schreibt Dr. Blofs: „Es tritt daher die Erscheinung auf, daß auch auf großen wichtigen Bauwerken die Gleislageschlechter

ist, als im anschließenden Regelgleis; also gerade dort, wo die Verminderung der Fall- und Stofshöhen und damit der Stofsdrukke besonders erstrebenswert wäre, um empfindliche Bauteile zu schonen, ist oft ein wesentlicher Mangel festzustellen.“

Blofs bespricht weiter als stofsmildernde Mittel die Zwischenlagen zwischen Schiene und Schwelle und erwähnt unter andern auch einen anfangs der neunziger Jahre gemachten Versuch der oldenburgischen Staatsbahnen, die Schiene auf federnde Platten zu lagern, der sich aber wegen des baldigen Nachlassens der Elastizität der Platten nicht bewährte. Die federnden Unterlagsplatten wurden wieder ausgebaut. Blofs bedauert das Aufgeben des Versuches.

Dr. Geiger, Augsburg*) tritt in einer längeren Abhandlung »Dynamische Untersuchungen von Brücken«, für systematische Messungen mit dynamisch einwandfreien Instrumenten ein. Er ist der Anschauung, daß die hauptsächlichsten dynamischen Beanspruchungen von den Schienenstößen herrühren und schreibt:

„Um die von den Schienenstößen herrührenden, dynamischen Beanspruchungen zu mildern, gibt es zunächst zwei Wege: Beseitigung oder Verlegung der Schienenstöße auf der Brücke durch entsprechende Maßnahmen oder Milderung der harten Übertragung der von denselben herrührenden dynamischen Stöße auf die Brückenkonstruktion z. B. durch Zwischenschaltung eines federnden Mediums, wozu auch die Anwendung einer durchgehenden Schotterung gehört.“

Das gegenwärtig übliche Gleis auf eisernen Brücken — einerlei, ob die Schienen unmittelbar auf den Trägern der Brücke aufruhren oder mittelst Querschwellen oder Langschwellen und Unterlagsplatten an der Brücke befestigt sind — ist ein Gleis auf festen Stützen, jedoch ohne entsprechende elastische Zwischenlage.

Die Anbringung der von mir vorgeschlagenen Schraubenfeder unter sinngemäßer Anwendung der vorgeschlagenen Unterlagsplatten (U-förmige oder stuhlartige Unterlagsplatte), der Verankerung und der Querverbindung, wird aller Voraussicht nach die Lösung der Oberbaufrage für die eisernen Brücken bringen. Die Feder mit einer größten Einsenkung von 3 bis 4 mm, wird jene Ursachen der Stofswirkung beseitigen, die von der unelastischen und unebenen Bahn ausgehen, und wird die vom Fahrzeug kommenden Stöße vollständig elastisch verarbeiten. Auch die Schienenstofsverbindung wird ihre Gefährlichkeit verlieren, ohne daß man auf die sehr bedenkliche Beseitigung der Stofslücken greifen muß. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß man dann beim Baue neuer Brücken die Stofsziffer wird verringern können, oder bei Belassung der Stofsziffer höhere Fahrgeschwindigkeiten hinnehmen wird. Bei bestehenden Brücken wird man nach Anordnung des Gleises auf Federn höhere Achsdrücke zulässig erklären können oder die Geschwindigkeit erhöhen, so daß die Brücke, die in vielen Fällen das Hindernis einer höheren Fahrgeschwindigkeit wurde, kein Hindernis mehr ist.

C. In den Bahnhöfen.

Den Oberbau auf Federn und festen Stützen fasse ich, wie bereits mehrmals erwähnt, vornehmlich als den Oberbau der großen Geschwindigkeiten auf. Da ich nun der Anschauung bin, daß wir durch die Bahnhöfe, auch wenn die offene Strecke mit größerer Geschwindigkeit befahren wird, mit keiner größeren Geschwindigkeit fahren sollen als die heute übliche, also mit höchstens 90 km/Std., so halte ich die Umgestaltung der Bahnhofshauptgleise und der Weichen auf den Oberbau mit festen Stützen nicht für unbedingt notwendig, sofern Gleise und Weichen mit kräftigen Schienen ausgestattet, mit guter Bettung versehen und gut erhalten sind.

*) Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1925, S. 120.

*) Der Bauingenieur, 1924, Heft 19.

Wir dürfen nicht übersehen, daß das Querschwellengleis im Bahnhof anders gebettet ist, als das der offenen Strecke. Auf der offenen Strecke reicht die Schotterbettung über Schwellenoberkante in der Regel nicht hinaus, die Schwellen sind also unbedeckt, seitlich sind die Schwellenköpfe nur von einer verhältnismäßig kleinen Schottermenge umgeben, die leicht verschiebbar ist. Dadurch ist das Gleis der offenen Strecke Längs- und Querkraften gegenüber wenig widerstandsfähig, dafür läßt sich die Bettung verhältnismäßig leicht unterstopfen und reinigen, somit leichter elastisch erhalten. Die Gleise von Bahnhöfen, in denen die Reisenden die Gleise in Schienenhöhe überschreiten müssen, sind dagegen bis zur Schienenkopfhöhe mit Bettungsstoff bedeckt, der durch das häufige Betreten zu einer festen, unverschiebbaren Masse wird, seitlich finden die Schwellen im festen Boden stärksten Halt. Solche Bahnhofgleise sind daher gegenüber Längs- und Querverschiebungen weit widerstandsfähiger als die der offenen Strecke, dafür hat diese Art der Bettung den Nachteil geringerer elastischer Nachgiebigkeit der Gleise, es fahren sich solche Bahnhofgleise tatsächlich hart. Beide Vorteile: Festhalten der Bettung und damit Festhalten der Schwellen in der Bettung und Erhaltung eines gewissen Grades an Elastizität vereinigt die Anordnung der Hauptgleise in jenen Bahnhöfen, deren Bahnsteige durch Übergangsstege oder Tunnel zugänglich sind, weil hier die Gleisbettung durch Randsteine seitlich eingefasst und damit am Ausweichen gehindert ist, die Bettung vor Verunreinigung geschützt und wie auf der offenen Strecke unterstopft werden kann. Jedenfalls erfordern Bahnhofhauptgleise ein besonderes Maß an guter Unterhaltung.

Die Notwendigkeit einer Begrenzung der Fahrgeschwindigkeiten in den Bahnhöfen halte ich aus Sicherheitsrücksichten für angezeigt.

Fast alle großen Bahnunfälle finden in den Bahnhöfen oder bei den Bahnhofseinfahrten und Ausfahrten, selten auf offener Strecke statt. Die Unfälle auf offener Strecke sind fast ausschließlich Folgen von Elementarereignissen wie Felsstürze, Unterwaschungen usw. selten die Folge von Zugbegegnungen. In den Bahnhöfen hingegen, die dazu bestimmt sind, das Vorfahren und Kreuzen von Zügen zu ermöglichen, in denen der Vorschub sowie die Beladung und Entladung der Fahrzeuge erfolgt und in denen zu diesem Zwecke von den Hauptgleisen mittelst Weichen weitere Gleise abzweigen, sind Gefahrenquellen vereint, die bei aller Vollkommenheit der technischen Einrichtungen und bei aller Tüchtigkeit des Personals, infolge zeitweiligen Versagens der mechanischen Einrichtungen und der menschlichen Sinne, zu großen Unfällen führen können. Ich brauche nur einige Gefahren zu erwähnen, die sich ausschließlich aus der Verkehrsabwicklung in den Bahnhöfen ergeben: »Fahrt auf ein besetztes Gleis«, »Streifung bei der Einfahrt oder Ausfahrt mit einem Verschubzug«, »Befahren der Weiche in die Ablenkung mit zu großer Geschwindigkeit«, »Umstellung der Weiche unter dem fahrenden Zug« usw. um zu zeigen, wie sehr hier eine Begrenzung nützt. Bei einer Durchfahrt eines Zuges mit 80 oder 90 km Std. Geschwindigkeit, läßt sich möglicherweise noch eine fehlerhafte Weisung rechtzeitig erkennen und berichtigen, ein Zug noch rechtzeitig anhalten, somit eine Gefahr abwenden, was vielleicht bei einer Durchfahrgeschwindigkeit von über 100 km nicht mehr möglich ist. Die Geschwindigkeitsverminderung müßte beim Vorsignal des Bahnhofs einsetzen, beim Einfahrtssignal durchgeführt sein und bis zum Ausfahrtsignal dauern.

V. Die Kosten.

Es ist wohl ohne Zweifel feststehend, daß der in Vorschlag gebrachte Oberbau auf Federn und festen Stützen wesentlich höher zu stehen kommt als ein Oberbau auf Eisenquerschwellen der in Europa üblichen Bauart. Ich glaube aber auch behaupten zu können, daß der vorgeschlagene Oberbau größeren Beanspruchungen entsprechen kann als der Querschwellenoberbau

und daß die Kosten der Unterhaltung eines in richtigen Ausmaßen hergestellten Oberbaus auf festen Stützen geringer sein werden als die eines stark befahrenen Querschwellengleises, da mit der festen Lagerung der Stützen all die großen Kosten in Wegfall kommen, die sich aus der Einsenkung der Schwellen in die Bettung, dem Einsenken der Bettung in den Untergrund, aus dem Verschieben der Schwellen, dem Wandern der Schienen und den Frostauftrieben ergeben.

Wenn ich den Versuch mache, die Kosten der Herstellung des neuen Oberbaus wenigstens vergleichsweise zu erfassen, so bin ich mir wohl bewußt, daß alle Zahlen die ich bringe anfechtbar sind und zwar schon deshalb, weil die Ausmaße der einzelnen Bestandteile noch nicht feststehen und weil die Einheitspreise die ich zugrunde lege, nicht das Ergebnis einer Ausschreibung sein können. Dennoch will ich den Versuch hinsichtlich der Kosten der Neuherstellung wagen, von der Nennung von Zahlen hinsichtlich der Kosten der Bahnunterhaltung sehe ich jedoch gänzlich ab.

A. Die Kosten der Neuherstellung.

Zum Vergleich ziehe ich einen Querschwellenoberbau auf Eisenquerschwellen heran, und zwar den Reichsoberbau B der Deutschen Reichsbahn, weil mir dessen Stoffbedarf aus der Literatur zur Verfügung steht und weil die Österreichischen Bundesbahnen wohl Weichen auf eisernen Querschwellen aber keinen Oberbau der offenen Strecke auf Eisenschwellen in Verwendung haben. Die Einheitspreise die ich in österreichischen Schillingen*) einsetze, sind nicht die Preise der Deutschen Reichsbahn, diese sind mir unbekannt, sie sind auch nicht die Preise der Österreichischen Bundesbahnen, doch dürften sie diesen immerhin nahekommen.

Dem Oberbau auf Schraubenfedern (Doppelfedern) und festen Stützen lege ich dieselbe Schiene und denselben Schienenschotter wie dem Reichsoberbau B zugrunde dessen Stoffbedarf ich im folgenden anführe; ebenso die gleiche Anzahl von Stützen, also Schienen von 15,0 m Länge auf 23 Stützen. Die Zahl der Verankerungen nehme ich wie bei dem in Abb. 21 dargestellten Gleisstück von 20 m Länge mit sechs, die Anzahl der Querverbindungen jedoch ebenfalls mit sechs an. Die in Abb. 16 ersichtliche 10 cm starke Abpflasterung über dem etwa 80 cm breiten Erdkörper, der den Raum zwischen den beiden Stützenmauern ausfüllt, habe ich in die Kostenberechnung nicht aufgenommen, ebenso nicht die Schienenfesthalte-Vorrichtung. Dagegen ist in der Kostenberechnung die Durchmauerung des Mauerkörpers an der Stelle der Schienenverankerung in einer Länge von 2,40 m und die Vertiefung dieses Mauerkörpers um 20 cm vorgesehen.

Die größten Kosten im vorgeschlagenen Oberbau erfordern die Schraubenfedern, die armierten Unterlagsquader und die Untermauerung.

Das Gewicht einer Schraubenfeder beträgt etwa 2,9 kg, einer Doppelfeder somit 5,8 kg. Der Preis einer Feder, hergestellt aus Silizium-Federstahl, ölgehärtet, beträgt laut Angabe der Firma Böhler bei Abnahme von 1 Stück S 2,80, von 100 Stück S 2,20 und bei Abnahme von 1000 Stück S 2,00 für 1 kg ab Werk Kapfenberg in Steiermark. Es ist wohl als sicher anzunehmen, daß bei Abnahme von vielen 1000 Stücken und Einwirkung der Konkurrenz ein niedrigerer Einheitspreis erzielt werden kann. Ich lege den Preis von S 1,80 für 1 kg, also S 1800 für 1 t der Berechnung zugrunde.

Die Herstellung der Unterlagsquader würde sich nach den Angaben, die ich bei einer Betonwerkstätte der Österreichischen Bundesbahnen erhielt, die sich seit vielen Jahren mit der Herstellung armerter Rohre, Säulen etc. befaßt, etwa wie folgt stellen:

*) 1 Österreichischer Schilling angenähert = 0,73 Goldfranken = 0,7 Goldkronen = 0,6 Reichsmark = 0,14 amerikanische Dollar = 0,03 englische Pfund.

Ein Quader mit 0,132 m³ erfordert im Mischungsverhältnis 1 : 4 46 kg Zement, 0,14 m³ Sand und Kies, 3 kg Eisendraht, somit Kosten der Baustoffe

46 kg Zement zu 0,07 S S 3,22
 0,14 m³ Sand zu 4,50 S S 0,63
 3,0 kg neuer Draht von 5 mm Durchmesser samt Binden S 3,00

Lohnkosten: Zwei Arbeiter erzeugen bei achtstündiger Arbeitszeit bei Massenerstellung im Tag zehn Quader, das sind 2 × 8 × 0,9 S = S 14,4, somit kostet ein Quader S 1,44

Regiezuschlag 50% von den Lohnkosten S 0,72

Kosten der Formen: Eine 4 m lange Form für die gleichzeitige Erzeugung von fünf Steinen kostet S 80.—, bei Erzeugung von 1000 Steinen kommen auf ein Stück S 0,08

S 9,09 = S 9,10

Zuschlag für das Verladen eines Quaders S 0,50

Zuschlag für das Versetzen eines Quaders an der Baustelle S 0,80

zusammen für einen Quader S 10,40

Somit kostet 1 m³ Quadermauerwerk samt Armierung und Versetzen 7,58 × 10,40 = 78,83 S, rund 80,— S.

Für die Untermauerung ist Beton im Mischungsverhältnis 1 : 8 angenommen, es ist 1 m³ mit 50,— S herstellbar.

Für die Unterlagsplatten, die die nächstgrößte Post im Kostenanschlag darstellen, habe ich eine Plattenstärke von 12 mm angenommen, dies dürfte wohl sehr reichlich sein. Den Einheitspreis kann ich niedriger als bei den sonst üblichen Platten bemessen, weil die Unterlagsplatte des vorgeschlagenen Oberbaues, nichts anderes als ein in U-Form gebrachtes rechteckiges und vollkommen glattes Blech ist.

Die wichtigsten für die Kostenberechnung angenommenen Ausmaße der einzelnen Bestandteile des Oberbaues sind aus der Kostentafel zu ersehen.

Die vom deutschen Reichsoberbau B übernommenen und für beide Oberbauarten gleichen Bestandteile sind mit einem *) bezeichnet.

Reichsoberbau B mit Schienen 49 kg/m 15,0 m lang auf 22 eisernen Mittelschwellen und einer eisernen Breitfußschwelle am Schienenstofs.

Oberbau auf Schraubenfedern (Doppelfedern) mit Schienen 49 kg/m, 15,0 m lang auf 23 Stützen, mit sechs Schienenverankerungen und sechs Querverbindungen.

Gegenstand	Gewicht für 1 Stück kg	Für 15 m Gleis		Für 1 km Gleis		Kosten in Schillingen		
		Stück	kg	Stück	t	für 1 t	für 1 km Gleis	
Schienen 15 m *) lang	733,04	2	1466,05	133 1/3	97,74	260	25412	
Stofslaschen *)	9,06	4	36,24	267	2,42	500	1210	
Laschenschrauben Stofs (8 *) Verankerung (24)	0,891	32	28,51	2133	1,90	500	950	
Laschenschrauben der Querverbindung	0,8	72	57,6	4800	3,84	500	1920	
Doppelfedern	5,80	46	266,8	3066	17,78	1800	32004	
Unterlagsplatten 12 mm stark	17,1	46	786,6	3066	52,44	260	13634	
Federschutzhülse 5 mm stark	2,7	46	124,2	3066	8,28	350	2898	
Verankerungslasche 25 mm stark	14,9	12	178,8	800	11,92	500	5960	
Stahlstempel d = 40, lang 700 mm	6,9	6	41,4	400	2,76	350	966	
Stahlrohr lang 750 mm innen 40, außen 50	3,6	6	21,6	400	1,44	600	864	
Winkelleisen samt Nieten, 12 mm stark, 2000 lang	30	12	360	800	24,00	200	4800	
Laschenwinkel der Querverbindung 20 mm stark	21,8	12	261,6	800	17,44	450	7848	
Verbindungsstange, d = 30, lang 1360 mm	7,5	6	45,0	400	3,00	350	1050	
Klemmplättchen der Querverbindung	0,78	24	18,72	1600	1,25	500	625	
Steinschrauben der Unterlagsplatte d = 20, lang 300 mm	0,9	184	165,6	12267	11,04	400	4416	
Doppelfederringe *)	0,092	104	9,57	6933	0,64	500	320	
Eisenbestandteile für 1 km Gleis						257,89	—	104877

Gegenstand	Gewicht für 1 Stück kg	Für 15 m Gleis		Für 1 km Gleis		Kosten in Schillingen		
		Stück	kg	Stück	t	für 1 t	für 1 km Gleis	
Schienen 15 m lang	733,04	2	1466,08	133 1/3	97,73	260	25412	
Eiserne Breitschwellen	129,34	1	129,34	67	8,67	300	2601	
Eiserne Mittelschwellen	78,08	22	1716,65	1467	114,47	300	34341	
Laschen	9,06	4	36,24	267	2,42	500	1210	
Laschenschrauben . .	0,891	8	7,13	534	0,48	500	240	
Klemmplatten	0,743	96	71,33	6400	4,76	500	2380	
Spurplättchen	0,266	96	25,54	6400	1,70	500	850	
Hakenschrauben . . .	0,711	96	68,26	6400	4,55	500	2275	
Doppelte Federringe .	0,092	8	0,74	534	0,05	500	25	
Eisenbestandteile für 1 km Gleis						234,83	—	69334
Schlägelschotter 0,5 m unter Schwellenoberkante						m ³ 2000	m ³ 8	16000
Lohnkosten für das Verlegen des Gleises						15000		
Gesamtkosten (ohne Abrechnung des Rückgewinnes)						100334		

Unterlagsquader 1 : 4 samt Armierung Draht 5 mm und Versetzen	0,132	46	m ³ 6,07	3066	m ³ 405	für 1 m ³ 80	32400
Untermauerung 1 : 8 siehe Mauerverstärkung bei der Verankerung	—	—	m ³ 8,77	—	m ³ 585	für 1 m ³ 50	29250

Lohnkosten für das Verlegen des Gleises (ohne Mauerwerk) . . . 15000
 Gesamtkosten (ohne Abrechnung des Rückgewinnes) . . . 181527

B. Die Kosten der Gleisunterhaltung.
 Bei den Unterhaltungsarbeiten am Querschwellenoberbau kann man deutlich folgende Arbeitsgattungen unterscheiden: die gewöhnliche fortlaufende Unterhaltungsarbeit, die im Auswechseln einzelner Befestigungsmittel, gebrochener Laschen, einzelner schadhafte gewordener Schwellen, im Unterstopfen kleiner Gruppen locker gewordener Schwellen und im Reinigen der Gleise von Graswuchs usw. besteht, weiter die gründliche Durcharbeitung des Gleises, die je nach dem Zustand des Gleises und der Stärke des Betriebes etwa alle vier Jahre nötig ist, und die in der

Wiederherstellung der ursprünglichen Gleislage durch Heben ganzer Gleisstrecken, Beseitigung der ungleich gewordenen Schwellenabstände und Wiederherstellung der durch die Schienenwanderung veränderten Lage der Schienen besteht. Unerwartet können grössere Arbeiten am Gleis zur Beseitigung plötzlich auftretender Frostauftriebe entstehen.

Wenn ich den Vergleich mit dem Oberbau auf festen Stützen ziehe, so wird man mir wohl beipflichten, daß die zweitgenannte Arbeitsgattung, die vornehmlich in der Wiederherstellung der ursprünglichen Gleislage besteht, in dieser Form wohl entfallen wird, es wird vielleicht an ihre Stelle die gründliche Überprüfung und Ausbesserung der Stützenmauer treten, doch dürfte das Arbeitsausmaß hierfür wohl ein geringeres sein; die dritte Arbeitsgattung, die Beseitigung der Frostauftriebe wird gänzlich entfallen. Die überwiegende Mehrzahl der Unterhaltungsarbeiten am Querschwellenoberbau ist an die günstige Jahreszeit gebunden, die Beseitigung der Frostauftriebe fällt unmittelbar in das Winterende und zwingt dadurch zur Aufnahme von Verstärkungsarbeiten zu einem Zeitpunkt, in dem der Bahnkörper für die Sommerarbeiten noch nicht geeignet ist. Beim Oberbau auf Federn und gemauerten Stützen wird sich die Unterhaltungsarbeit vornehmlich auf die Untersuchung der richtigen Lage der Federn, dem Auswechseln von Federn und allfälligen Beilagen und auf die Erhaltung der Stützenmauer erstrecken. Die Berichtigung der Lage der Federn und ihre Auswechslung ist eine Arbeit, die zu jeder Jahreszeit erfolgen kann, die Wiederherstellung einer zerstörten Stützenmauer ist an die günstige Jahreszeit gebunden. Letztere Wiederherstellung wird zweckmässig wohl in der Art vor sich gehen, daß vorerst durch Holzstücke, Steine oder ein anderes geeignetes Material ein Unterstützen oder Unterkeilen der Mauerteile oder der Unterlagsplatten erfolgt, bis sich der geeignetste Zeitpunkt für die Auswechslung der Quader oder Erneuerung der Untermauerung ergibt. Ich möchte darauf hinweisen, daß ein Umstürzen oder Ausweichen der Stützenmauer nicht eintreten kann, weil die Mauer beiderseits bis zur Höhe des Bodens der Unterlagsplatte von einem festen Erdkörper mauerartig umgeben ist, so daß ein Bruch der Stützenmauer nicht durch ein Auseinanderfallen der Mauer, sondern nur durch ein Lockern einzelner Mauerteile in Erscheinung treten kann.

Ich glaube, daß durch den Entfall der vielen Arbeiten, die sich aus der Lage des Schwellengleises in der Schotterbettung ergeben, die Bahnunterhaltungsarbeit eine gleichmässiger wird, der Arbeiterstand im Sommer wird wohl höher sein müssen als der des Winters, er wird aber nicht um ein so großes Maß höher, und im Winter selber kleiner als der heutige sein.

Der vorgeschlagene Oberbau enthält keine Eisenbestandteile (Schienen und Stofslaschen ausgenommen), die einem besonderen Verschleiß ausgesetzt sind, da an ihm Klemmplättchen, Nägel oder Schrauben, welche bewegliche, elastische Gleisteile mit ruhenden, unelastischen zu verbinden haben, gänzlich fehlen. Die Schienen und Stofslaschen selbst dürften einer geringeren Abnutzung unterworfen werden als im Querschwellenoberbau, und zwar nicht so sehr deshalb, weil die Schiene durch die unveränderliche Stützenentfernung geringer beansprucht wird, sondern hauptsächlich wegen der gleichmässigen und elastischen Lagerung der Schiene, durch die nicht nur viele Ursachen der Stofswirkungen beseitigt, sondern auch die noch verbleibenden Stofswirkungen elastisch verarbeitet werden können. Auch der Schienenstofs, oft die Ursache des früheren Auswechselns einer Schiene, wird durch die Verringerung der dynamischen Kräfte und durch die Möglichkeit der Anordnung günstigster Stützenentfernungen sehr geschont.

VI. Schlußwort.

Wenn ich auch in der vorliegenden Abhandlung die Möglichkeit der Ausführung des von mir gedachten Oberbaus

dargelegt zu haben glaube, so will ich doch nicht verbergen, daß mir noch zwei Unbekannte offen erscheinen, deren Erkennung nicht auf theoretischem Wege allein möglich ist: Wie verhält sich die auf den vollkommen elastischen Federn ruhende Schiene im Betriebe, werden störende Schwingungen auftreten, und wie verhält sich die Stützenmauer zu der auf sie einwirkenden Kraft?

Ich glaube, die Beantwortung dieser Fragen, sowie die Entscheidung über die Einzelheiten der Konstruktionsteile, kann nur durch die Wirklichkeit, nur durch ausgedehnte Versuche erfolgen. Ich würde daher die Errichtung von Versuchsstrecken auf das wärmste begrüßen. Für die eisernen Brücken, bei denen an Stelle der Stützenmauer die bekannten Konstruktionsteile der Brücke treten, fällt der zweite Teil der Fragebeantwortung weg; hier könnte die Entscheidung wohl in kürzester Zeit fallen.

Haben die Versuche die Eignung des Oberbaus einwandfrei ergeben, so wird sich eine Bahnverwaltung die Frage, ob sie die Gleise ihrer wichtigsten Hauptlinien auf den vorgeschlagenen Oberbau umbauen soll, in Anbetracht der bedeutenden Kosten, die ein derartiger Umbau erfordert, wohl ausschließlich vom Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit beantworten.

Auf der Ausgabenseite die großen Ausgaben für ein Gleis, dessen Kosten mit etwa 80% höher zu veranschlagen sind, als die Kosten eines Schweroberbaus der heute üblichen Form. Auf der Einnahmenseite zweifellos Ersparnisse bei der Erhaltung des Oberbaus, die im Laufe der Jahre wenigstens einen Teil der gemachten Ausgaben hereinbringen werden. Hierher gehört auch die Wertung der größeren Betriebssicherheit, die auch als ersparniswirkend in Erscheinung treten kann. Weiter Ersparnisse bei der Erhaltung der Fahrbetriebsmittel. Es wird wohl niemand bestreiten, daß die Fahrzeuge bei der Fahrt auf steter elastischer Bahn mehr geschont werden, als auf dem Gleis in der Schotterbettung. Wissen wir überhaupt, ob nicht der heutige Oberbau hemmend auf die Entwicklung der Fahrbetriebsmittel eingewirkt hat? Wird z. B. die Ausrüstung der Fahrbetriebsmittel mit Kugellagern, durch die an Zugkraft erspart wird, auf stoßloser elastischer Bahn nicht leichter möglich sein, als auf dem heutigen Gleis? Auch die Frage einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit kann vom rein wirtschaftlichen Standpunkte betrachtet werden: Wenn wir die Geschwindigkeit erhöhen, so tun wir es nur dann, wenn wir uns aus der rascheren Beförderung von Menschen und Gütern Vorteile erhoffen. Schon heute bedrängen uns Flugzeug und Automobil, es ist nicht unwahrscheinlich, daß wir in nicht allzuferner Zeit im Kampfe mit diesen Konkurrenten auf höhere Fahrgeschwindigkeiten übergehen müssen.

Noch eines: Die Fahrt auf der steten elastischen Bahn wird gewiß gleichmässiger und geräuscher vor sich gehen als auf dem heutigen Gleis. Das Reisen auf der Eisenbahn wird angenehmer werden, die Nerven der Reisenden werden mehr geschont als bisher. Dies in Verbindung mit den kürzeren Fahrzeiten wird der Eisenbahn neue Freunde zuführen. Auf das kommt es abschließlich an.

Die Oberbautechniker sind im allgemeinen keine Freunde großer Fahrgeschwindigkeiten. Ich weiß dies und kann ihnen nicht unrecht geben; je besser jemand den Oberbau theoretisch und praktisch beherrscht, um so besser kennt er die Grenzen der Leistungsfähigkeit des heutigen Gleises und wird aus dem Verantwortungsgefühl heraus vor zu großen Geschwindigkeiten warnen. Einen Weg anzudeuten, der vielleicht gangbar ist, um wieder freie Bahn zu bekommen, ist dieser Zeilen eigentlicher Sinn.

Ein Gleisbett aus Beton.

Von Geh. Regierungsrat **Wernecke**, Berlin-Zehlendorf.

Die Pere Marquette-Eisenbahn hat in der Nähe von Detroit ein 404,5 m langes Gleisstück so hergestellt, daß die Schienen unmittelbar auf einer Betonplatte von 3 m Breite und 53 cm Stärke aufliegen. Die Betonplatte ist zwischen den Schienen wagrecht abgeglichen, außerhalb hat sie ein Gefälle von etwa 1 cm. Während also neben den Schienen das Wasser auf der Oberfläche in den Graben abfließt, dessen Böschung unter 1:2,5 sich unmittelbar an die Betonplatte anschließt, sind zwischen den Schienen Entwässerungsröhre von 8 cm Durchmesser eingebaut, die das Oberflächenwasser durch den Beton hindurch nach der Seite abführen. Unmittelbar unter den Schienen liegt je ein Längsträger, dessen Untergurt aus zwei Winkeleisen von 38 mm Schenkellänge, dessen Obergurt aus zwei auf Höhe gestellten 144 mm breiten und 6 mm starken Flacheisen besteht. Zwischen den beiden unteren Winkeleisen und zwischen den beiden oberen Flacheisen, sie untereinander rechts und links und oben und unten verbindend, stehen U-Eisen von 8 cm Steghöhe, die die Pfosten des Fachwerkträgers bilden. Von außen sind an die oberen Flacheisen rechts und links trogförmige Bügel mit der Öffnung nach unten durch Mutterschrauben angeschlossen, auf denen die Schienen mit Klemmplatten und Schrauben befestigt sind. Der Beton ist in der Nähe seiner Oberfläche durch 13 mm starke Rundisen in 23 cm Abstand, in der Nähe der unteren Fläche durch Rundisen in 30 cm Abstand, beide quer zur Gleisachse verlaufend, bewehrt. Die unteren Quereisen sind noch durch acht Längseisen verbunden. Unter der oberen Bewehrung liegen noch 19 mm starke Rundisen in 15 cm Abstand als Abstandhalter für die Träger unter den Schienen; sie sind durch ungefähr unter 1:2 verlaufende Bügel mit der unteren Bewehrung in Verbindung gebracht.

Das Betonbett, das 650 m³ Beton enthält, besteht aus 34 Tafeln von je 11,9 m Länge. Zu seiner Herstellung wurden zunächst kleine Pfähle in 1,5 m Abstand in den Boden eingeschlagen, auf die die Längsträger unter den Schienen aufgelegt wurden; ihre Querverbindungen wurden angebracht, und die Längsträger wurden genau nach Höhe und Richtung ausgerichtet. Zu diesem Zweck wurden die Bügel, die zur Aufnahme der Schienen vorgesehen sind, durch Winkeleisen von 8 cm Schenkellänge mit vorgebohrten Löchern so verbunden, daß diese Winkeleisen einstweilen an die Stelle der Fahrachsen traten. Dann wurde die Bewehrung des Betons eingebaut und schließlich der Beton eingebracht, wobei die richtige Lage der die Schienen ersetzenden Winkeleisen mit Theodolit und Nivellierinstrument überwacht wurde.

Ehe die Schienen aufgebracht wurden, wurden die Flächen, auf die sie zu liegen kamen, mit Kaborundum und Wasser abgerieben und dann mit Asphalt angestrichen. Darüber kamen fünf Schichten eines 3 mm starken Isolierstoffs in 133 mm Breite. Endlich wurden die Schienen aufgeschraubt.

Man könnte zwar unter die Schienen Keile oder Zwischenlagen unterschieben, um sie bei Setzungen der Betonplatte in der richtigen Höhe zu erhalten, man hat aber davon abgesehen und beabsichtigt, wenn die Betonplatten etwa nennenswert wegsacken sollten, die ganzen Platten durch untergesetzte Winden anzuheben und sie dann mit dünnflüssigem Zementmörtel unter Luftdruck zu untergießen. Um den Mörtel einpressen zu können, wird die Betonplatte von 32 mm starken Rohren durchdrungen, die, solange sie nicht gebraucht werden, durch eine Verschlusskappe abgedeckt sind.

Der Schiene fällt bei dieser Bauart des Oberbaus eine ganz andere Aufgabe zu als bei ihrer gewöhnlichen Lagerung auf Schwellen. Sie ist kein Träger mehr, sondern dient nur noch zur Führung der Räder; sie muß also einen Kopf

besitzen, der auch nach weitgehender Abnutzung diese Aufgabe noch erfüllen kann, und einen Fuß, der zu ihrer Befestigung auf der Unterlage dienen kann. Statt der sonst üblichen Schiene von 65 kg/m Gewicht wird daher auf dem starren Betonbett eine Schiene verwendet, die bei 9 cm Höhe nur 30 kg/m wiegt.

Der Entwurf des vorstehend beschriebenen Gleisbetts beruht auf der Erwägung, daß die allgemein übliche Lagerung des Oberbaus auf einem Schotterbett den Anforderungen des heutigen Eisenbahnverkehrs mit seinen großen Lasten, die infolge der Schnelligkeit ihrer Bewegung auch noch heftige Stöße auf das Gleis übertragen, und der häufigen Wiederholung der Belastung nicht mehr gewachsen ist. Das heutige allgemein übliche Gleis weicht von der Bauart, die schon in der ersten Zeit des neuzeitlichen Eisenbahnwesens entwickelt worden ist, nur wenig ab. Man verwendet zwar heute stärkere Schienen, legt die Schwellen enger, befestigt die Schienen besser auf ihnen und hat auch das Steinbett verstärkt, aber die Gesamtanordnung ist dieselbe geblieben. Die Belastungsverhältnisse gegenüber einer Lokomotive von 5 t Gewicht mit 2 Achsen durch eine heutige Lokomotive der Achsanordnung 2. E. 1 von 207 t Gewicht, wovon 154 t auf die Triebräder entfallen, — Lokomotive Nr. 1 und Nr. 60000 der Baldwin-Lokomotivwerke — bedeuten einen so erheblichen Unterschied, daß man grundlegend von der bisherigen Anordnung abweichen mußte. Es sind in den Vereinigten Staaten schon Vorschläge und Versuche auf diesem Gebiete gemacht worden und der neueste ist der vorstehend beschriebene des jetzigen Präsidenten und früheren Oberingenieurs Alfred der Pere Marquette-Eisenbahn.

Ein Gleis auf Betonbettung wäre freilich sehr teuer. Die Herstellungskosten werden zu 48760 Dollar für eine Meile (127260 \mathcal{M} /km) angegeben, und es müßten diesen Kosten schon sehr erhebliche Ersparnisse an Unterhaltungsarbeiten und sonstige Vorteile gegenüberstehen, wenn ihre Aufwendung sich lohnen soll. Es wird behauptet, daß dies der Fall sei. Nicht die Gleisunterhaltung erfordert weniger Arbeit, sondern auch die Betriebsmittel werden geschont, und der Laufwiderstand der Fahrzeuge wird geringer, so daß auch an Kosten für die Zugkraft gespart wird. Ob sich aber aus der geringen Elastizität des Gleises nicht auch Übelstände ergeben, kann mindestens zweifelhaft sein.

Der Einbau einer solchen Betongleisbettung hat erhebliche Schwierigkeiten. Er kommt nur in Frage für eine Strecke mit sehr starkem Verkehr, und das Gleis, unter das der Beton eingebaut werden soll, muß längere Zeit vom Betriebe frei gemacht werden. Das wäre bei einer eingleisigen Strecke mit einigermaßen nennenswertem Verkehr ausgeschlossen und bei einer zweigleisigen nur mit sehr erheblichen Betriebserschwernissen möglich. Man könnte zwar die Bauzeit dadurch abkürzen, daß man die Betonkörper fern von der Baustelle fabrikmäßig herstellt, sie haben dann aber auf dem Untergrund nicht die satte Auflage, wie wenn der Beton in bildsamem Zustand eingebracht wird, und es ist dann auch schwieriger, die Oberfläche der Platten in eine Ebene zu bringen.

Es lassen sich also gegen ein starres Gleisbett der beschriebenen Art sehr erhebliche Bedenken geltend machen, und wenn man wirklich in größerem Umfang von der heute allgemein üblichen Bauart der Gleise für schwere und schnell bewegte Lasten abgehen will, so müßte es wohl auf einem anderen Wege geschehen, als auf dem, den die Pere Marquette-Eisenbahn vorgezeichnet hat. Immerhin ist es aber wertvoll, solche Bestrebungen kennen zu lernen, sei es auch nur, um sie, wenn auch unter Anerkennung gewisser ihnen zugrunde liegender richtiger Gedanken, als Vorbild abzulehnen.

Stemmlasche gegen das Wandern der Schienen.

Von Oberingenieur L. Lubimoff, Moskau.

Hierzu Abb. 1 und 2 auf Tafel 24.

Diese Stemmlasche besteht (s. Abb. 1 und 2, Taf. 24) aus zwei Gußblechplatten von je 6 mm Dicke, 210 mm Breite und 800 mm Länge. Auf einer der Platten sind am Rande mit sechs Nietten von 6,4 mm Durchmesser zwei schmale Gußblechplatten a und a_1 , Länge 800 mm, Breite 45 mm und Dicke 6 mm befestigt, die eine Nute bilden, in die die andere Platte eingeschoben werden kann.

An beiden Platten sind mit fünf Nietten von 9,5 mm Durchmesser schmiedeeiserne Flacheisen b b_1 von der Länge 800 mm, Breite 60 mm und Dicke 12 mm angenietet, die an ihrem oberen Teile krallenartig umgebogen sind. Die wagrechten Schenkel dieser Krallen sind mit zwei Bolzenlöchern versehen, die nach Abstand und Weite den Stofslaschen entsprechen. Zwei um ein wenig (24 mm) verlängerte Laschenbolzen bilden also zugleich die Befestigung der Stemmlasche.

Die eben beschriebene Stemmlasche wird folgendermaßen angewendet: an solchen Punkten des Gleises, wo ein stärkeres Wandern der Schienen zu beobachten ist, wird das Gleis zunächst peinlich in Ordnung gebracht: dann werden je nach der Größe des beobachteten Wanderschubs entweder in jedem Schienenstosse oder in jedem zweiten oder auch erst in jedem dritten Stemmlaschen angebracht.

Hierzu werden zwei Laschenbolzen ausgeschraubt und beide Halbplatten der Stemmlasche in die Bettung niedergetrieben. Mit leichten Hammerschlägen wird die randlose Platte in den Nutenrand der anderen eingeschoben und unmittelbar darnach mittelst der oben erwähnten verlängerten Laschenbolzen an die Doppelwinkellaschen und damit an die Schiene festgeschraubt.

Wenn die Bettung zu sehr festgedrückt ist oder aus Schotter besteht und das Eintreiben der beiden Platten nicht möglich wird, so gräbt man zwischen den Schwellen einen schmalen Schlitz aus und vereinigt darin die beiden Platten, wie oben beschrieben. Selbstverständlich muß darauf der Schlitz wieder verfüllt und ausgestampft werden und die Bettung wieder regelrecht hergestellt werden.

Als Vorteile jener Stemmlasche können folgende geltend gemacht werden:

1. Sie kann von jeder Eisenbahnverwaltung aus Abfallstoffen angefertigt werden, die in jeder Werkstatt verfügbar sind.
2. Die Anbringung geschieht nur im Schienenstosse und nicht irgendwo in der Mitte des Schienenstranges; folglich werden die Schienen nicht durch neue Löcher geschwächt, die leicht die Ursache gefährlicher Schienenbrüche werden können.
3. Die Stemmlasche behindert das Stopfen der Schwellen nicht und beansprucht auch sonst das Schwellenlager nicht.

Die Stemmlasche hat sich auf einer Versuchsstrecke der russischen Eisenbahn Moskau—Nischny unter folgenden Umständen recht gut bewährt:

Die 1,0 km lange Versuchsstrecke lag auf einer sehr stark befahrenen zweigleisigen Strecke zwischen den Stationen Kouskovo und Obiralowka in Neigung 1 : 250 (4‰) und im Bogen von 1000 m Halbmesser. Wegen der Notwendigkeit, an einer Zwischenhaltestelle anzuhalten, wird auf dieser Probestrecke stark gebremst. Die Schienenwanderung betrug daher vom 15. Mai bis 15. September eines Jahres bis 300 mm. Das ganze Gleis wurde nun sorgfältig in Ordnung gebracht und auf eine Hälfte des Versuchskilometers mit 22 Stemmlaschen in jedem zweiten Stosse ausgerüstet, während auf der anderen Hälfte die üblichen Winkellaschen (mit vier Bolzen) belassen wurden.

Die Prüfung ergab, daß im Laufe von weiteren sechs Monaten auf der ersten Hälfte des Kilometers keine bemerkenswerte Schienenwanderung zu beobachten war, während auf der anderen Hälfte die Wanderung fast in voller Größe wieder aufgetreten ist.

Sollte es für nützlich gehalten werden, die beschriebene Stemmlasche auch auf deutschen Eisenbahnen zu erproben, so würde der Verfasser das nur begrüßen.

Gleisbau auf gefrorenen Flüssen und Seen.

Von Oberingenieur L. Lubimoff, Moskau.

Hierzu Abb. 3 bis 7 auf Tafel 24.

Die folgende Darstellung betrifft eine wichtige Frage des Gleisbaues in nördlich liegenden Gegenden, wo die Wintertemperaturen nach Tiefe und Dauer größeren Umfang besitzen. Für einstweilige Übergänge über eingefrorene Flüsse, allgemein über größere oder kleinere Wasserebenen, bietet eine unmittelbare Gleisverlegung auf dem Eise ein sehr wirksames Mittel, die Beförderung einzelner Eisenbahnwagen wie auch ganzer Züge zu ermöglichen.

In den letzten 20 Jahren sind solche Gleislegungen im nördlichen Rußland ziemlich oft mit vollem Erfolge angewendet worden und geben deshalb Anlaß, einige Beschlüsse über die Grundregeln solcher Gleisbauten und über die wichtigsten Eigenschaften und das Verhalten des Eises mitzuteilen.

Die ersten Versuche, in Rußland, unmittelbar auf dem Eise Gleise zu verlegen, gehen bis auf das Jahr 1892 zurück, wo ein solcher Bau auf dem Wolgafusse unweit der Stadt Swijajsk bei Kazan ausgeführt worden ist, um auf der damals neugebauten Eisenbahnlinie Moskau—Kazan vorläufig einen Notbetrieb einzurichten, solange die als Wolgaübergang vorgesehene Brücke noch nicht fertiggestellt war.

Eine weitere Gleislegung auf dem Eise desselben Flusses erfolgte im Jahre 1895 bei Saratow im Zuge der Rjazan—Ural

Bahn. Dann entstand ein solcher Bau im Jahre 1903 über die Nord-Düna bei Archangelsk auf der Moskau—Archangelsk-Bahn. Im folgenden Jahre (1904) wurde die längste Gleislegung in Rußland in 62 km Länge auf dem Eise des großen Baikal-Sees in Sibirien durchgeführt, hierbei wurden auf einer 1,0 bis 1,5 m dicken Eisdecke ganze Züge mit leichten Lokomotiven über den genannten See befördert.

Ebenso wurden auch leichte Lokomotiven und ganze Züge von 15 Wagen bei einer Dicke des Eises von 1 m über den Irtischfluß überführt, und endlich, eine Gleislegung von beinahe 10 km Länge auf dem Eise des Kolafusses beim Bau der Murmanbahn vollführt.

Die ersten praktischen Beobachtungen über die maßgebenden Umstände für Gleislegen auf dem Eise wurden zuerst im Winter des Jahres 1915 bis 1916 von Ingenieur Katansky bei dem Gleisbau auf dem Eise bei Ssaradow auf dem Wolgafusse durchgeführt; er hat für die Eisdecke eine Widerstandsfestigkeit von ca. 63,5 kg/cm² auf Druck und von 15 kg/cm² auf Zug ermittelt.

Beobachtungen über den Vorgang der Formänderung der Eisdecke beim Durchfahren einzelner Wagen und ganzer Züge wurden mit dem Durchbiegungsmesser von Fränkel, der gewöhn-

lich bei Brückenprüfungen angewendet wird, angestellt. Das Instrument wurde längs der Gleisachse über einem Loche im Eise auf einem hölzernen Rahmen befestigt; dieser hatte die Form eines π und man liefs ihn im Eise festfrieren. Das zu dem Instrument gehörige Gewicht wurde durch das Loch bis auf den Grund des Flusses hinabgelassen und mittels eines Drahtes mit der Trommel des Schreibwerks verbunden. Der obere Teil des Rahmens befand sich zwischen den Schwellen und ragte bei einer Höhe von 60 cm nicht über Schienenoberkante des Gleises, so dafs die Wagen ganz ungehindert über das Instrument sich bewegen konnten, das sich mit der Eisdecke senkte und eine ganz genaue Aufzeichnung der Einbiegung des Eises ergab.

Endlich wurde im Winter des Jahres 1921 eine Reihe von sehr genauen Beobachtungen über den Gleisbau auf eingefrorenen Flüssen von Ingenieur Sergeeff bei Ssaratoff, wieder auf der Wolga, durchgeführt.

Die Hauptergebnisse jener Beobachtungen sind folgende:

1. Die mechanischen Eigenschaften des Eises sind ziemlich schwankend, da die Druckfestigkeit von 30 bis 75 kg/cm², die Zugfestigkeit von 4,5 bis 18 kg/cm² wechseln kann. Im Mittel ergibt sich eine Druckfestigkeit von 53 kg/cm² und eine Zugfestigkeit von 11,5 kg/cm². Die Elastizitätszahl kann auf $E = 9000 \text{ kg/cm}^2$ angesetzt werden. Im ganzen beträgt also die Festigkeit des Eises etwa $\frac{1}{10}$ von der des Holzes und nähert sich derjenigen eines guten Kalkmörtels (15 kg/cm²).

2. Die Biegsamkeit des Eises unter dem Gewichte der Wagen und Lokomotiven hat zur Folge, dafs das Eis ein Wasservolumen verdrängt, das jenem Gewichte entspricht und eine Art halbzyklindrischen Gefäfses (einem Schiffe ähnlich) bildet, das in seiner Höhlung das Gewicht trägt. Dabei ist die Fläche, auf welche sich die Wirkung des Gewichtes erstreckt, im Vergleich mit der Länge des Wagens oder der Lokomotive so grofs, dafs zwei oder mehrere gekuppelte Wagen ihre Wirkungen summieren, so dafs sich die Verbiegungen des Eises und damit die inneren Spannungen sich im Verhältnis zum Gesamtgewicht vergröfsern.

Wenn man annimmt, dafs die Eisdecke unter dem Gewichte der Wagen sich nach einer kugelförmigen Oberfläche biegt, so wird das Volumen des verdrängten, ausgeprelsten Wassers dem Volumen eines Kugelsegments von der Höhe F bei einem Halbdurchmesser des Segments = R durch die Formel

$$V = \frac{1}{6} \pi F [3 R^2 + F^2]$$

dargestellt (Abb. 3, Taf. 24).

3. Die Biegungsform einer Eisdecke unter der Wirkung des Gewichtes von Wagen und Lokomotiven kann durch eine Gleichung einer elastischen Linie von der Gestalt

$$y = \frac{P}{8 E J} \cdot \frac{1}{a^3} e^{-\alpha x} [\cos \alpha x + \sin \alpha x] \dots 1)$$

dargestellt werden (Abb. 4, Taf. 24).

Hier bezeichnet: y als Ordinate die Höhe der Verbiegungen, P den Druck auf 1 cm² an der unteren Tragfläche des Eisens. Ferner ist

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{\kappa}{4 E J}}$$

und hierin κ das Gewicht des Wassers (0,001 kg/cm³), x als Abszisse der Abstand des betrachteten Punktes der Eisdecke von dem Druckmittelpunkte, wo der Druck der Fahrzeuge am stärksten wirkt.

Die Länge der Biegungswelle kann, wenn man für die Breite der an der Einsenkung teilnehmenden Fläche der Eisdecke einen mittleren Wert ansetzt, durch folgende Formel dargestellt werden

$$2 l = \frac{2 \pi}{\alpha} = 2 \pi \sqrt[4]{\frac{4 E J}{\kappa}} \dots 2),$$

wobei $J = \frac{b h^3}{12}$ das Trägheitsmoment für die durchschnittliche Breite b des Druckstreifens und h die Dicke der Eisdecke ist. Die gröfste Einbiegung der Eisdecke wird durch die Formel

$$F = \frac{P}{8 E J} \cdot \frac{1}{a^3} = \frac{P a}{2 \kappa} \dots 3)$$

bezeichnet.

4. Die gröfste Einbiegung für eine 75 cm dicke Eisdecke wurde gemessen:

für einen einzelnen Wagen zu 6 bis 8 mm,
für zwei Wagen zu 10 bis 12 mm,
für einen ganzen Zug aus 28 leeren
Kesselwagen bestehend zu 45 mm.

5. Das Eis arbeitet nicht ganz elastisch. Seine Formänderung wird durch die Dauer des Druckes stark beeinflusst. So z. B. entstehen und verschwinden beim Durchgange der Wagen die Verbiegungen nur sehr langsam.

6. Die Zeit, während deren die Gewichte einwirken, hat einen beträchtlichen Einfluss, da mit der Zeit die Verbiegungen sich vergröfsern und am Schlufs einer Tagesbetriebszeit eine geradezu gefährliche Gröfse erreichen können.

7. Bei der dynamischen Wirkung schnell bewegter Fahrzeuge erreichen die Verbiegungen der Eisdecke nicht ganz jene Gröfse, die sich bei statischem Drucke derselben Last einstellen würde. Es wird nämlich der gröfste Teil der Arbeit dazu verbraucht, den Widerstand des Wassers zu überwinden, das vom einsinkenden Eise herausgeprelzt wird und eine seiner Menge entsprechende Beschleunigungen annehmen mufs.

8. Bei einer Dicke der Eisdecke von etwa 75 cm verbreiten sich die Durchbiegungen längs dem Gleise auf etwa 60 bis 70 m und quer dazu über 25 m von der Mitte des Gleises.

9. Eislücken in der Eisdecke von Flüssen und Seen werden durch Temperaturspannungen erzeugt. So z. B. zieht sich 1 km Eisdecke um mehr als 0,75 m zusammen, wenn die Temperatur von -5°C bis -20°C sinkt. Diese Erscheinung kann auf grofsen Eisflächen Einrisse verursachen.

Deshalb ist es ratsam, beiderseits eines auf Eis verlegten Gleises in einiger Entfernung vom Gleise eine Reihe von Löchern in dem Eise anzubringen, um einer entstehenden »Temperaturfuge« eine zweckmäfsige Lage zu sichern.

Ähnliche Lücken bestehen immer in der Natur an den Ufern von Flüssen, so dafs das Eis von grofsen Beanspruchungen quer zur Flufsrichtung bewahrt ist.

10. Die geringste Dicke der Eisdecke, bei der die Durchfahrt von Fahrzeugen noch gestattet werden kann, beträgt: Für beladene Wagen 20 cm; für leichte Lokomotiven 70 cm; für ganze Züge von 10 bis 15 beladenen Wagen, gezogen von einer leichten Lokomotive 75 cm bis 2,0 m.

11. Die hölzerne Unterlagskonstruktion des Gleises kann den Druck der Wagen nur auf eine verhältnismäfsig kleine Breite der Eisdecke übertragen. Sie bezweckt dabei, die örtlichen Anstrengungen im Eise zu ermäfsigen, eine gleichmäfsigere Druckverteilung herbeizuführen und die dynamischen Stöfse der bewegten Fahrzeuge abzumildern.

Die hauptsächlichen Arten der Unterlagskonstruktionen bestehen aus folgenden Regelbauweisen;

a) Es werden Querhölzer abwechselnd 6 bis 8 m lang, 22 cm Durchmesser unmittelbar auf die Eisdecke gelegt (Abb. 5, Taf. 24).

b) Gewöhnliche Schwellen werden auf zwei Längsklötzen von 22 bis 28 cm Durchmesser, die unter beiden Schienen angebracht werden, befestigt; diese werden ihrerseits auf Querklötzen von demselben Durchmesser in Abständen von 0,7 bis 1,2 m aufgelagert (Abb. 6, Taf. 24).

c) Manchmal hat man Holzkonstruktionen der vorbeschriebenen Art in der unteren Reihe der Querklötze mit Wasser

begossen; dieses friert sogleich ein und bildet eine feste Rahmenverbindung.

d) Eine eigentümliche Art von Gleisunterbau wurde auf dem sehr reißenden Gebirgsflusse Kola bei dem Bau der Murmanbahn angewendet. In einem Abstände von je 2 m längs der Gleisachse wurden in die Eisdecke Löcher gebrochen, durch die Holzbalken bis zum Grunde des Flusses mit dem dickeren Ende nach unten senkrecht eingestellt wurden. (Länge der Balken 6 m, Durchmesser 58 cm). Die Lücken zwischen dem Rande der Löcher und den Balken wurden mit zerkleinertem Eisen gefüllt und mit Schnee fest eingestampft. Von den so eingestellten Holzbalken wurden die über das Eis herausragenden Köpfe bündig mit der Eisdecke abgesägt und Querbalken wechselnd 8 bis 10 m lang auf jenen abgesägten Enden befestigt. Der ganze Raum zwischen der Eisdecke und den Querbalken wurde mit dünnen Holzästen und Schnee gefüllt, eingestampft und mit Wasser begossen. Nachdem die so zubereitete Fläche gänzlich eingefroren war, wurden die Schwellen darauf verlegt; die Zwischenräume zwischen den Schwellen wurden gleichfalls mit Schnee gefüllt, ausgestopft und mit Wasser begossen.

Sehr wichtig ist es, einen zweckmäßigen Übergang zwischen dem Gleis auf dem Eise und jenem auf dem festen Boden zu bilden, besonders wenn die Wasserhöhe sich verändert.

Am einfachsten ist eine Bauart des Übergangs, die 20 Jahre lang auf der Wolga bei der Stadt Swijasck angewendet worden ist.

Sie besteht aus einer Aufschüttung von dünnen Baumzweigen, die vom Ufer in den Fluß hinabsteigt, wobei die Eisenbahnwagen auf das Eis in solchen Punkten der Aufschüttung übergehen, wo die Tiefe des Wassers mindestens 2 m beträgt.

Bei mehr oder weniger gleichbleibendem Wasserstande können gerammte Pfahljoche nach Abb. 7, Taf. 24 als Übergang dienen, obgleich sie beständige Aufsicht und öfters einen Höhenausgleich erfordern. Wenn das Wasser steigt, müssen nämlich die Pfahljoche aufgehöhrt werden, bei fallendem Wasserstande müssen sie weiter in den Fluß vorgetrieben werden.

Das Übergangsgleis soll keine größere Steigung als 25‰ erhalten.

Die Überführung der Eisenbahnwagen über die Eisoberfläche geschieht am zweckmäßigsten mittels Pferdegespannen aus drei Pferden, die längs dem Gleis laufen und die Wagen mittels eines dicken Drahtes nach sich ziehen. Muß das Gleis in einem Bogen gelegt werden, so müssen die Pferde auf der Außenseite der Krümmung geführt werden. Der ganze Übergang muß nachts durch elektrisches Licht oder Kerosinprelluftlaternen erleuchtet werden.

Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen. Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke*).

Durch Verfügung der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vom Dezember 1926 wurden vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke eingeführt, die für Brücken, Hochbauten, Lehrgerüste für Brücken aus Holz, Stein, Eisenbeton und Eisen und für wichtige Baugerüste gelten.

In ihrem ersten Hauptteil sind die allgemeinen Bedingungen für Lieferung, Abnahme und Aufstellung von Holztragwerken festgelegt. Es werden im einzelnen behandelt die Beschaffenheit des Holzes, der Holzbedarf mit Holzprüfung, Versand, Prüfung und Aufstellung der Bauglieder mit Angaben über Abnahme und Belastungsversuche, die Zeichnungen und Berechnungen mit Angaben über Verdingungsunterlagen. Im

*) Im Buchhandel erschienen: Berlin 1926. Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn.

zweiten Hauptteil sind die technischen Vorschriften für das Entwerfen und Berechnen von Holztragwerken enthalten und zwar zunächst Angaben über Querschnittsabmessungen, dann Bestimmungen über die Belastungsannahmen, die zulässigen Spannungen, die Querschnittsermittlung, die Verbindungsmittel und die Einzelheiten der Ausführung.

Das Fehlen behördlicher Bestimmungen über die Ausführung von Holztragwerken, das sich in den letzten Jahren in der Baupraxis bei der weitgehende Verwendung von Holz als Baustoff besonders fühlbar gemacht hat, ist durch diese Maßnahme der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft beseitigt worden. Die Bestimmungen sind vorläufige, da sich in ihrer Anwendung und durch weitere Erfahrungen notwendige Änderungen und Ergänzungen ergeben können.

M.

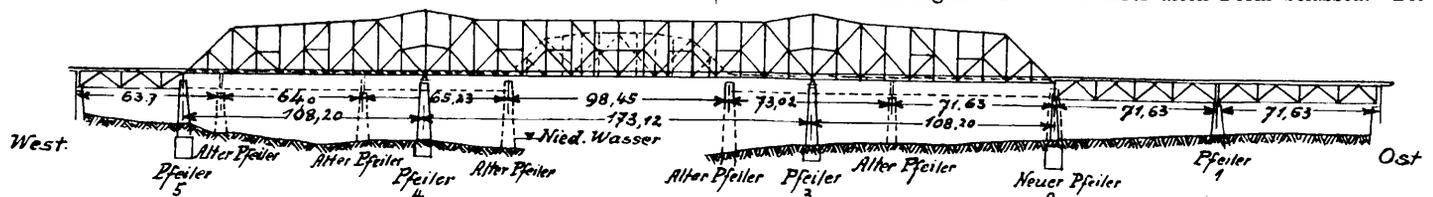
Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Erneuerung der Eisenbahnbrücke über den Ohio bei Steubenville.

Die im Jahre 1868 gebaute zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Ohio bei Steubenville wurde bisher wegen der immer mehr zunehmenden Verkehrsbelastungen immer wieder verstärkt. Die Eisenkonstruktion wurde bereits 1888 auf den bestehenden Pfeilern

vorzunehmen. Es wurde daher die ganze Brücke vom Pfeiler 2 (alt) bis 17,20 m über den Pfeiler 7 (alt) hinaus vollständig neugebaut. Die neue Einteilung der Brückenöffnungen geht aus der Abbildung hervor. Die westliche Endöffnung wurde verkürzt, die beiden östlichen Endöffnungen wurden in ihrer alten Form belassen. Die



vollständig erneuert. 1908 und 1909 wurde die Öffnung mit 63,70 m und die beiden Öffnungen mit je 71,63 m durch neue Tragkonstruktionen verstärkt, während die übrigen Öffnungen außer der Mittelöffnung aus dem gewonnenen Material zur Verstärkung Mittelträger erhielten.

Die immer noch weiter zunehmende Verkehrsbelastung und die Belange der Schifffahrt zwangen schließlich dazu die Brücke zu erneuern und eine gänzlich neue Anordnung der Gesamtanlage

Länge der neuen Konstruktion beträgt 389,52 m. Während der neue Pfeiler 2 an die Stelle des alten Pfeilers 2 zu stehen kam, mußten die übrigen Pfeiler an neu zu bestimmenden Punkten gebaut werden. Die alten Pfeiler waren mit Holzrosten auf Sand gegründet und für die neue Konstruktion nicht lange genug. Die Erbauung des neuen Pfeilers 2 an Stelle des alten gehörte zu den größten Schwierigkeiten des ganzen Umbaus.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXIV. Band. 11. Heft 1927.

Der neue Überbau ist ein über drei Öffnungen durchlaufendes Tragwerk, dessen Hauptträger 11,43 m Abstand von einander haben. Die Höhe der Träger an den Portalen ist 20,42 m, über den Pfeilern 28,96 m. Die vier neu zu bauenden Pfeiler, die auf blauem Ton-schiefer gegründet sind, bestehen aus Beton und haben von Schienenoberkante gerechnet Höhen zwischen 38,71 m und 40,84 m. Sie sind mit kreuzweiser Armierung versehen: die Bewehrungsseisen mit 25 mm Durchmesser haben senkrecht und wagrecht je 0,61 m Abstand. Die Gründung erfolgte mit Prefsluft. Zu diesem Zwecke wurden Caissons abgesenkt, die bei den Pfeilern 3 und 4 10,36 m hoch, 8,84 m breit und 24,08 m lang, bei den Pfeilern 2 und 5 7,07 m breit und 21,03 m lang waren. Die Caissons bei Pfeiler 2, 3 und 4 waren aus Stahl, der bei Pfeiler 5 aus Eisenbeton.

Die größten Schwierigkeiten verursachte die Ausführung des Pfeilers 2, da hier zuerst der alte Pfeiler abgetragen werden mußte. Zur Unterstützung der vorhandenen Brückenkonstruktion mußte ein besonderes Gerüst gebaut werden. Da dieses Gerüst die Brücke selbst und die ganze Verkehrslast zu tragen hatte, durfte es durch die Absenkung des Caissons in keiner Weise beeinflusst werden. Zu diesem Zwecke mußten 256 Pfähle von je 12,95 m Länge durch Sand und Kies bis auf den gewachsenen Felsen gerammt werden.

Bei der Montage des neuen Tragwerkes war es wegen der beschränkten Tragfähigkeit der alten Brücke ausgeschlossen, diese für die Belastung durch die neue Brücke (Aufhängung) in Anspruch zu nehmen. Der starke Zugverkehr gestattete nur in ganz geringem Maße die Benützung der Brückengleise für Montagezwecke. Die Wassertiefe und die Belange der Schifffahrt beschränkten die Möglichkeit der Verwendung eines Lehrgerüsts. Es wurde daher die Hauptöffnung mit 173,12 m Stützweite durch Vorkragen unter Verwendung von Dampf- und Laufkranen gebaut. Die lichte Breite der neuen Konstruktion und die Anordnung der Querverbindungen war so gewählt, daß sie ohne Beeinträchtigung der alten Brücke aufgestellt werden konnten.

Nachdem die Auflagerung der Gleise auf die neue Konstruktion durchgeführt war, wurde die alte Brücke unter Aufrechterhaltung des vollen Betriebes abgebrochen. Wa.

(Railway Age 1927, Heft 18, S. 1050.)

Schweißen von Schienenstößen in Amerika.

Zur Erzielung ruhigen Laufes der Fahrzeuge wurden in Amerika heruntergehämmerte Stöße in den letzten Jahren in großem Umfang durch Schweißen wiederhergestellt, was sich nach einem Bericht in Railway Age (1926, 2. Hälfte, Heft 12) technisch und wirtschaftlich gut bewährt hat. Die Hauptursache für die Erneuerung der Gleise ist ja, wenn nicht gesteigerter Betrieb und erhöhte Achslasten ein schwereres Gleis verlangen, die Abnutzung der Stöße. Außer dem Schweißen der Stöße kommt die Verbesserung durch Absägen der abgenutzten Schienenenden oder durch Auffrischen der Schienen in Betracht. Jede der beiden letzteren Verbesserungsarten erfordert aber den Ausbau der betreffenden Schienen, ihren Transport zum und vom Eisenwerk und Materialverlust, wozu noch die eigentlichen Kosten für das Absägen oder Auffrischen kommen. Die Eisenbahngesellschaften, welche diese Arbeitsverfahren anwenden, wurden veranlaßt, sich über ihre Erfahrungen und über die Ausdehnung der Verfahren zu äußern. Es ergab sich, daß bei 44 Gesellschaften mit zusammen 283 000 km Streckenlänge bis zum Berichtstag rund 2 200 000 Stöße mit einem durchschnittlichen Kostenaufwand von 6,20 \mathcal{M} /Stoß in stand gesetzt wurden.

Die Schienenschweißung reicht in Amerika bis zum Jahr 1913, wo sie zunächst an Herzstücken angewendet wurde, zurück. Die Anwendung zur Instandsetzung von Stößen wurde durch die Notwendigkeit von Arbeitereinsparungen im Kriegsjahr 1917 veranlaßt. Da sie sich als sehr vorteilhaft erwies, nahm sie rasch an Ausdehnung zu. Anfangs wurden vielfach Zweifel laut wegen der Sicherheit der auf diesem Wege verbesserten Stöße, da man annahm, daß die notwendige Erhitzung der Schienen das Gefüge des Materials ungünstig beeinflussen könnte. Die sorgfältige Beobachtung der geschweißten Stöße verbunden mit Untersuchungen in Versuchsanstalten hat gezeigt, daß die Befürchtungen unbegründet sind, wenn die Schweißung richtig und sachgemäß vorgenommen wird. Im gleichen Sinne äußerten sich auch die großen Eisenbahngesellschaften.

Für die Durchführung der Schweißungen wurde das Sauerstoff-Azetylen-Verfahren angewendet; nur zwei Gesellschaften schweißen elektrisch. So verwendet z. B. die Süd-Pacific-Gesellschaft fahrbare elektrische Schweißapparate.

Die Kosten schwanken in sehr weiten Grenzen zwischen 4,20 \mathcal{M} und 12,00 \mathcal{M} (in Ausnahmefällen). Wenn die Kosten einer Schweißung den Betrag von rund 10 \mathcal{M} übersteigen, erscheint das Auswechseln der Schienen vorzuziehen. Die Kosten hängen in hohem Maße von dem Umfang ab, in dem die Schweißungen vorgenommen werden. Bei den Gesellschaften, die das Schweißverfahren sehr ausgedehnt anwenden, schwanken daher die Kosten zwischen 4,20 \mathcal{M} und 7,30 \mathcal{M} . Alle Gesellschaften äußern sich sehr befriedigt über das Verfahren, da der Zuglauf ein sehr ruhiger ist und eine merkliche Zunahme der Lebensdauer des Schienenmaterials festzustellen ist. Die Zahl der Brüche an geschweißten Stößen blieb bisher unter 1% der Schweißstellen. Wa.

Oberflächenhärtung der Schienen durch Betriebseinflüsse.

Im Bahnhof Grisolles zwischen Toulouse und Montauban brach am 8. November 1908 eine Schiene bei Durchfahrt eines Zuges in 21 Stücke, wodurch der Zug entgleiste. Bei der Schwere des Unfalls wurde die Untersuchung der Ursachen einer besonderen Kommission übertragen: das Schienenmaterial war gesund und von vorschriftsmäßiger Zusammensetzung. Die Doppelkopfschienen waren sehr wenig abgenutzt, obwohl sie bereits 25 Jahre in dem sehr stark befahrenen Gleis lagen. Die Schienenauflfläche zeigte an der Innenseite auffallende Härte. Die harte Fläche war bedeckt mit zahlreichen Querrissen, die z. T. tief in das Schieneninnere eingedrungen waren. Die Schienen trugen auch zahlreiche Schleifspuren der Triebachsen der Lokomotiven. Die Sachverständigen nahmen an, daß die Risse dem Vorhandensein der gehärteten Schicht zuzuschreiben seien, die weniger dehnungsfähig ist als das darunter befindliche Schienenmaterial. Es wurde vermutet, daß die Härtung auf mechanischem Wege durch das Schleifen der Räder eingetreten sei. Andere Sachverständige erklärten, daß es sich um eine plötzliche starke Erwärmung (über 850 Grad) und darauffolgende plötzliche Abkühlung oder durch eine ganz örtliche starke Erhitzung handle, während die benachbarten Schienteile ihre Temperatur beibehielten. Dies wäre durch Schleudern der Räder begründet.

Zwei weitere derartige Unfälle im Jahre 1925 auf dem Gebiete der Orleansbahn gaben erneut Anstofs, dem Studium der Frage Aufmerksamkeit zu widmen.

Nachdem die Schienenoberfläche beim Befahren durch einen Zug in raschem Wechsel auf Zug und Druck beansprucht wird, die gehärtete Schicht aber weniger dehnungsfähig ist als die übrige Schiene, kann bei solchen Schienen ein plötzlicher Bruch erfolgen. Da bei der mechanischen Härtung die Härtung des Materials gegen das Schieneninnere allmählich abnimmt, bei der Härtung durch plötzliche Erhitzung aber ein plötzlicher Übergang zwischen gehärteter und ungehärteter Schicht wahrzunehmen ist, ist die Auswirkung der Härtung durch Erwärmung die gefährlichere.

Um die hierdurch entstehenden Brüche zu vermeiden, wären die Entstehungsgründe nach Möglichkeit herabzumindern. So wäre z. B. beim Übergang von zweigleisigem auf eingleisigen Betrieb das Anhalten durch Langsamfahrt zu ersetzen. Die durchgehende Bremsung der Güterzüge bringt eine Besserung, da das Schleifen der Räder aufhört und die Anwendung von Gegendampf nicht nötig ist. Gerade hierdurch wird meist die Härtung auf mechanischem Wege hervorgerufen. Ein weiteres Mittel wäre nach der Quelle die Erhöhung der Reibungsgewichte der Maschinen entsprechend der Zugbelastung.

In den kurzen Strecken, in denen Härtungen wahrzunehmen sind (Anfahrstellen von Zügen), könnten die Schienen mit durchlaufender Unterlage verlegt werden. In der Praxis wurden schon U-Eisen hierfür verwendet. Wenn auch hierdurch der Härtung selbst nicht entgegengearbeitet werden kann, so wäre doch die Auswirkung eines Schienenbruches viel weniger gefährlich. Auf der freien Strecke könnte dieses Mittel wegen der Erschwerungen in der Unterhaltung kaum Anwendung finden. Wa.

(Revue générale des chemins de fer 1926, Heft 5, S. 370.)

Betrieb in technischer Beziehung, Signalwesen.

Selbsttätige Bremsvorrichtung von Miller für Lokomotiven.

Unter dieser Überschrift ist in Heft 3, Seite 56, dieser Zeitschrift die Beschreibung einer induktiven Zugbeeinflussung, Bauart Miller (U. S. A.), gegeben, die bei dem überwiegend fachlich eingestellten Leserkreis doch einer Ergänzung bedarf.

Bekanntlich ist den amerikanischen Eisenbahngesellschaften durch staatliche Verordnung aufgegeben, Zugbeeinflussungen in einer befristeten Zeit einzuführen. Unter diesem Zwang hat sich natürlich bei den betroffenen 44 Eisenbahngesellschaften eine sehr eingehende Versuchstätigkeit entwickelt, von der man heute nur sagen kann, daß sie trotz der fünf Jahre, die bereits seit Erlaß der ersten Verordnung verstrichen sind, noch nicht abgeschlossen ist. Jedenfalls sind aber in dieser Zeit sehr wertvolle Erfahrungen gesammelt worden, die zu verwerten für jeden, der sich mit dieser Frage befaßt, eine Selbstverständlichkeit ist.

Die Bauart Miller beansprucht für uns deshalb besonderes Interesse, weil sie neueren Datums ist und für ihre Entwicklung anscheinend die neuesten Erfahrungen richtunggebend waren. Vergleicht man die Bauart Miller hinsichtlich der Übertragungsvorrichtung mit den elektroinduktiven Zugbeeinflussungen, die z. Zt. von der Deutschen Reichsbahn versucht werden — eine Beschreibung dieser Vorrichtungen wird an anderer Stelle gegeben —, dann läßt sich auch hierbei wieder feststellen, daß die beiderseitigen Erfahrungen übereinstimmen. Zu klären bleiben noch die Fragen der Stromart der Spannung, der Frequenz und die Anwendung des Resonanzprinzips. Nach meiner Auffassung sind die deutschen Bauarten in der Klärung dieser Fragen schon einen Schritt weiter, doch läßt sich hierüber ein endgültiges Urteil erst nach Abschluß der Versuche bilden.

Ein Vergleich des Millerschen Betriebsprogramms, d. i. die Ausnutzung der Übertragung auf der Lokomotive, mit dem deutschen ist nicht möglich, weil die beiderseitigen Auffassungen darüber von einander abweichen.

Die Bauart Miller verwendet, wie alle übrigen induktiven Einrichtungen, einen sogenannten Gleismagneten und einen Lokomotivmagneten. Der Lokomotivmagnet setzt sich jedoch bei dieser Bauart

aus zwei getrennten parallel nebeneinanderliegenden Magneten zusammen, von denen jeder eine Erreger- und eine Empfängerspule trägt. Die Erregerwicklungen liegen im Stromkreise eines Hochfrequenz-Generators. In dem Stromkreise der Empfängerspulen ist das sogenannte Lokomotivrelais eingeschaltet. Es dient zur Einleitung der verschiedenen Beeinflussungen, wie Steuerung der Führerstandsanzeigen und der selbsttätigen Bremsung.

Erreger- und Empfängerwicklungen sind unter sich hintereinander geschaltet. Bei gewöhnlicher Fahrt werden durch die von den Erregerpulen erzeugten Kraftlinien in den Empfängerspulen elektromotorische Kräfte induziert, welche sich addieren. Die Wicklung des Lokomotivrelais liegt an Spannung, der Relaisanker ist angezogen.

Beim Überfahren eines Gleismagneten in Haltschaltung schließen sich die von den Erregerpulen erzeugten Kraftlinien auch über diesen. Sie sind den vorstehend erwähnten entgegengerichtet. Durch geeignete Wahl der magnetischen Widerstandsverhältnisse wird erreicht, daß sich diese Kraftlinien gegenseitig aufheben und in den Empfängerspulen keine elektromotorischen Kräfte mehr erzeugt werden. Das Lokomotivrelais wird stromlos, sein Anker fällt ab, die Führerstandsanzeigen werden beeinflusst und die selbsttätige Bremsung eingeleitet.

Der Unterschied der Fahrt- und Haltschaltung eines Gleismagneten wird dadurch erreicht, daß dessen Magnetspule durch einen Signalfügelkontakt kurzgeschlossen oder unterbrochen wird. Bei Haltschaltung wird durch die Rückwirkung der kurzgeschlossenen Magnetwicklung erreicht, daß das Entstehen der über den Gleismagneten geleiteten entgegengesetzt gerichteten Kraftlinien kräftig gedämpft wird, so daß der durch die Wicklung des Lokomotivrelais fließende Strom noch genügt, um dessen Anker angezogen zu halten. Es kommt zu keiner Beeinflussung.

So weit sich aus der amerikanischen Literatur verfolgen läßt, sind in New York Central im vergangenen Jahre 29 Meilen mit 24 Gleismagneten nach der Bauart Miller ausgerüstet. Versuchsergebnisse sind aber bis jetzt noch nicht bekannt geworden. Aust.

Buchbesprechungen.

Eisenbahnbetriebsunfälle und ihre Verhütung von Dr. Ing. Adolf Bloß, Dresden. Berlin 1926. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin W 8. Format Din A 5. VI; 95 Seiten mit vielen Abbildungen und zwei Tafeln. Geheftet Preis 3,40 RM.

Die Behandlung von Eisenbahnbetriebsunfällen in ihren Ursachen und Folgen und deren Verhütung in dem vorliegenden Büchlein entspricht ihrer Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb. Die Gliederung des Stoffes ist zielbewußt und übersichtlich. Durch die außerordentlich klare Darstellung und die knappe Fassung sowie durch die Vermeidung des trockenen Anordnungs- und Paragraphenstiles ist das Lesen erleichtert und anregend.

Das statistische Material und dessen Auswertung in Teil I ist in übersichtlicher Weise zusammengestellt und auf das Notwendigste beschränkt.

Der II. Teil bringt eine Schilderung bemerkenswerter Unfälle und Zuggefährdungen aus der das im Betriebe stehende Personal viel lernen kann. Diese Sammlung ist zweifellos geeignet, das Verständnis der Fahrdienstvorschriften zu erleichtern, zu vertiefen und zu beleben.

Der III. Teil mit seinen Unfallverhütungsbildern und den dabei stehenden Merkregeln in Reimen und in ungebundener Rede mahnt das Personal in sehr ansprechender Weise zur Vorsicht bei der Arbeit. Besonders die Bilder mit den Reimregeln, welche meines Wissens erstmals von der R. B. D. Dresden auch in Form von Bilderbögen herausgegeben wurden, erfreuen sich großer Beliebtheit beim Personal; sie finden sich deshalb auch an vielen Arbeitsstellen angeheftet.

Sehr wirksam wäre vielleicht auch noch gewesen ein Hinweis in Wort und Bild, welche traurigen Folgen persönliche Unfälle auch noch für die eigene Familie haben können. Die im Anhang beigegebenen Prüfungs- und Wiederholungsfragen machen das Buch für den Unterricht und für das Selbststudium sowie für die Vorbereitung auf Prüfungen sehr geeignet. Wir können dem Buche eine recht weite Verbreitung nur wünschen. Stögnier.

Die Sicherungseinrichtungen für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. H. Möllering, Oberbaurat a. D., Honorarprofessor der Technischen Hochschule Dresden. XII, 554 Seiten mit 376 Abbildungen Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis geheftet 32,—, gebunden 35,— RM.

Nach statistischen Erhebungen ist die Verkehrssicherheit bei den deutschen Eisenbahnen größer als bei den anderen zeitgemäßen Verkehrsmitteln. Dies ist u. a. auf die hohe Vollkommenheit aller technischen Einrichtungen, namentlich auch der Signal- und Sicherungseinrichtungen zurückzuführen. Die folgerichtige Entwicklung der letzteren entsprechend der fortschreitenden Verkehrstechnik ist im vorliegenden Werk in neun Abschnitten eingehend behandelt.

Der erste Abschnitt befaßt sich mit den Signalen für den Zugverkehr und den geforderten Abhängigkeiten, der zweite mit den mechanischen Sicherungsanlagen, insbesondere der Signaleinrichtungen, den Weichensicherungen und den Abhängigkeiten in den Stellwerken. Der dritte Abschnitt dient der Erörterung der Blockeinrichtungen, während die beiden folgenden Abschnitte über die Bahnhofsblokade und die Streckenblockade für zwei- und eingleisige Bahnen Aufschluß geben. Abschnitt VI und VII behandeln das umfangreiche Gebiet der Kraftstellwerke, insbesondere der elektrischen Stellwerke und der dabei angewendeten Blockeinrichtungen. Die beiden letzten Abschnitte geben Ausblicke für die zukünftige Entwicklung. Im Abschnitt VIII wird die selbsttätige Streckenblockade, wie sie bereits bei städtischen Schnellbahnen in Betrieb ist, erörtert. Großem Interesse wird auch der neunte Abschnitt über die versuchten Mittel zur Verhütung des Überfahrens von Haltsignalen begegnen. Die Schwierigkeiten des Problems, dessen Lösung auch schon in anderen Ländern angestrebt worden ist, werden in vollem Umfange klar gelegt. Doch läßt gerade dieser Abschnitt ersehen, daß die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft nichts unversucht läßt, um wie bisher, so auch künftig hinsichtlich der Verkehrssicherheit und Zuverlässigkeit des Signalsystems an der Spitze der Nationen zu bleiben.

Das vielfach schwierige Gebiet ist im vorliegenden Werke in klarer Gliederung und flüssiger Sprache erschöpfend behandelt. Zahlreiche deutliche Abbildungen und Schaltpläne unterstützen das Eindringen in die Zusammenhänge. Das Buch dient sowohl den Anfängern beim Studium der verwickelten Fragen des Eisenbahn-Sicherungs-wesens und wird auch von den Fachleuten gerne zur Hand genommen

werden, um die Kenntnisse zu vertiefen und sich über verwandte Systeme zu unterrichten. Es bedeutet eine wertvolle Bereicherung der im Vergleich zu anderen Gebieten nicht allzu umfangreichen Literatur und kann bestens empfohlen werden.

Zu wünschen wäre nur, daß einer nächsten Auflage noch ein Sachverzeichnis angegliedert werden möchte. Saurler.

Verschiedenes.

Die deutsche Werkstofftagung und ihre Bedeutung für das Eisenbahnwesen.

Vom 22. Oktober bis 13. November 1927 findet in Berlin die erste große Werkstofftagung statt, die vom:

Verein deutscher Ingenieure, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, dem Zentralverband der deutschen Metall-, Walzwerks- und Hütten-Industrie, dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, dem Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik, dem Deutschen Normenausschuß, den Maßgebenden Verbänden der Verbraucher und dem Messe-Amt der Stadt Berlin veranstaltet wird.

Die Werkstofftagung hat die Aufgabe, die breiten Schichten der Werkstoffherzeuger mit dem noch viel größeren Kreis der Werkstoffverbraucher zu enger Gemeinschaftsarbeit zusammenzuführen. Diese Zusammenarbeit ist notwendig, da die Werkstoffe für das gesamte Gebiet der Technik außerordentlich große Bedeutung haben und von ihrer richtigen Auswahl, Verarbeitung und Prüfung nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern in vielen Fällen auch die technische Durchführbarkeit eines Verfahrens überhaupt abhängt.

Die Verwendungsgebiete der Werkstoffe in der Technik sind aber so zahlreich und verschiedenartig, daß nur ein Teil der wichtigsten Werkstoffe auf der diesjährigen Werkstofftagung behandelt werden kann. Andernfalls würde man durch die Fülle des Gebotenen den Besucher ermüden; auch ist man durch den zur Verfügung stehenden Raum stark begrenzt. Man hat sich daher entschlossen, zunächst nur drei große Gebiete: Metalle, Nichtmetalle und Isolierstoffe der elektrotechnischen Industrie zu zeigen und die übrigen nicht weniger wichtigen metallischen Baustoffe, sowie das große Gebiet der Verbrauchs- und Betriebsstoffe in einer späteren Tagung zu behandeln.

Die Werkstofftagung zergliedert sich in die Werkstoffvorträge und die Werkstoffschau; diese zerfällt wieder in eine Übersicht und eine Prüfschau der Werkstoffe.

Die Vorträge werden vor allem in der Technischen Hochschule Charlottenburg gehalten, und zwar in der Zeit vom 22. Oktober bis 6. November. Bisher sind etwa 300 Vorträge vorgesehen mit einer durchschnittlichen Dauer von 30 Minuten; möglichst viel Zeit hat man für die Aussprache angesetzt, um so allen Erzeugern und Verbrauchern Gelegenheit zu geben, aus ihren Erfahrungen das Wichtigste mitzuteilen, Fragen zu stellen, Wünsche zu äußern und Anregungen zu geben. Auf diese Weise hofft man, die Gemeinschaftsarbeit zwischen Erzeugern und Verbrauchern, zwischen Forschern und Ingenieuren der Praxis usw. am besten zu fördern. Ein Teil der Vorträge soll auch so gehalten sein, daß sie für Meister, Handwerker und Arbeiter einerseits, für kaufmännische Leiter industrieller Werke und einzelner Abteilungen andererseits verständlich sind. Es ist auch zu hoffen, daß bedeutende Forscher und Ingenieure des Auslandes zur Mitarbeit bereit sein werden.

Die Werkstoffschau findet in der Neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm statt. In der Werkstoffprüfschau wird gezeigt, welche Werkstoffeigenschaften zur Zeit erforschbar sind und welche Verfahren und Einrichtungen hierfür Anwendung finden. Ein großer Teil der neuen Automobilhalle wird in ein riesiges Prüffeld verwandelt, in dem mehr als 100 Materialprüfmaschinen für die verschiedensten Prüfverfahren von Eisen und Stahl, den Nichteisenmetallen und den elektrotechnischen Isolierstoffen aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Als notwendige Ergänzung der Prüfschau wird in den drei großen Abteilungen der Eisen- und Stahl-, Metall- und elektrotechnischen Gruppe eine Werkstoffübersicht gegeben, in der

die Mannigfaltigkeit der Werkstoffe, ihre richtige Auswahl, die falsche und richtige Behandlung und das Verhalten im praktischen Betriebe an zahlreichen Beispielen gezeigt wird.

Für die gesamte Verkehrstechnik ist die richtige Auswahl und Verwendung der Werkstoffe deshalb ganz besonders wichtig, weil hier noch weit mehr als bei ortsfesten Anlagen der Platzbedarf und das Gewicht die technische Ausnutzung und die Wirtschaftlichkeit beeinflussen. Daher hat auch die Deutsche Reichsbahn ein ganz besonderes Interesse für die Tagung gezeigt und einen ihrer Herren damit beauftragt, das Fortschreiten der Arbeiten dauernd zu verfolgen und den Veranstaltern der Werkstofftagung durch Mitarbeit und rege Unterstützung behilflich zu sein.

Einige wichtige Gesichtspunkte, die über die Bedeutung der Werkstoffe für das Eisenbahnwesen Aufschluß geben, sollen hier nur kurz erwähnt werden: Schon bei ortsfesten Anlagen wird möglichst jedes unnötige Gewicht vermieden, um an Anlagekosten zu sparen und um die Leistung, z. B. durch Gewichtsverminderung schwingender Massen zu erhöhen. Diese Forderungen für ortsfeste Anlagen sind bei Fahrzeugen in noch höherem Maße zu berücksichtigen, da auch der Brennstoffverbrauch durch das Gewicht stark beeinflusst wird. Es ist daher anzustreben, nicht nur die Lokomotiven, sondern auch die Wagen so leicht wie möglich zu bauen, um die Leistung zu erhöhen und den Brennstoffverbrauch zu verringern. Die Gewichtsverminderung ist aber nicht nur eine konstruktive Frage, sondern auch eine Werkstofffrage; es sei hier nur an die große Bedeutung der Leichtmetalle erinnert, die auch für das Eisenbahnwesen schon eine gewisse Bedeutung erlangt haben. Ein zweiter wichtiger Gesichtspunkt ist die immer mehr zunehmende thermische und konstruktive Verbesserung der Maschinen und der Kessel von Lokomotiven. Um den thermischen Wirkungsgrad der gesamten Lokomotivanlage zu erhöhen, versucht man in letzter Zeit, einerseits auf Hochdruckdampfbetrieb überzugehen, und sehr hohe Überhitzungstemperaturen anzuwenden, andererseits das Wärmegefälle durch Einbau von Kondensatoren zu vergrößern. Gerade aber der Übergang zum Hochdruckdampfbetrieb und die Anwendung sehr hoher Temperaturen bedingt eine sehr sorgfältige Stoffauswahl und Stoffbehandlung, andernfalls würde die Lebensdauer der Lokomotive geringer und dadurch die Brennstoffersparnis wieder aufgehoben werden. Also auch hier ist die Werkstofffrage ausschlaggebend. Endlich ist auch die Bedeutung der Werkstoffe für Eisenbahnbrückenbau und für den gesamten Oberbau außerordentlich groß. Durch Wahl hochwertiger Werkstoffe kann auch einerseits hier oft an Gewicht und an Anlagekosten ganz bedeutend gespart und die Wirtschaftlichkeit dadurch bedeutend gehoben werden, andererseits die Betriebssicherheit wesentlich verbessert werden. Es sei hier nur an die Anwendung von Stählen hoher Festigkeit beim Brückenbau, an die Auswahl haltbarer Stoffe und die zweckmäßige Verarbeitung von Schienen, an die richtige Behandlung der Schwellen und vor allem an die außerordentlich große Bedeutung der Anstrichtechnik für das Eisenbahnwesen erinnert. Denn, da die Baustoffe dauernd den Einflüssen der Witterung ausgesetzt sind, so ist die Gefahr des Rostens und der Korrosion sehr groß. Zum Schluß sei noch auf die immer mehr zunehmende Bedeutung der Schweifstechnik hingewiesen, die, ihrer Wichtigkeit entsprechend, gleichfalls eingehend auf der Werkstofftagung behandelt wird. Auch dieses Gebiet ist für das Eisenbahnwesen, namentlich für den Werkstättenbetrieb, von sehr großer Bedeutung.

Dies sind nur einige wenige Beispiele, die aber schon deutlich die Bedeutung der Werkstoffe gerade für das Eisenbahnwesen erkennen lassen. Es ist anzunehmen, daß alle im Eisenbahnbau tätigen Ingenieure der Werkstofftagung großes Interesse entgegenbringen und viele Anregungen jeder Art dort empfangen werden.