

### Über die Ausbildung der Unterwegsbahnhöfe, insbesondere des Ausziehkopfes.

Von Dr. Ing. Kümmell, Berlin.

In wesentlichen Teilen ist die Gleisentwicklung der Unterwegsbahnhöfe längst klargelegt. Für manche Teile aber lassen sich noch Verbesserungen vorschlagen, für andere kann der Gebrauch dieser oder jener Lösung in der Abhängigkeit vom Betrieb schärfer umgrenzt werden. So soll im folgenden versucht werden, die Wahl der Lage der Überholungsgleise — auf einer Seite, zwischen, oder beiderseits der durchgehenden Hauptgleise — von der Zahl der Züge abhängig zu machen und eine zweckmäßige Gestaltung des Ablaufkopfes herzuweisen.

Das Schema nach Abb. 1 trifft man überall an und es erfüllt im allgemeinen seinen Zweck. Die Gleisfolge ist bekanntlich:

1. Durchgehende Hauptgleise;
2. Überholungsgleise (Güterzugeinfahrtsgleise, Kreuzungsgleis), in Verlängerung des ersten ein Ausziehgaleis;
3. Aufstellgleise;
4. Durchlaufgleis;
5. Gleise für den Ortsgüterverkehr.

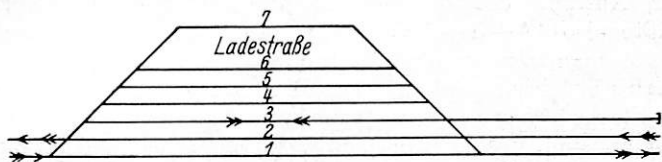


Abb. 1.

Von allen Gleisen bis auf das Durchlaufgleis können eins oder mehrere vorhanden sein.

Kleiner Bahnhof: Abgesehen von ganz einfachen Verhältnissen, bei denen Aufstellgleise und sogar Überholungsgleise (Güterzugeinfahrtsgleis) und Durchlaufgleis wegfallen können, wird der kleine Bahnhof nach Abb. 1 ausgebildet werden: Ein Überholungsgleis für beide Richtungen, das dann auch Güterzugeinfahrtsgleis ist. Das Ausziehgaleis wird nur fehlen können, wenn der Verkehr auf der Strecke sehr gering ist. Seine Einrichtung nach Abb. 1 ist klar. Die Anlage eines kleinen Ablaufberges macht sich bezahlt, auch wenn nur einige Wagen nach einigen Gruppen alle paar Tage geordnet werden müssen\*). An welches Bahnhofsende man das Ausziehgaleis legt, ist einerlei, wenn der Ortsverkehr in beiden Richtungen gleich oder fast gleich ist. Ist dagegen zwischen beiden Richtungen ein größerer Unterschied, so legt man es derart, daß die Lokomotive der am meisten bedienenden Richtung nicht umzusetzen braucht. Dementsprechend wird man dann die Ortsgütergleise so anordnen, daß sie vom Ausziehgaleis ohne weiteres zu erreichen sind, wenn man nicht vorzieht, sie nach Blum\*\*) beiderseits anzuschließen. Das gilt natürlich nur, wenn nicht ungünstige örtliche Verhältnisse eine andere Lage des Ausziehgaleises verlangen, wie z. B. schwierige Erdarbeiten oder verkehrsreiche Überwege, deren Kreuzung mit dem Ausziehgaleis man möglichst vermeiden muß.

\*) Kümmell, Überall Ablaufberge! Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. 1931, S. 1189.

\*\*) Blum, Personen- und Güterbahnhöfe. Berlin: Julius Springer 1930.

Die leichten Verschiebelokomotiven machen uns natürlich an sich unabhängig von einer etwa vorherrschenden Last-richtung. Da man aber nie weiß, ob eine solche stets vorhanden ist, man auch mit gelegentlichen Störungen rechnen muß, wird man gut tun, diese Überlegung immer anzustellen, nur wird man Ausnahmen bei etwaigen Schwierigkeiten leichter gelten lassen können.

Dem Ausziehgaleis gegenüber, am anderen Ende des Bahnhofes wird in vielen Fällen die Anlage eines kurzen Umsatzstumpfes zweckmäßig sein, wenn die Zug- oder Verschiebemaschine öfters umsetzen muß. Man will dadurch Störungen in den Hauptgleisen und durch sie vermeiden. Einen solchen Gleisstumpf wird man nicht zu kurz machen, um nach Bedarf auch einige Wagen mit umzusetzen.

Überholungsgleise: Ist nun die Strecke stark belastet, so sind die Kreuzungen beim Überholen aus dem von den Bahnhofsgleisen abliegenden Gleise störend und verursachen Zeitverluste für den Fahrplan. Können diese nicht in Kauf genommen werden, so wird man das oder die Überholungs-

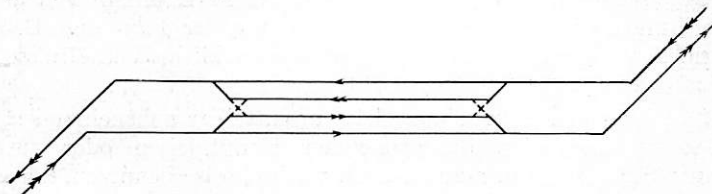


Abb. 2.

gleise zwischen oder beiderseits der durchgehenden Hauptgleise anordnen (Abb. 2 und 3). Im ersten Falle muß man die Hauptgleise auseinanderziehen, was besonders im Flachlande mit sonst gradliniger Streckenführung und großen Geschwindigkeiten (über 100 km/h) unerwünscht ist.

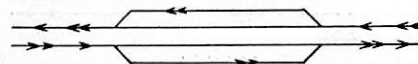


Abb. 3.

Nur wenn beiderseits des Bahnhofes sowieso Bogen anschließen, kann man ohne Verschlechterung der Strecke die Mittellage wählen. Beide Fälle erfordern aber Kreuzungen bei der Bedienung der Ortsgütergleise und zwar die Mittellage bei Güterzügen beider Richtungen. Kommt es also vor allem auf sehr schnelle Zugfolge bei geringem Ortsgüterverkehr an, so wird man eine der beiden Anordnungen der Überholungsgleise, zwischen oder beiderseits der durchgehenden Hauptgleise wählen.

Bei dieser letzten Anordnung haben die beiden Bahnhofsseiten beiderseits der durchgehenden Hauptgleise an sich nichts miteinander zu tun. Man hat also vielfach die Folgerung daraus gezogen und die Überholungsgleise der beiden Richtungen gegeneinander versetzt (Abb. 4). Das ist aber bis auf ganz besonders liegende Fälle m. E. nicht richtig. Denn ein solcher Bahnhof ist nicht organisch aufgebaut, er ist zu sehr auseinandergezogen und im Betriebe unhandlich. Eine Länge von 1,5 km und darüber erschwert die Übersicht. Denn praktisch ist es nur in sehr wenigen Fällen angängig, die beiden Hälften unabhängig voneinander zu betrachten, weil doch

stets ein gegenseitiger Austausch von Fahrzeugen erforderlich wird.

Außerdem ist immer ein weiteres, besonderes Stellwerk nötig mit den dauernden Betriebskosten seiner Besetzung und Unterhaltung.

Demgegenüber hat die Anordnung keinerlei betriebliche Vorteile aufzuweisen. Sie könnte also höchstens in Frage kommen, wenn man ganz besondere Geländeschwierigkeiten zu überwinden hat. Ob hierher auch die Erhaltung baulicher Anlagen zählen darf, ist eine Rechenaufgabe des Einzelfalles, indem man Verzinsung und Abschreibung etwaiger Neuanlagen und die nicht immer zahlenmäßig zu erfassenden

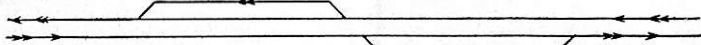


Abb. 4.

betrieblichen Vorteile den erhöhten Betriebskosten z. B. des dritten Stellwerkes gegenüberstellt. Da es sich in den meisten Fällen wohl um kleinere Bahnhöfe handelt, wird meistens die Neuanlage eines kleinen Empfangsgebäudes mit den kleinen Ortsgüteranlagen wirtschaftlicher sein. (Man sollte mit der Erhaltung bestehender Anlagen, die eine Verschlechterung des Betriebes, also dauernde Ausgaben zur Folge haben, vorsichtig sein! Sehen wir es doch immer wieder, daß z. B. wegen eines ersparten, nicht gerade guten Empfangsgebäudes Linienverschlechterungen in Kauf genommen werden, die dauernd, Fahrtverlangsamungen zur Folge haben, daß man etwa wegen eines Weichenstellwerkes starke Krümmungen in Ablaufgleisen anordnet! Eine Abwägung der Bau- und Betriebskosten hätte sicher oft bessere betriebliche Verhältnisse herbeigeführt.)

Liegen die Überholungsgleise unmittelbar nebeneinander, also zwischen den durchgehenden Hauptgleisen oder auf einer Seite, so kann man sie auch wechselweise benutzen, man kann also an Gleiszahl sparen. Bei einseitiger Lage nach Abb. 1 oder weitergebildet nach Abb. 5 (und weiter nach den Abb. 7 und 8) kann man aber den Aufenthalt, der sich aus Überholungen ergibt, in vollem Umfange für die örtlichen Aufgaben des Bahnhofs benutzen.

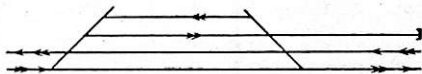


Abb. 5.

Kreuzungen von Hauptgleisen durch Züge: Dieser Vorteil ist aber nur scheinbar, denn er wird mit Wartezeiten vor der Kreuzung, oder besser vor den beiden Kreuzungen bei der Ein- und Ausfahrt erkauft, die recht beträchtlich sein können. Es verlohnt sich, näher darauf einzugehen und damit die Wahl der verschiedenen Möglichkeiten nach den Abb. 1 und 5 oder nach 2 oder 3 ziffernmäßig (soweit möglich) zu erklären. Obwohl nämlich diese Frage wissenschaftlich durchaus geklärt ist\*), herrschen über die Nützlichkeit der einen oder anderen Lösung vielerlei Widersprüche und rein gefühlsmäßige Ansichten. Es liegt das vielleicht daran, daß jetzt wenig gebaut wird, so daß man nicht gezwungen ist, sich allgemein wissenschaftlich mit dieser Frage zu befassen, aber auch daran, daß der dieses Gebiet behandelnde eingehende wertvolle Aufsatz\*) zu wenig bekannt ist.

Seine Gedankengänge gelten ohne weiteres auch heute noch, die Ergebnisse haben bleibenden Vergleichswert, sie können auch für die heute teilweise vergrößerten Geschwindig-

\*) Dr. Ing. Gaede: Der Zuglauf bei Bahnen mit nur in einer Fahrtrichtung benutzten Streckengleisen. Arch. f. Eisenbahnwes. 1921.

keiten der verschiedenen Zugattungen, besonders der Güterzüge, leicht umgerechnet werden. Für unseren Vergleich verschiedener Lösungen sind sie ohne weiteres brauchbar. Es ergibt sich, daß die Kreuzungen durch eine Zugfahrt bei der Anordnung Abb. 5 große Nachteile zur Folge hat: Bei der Annahme von Güterzügen mit 25 km/h Geschwindigkeit ist die Kreuzung des ausfahrenden Zuges überhaupt nur noch möglich bei einem Zugabstand von 12 Min. Da Gaede ebenfalls herleitet, was bekanntlich auch erfahrungsmäßig richtig ist, daß auf langen Strecken Güterzüge nur einen Abstand

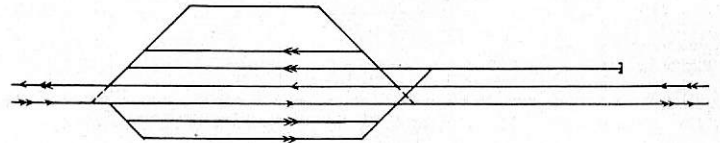


Abb. 6.

von etwa 10 bis 13 Min. haben können, Schnellzüge von etwa 7 bis 9 Min., so wäre diese Forderung an sich nicht ungünstig. (Die heutige wesentlich größere Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge wird etwas geringere Zahlen ergeben, die Schnellzugzeiten werden bei größerer Geschwindigkeit praktisch nicht mehr viel unter die angegebene untere Grenze sinken.)

Der kreuzende Zug findet aber nicht immer eine Lücke im Fahrplan des anderen Gleises. Sie fahrplantechnisch sicherzustellen, ist natürlich nicht möglich, denn der praktische Betrieb würde sie bei der geringsten Unregelmäßigkeit über den Haufen werfen. Die mittlere Wartezeit vor der Kreuzung wäre bei der Ausfahrt rund 5, bei der Einfahrt rund 7 Min. Der Abstand des diesem Nahgüterzuge folgenden Zuges müßte also  $12 + 5 + 7 = 24$  Min. sein. Eine solche Lücke müßte man also in einem Grundnetz von 12 Min. lassen. Hierbei ist aber nur die mittlere Wartezeit genommen, so daß m. E. auch hierbei Verspätungen in  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  der Fälle möglich sind. Will man jede Verspätung vermeiden, muß die Fahrplanlücke also noch größer sein. Sie ist aber für alle Bahnhöfe einer Strecke nötig, die solche Kreuzungen haben. Gaede rechnet nun bei den mittleren Wartezeiten für ein Regelbeispiel eine Leistungsverminderung von 25% für das

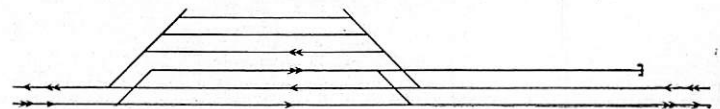


Abb. 7.

Gleis der kreuzenden Züge aus. Das zu kreuzende Gleis muß mit seinen Zugabständen auch Rücksicht auf die Kreuzungen nehmen. Es erleidet sogar eine Verminderung um 33%. Jedenfalls ist aber die ungünstige Einwirkung solcher Kreuzungen erheblich.

Kreuzungen durch Verschiebeabteilungen: Dagegen ist es möglich, auch größere Verschiebefahrten von etwa 40 Wagen noch über ein Hauptgleis zu bringen bei allen in der Wirklichkeit vorkommenden Zugfolgen bis herab zu  $7\frac{1}{2}$  Min. Zugabstand für Schnellzüge, ohne daß der Zug verzögert wird. Kleinere Abteilungen kann man noch ungefährdet über ein Gleis bringen selbst bei geringerem Abstand — etwa bei 5 Min. Zugfolge von Stadtbahnzügen.

Zwei durchgehende Hauptgleise kann man immer noch sicher kreuzen mit einer Verschiebeabteilung von 20 Wagen bei einer engsten Zugfolge auf beiden Gleisen von etwa 12 Min. für Schnellzüge und von etwa 19 Min. bei Güterzügen (von 25 km/h Geschwindigkeit; bei größerer Geschwindigkeit der Güterzüge verkleinert sich dieser Abstand!).

Um die notwendigen Folgerungen für die Lage unserer Überholungsgleise zu ziehen, bedarf es noch des Hinweises,

daß im gleichen Aufsatz die Zahl der Schnellzüge im Grundnetz bei Kleinabstand mit 200, die der Güterzüge mit 112 je Gleis bei einem Zeitabstand von 7,12 bzw. 12,8 Min. berechnet ist, daß die Höchstzahl der Züge bei 20 Schnellzügen in diesem Beispiel bis zu 117 je Gleis oder 234 für die Strecke betragen kann. (Diese Zahl wird natürlich bei den größeren Geschwindigkeiten größer, sie ist aber zunächst nur rein theoretisch, da man bekanntlich auf jeder Strecke eine unbelastete Pause einlegen muß.)

Überholungsgleise abhängig von der Zugzahl: Man kann aber ohne weiteres für unsere Überholungsgleise daraus schließen, daß man bei sehr stark belasteten Strecken die Überholungs- und Güterzugeinfahrtgleise so anlegen muß, daß eine Kreuzung vermieden wird, also nach Abb. 2 oder 3. Die Anordnung Abb. 2 hat für den Ortsgüterverkehr nur ein Gleis zu kreuzen. Das ist also sozusagen bei jeder Zugdichte möglich. Sie bietet, wie gesagt, außerdem den Vorteil, daß man die Überholungsgleise teilweise für beide Richtungen benutzen kann. Wenn also keine Linienverschlechterung damit verbunden ist, d. h. wenn der Bahnhof an sich schon zwischen Bogen liegt und wenn ferner die Strecke sehr dicht belegt ist, wird man der Mittellage der Überholungsgleise vor der Seitenlage (Abb. 2 vor 3) den Vorzug geben.

Immerhin ist aber auch die Kreuzung zweier durchgehender Hauptgleise mit einer Verschiebeabteilung noch ohne Verschlechterung des Fahrplans möglich bei etwa 3 bis 4 Güterwagen oder 5 Schnellzügen in der Stunde auf jedem Gleis. Das entspricht einer Tagesbelastung von 120 bis 150 Zügen auf der Strecke. Es gibt aber nicht sehr viele zweigleisige Strecken, die stärker belastet sind. Also bei Belastungen bis zu dieser Stärke ist die Anordnung nach Abb. 6 noch möglich, auch bei größerem Ortsgüterverkehr.

Abb. 6 zeigt die Verbindung eines Überholungsgleises auf der dem eigentlichen Bahnhof abgekehrten Seite nach Abb. 3 mit dem übrigen Bahnhof. Abgesehen von den Weichenverbindungen für den Verschiebedienst muß man immer die notwendigen Weichen vorsehen, die bei Betriebsstörungen ein Befahren des falschen Gleises mit Zügen ermöglichen. (Alle derartigen Verbindungen, die für den regelmäßigen Zugbetrieb nicht erforderlich sind, sind in den Bildern fortgelassen oder nur gelegentlich angedeutet.)

Einseitige Überholungsgleise: Nun bietet aber die Lage des gesamten Bahnhofs, also auch der Überholungsgleise auf einer Seite der durchgehenden Hauptgleise gewisse Vorteile: Der Bahnhof ist mehr ein organisches Ganzes, das sich leichter handhaben läßt, ohne durch den durchgehenden Zugverkehr beeinflußt zu werden. Das ist nicht bloß ein gewissermaßen ästhetischer Vorteil, sondern von großer praktischer Bedeutung, weil die Bewegungen glatter und schneller vor sich gehen, sind sie doch nicht durch die Starrheit der Zugabhängigkeit mit ihren festgelegten Fahrstraßen beeinflußt. Jedenfalls ist eine solche Anordnung überall da, wo größerer Ortsgüterverkehr herrscht, erwünscht. Außerdem kann man auch hier die Überholungsgleise teilweise wechselweise benutzen, man kann also vor allem an der unteren Grenze des Bedarfs mit einem einzigen Gleis auskommen (Abb. 1).

Aus dem vorhergehenden ergibt sich aber leicht die Grenze der Möglichkeit eines solchen einseitigen Bahnhofs: Hat man für Güterzüge eine Zugfolge von etwa 25 Min. und darunter, so ist eine Kreuzung des anderen Hauptgleises immer möglich. (Diese Grenze wird auch nicht durch die größere Geschwindigkeit der Güterzüge heraufgesetzt, weil ja der Nahgüterzug wohl immer diese Zeit braucht.) Da in dieser Zugdichte aber immer noch gewisse Verspätungsmöglichkeiten für etwa  $\frac{1}{4}$  aller Fälle vorhanden sind, rechnen wir als obere Grenze zwei Züge in der Stunde. Das wird

einer ungefähren Tagesleistung der Strecke von 80 Zügen entsprechen. Nun ist auch hier ein Unterschied zu machen zwischen einer einmaligen Kreuzung auf einem besonders wichtigen Bahnhof und der regelmäßigen Anordnung aller Unterwegsbahnhöfe der Strecke: Eine einmalige Kreuzung ist bei viel dichterem Zugfolge noch ohne wesentlichen Nachteil. Bei einer Zugdichte von etwa 80 Zügen und darunter ist die Regelanordnung der Kreuzung, also die Lage des Bahnhofs auf einer Seite der durchgehenden Hauptgleise, ohne Nachteil für den Zugverkehr. Auch hier muß man schon vorsichtig sein, wenn man größere Bündel mit wesentlich dichterem Folge hat. Aber diese Vorsicht kann sich m. E. darauf beschränken, daß man die Möglichkeit eines oder mehrerer Überholungsgleise auf der dem Bahnhof abgewandten Seite offen hält. In dieser Vorsicht liegt aber eine so große Sicherheit, daß man die einseitige Lage etwa bis zu der angegebenen Grenze immer ausführen kann, weil man ja jederzeit bei Bedarf die dem großen Zugverkehr notwendige Lösung ausführen kann, ohne den geringsten Nachteil von der ursprünglichen Lösung zu haben.

Eine mit etwa 80 Zügen belastete Strecke gehört aber schon zu den gut ausgelasteten. Man wird also in den meisten Fällen, wenn der örtliche Güterverkehr überhaupt eine Rolle spielt, dem Bahnhof nach Abb. 1 (Abb. 5) den Vorzug geben können.

Nun ist es aber nicht erwünscht, die sonst zweigleisige Strecke bei gleichzeitigen Überholungen (Einfahrten) aus beiden Richtungen durch die eingeleisige Weichenstraße einzuschnüren, weil hierdurch auch Zeitverluste entstehen, nämlich Halte vor dem Einfahrsignal oder Warten eines ausfahrenden Zuges auf eine gleichzeitige Überholungseinfahrt, die an sich nicht notwendig wären. Also wird man auch die Weichenstraße zweigleisig machen nach Abb. 7.

Bei dieser Anordnung ist aber noch die Ordnungstätigkeit des Bahnhofs unterbrochen, während einer Einfahrt von der rechten Bildseite her. Außerdem fehlen Schutzweichen für diese Fahrt gegen das Ausziegleis und den übrigen Bahnhof. (Selbstverständlich liegen alle diese Nachteile auch bei Abb. 5 vor.) Man hat also als schulmäßige Lösung die nach Abb. 8 eingeführt. Diese hat aber den schwerwiegenden Nachteil, daß eine Ein- oder Ausfahrt in oder aus den übrigen Bahnhofsgleisen nicht möglich ist. Der wechselnde Betrieb stellt aber derartig wechselnde Aufgaben und Anforderungen, daß dieser Nachteil schwer empfunden wird. Man denke dabei z. B. an die unmittelbare Fahrt zum Güterschuppen, wie sie besonders für die leichten Güterzüge so sehr erwünscht ist. Auch eine Arbeit an einem in den durchgehenden Hauptgleisen haltenden Zug, also etwa Zustellen oder Abholen eines Wagens kann nur mit zeitraubenden Sägebewegungen vorgenommen werden. Außerdem ist es sehr erwünscht, mehrere Überholungsgleise wechselweise zu benutzen und auch gelegentlich, sei es mit oder ohne Signal, aus einem anderen Gleise auszufahren und dergleichen mehr. Um all diese Fahrten machen zu können, hat man sich auch bei mehreren Überholungsgleisen, also bei größeren Bahnhöfen — oder gerade bei diesen — mit einer einfachen Weichenstraße nach Abb. 9 — entsprechend Abb. 1 — begnügt und die Nachteile der Einschnürung und Störung in Kauf genommen.

Neuartige Weichenentwicklung des Bahnhofs: Nun besteht aber die Möglichkeit, zweigleisig in beide Überholungsgleise einzufahren, unabhängig davon aus dem Ausziegleis zu ordnen und bei alledem die übrigen Gleise auch von beiden durchgehenden Gleisen unmittelbar zu erreichen, wenn Bedarf dafür ist. Man legt dazu den Einfahrkopf nach Abb. 10 an. Sicherungstechnisch ist jeder Schutz möglich, alle Fahrmöglichkeiten sind gegeben, so daß diese Lösung als die betrieblich günstigste erscheint.

Da sie aber naturgemäß mehr Weichen erfordert, ist ihre Ausführung eine Kostenfrage. Zur Wahl stehen die drei Lösungen nach Abb. 8, 9 und 10. Dem Mehraufwand für Abb. 10 müssen betriebliche Ersparnisse in entsprechender Höhe gegenüberstehen. Wir werden prüfen, wie groß der Unterschied zwischen den drei Lösungen etwa sein wird.

Es ergibt sich dabei die überraschende Tatsache, daß die scheinbar einfachste Lösung nach Abb. 9 mehr Weicheneinheiten braucht als Abb. 8. Zum zahlenmäßigen Vergleich werden wir eine einfache Kreuzungsweiche gleich zwei, eine doppelte gleich vier Einheiten setzen. Wir rechnen die Weichenstraße bis zur Einmündung in Gleis 5. Dagegen werden als Kostenbeispiel die Kosten der fertig verlegten einfachen Weiche mit 5000 *R.M.*, die der einfachen Kreuzungsweiche mit 8000 *R.M.* und die der doppelten mit 10500 *R.M.*, eine Kreuzung mit 3500 *R.M.*, angenommen.

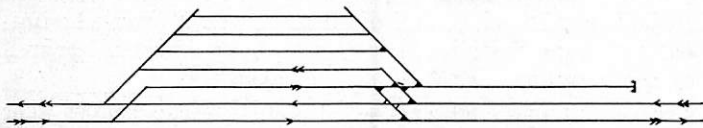


Abb. 8.

Danach braucht

Abb. 8 7 Weicheneinheiten (5 einfache Weichen, 1 einfache Kreuzungsweiche), 1 Kreuzung;

Abb. 9 9 Weicheneinheiten (3 einfache Weichen, 1 einfache Kreuzungsweiche, 1 doppelte Kreuzungsweiche);

Abb. 10 13 Weicheneinheiten (3 einfache Weichen, 3 einfache und 1 doppelte Kreuzungsweiche).

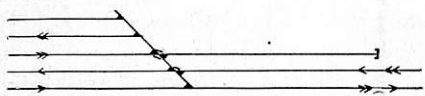


Abb. 9.

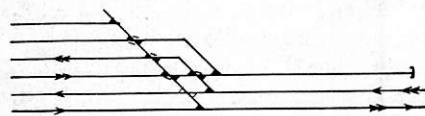


Abb. 10.

Dazu kommt bei Abb. 10 gegenüber Abb. 8 und 9 noch ein Mehr an Gleislänge, das sich aus der Zeichnung zu 180 m ergibt. Die Kosten der drei Anordnungen (nicht die vollen Kosten der gesamten Gleisanlagen) betragen also vergleichsweise:

Abb. 8:		
5 einfache Weichen, je 5000 <i>R.M.</i> = . . . . .	25000 <i>R.M.</i>	
1 einfache Kreuzungsweiche zu . . . . .	8000 „	
1 Kreuzung zu . . . . .	3500 „	
	<hr/>	36500 <i>R.M.</i>

Abb. 9:		
3 einfache Weichen, je 5000 <i>R.M.</i> = . . . . .	15000 <i>R.M.</i>	
1 „ Kreuzungsweiche . . . . .	5000 „	
1 doppelte „ . . . . .	10500 „	
	<hr/>	30500 <i>R.M.</i>

Abb. 10:		
6 einfache Weichen, je 5000 <i>R.M.</i> = . . . . .	30000 <i>R.M.</i>	
3 „ Kreuzungsweichen, je 8000 <i>R.M.</i> = . . . . .	24000 „	
1 doppelte „ . . . . .	10500 „	
1 Kreuzung . . . . .	3500 „	
180 m Mehr an Gleislänge, je 50 <i>R.M.</i> = . . . . .	9000 „	
	<hr/>	77000 <i>R.M.</i>

Da Abb. 9 noch ein Mehr an Sicherungseinrichtungen haben muß, ist der Unterschied zwischen 8 und 9 nicht so erheblich. Man wird also nur nach betrieblichen Gesichtspunkten wählen können. Dagegen fällt der Unterschied zwischen den Lösungen 8 und 9 einerseits und 10 andererseits mit etwa 40000 *R.M.* Kapitalaufwendungen so ins Gewicht,

daß man überprüfen muß, ob der betriebliche Aufwand entsprechend ist.

Das hätte etwa in folgender Weise zu geschehen: Die 40000 *R.M.* Mehraufwendungen erfordern beispielsweise für Verzinsung und Abschreibung 6%. Die Mehrunterhaltung sei mit 4% eingesetzt. Für die Lösung 10 entstehen also Mehrkosten von 4000 *R.M.*/Jahr. Bei 300 Arbeitstagen (Güterzüge!) entstehen durch die Verbesserung Tageskosten von rund 10,30 *R.M.* Diese müssen durch verbesserten Betrieb erspart werden. Nun können bei Abb. 10 alle Arten des Betriebes, also Überholungsfahrten und Verschiebedienst ungestört nebeneinander her arbeiten. Es werden also tote Zeiten für Verschiebemaschinen und Personal vermieden, ebenso Zugaufenthalte vor dem Signal. Rechnet man als Beispiel 5 Min. Zugaufenthalt mit 2,50 *R.M.*, 5 Min. einer Verschiebemaschine mit einer Reichsmark, so hat man bei einigermaßen dichtem Betrieb die 10,30 *R.M.* bald eingespart, zumal man ja auch flüssigeren Betrieb, schnellere Bedienung u. a. mit in die Waagschale werfen muß, man auch noch zu erwägen hat, daß sich Aufenthalte vor dem Signal schnell auf hinterliegende Züge übertragen, so daß der betreffende Wert mehrfach entsteht.

Soll z. B. bei Abb. 9 eine Verschiebemaschine mit den erforderlichen Mannschaften auf einen einfahrenden Zug warten, so muß sie der Stellwerkswärter festhalten, schon ehe er die Fahrstraße für den Zug legt, und das dauert bis nach dessen Einfahrt, bis nach Auflösung der Fahrstraße. Da es sich bei einer Überholung um schwere Güterzüge handelt, vergehen hierbei leicht 10 Min. und mehr.

Man könnte natürlich auch in der Ausbildung nach Abb. 10 von Fall zu Fall sparen: Wenn z. B. der Ortsverkehr gegen den durchgehenden Zugverkehr zurücktritt, man aber doch die einseitige Lage der Überholungsgleise wählt, so könnte man vielleicht zunächst in Kauf nehmen, daß die Rangierarbeiten etwa durch einfahrende Züge gestört werden. Man kann also die Verbindung zwischen den Weichen 27 und 21 (Abb. 12) fortlassen und spart damit eine doppelte Kreuzungsweiche (21), die durch eine einfache Weiche ersetzt wird, ferner eine einfache Weiche (27) und eine Gleislänge von rund 130 m. Das sind nach den Kostannahmen unseres Beispiels 10500 + 6500 = 16500 *R.M.* Da aber ein Flankenschutz für die eine Einfahrt statt der beiden fortfallenden Weichen 21 und 27 fehlt, rechnen wir nur rund 15000 *R.M.* Ersparnis. Bei wiederum 10% für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung sind das 1500 *R.M.*/Jahr, oder 5,00 *R.M.*/Tag. Wenn also der Zugverkehr nicht weiter beeinträchtigt wird, darf nach unserer Annäherungsrechnung die Zeitversäumnis einer Rangierlokomotive bis zu 25 Min./Tag betragen, ehe die Gleisverbindung zwischen den Weichen 21 und 27 wirtschaftlich notwendig wird. Selbstverständlich sind bei einer derartigen Rechnung auch unwägbare Werte, die nicht in Zahlen ausdrückbar sind, anzusetzen — das technische Gefühl kann nicht ausgeschaltet werden, wird aber durch die Rechnung geleitet —. Hierher gehört etwa die schnellere Bedienung der Ladestraße und etwaiger Anschlüsse. Dann handelt es sich aber nicht bloß um die Verluste, die die Rangiermaschine erleidet, sondern um volkswirtschaftliche Nachteile, die die Verkehrtreibenden haben. Gesichtspunkte des Wettbewerbs treten auf. In solchen Fällen wird man natürlich nicht so leicht auf die fragliche Verbindung verzichten. Man hat aber bei Lösung 10 den großen Vorteil, daß man sie auch später jederzeit ohne wesentliche Mehrkosten aus Lösung 9 einbauen kann.

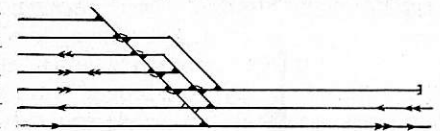


Abb. 11.

Braucht man mehr als zwei Überholungsgleise, so wird man sie etwa nach Abb. 11 anlegen.

**Ablaufberg:** Zu diesen Vorteilen kommt noch eine wichtige Möglichkeit: Das betreffende Gleisstück eignet sich zur Anlage eines Ablaufberges, dessen wirtschaftliche Notwendigkeit ich an anderer Stelle hergeleitet habe (siehe oben a. a. O.).

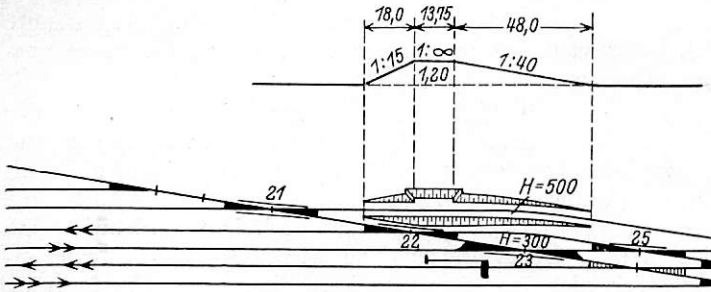


Abb. 12.

Nach diesen Ausführungen wird man einen Berg von etwa 1 bis 1,60 m Gefällhöhe nötig haben, je nach der Entfernung, bis zu der die Wagen laufen sollen. Er läßt sich nach Abb. 12 bequem in dem Gleis unterbringen. Um das zu erleichtern, wird man bei Neubautewürfen den Gleisabstand zwischen

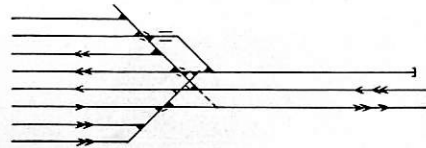


Abb. 13.

Gleis 4 und 5 auf das „erwünschte“ Maß von 4,75 (oder gar 5,0) m vergrößern. Der Abstand der Weiche 27 von 25 läßt sich ohne weiteres auf 43 oder 45 m bringen, so daß für das an 27 anschließende Stück des Gleises der Abstand von 4,75 oder 5 m entsteht. Da hier der Gipfel des

Berges liegt, so wird das im allgemeinen genügen, selbst bei dem Bestreben, den Berg so nahe wie möglich vor die Weiche 21 zu legen.

Die Lösung Abb. 10 (12) hat also ihre Vorteile hauptsächlich bei stärkerem örtlichen Güterverkehr, solange sich der Gesamtverkehr in den erwähnten Grenzen, also unter 80 Zügen auf der Strecke hält. Wenn aber die Lösungen nach Abb. 2 oder 3 (6) angebracht sind, kann man noch die Vorteile des Berges ausnutzen, indem man Abb. 6 etwa so anordnet, wie Abb. 13 angibt.

#### Zusammenfassung.

Es wird aus dem Schrifttum nachgewiesen, daß die Überkreuzung eines durchgehenden Streckengleises mit Zugfahrten eine wesentliche Herabsetzung der möglichen Zug-

leistung zur Folge hat. Sie kann 30% und darüber betragen. Sie ist aber noch ohne wesentliche Beeinträchtigung möglich bei einer Streckenbelastung bis zu etwa 80 Zügen am Tage. Demzufolge ist auch bis zu dieser Belastung die einseitige Anordnung der Überholungsgleise noch möglich. Nicht zu große Verschiebeabteilungen dagegen können sozusagen bei jeder Belastung noch über ein durchgehendes Hauptgleis gebracht werden, während zwei Hauptgleise noch bei etwa 120 Zügen am Tage ohne Zeitverluste für den Zugverkehr gekreuzt werden können. Demzufolge wird die Mittellage von Überholungsgleisen erst bei allerstärkster Zugbelastung und starkem örtlichen Güterverkehr notwendig. Zum Schluß wird eine neuartige Lösung eines Ausziehkopfes bei freier Beweglichkeit verbunden mit größter Sicherheit von Zug- und Verschiebeverkehr hergeleitet.

## Spannungen in Schienen, ihre Ursachen und ihre Wirkung auf die Bruchsicherheit.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Kühnel, Berlin.

In Heft 1, Seite 10 dieser Zeitschrift hat Herr Ingenieur M. Spindel zur Frage der Eigenspannungen und des Verformungswiderstandes von Schienen Stellung genommen und dabei ältere und neuere Ausführungen von mir angezogen, so daß die Annahme entstehen könnte, als seien unsere Gedankengänge in dieser Frage gleich. Das ist jedoch nur sehr beschränkt der Fall und es sei daher an dieser Stelle ausgeführt, welche Einstellung man nach den Prüfungsergebnissen unserer Versuchsanstalt und nach Erfahrungsaustausch mit den deutschen Oberbauingenieuren und Eisenhüttenleuten zur Frage der Schienenspannungen und ihrer Auswirkung heute einnimmt. Zunächst sei noch einmal der Gedankengang Spindels, so wie er sich aus dem Aufsatz ergibt, in wenigen Sätzen dargestellt:

1. „Weiche Schienen erleiden im Betrieb starke Kaltverformung und diese Kaltverformung ruft Spannungen hervor, die die Dauerfestigkeit der Schiene übersteigen und Brüche hervorrufen.“ Spindel nennt diese Spannungen leider auch Eigenspannungen, was verwirrend im Hinblick auf die nächste Folgerung wirken muß.
2. „Harte Schienen haben Eigenspannungen, die zu Brüchen führen. Selbst wenn solche Eigenspannungen Risse und Brüche nicht gleich hervorrufen, so können sie später im Betrieb gefährlich werden, wenn Verformungsspannungen dazu kommen, die die Kaltstreckung unter Zuglast hervorrufen.“
3. „Zwischen weichen und harten Schienen, also etwa im Bereich von 70 bis 85 kg/mm<sup>2</sup> liegen Schienen die sich in der

Widerstandsfähigkeit gegenüber Verschleiß und Verformung verschieden verhalten.“

Die Auswahl der verschleiß- und verformungsfesten Schienen soll durch Verschleißprüfung nach Spindel im Laboratorium erfolgen. „Hierbei muß die Verschleißprüfung bei bloß gleitender Reibung auch den Widerstand gegen Verformung anzeigen, was auch der Vergleich mit dem praktischen Betrieb zweifellos bewiesen hat.“

Soweit die Gedankengänge Spindels, die ich hoffe richtig wiedergegeben zu haben.

Wir wollen zunächst den Eigenspannungen der Schienen einige Ausführungen widmen, denn auch hier müssen wir noch weiter Unterscheidungen treffen. Für die normale Eigenspannung der Schiene ist der Übergang von dem ziemlich dicken Kopf zum schmalen Steg die Stelle, an der schon beim Walzen und noch mehr beim Abkühlen Spannungen entstehen müssen. Wir beobachten auch tatsächlich gelegentlich an Schienen Längsbrüche unmittelbar unter dem Kopf so wie sie die Abb. 1 zeigt. Daß Spannungen die Ursache des Bruches sind, zeigt seine Lage unmittelbar unter dem Kopf und über den Bohrlochern. Die durch sie bedingte Querschnittsschwächung hat den Verlauf des Bruches nicht beeinflusst. Derartige Brüche sind recht selten und es ist daher nicht überraschend, daß Herr Spindel diese Spannungen nicht besonders erwähnt hat.

Nun kommen wir zu den Längsspannungen, die ebenfalls bei der Herstellung entstehen können. Je härter die

Schiene wird, desto schwieriger wird ihre Formgebung, und wir müssen daher beobachten, daß beim Abkühlen im Innern des Kopfes mitunter Einrisse entstehen, die später zum Bruch führen und dann meist als Nierenbrüche bezeichnet werden. Ihre üblichsten Erscheinungsformen zeigen die nächsten Abb. 2 bis 5\*).

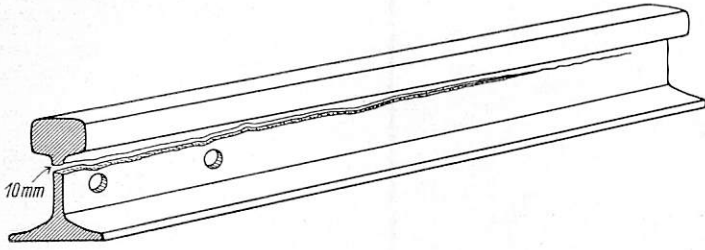


Abb. 1. Spannungslängsbrüche.

Die reine Betriebsdurchbiegung genügt hier, um diese Brüche mit der Zeit herbeizuführen und es ist an sich gleichgültig, ob dabei die Oberfläche dieser Schienen sich außerdem verformt oder nicht. Die Verformung ist ja auch bei harten

daß hier das Gebiet liegt, dessen weiteres Studium und dessen Entwicklung uns eines Tages auch eine geeignete verformungssichere und gleichzeitig verschleißfeste Schiene bringen wird. Wir brauchen darüber die gehärtete Schiene durchaus nicht zu vernachlässigen, aber es wäre falsch, sich allein auf diesen Weg zu verlassen, denn auch hier sind wir noch mitten im Studium. Es ist schade, daß Spindel die Stellen im Schrifttum nicht angegeben hat, in denen er vor Gebrauch der härteren Schienen früher gewarnt haben will. Man könnte sich sonst vielleicht noch eingehender über diese Frage auseinandersetzen.

Nun zu den Kaltreckspannungen, die das Fahren der Züge an der Lauffläche im Kopf der Schienen hervorruft und die wir, um Verwirrung der Begriffe zu vermeiden, nicht als Eigenspannungen bezeichnen wollen. Es ist bekannt, daß die Berührungsfläche von Schiene und Radreifen so klein ist, daß eine örtliche Überschreitung der Streckgrenze des Schienenwerkstoffs nicht zu vermeiden ist. Eine gewisse Verformung des Werkstoffs muß also eintreten. Ihr Grad ist natürlich je nach Achslast und Achszahl der über die Schiene rollenden Fahrzeuge verschieden. Den Anhalt für die eingetretene

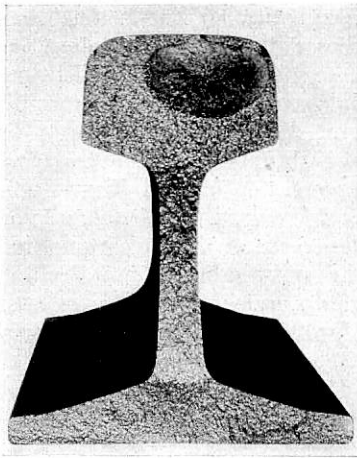


Abb. 2.

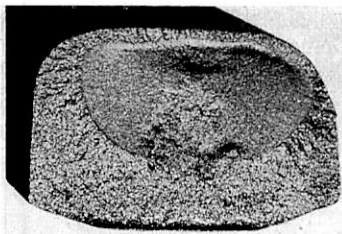


Abb. 3.

Nierenbrüche als Folge von inneren Querrissen.

Schienen ganz gering. Es ist mir auch kein Fall bekannt geworden, in dem bei harten Schienen ohne vorherige innere Ribbildung ein Bruch durch reine Kaltreckspannung des Betriebes eingetreten wäre. Daher geht es zu weit, wenn man wegen einzelner durch innere Risse hervorgerufener Nierenbrüche die harte Schiene als ungeeignet für den Eisenbahnbetrieb hinstellen wollte. Die untere Grenze, von der ab Nierenbrüche häufiger entstehen können, liegt nach unseren Erfahrungen etwa bei  $100 \text{ kg/mm}^2$  Zugfestigkeit, und zwar muß man die Schienen auf dem Querschnitt der Härteprüfung unterziehen und daraus die Zugfestigkeit errechnen. Die übliche Zerreißprobe führt leicht zu Täuschungen, weil bei diesem harten Werkstoff kleine Biegespannungen bei nicht ganz zentrischer Einspannung der Probe schon sehr mitwirken und zu niedrige Zugfestigkeit ergeben. Es liegt keine Veranlassung vor, die zulässige obere Festigkeit der Schienen schon auf  $90 \text{ kg/mm}^2$  zu begrenzen. Gerade bei Zugfestigkeiten um  $90 \text{ kg/mm}^2$  herum erreichen wir eine solche Steigerung der Verschleißfestigkeit als auch des Verformungswiderstandes, daß die kleinen Unterschiede, die man bei Schienen von 70 bis  $85 \text{ kg/mm}^2$  im Widerstand gegen Verformung und Verschleiß gelegentlich findet, ganz dagegen zurücktreten. Ich bin daher hinsichtlich der Verwendbarkeit härterer Schienen nicht so pessimistisch wie Spindel, und glaube,

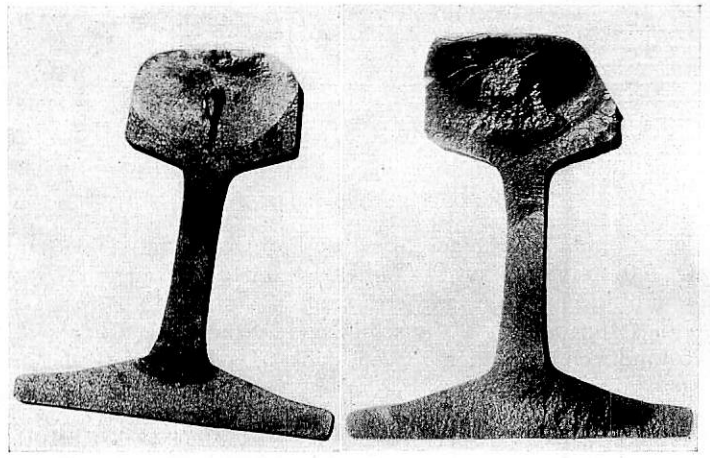


Abb. 4.

Abb. 5.

Nierenbrüche als Folge von inneren Querrissen.

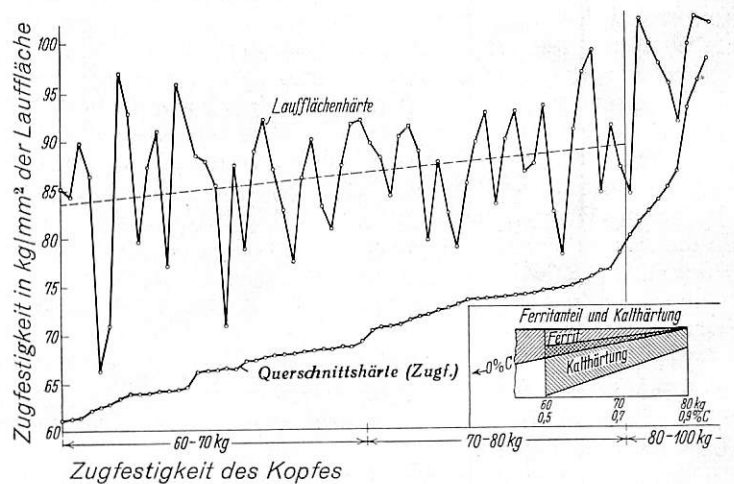


Abb. 6.

Verformung haben wir in der Laufflächenhärte der Schienen. In der Abb. 6 sind — nach steigender Querschnittshärte geordnet — die Laufflächenhärten einer Anzahl Schienen ermittelt und zusammengestellt. Ordinate und Abszisse enthalten allerdings nicht die Härte selbst, sondern die aus ihr errechnete Zugfestigkeit, da sich so ein besserer Vergleich

\*) Auf die Unterschiede in der Bruchgestaltung soll in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden.

mit den Spannungsbeträgen ergibt. Im Bereich zwischen 80 und 100 kg war leider die Zahl der geprüften Schienen nicht mehr so groß, so daß zwischen zwei Werten die Zugfestigkeit etwa 2 kg/mm<sup>2</sup> ansteigt, während sie unter 80 kg nur etwa 1/2 kg zwischen zwei Werten Anstieg hat. Trotzdem können wir ganz klar die Schlußfolgerung aus diesem Kurvenbild ziehen, daß die Aufhärtung der Schienen etwa im Mittel einer Zugfestigkeit von 95 kg/mm<sup>2</sup> zustrebt\*). Die Laufflächenhärtung zeigt uns also ganz von selber den Weg, den wir beschreiten müssen. Geben wir der Schiene von vornherein eine Härte bzw. Zugfestigkeit von 90 kg/mm<sup>2</sup>, so haben wir uns dem Endwert der Betriebslaufflächenhärtung so weit genähert, daß keine Veranlassung zu erheblicher Verformung vorliegt.

In unseren älteren Schienen, von denen eine große Zahl noch liegt, haben wir aber noch Härten bzw. Zugfestigkeiten um 70 kg herum, und man hat sich daher die Frage vorzulegen: Sind die Spannungen, die durch die Kalthärtung der Lauffläche entstehen, der Haltbarkeit dieser Schienen gefährlich? Spindel bejaht das. Er errechnet aus den Verlängerungen der abgeschnittenen 3 bis 4 mm dicken Streifen die Spannungszunahme zu etwa 20 kg/mm<sup>2</sup>. Diese Rechnung, die vermutlich ganz gut zutrifft, ergibt, daß die Spannungszunahme fast den gleichen Betrag erreicht, wie die Zunahme der Zugfestigkeit der Lauffläche, die ja wie die Spannung, die Folge der Kaltverformung ist. Herr Spindel ist der Ansicht, daß die Gesamtspannungen nunmehr die Dauerfestigkeit des Schienenwerkstoffes überschreiten und die Folge kleine Querrisse im Kopf mit den darauf folgenden unzulässig vielen Schienenbrüchen sind. Es wird hierbei übersehen, daß die Dauerfestigkeit der Schienen ebenfalls und zwar recht beträchtlich steigt, wie uns ja die Zugfestigkeitssteigerung der Lauffläche erweist. Bestehen doch sogar schon Patentanmeldungen, die die vorteilhafte Erhöhung der Dauerfestigkeit durch Kaltreckspannungen zum Gegenstand des Anspruchs haben. Wir kommen nun zum zweiten Kernpunkt der Schlußfolgerungen Spindels nämlich zum Schienenbruch selbst, der durch die Fahrspannungen hervorgerufen werden müßte und der hier natürlich auch ein Querbruch sein würde. Hier hat Spindel leider unterlassen, anzugeben, wie der Einriß am Kopf, den die Spannungen hervorrufen sollen, eigentlich aussieht und wo er liegt. Dem Sinne nach muß man aus seinen Ausführungen entnehmen, daß der Einriß innen erfolgt, so daß wir ein Bruchbild erhalten müßten, das ähnlich aussieht, wie die Abb. 3 bis 5. Derartige Brüche sind aber m. W. unzulässig viel in Europa — insbesondere bei weicheren Schienen — nicht vorgekommen. Es ist auch ganz unwahrscheinlich, daß im Innern des Kopfes die Kaltreckspannungen der Lauffläche etwa mit den Beträgen sich auswirken, die Spindel als Mittelwert an den abgeschnittenen Streifen erhält. Man könnte also Einrisse, die durch Spannungen hervorgerufen sind, nur an der Lauffläche selber suchen und hier müßten diese Einrisse, und zwar bei den weicheren Schienen besonders, im Bruchbild deutlich erkennbar sein. An sie müßte sich eine Dauerbruchzone anschließen und dann würde der Endbruch eintreten. Dieser Bruch, den es aber vermutlich nicht gibt, und den ich bisher noch nie gesehen habe, müßte etwa so aussehen, wie in den Abb. 7 und 8. Diese Brüche sind aber durch Ablätterungen hervorgerufen. An der Ungenauigkeit der Beschreibung des Bruchaussehens krankten leider alle Ausführungen, die sich mit der Wirkung von Kaltreckspannungen auf Schienenbrüche befassen. Man wird dringlich fordern müssen, daß alle diejenigen, die auch noch in Zukunft Spannungen und Schienenbruch in Verbindung bringen

\*) Der im Bilde rechts unten noch dargestellte Zusammenhang zwischen Ferritanteil und Kalthärtung der Lauffläche soll hier nicht besonders besprochen werden.

wollen, dem Bruchaussehen mehr Aufmerksamkeit schenken und es möglichst kennzeichnend festlegen, wenn sie nicht Gefahr laufen wollen, daß man ihre Beweisführungen ablehnt.

Noch eine andere, freilich erst neuerdings bekannt gewordene Feststellung verschiedener größerer Forschungsstellen, die sich auch voll mit unseren Versuchsergebnissen deckt, spricht gegen die Annahmen Spindels. Es hat sich nämlich bei Dauerschwingungsprüfungen herausgestellt, daß auch Spannungen im elastischen Gebiet ohne Kaltverformung nicht als ungünstig wirkende zusätzliche Belastung in Rechnung gesetzt werden können. Setzt man nämlich einen Prüfstab oder ein Modellstück unter Wechselbelastung und gibt ihm eine Vorspannung, so wird mit steigender Spannung die Dauerfestigkeit nicht niedriger, sondern höher. So z. B. stieg nach Versuchen von Dr. Ing. Buchholtz durch Vorspannung um 5 kg der Stäbe eines St 52 die Dauerfestigkeit von 27 auf 29 kg/mm<sup>2</sup>, bei Vorspannung von 20 kg/mm<sup>2</sup> auf 34 kg/mm<sup>2</sup>. Der verwendete St 52 wird etwa eine Zugfestigkeit von 58 kg/mm<sup>2</sup> gehabt haben, ist also einem weicheren Schienenwerkstoff sehr ähnlich, so daß die Ergebnisse sich



Abb. 7.



Abb. 8.

unbedenklich übertragen lassen, denn diesen Zustand von elastischer Spannung haben wir im Übergang von der kaltverformten Zone zum Kopfinnenen.

Wir sehen demnach, daß in ihrem wesentlichsten Punkte die Schlußfolgerungen Spindels irrig sind. Vorhandene Spannungen addieren sich nicht einfach der vorhandenen Belastung, sondern sie fügen sich in sie derart ein, daß die Wechsel der Schwingungsbelastung vom Werkstoff leichter ertragen werden und daß seine Dauerfestigkeit steigt. Außerdem erhöht die Kaltverformung an sich noch die Dauerfestigkeit.

Es ist nun noch ein Wort zu sagen zu der Frage ob man auf einer Verschleißprüfmaschine nach Bauart Spindel die Neigung des Werkstoffes, sich frühzeitig und stark zu verformen, nachweisen kann.

Spindel hat mit Recht einen sehr kennzeichnenden Fall herangezogen. Eine Schiene, die er mit starker Verformung am Kopf im Betrieb ausgeschieden hatte, ergab auch bei Nachprüfungen auf unserer Spindel-MAN-Abnutzungsprüfmaschine nur eine Verschleißfestigkeit von 3 bis 4, also einen sehr niedrigen Wert. Die Übereinstimmung von Laboratorium und Verhalten im Betrieb war also da. Leider aber wiederholten sich gleich günstige Ergebnisse bei uns nicht mehr, weder bei der Radreifen- noch bei der Schienenprüfung und Spindel hat auch in seiner Veröffentlichung keinen Sachverständigen nennen können, der mehrfach ähnlich günstige Ergebnisse erhalten und veröffentlicht hätte, wie er

selber, obwohl doch mit seiner Maschine schon an vielen Orten seit etwa 10 Jahren gearbeitet wird. Einen besonders interessanten Fall möchte ich nachstehend noch zur Kenntnis geben, in dem sich eine außergewöhnlich stark verformte Schiene auf der Spindel-Maschine bei der Nachprüfung als normal erwies und Werte von 7 bis 9 an Verschleißfestigkeit ergab. Die nebenstehende Abb. 9 gibt den Grad der Verformung an. Die Härte im Kopf betrug etwa im Mittel  $66 \text{ kg/mm}^2$ , bei Zerreißversuchen, mehr aus dem äußeren Teil, ergab sich: Zugfestigkeit  $62 \text{ kg/mm}^2$  bei  $34,5 \text{ kg/mm}^2$  Streckgrenze. Die mit

gewonnenen Verschleißfestigkeitswerte sind nachstehend vermerkt. Längs seitlich am Schienenkopf 9,2; 8,9; 8,9; 8,8 quer, am Schnitt durch den Kopf 9,4; 10,4; 8,3; 7,5. Die chemische Zusammensetzung dieser Schiene war 0,40% C, 0,11% Si, 0,78% Mn, 0,04% P und 0,06% S.

An sich sind Verformungen am normalen Schienenprofil bei uns in Deutschland selten und es zeigten sich bei Untersuchungen solcher verformten Schienen, wie Spindel auch beobachtete, niemals außergewöhnliche Werkstoffeigenschaften. Das Einzige, was wir dabei und auch in diesem Falle feststellen konnten, war die etwas veränderte Lage der Entmischungzone, die hier mehr im Innern des Schienenkopfes liegt, und die von einer etwas breiten weicheren Zone umgeben ist, die aber wie vordem bemerkt, auch noch über  $60 \text{ kg/mm}^2$  Zugfestigkeit bei normaler Streckgrenze hat. Vermutlich haben also außergewöhnliche Betriebsverhältnisse solche Verformungen herbeigeführt und nach meinen bisherigen Erfahrungen fürchte ich daher, daß der Versuch, nun eine etwaige Neigung der Schiene zur Verformung im Werkstoff zu finden und sie an Laboratoriumsproben zu ermitteln, nicht zum Ziele führen wird.

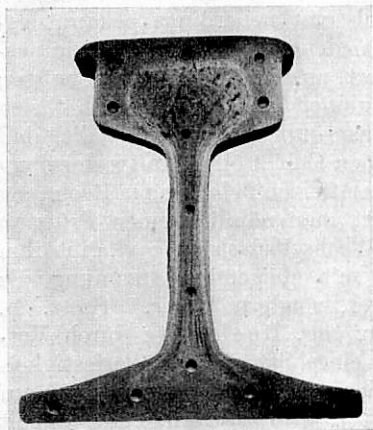


Abb. 9.

5 kg Belastung in der üblichen Weise quer und längs

## Maschinelle Erneuerung der Gleisbettung, Verfahren Neddermeyer.

Von Reichsbahnoberrat Stübel, RBD. Kassel.

Im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. (Heft 20, 1928 und Heft 5, 1929) habe ich das Gleisumbauverfahren Neddermeyer, bei dem nach Abb. 1 Portalkräne auf seitlich ausgelegten Hilfsschienen zum Aufnehmen und Verlegen ganzer Gleisjoche verwendet werden, eingehend behandelt. Daraus sei wiederholt, daß die maschinelle Gleiserneuerung nach Neddermeyer 24% weniger Arbeitsstunden erfordert als die Ausführung von Hand. Dagegen ist bei der gleichzeitigen Bettungs-erneuerung (reine Handarbeit) kein nennenswerter Unterschied im Arbeitsstundenaufwand aufgetreten.

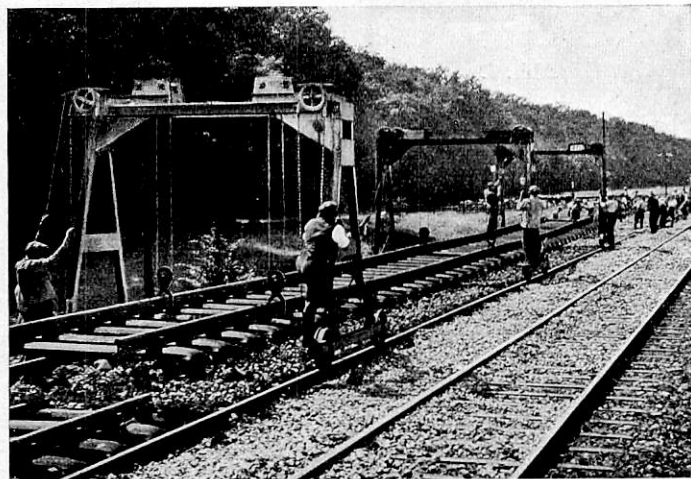


Abb. 1.

Verlegen eines 30 m Joches mit Portalkränen.

Es lag daher nahe, noch anzustreben, durch maschinelle Hilfsmittel auch die Bettungsbearbeitung wirtschaftlicher zu gestalten. Dabei soll auch danach getrachtet werden, den Arbeitern die besonders schwere Arbeit des Aufhackens der verkrusteten Bettung und ihre Weiterbearbeitung, die sich oft in der Sonnenhitze abspielt, erheblich zu erleichtern.

Anregungen des Verfassers folgend hat Regierungsbaumeister a. D. Neddermeyer nach mehrjährigen Versuchen nunmehr eine profilmfrei arbeitende einwandfreie Bettungsreinigungsmaschine herausgebracht. Sie ist seit Ende April 1932 nach-

einander auf drei verschiedenen Hauptstrecken eingesetzt worden, bei denen Gleiserneuerung mit gleichzeitiger Bettungs-erneuerung auszuführen war. Insgesamt sind im Jahre 1932 13 km Gleisbettung mit dieser Maschine bearbeitet worden.

Zur Verdichtung der Gleisbettung wurde die Gleisbettungswalze System Kassel verwendet.

### A. Die Maschinen.

#### I. Die Bettungsaufreiß- und Reinigungsmaschine Neddermeyer (Abb. 2). DRP. und Auslandspatente.

Die eigentliche Bettungsreinigungsmaschine ruht auf einem kräftigen, vorn mit Zähnen versehenen Untergestell, das auf

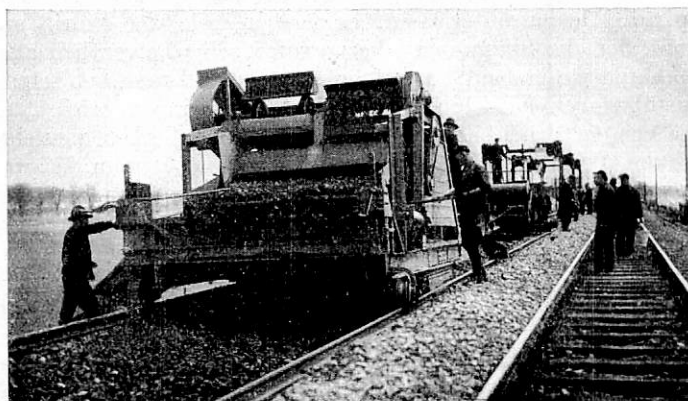


Abb. 2.

Bettungsaufreiß- und Reinigungsmaschine Neddermeyer.

einer Breite von 2,90 m die Bettung nach Fortnahme des Gleisgestänges aufreißt, so daß diese im gelockerten Zustand der Förderanlage der Reinigungsmaschine zugeführt wird. Hauptteile der Maschine sind: Die Förderanlage, das breite Rüttelsieb und das Querförderband. Der gelockerte Bettungsstoff wird durch zwei nebeneinanderliegende, breite Becherwerke dem Rüttelsieb zugeführt. Der brauchbare Gleis-schotter rollt über das Rüttelsieb hinweg und fällt auf die von der Maschine geebnete und verdichtete Bahnkrone, während die durch das Sieb gefallenen unbrauchbaren Bettungs-



rückstände von dem Querförderband auf das Seitenbankett ausgeworfen werden. An beiden Längsträgern der Aufreiß- und Reinigungsmaschine sind je zwei voneinander unabhängige Hubspindeln angeordnet, die mit Laufrädern versehen sind. Hierdurch wird die Fortbewegung des Gerätes in richtiger Höhe auf Lehrschienen ermöglicht und so der Bettungsaufreiß- und Reinigungsmaschine die jeweils gewünschte Tiefeneinstellung sowie die Herstellung der richtigen Querneigung sicher vorgeschrieben. Durch eine Steuervorrichtung, die leicht von dem Führerstand der Maschine aus zu bedienen ist, wird dafür gesorgt, daß auch in Gleisbogen die Maschine in der Richtung der Gleisachse fortbewegt wird.

Die Förder-, Sieb- und Querförderanlage wird von einem 30 PS-Rohölmotor angetrieben.

Die Fortbewegung der Maschine erfordert eine erhebliche Zugkraft. Diese wird aufgebracht durch eine starke, von einem 40 PS-Motor betriebene Winde und einen zwischen Bettungsreinigungsmaschine und Winde eingeschalteten mehrteiligen Flaschenzug.

Die normalspurig fahrbare Winde (Abb. 3) fährt mit eigener Kraft zur Umbaustelle und wird hier auf starke Radsätze gesetzt, die die Spurweite der Lehrschienen haben.

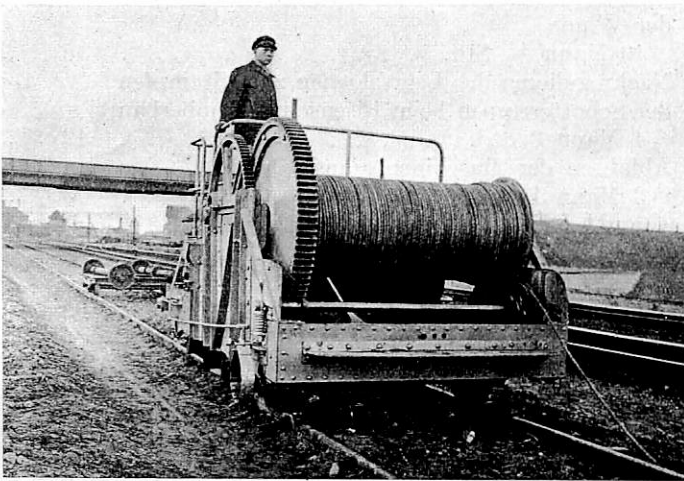


Abb. 3. Motorwinde zum Durchziehen der Bettungsaufreiß- und Reinigungsmaschine.

Diese breitspurigen Radsätze ermöglichen es, daß die Winde auf den Lehrschienen über das vom Gestänge freigemachte Gleisbett abschnittsweise vorfährt. Da die Winde für die hohe Zugkraft durch ihr Eigengewicht allein nicht den nötigen Widerstand bietet, hat sie an dem Vorderteil noch eine Vorrichtung zum Verankern an dem noch liegenden Gleisstück.

## II. Die Gleisbettungswalze System Kassel (Abb. 4).

Die nach den Angaben des Verfassers von der Firma Karl Kaelble in Backnang (Württ.) erstmalig 1926 hergestellte Bettungswalze auf Schienenrädern gibt die Möglichkeit, auch auf verkehrsreichen Eisenbahnlinien beim Gleisumbau in Sperrpausen von wenigen Stunden die Gleisbettung lagenweise maschinell zu verdichten.

Die zuerst gelieferte Motor-Tandemwalze ist so eingerichtet, daß auf die beiderseits verlängerte Achsen der Walzenräder Spurkranzräder leicht aufgesteckt und rasch wieder abgestreift werden können. Die Walze kann also mit eigener Kraft auf dem Gleis in der Sperrpause zur Umbaustelle befördert werden. Dort fährt sie auf das vorbereitete Schotterbett über eine schiefe Ebene ein, die von zwei Holzbalken gebildet wird. Die Spurkranzräder können dabei nacheinander bei schwebender Lage der jeweiligen Achse leicht und schnell abgenommen werden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXX. Band. 13. Heft 1933.

Später wurde der Dreirad-Motorwalze ihrer größeren Standsicherheit wegen der Vorzug gegeben (Abb. 5). Bei dieser mußte am hinteren Walzengestell eine besondere Achse für die Spurkranzräder angebracht werden, weil die beiden hinteren Walzenräder zu weit ausladen. Das Dienstgewicht der Dreiradwalze beträgt 7,3 t. Es verteilt sich zu  $\frac{2}{5}$  auf das

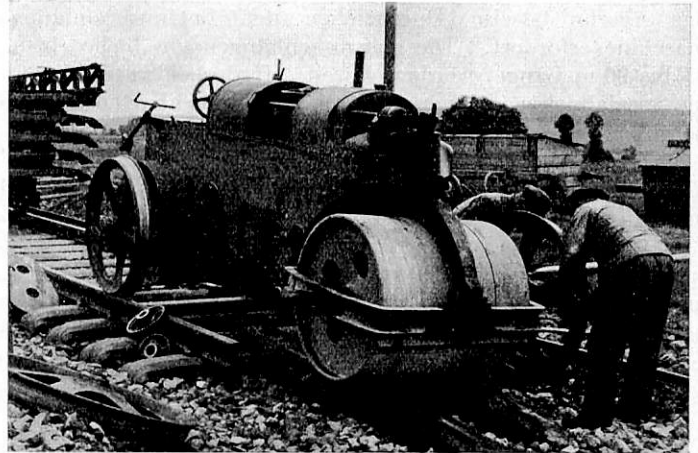


Abb. 4. Erste Gleisbettungswalze auf Schienenrädern (System Kassel) beim Einsetzen.

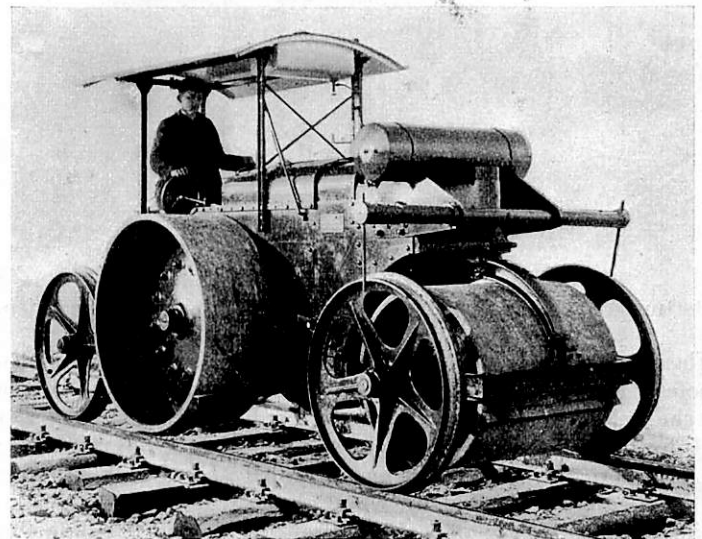


Abb. 5. Dreiradwalze auf Schienenrädern.

vordere Laufrad und zu  $\frac{3}{5}$  auf die beiden Hinterräder. Der Druck auf 1 cm Walzenringbreite beträgt 29 kg bei dem vorderen Laufrad und 44 kg bei den Hinterrädern. Der Diesel-4-Taktmotor ist von der Firma Kaelble selbst hergestellt und leistet 12 PS bei 800 Umdrehungen/Min. Er wird mit Druckluft angelassen, die von ihm selbst erzeugt und in einen Behälter aufgespeichert wird. Dadurch erübrigt sich das schwierige Ankurbeln des Motors von Hand, wozu 2 bis 3 Mann nötig wären. Für die Vor- und Rückwärtsfahrt sind je drei Gänge vorhanden. Die entsprechenden Geschwindigkeiten sind beim Walzen 1,5; 3; 4,5 km/h und bei der Schienenfahrt 7,5; 15; 23 km/h. Die verschiedenen Geschwindigkeiten beim Walzen und bei der Schienenfahrt werden durch auswechselbare Übersetzungsräder erreicht, die zwischen Motor und Getriebe eingeschaltet werden.

## B. Arbeitsweise.

Vor Beginn der Gleisumbauarbeiten werden die zum Aufnehmen der alten Gleisjoche erforderlichen Portalkräne auf

die freie Strecke gebracht und dort profilmäßig an der Böschung bereitgestellt. Nach Sperrung des Umbaugleises beginnt sofort das Aufnehmen der alten Gleisjoche. Um unnötige Zeitverluste durch Aufnehmen und Verladen von Einzeljochen zu vermeiden und so schnell wie möglich freies Arbeitsfeld für die Bettungsreinigungsmaschine zu schaffen, werden zusammenhängende Gleisjoche in solchen Längen aufgenommen wie sie das abschnittsweise Durchziehen der Bettungsreinigungsmaschine erfordert. Die zusammenhängenden Joche (bisher 45 bis 90 m Länge) werden, soweit erforderlich unterteilt, auf die Spezialkleinwagen verladen und zum benachbarten Bahnhof befördert, wo sie zerlegt werden.

Unterdessen sind auch die Winde, die auf zwei Spezialkleinwagen verladene Bettungsreinigungsmaschine (vergl. Abb. 6) und die Motorwalze vom Montagebahnhof auf der Umbaustelle eingetroffen. Die Winde erhält nunmehr die breitspurigen Radsätze und fährt auf den Lehrschienen, die bereits im Voraus in größerer Länge verlegt wurden, über das Gleisbett um 90 m vor. Sie wird dann an dem liegengelassenen Gleisgestänge verankert und zieht die noch nicht ausgezogene

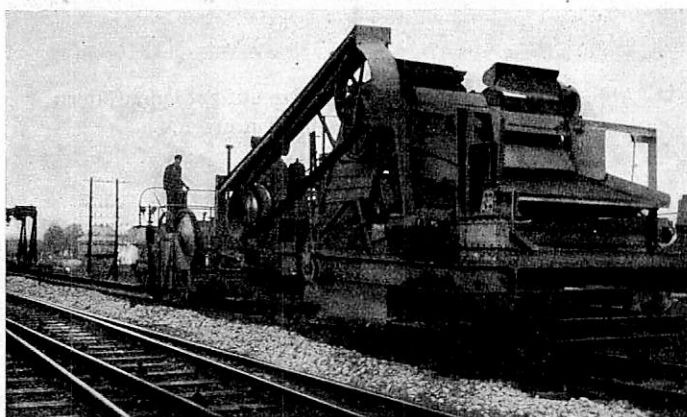


Abb. 6.

Bettungsreinigungsmaschine, auf zwei Spezialkleinwagen verladen.

Flasche des Flaschenzuges vor, um diese an der Winde zu befestigen. Zugleich wird die Bettungsreinigungsmaschine in Arbeitsstellung gebracht. Dazu werden zunächst die vier Hubspindeln soweit heruntergeschraubt, daß sie mit ihren Laufrädern auf den Lehrschienen aufsitzen. Durch weiteres Drehen der Hubspindeln wird alsdann die Maschine um einige Zentimeter gehoben, wodurch die beiden Spezialkleinwagen frei werden und herausgenommen werden können. Die Bettungsreinigungsmaschine wird alsdann auf den Lehrschienen um etwa 5 m vorgezogen und durch Zurückdrehen der Hubspindeln in das zuvor auf etwa 3 m Länge von Hand ausgekofferte Schotterbett auf die vorschriftsmäßige Tiefe abgesenkt, worauf das Durchziehen durch das Schotterbett beginnt. Hinter der Bettungsaufreiß- und Reinigungsmaschine folgt unmittelbar die Gleisbettungswalze, die zunächst die zurückgewonnene alte Bettung als untere und alsdann die neueingebrachte Bettung als zweite Lage verdichtet. Wenn der erste Bettungsabschnitt gereinigt ist, wird die Verankerung der Winde gelöst und die Portalkräne beginnen im zweiten Abschnitt die alten Joche aufzunehmen und abzufahren. Alsdann fährt die Winde 90 m weiter vor und wird wieder an dem liegengelassenen Gleis verankert, worauf die Bettungsreinigung und das Abwalzen der Gleisbettung sich wiederholt.

**C. Wirtschaftliche Vorteile der Maschinenarbeit beim Auskoffern.**

Die Kosten für die Verdichtung der Bettung können außer Betracht bleiben, da sie für Maschinen- und Handarbeit gleich hoch sind.

**I. Aufwand an Arbeitsstunden**

für 1 m Gleis bei maschineller Auskoffierung: Sperrpause von 6 bis 7 Std.; durchschnittlich täglich 270 m. Es ist der Querschnitt einer zweigleisigen Hauptbahn ohne Mittelbankett mit einer Tiefe der alten Bettung von 0,35 m zugrunde gelegt. Die Bettung sei verkrustet, aber ohne nennenswerte Packlageschichten.

a) Vorbereitende Arbeiten

- 1. Fertigmachen der Maschinen und Anfahrt  
4 Mann 1 1/2 Std. . . . . 6 Std.
- 2. 3 m Auskoffern und Aufnehmen einer Schienenlänge von Hand  
8 Mann 0,8 Std. . . . . 6,4 „
- 3. Einsetzen der Bettungsreinigungsmaschine und der Winde  
8 Mann 1/2 Std. . . . . 4 „

b) Bettungsreinigungsarbeiten

- Durchziehen der Bettungsreinigungsmaschine in drei Abschnitten von je 90 m  
6 Mann je 1 1/2 Std. für 90 m, also für 270 m 27 „

c) Abschlußarbeiten

- 1. Aussetzen der Bettungsreinigungsmaschine und der Winde  
10 Mann 1/2 Std. . . . . 5 „
- 2. Nachregulieren der Lehrschienen zum Stampfen der Schotterrippen beim Eisenschwellenoberbau  
4 Mann 3 Std. . . . . 12 „
- 3. Abfahren der Maschinen zum Bahnhof  
3 Mann 1 Std. . . . . 3 „

63,4 Std.

Es entfallen demnach auf 1 m Bettungsreinigung:  $\frac{63,4}{270}$  . . . . . 0,23 Std.

Hierzu kommen noch:

- 1. Aufwand für das Nachfüllen neuen Gleisschotters für 1 m . . . . . 0,15 „
- 2. Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung der Maschine. Bei 40 km Jahresleistung, 5% Verzinsung, 15% Tilgung und 5% Unterhaltungskosten berechnen sich die Kosten, wenn für die Bettungsreinigungsmaschine, die Winde und sonstige Zubehörteile  $R.M. 60000$ , — angesetzt werden, zu  $\frac{60000 \times 25}{100 \times 40000} = 0,38 R.M./m$ . In Arbeitsstunden umgerechnet . . . . . 0,45 „  
(Die Arbeitsstunde zu  $0,60 R.M. + 40\% = 0,84 R.M.$  angenommen.)
- 3. Betriebsstoffe. Kosten:  $20,- R.M.$  für einen Arbeitstag. Umgerechnet in Arbeitsstunden  $\frac{20}{270 \times 0,84} =$  . . . . . 0,09 „

Mithin: Gesamtaufwand an Arbeitsstunden für 1 m maschinelle Auskoffierung . . . . . 0,92 Std.

**II. Aufwand an Arbeitsstunden**

für 1 m Auskoffierung von Hand unter Ergänzung des fehlenden Steinschlages bis Unterkante Schwelle.

Nach den Erfahrungssätzen im Bezirk der RBD. Kassel werden bei gleichen Verhältnissen 2,20 Std./m aufgewendet. Diese Zahl gilt für den Gesamtquerschnitt. Da aber die Bettungsreinigungsmaschine die Bettung nur auf 2,90 m Breite bearbeitet, sind zum Vergleich nur anzusetzen 1,95 Std.

Hierzu kommt Verschleiß an Hacken und Gabeln 0,05 „  
Mithin: Gesamtaufwand an Arbeitsstunden für 1 m Auskoffierung von Hand . . . . . 2,00 Std.

### III. Unterschiedlicher Anfall von Gleisschotter und Schmutzkies bei der Auskoffierung von Hand und durch Maschine.

Um statt unsicherer Schätzungen für die Ausbeute an Steinschlag zuverlässige Werte zu erhalten, wurde im Bezirk der R.B.D. Kassel von verschiedenen Baustellen Schmutzkies, der bei Handauskoffierung angefallen war, in der Bettungsreinigungsmaschine gereinigt. Dabei konnten 38 bis 45% brauchbarer Gleisschotter zurückgewonnen werden. Der Einfachheit halber soll im folgenden mit 40% gerechnet werden.

Zur Berechnung des unterschiedlichen Massenarfs wurde wieder ein Querschnitt der alten Bettung von 2,90 m Breite und 0,35 m Auskoffertiefe zugrunde gelegt. Der Rückgewinn an Gleisschotter bei der Handauskoffierung ist mit 30% angenommen. Die Bettung vor den Schwellenköpfen ist, weil in beiden Fällen von Hand ausgekoffert, unberücksichtigt geblieben.

Es fallen 1,02 m<sup>3</sup> an, aufgelockert 1,27 m<sup>3</sup>. Davon verbleiben bei der Handauskoffierung 30% = 0,381 m<sup>3</sup> im Gleisbett, während 0,889 m<sup>3</sup> als Schmutzkies ausgeworfen und durch neuen Gleisschotter ersetzt werden müssen.

Wird die Bettung aber mit der Maschine gereinigt, so werden auf 1 m nur 60% von 0,889 m<sup>3</sup> = 0,533 m<sup>3</sup> Schmutzkiesmassen ausgeworfen, dagegen 0,737 m<sup>3</sup> Gleisschotter aus der alten Bettung zurückgewonnen.

### IV. Gegenüberstellung der Kosten bei Hand- und Maschinenarbeit.

	Hand <i>R.M.</i>	Maschine <i>R.M.</i>
<b>1. Aufwand an Arbeitsstunden für Auskoffierung, umgerechnet in <i>R.M.</i></b>		
Hand . . . . .	2,00 × 0,84 <i>R.M.</i>	1,68
Maschine . . . . .	0,92 × 0,84 „	0,77
<b>2. Auf- und Abladen von Schmutzkies.</b>		
Hand . . . . .	0,889 m <sup>3</sup> × 2,00 <i>R.M.</i>	1,78
Maschine . . . . .	0,533 m <sup>3</sup> × 2,00 „	1,07
<b>3. Abladen von Gleisschotter</b> (je zur Hälfte aus Arbeitswagen und aus Selbstentladern). $\frac{0,40 + 0,10}{2} = 0,25 \text{ R.M.$		
Hand . . . . .	1,334 t × 0,25 <i>R.M.</i>	0,33
Maschine . . . . .	0,800 t × 0,25 „	0,20
<b>4. Zukauf von neuem Gleisschotter frei Bahnwagen Abgangsstation.</b>		
Hand . . . . .	1,334 t × 3,75 <i>R.M.</i>	5,00
Maschine . . . . .	0,800 t × 3,75 „	3,00
<b>5. Frachtaufwand bei 100 km Anfahrweg</b> (0,01 <i>R.M.</i> für 1 t km).		
Hand . . . . .	1,334 t × 1,00 <i>R.M.</i>	1,33
Maschine . . . . .	0,800 t × 1,00 „	0,80
<b>6. Kostenaufwand für den Arbeitszug-Betrieb.</b>		
a) Beim Bodenladen.		
Je Tag 1 Lokomotive mit 120.— <i>R.M.</i> Ladeleistung 120 m <sup>3</sup> . Mithin 1 m <sup>3</sup> = 1,00 <i>R.M.</i>		
Hand . . . . .	0,889 m <sup>3</sup> × 1,00 <i>R.M.</i>	0,89
Maschine . . . . .	0,533 m <sup>3</sup> × 1,00 „	0,53
b) Beim Gleisschotterentladen.		
Je Tag 5 Lokomotivstunden, Ablademenge von 300 t. Mithin 1 t = 0,20 <i>R.M.</i>		
Hand . . . . .	1,334 t × 0,20 <i>R.M.</i>	0,27
Maschine . . . . .	0,800 t × 0,20 „	0,16
Mithin Gesamtkosten . . . . .	11,28	6,53
also Ersparnis bei Maschinenarbeit 4,75 <i>R.M.</i> /m Gleis.		

### D. Sonstige Vorteile der Maschinenarbeit gegenüber der Handarbeit bei der Auskoffierung der Gleisbettung.

#### I. Leistungen.

R.B.D. Kassel bevorzugt bei Gleiserneuerungs- und Bettungsarbeiten Sperrpausen von 6 bis 7 Std., statt vollständiger Gleissperrung. Diese Annahme liegt den Ausführungen unter B und C zugrunde. Schon bei den ersten Versuchen war es möglich, täglich in etwa 3 Std. durchschnittlich 270 m Bettung auszukoffern und zu reinigen.

Mittlerweile ist das Drahtseil zwischen Bettungsreinigungsmaschine und Winde wesentlich verlängert worden, so daß jetzt in Abschnitten bis zu 150 m gearbeitet werden kann. Dadurch werden in Sperrpausen von 6 bis 7 Std. 400 m Umbaulänge erreichbar sein.

Wird das Umbaugleis durchgehend gesperrt, so sind die täglichen Leistungen der Bettungsreinigungsmaschine natürlich erheblich höher. Im Bezirk der R.B.D. Kassel sind auf zwei Streckenabschnitten, in denen die Bettung verkrustet und teilweise mit Packlage durchsetzt war, in achtstündiger Arbeitszeit Längen bis zu 660 m täglich mit der Maschine ausgekoffert worden.

#### II. Güte der Arbeit.

Bei der Auskoffierung von Hand ist trotz gewissenhafter Aufsicht nicht immer erreichbar, daß diese Arbeit vorschriftsmäßig und sauber ausgeführt wird. Der Bettungsstoff wird zuweilen nicht ausreichend durchgegabelt, die Ausräumung läßt auch oft zu wünschen übrig und die Bahnkrone wird nicht einheitlich genug in vorgeschriebenem Gefälle abgeglichen. Die Bahnkrone kann nicht durch Abwalzen verdichtet werden, es sei denn, daß die ganze Bettung unter erheblichen Kosten zunächst ausgebaut und der noch brauchbare Schotter dann wieder eingebracht wird.

Bei Verwendung der Bettungsreinigungsmaschine wird die Unterbaukrone dadurch in der vorgeschriebenen Tiefe und Neigung sicher hergestellt, daß die Maschine auf seitlichen Hilfsschienen fortbewegt wird, die der Höhe nach der neuen Gleislage entsprechen. Auch bei stark verkrusteter Bettung wird durch das lebhaft Durcharbeiten der noch brauchbare Steinschlag vom Schmutzkies sicher getrennt: durch gewaltsames Loslösen der Bettungs- und Bodenmassen mittels der Aufreißglieder, durch Rütteln und Schütteln der Massen im Becherwerke, durch das Aufschlagen der Massen auf das Rüttelsieb sowie durch das Absieben. Das Verdichten der Bahnkrone wird bei der Maschinenarbeit durch einen Abstreifer und eine Walze gewährleistet, die hinter den Aufreißgliedern angeordnet sind.

#### III. Abkürzung der Gesamtbauzeit.

Die größeren Tagesleistungen der Maschinen, namentlich der Bettungsreinigungsmaschine, mindern die Störungen des Betriebes wesentlich herab.

#### IV. Schonung der menschlichen Arbeitskräfte.

Bei der Handauskoffierung muß dieselbe Arbeitergruppe nacheinander folgende körperlich sehr anstrengenden Arbeiten ausführen: Das alte Gleis aufnehmen, Schwellen und Schienen beiseitelegen, die verkrustete Bettung durchhacken und ausgabeln, den fehlenden Steinschlag ersetzen, die neuen Schienen und Schwellen heranbringen, das Gleis zusammenbauen und verfüllen.

Die schon bei den ersten Arbeiten eintretende Ermüdung drückt auf die nachfolgenden Leistungen, und setzt ihren wirtschaftlichen Wirkungsgrad herab. Durch die Maschinenarbeit wird dagegen eine bessere Arbeitsteilung erzielt. Den Arbeitern werden die schweren körperlichen Arbeiten abgenommen, die noch verbleibenden Arbeiten können ohne

große körperliche Inanspruchnahme mit frischen Kräften ausgeführt werden.

**E. Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.**

Wenn auch durch die Maschinenarbeit ein gewisser Anteil an Arbeitskräften erspart wird, so darf daraus keineswegs gefolgert werden, daß die Zahl der Erwerbslosen erhöht wird. Einmal schafft der Bau der Maschinen neue Arbeit. Zum

anderen spart die Verwaltung durch die Bettungsreinigungsmaschine so erhebliche Mittel, daß sie dafür wieder in größerem Ausmaße Arbeitsgelegenheit schaffen kann. Solche Arbeitsgelegenheit bietet sich unter weit günstigeren Arbeitsverhältnissen ohne weiteres in der sonstigen Bahnunterhaltung, bei der durch die fortwährende Steigerung der Fahrgeschwindigkeit der Züge und die Erhöhung der Achslasten eine vermehrte Gleispflege trotz schwieriger Finanzlage unbedingt erforderlich wird.

**Ist das Doppel-Rüping-Verfahren für die Tränkung von Buchenholz genügend?**

Von Reichsbahnoberrat **Friedrich Kröh.**

Der Verfasser des unter dieser Überschrift im Org. Fortsch. Eisenbahnwes., Heft Nr. 17 vom 1. September 1931 erschienenen Aufsatzes, Ing. I. AE. van der Ploeg, Vorstand der Werkstätte und Lagerplätze von Oberbaumaterial der Niederländischen Eisenbahnen, bezweifelt nach den in Holland gemachten Erfahrungen, daß das in Deutschland seit mehr als 20 Jahren bei der Buchentränkung ausgeführte Doppel-Rüping-Verfahren ausreicht, um eine befriedigende Ölverteilung in den Schwellen zu bewirken. Es ist daher von ihm untersucht worden, ob es möglich ist, das übliche Doppelverfahren durch ein Dreifach-Rüping-Verfahren mit ein-, zwei- und dreistündiger Öldruckdauer zu verbessern.

Die beschriebenen, mit dem dreifachen Verfahren erzielten Versuchsergebnisse, die sich leider nur auf zwei Schwellen beziehen, sollen an anderer Stelle erörtert werden. Angesichts der großen Bedeutung der angeschnittenen Frage für die Deutsche Reichsbahn, bei der fortlaufend große Mengen Buchenschwellen nach dem Doppel-Rüping-Verfahren getränkt werden, erschienen die gegebenen Anregungen und Versuche doch so beachtlich, daß es geboten war, durch weitere Versuche auf breiterer Grundlage nachzuprüfen, ob der gezeigte Weg als gangbar und die Versuchsergebnisse als stichhaltig angesprochen werden können.

Um klarer zu erkennen, ob der Vorschlag van der Ploeg, die Anzahl der Einzeldruckbehandlungen zu erhöhen, Verbesserungen bringt, war es angezeigt, in einigen Fällen auf dem von ihm gewiesenen Wege noch über seinen Vorschlag hinauszugehen und ein fünffaches Verfahren zu erproben, das heißt, die Einzelphasen: Preßluft, Öldruck, Luftleere in dieser Reihenfolge fünfmal hintereinander anzuwenden. Mit den so behandelten Versuchsschwellen wurden nunmehr solche verglichen, bei denen nach dem Doppel-Rüping-Verfahren in der üblichen Ausführung die Aufnahme an Steinkohlenteeröl von 145 bis auf etwa 200 kg/m<sup>3</sup> gesteigert wurde. Bei sonst gleicher Güte und bei gleichen Kosten wird dem Tränkverfahren der Vorrang einzuräumen sein, das den Schwellen ein Mehr an Schutzstoff gegen Fäulnis mitgibt.

Bei den Versuchen war im übrigen darauf zu achten, daß stets nur Schwellen von ungefähr gleicher Aufnahme verglichen werden dürfen. Offenbar hat van der Ploeg die bei seinen Versuchen erzielte starke Mehraufnahme an Tränkungsöl beim Vergleich nicht berücksichtigt.

Um von Zufälligkeiten möglichst unabhängig zu sein, die erfahrungsgemäß bei der Tränkung von Holz eine große Rolle spielen, war es notwendig, die Versuche nicht zu eng zu begrenzen.

Es wurden insgesamt 114 Schwellen in 19 Versuchsreihen getränkt und vor und nach der Tränkung gewogen. Auf die Beschreibung einiger Abwandlungen des Doppel-Rüping-Verfahrens, die in das Versuchsprogramm einbezogen wurden, soll hier verzichtet werden, weil besonders bemerkenswerte Ergebnisse nicht erzielt werden konnten. Die Erörterung soll vielmehr lediglich auf vier im Zusammenhang mit den van der Ploegschen Anregungen in erster Linie interessierende Versuchsreihen beschränkt werden, über deren Ausführung

die in Abb. 1 beigegebenen Tränkungsdiagramme Auskunft geben.

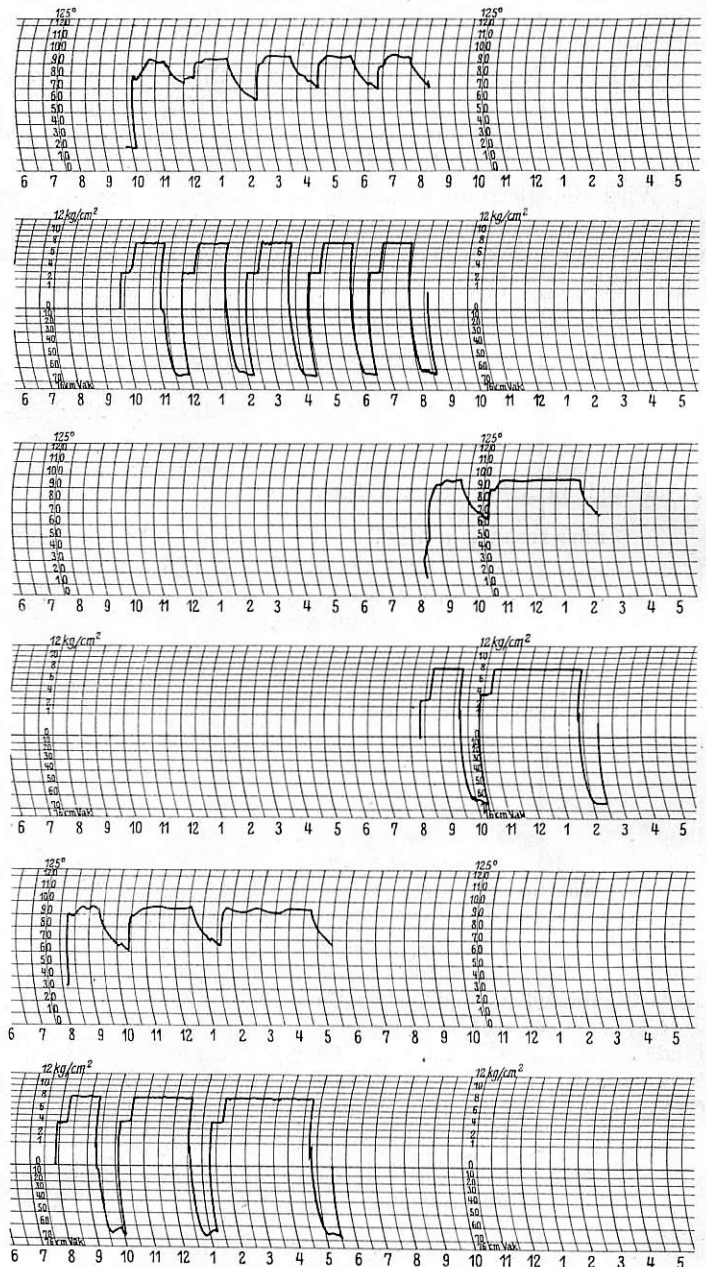


Abb. 1. Temperatur- und Druckdiagramme.

- 1. Doppel-Rüping-Versuchstränkung . . . . . 12 Schwellen
- 2. Doppel-Rüping-Betriebstränkung . . . . . 6 „
- 3. Dreifach-Rüping-Tränkung nach van der Ploeg . . . . . 12 „
- 4. Fünffach-Tränkung . . . . . 12 „

Als Versuchsschwellen wurden möglichst rotkernfreie Schwellen aus den Reichsbahnbeständen ausgewählt. Um die Vergleichsfähigkeit der Versuche nach Möglichkeit zu wahren, mußte Wert darauf gelegt werden, ungefähr gleichaltriges Holz zu verwenden. Die Versuche wurden daher zu je einem Drittel mit ein-, zwei- und dreistielligen Schwellen durchgeführt.

Für die Versuche stand der Versuchsraum der Tränk-anstalt in Stendal zur Verfügung. Der dortige Versuchszylinder faßt sechs Schwellen, von denen immer je zwei Stück aus ein-, zwei- und dreistieligem Holz bestanden. Die Versuchsschwellen sind fortlaufend genummert und durch die jeder Nummer beigegebene Kennziffer 1, 2, 3 als ein-, zwei- oder dreistiellige Schwellen gekennzeichnet.

Nach der Tränkung lagerten die Versuchsschwellen zunächst einige Wochen. Sie wurden sodann, um die Güte der Durchtränkung festzustellen, sowohl in der Mitte wie an einem Schienenaufleger senkrecht zur Faserrichtung zerschnitten und unmittelbar anschließend bewertet. An den beiden Querschnitten ist die Verteilung des Steinkohlenteeröles in den Schwellen recht gut zu erkennen. Auf Längsschnitte wurde daher verzichtet.

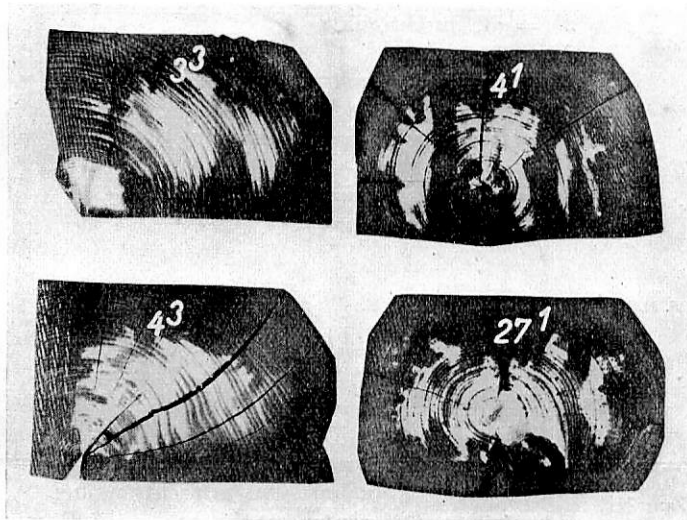


Abb. 2.

In den gebildeten Güteklassen 1, 1,5, 2 usw. bis 5 (vergl. Tabelle) bedeutet die Ziffer 3, daß die Schwellen noch als genügend durchtränkt anzusprechen sind, die Ziffer 3,5, daß die Durchtränkung nicht mehr in allen Teilen befriedigt.

Trotz sorgfältiger Auswahl von äußerlich rotkernfreien Schwellen zeigten sich nach dem Zerschneiden im Inneren doch hin und wieder verkernte Stellen. Bei der Bewertung der Durchtränkung war hierauf Rücksicht zu nehmen.

Die Ergebnisse der Versuche mit den 42 Buchenschwellen Form I (Querschnitt 16/26 cm und Länge 260 cm) sind in den Aufstellungen Seite 266 zusammengefaßt.

Sämtliche Versuchsschwellen sind vor der Tränkung in der üblichen Weise an jedem Auflager mit je vier Bohrlöchern von 16 mm Durchmesser versehen worden.

Zur Erleichterung der Übersicht sind die Versuchsschwellen in den Tabellen nach ihrer Teerölaufnahme gruppiert. Für je sechs Schwellen ist aus den Bewertungsziffern ein Durchschnittswert gebildet worden.

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß mit der Dreifachtränkung nach van der Ploeg gegenüber der Doppel-Rüping-Tränkung die Ölverteilung in den Schwellen nicht verbessert werden konnte. Es ist dabei gleichgültig, ob die Dreifachtränkung mit der Versuchstränkung in dem kleinen

Zylinder der Versuchsanstalt oder mit der Tränkung im gewöhnlichen Betrieb verglichen wird.

Die ziffernmäßig günstigsten Ergebnisse lieferte das fünf-fache Verfahren. Aber auch hier sind die Unterschiede gegenüber dem Doppel-Rüping-Verfahren nur so gering, die Kosten der Durchführung indes so hoch, daß es wirtschaftliche Vorteile nicht bieten kann.

Bei den sämtlichen vier Versuchsreihen der Zusammenstellung besteht insofern Übereinstimmung, als die Durchtränkung am Auflager erheblich besser ist als in der Mitte. Dieses Ergebnis ist nicht verwunderlich, weil der Imprägnierstoff bekanntlich von den Kopfenden und den Bohrlöchern aus in die Schwellen eindringt. Ein bevorzugter Schutz des Auflagers durch Anreicherung mit Tränkstoff ist durchaus erwünscht, weil die Schwellen am Auflager stärker beansprucht werden als in der Mitte. Es liegt aus diesem Grunde auch keine Veranlassung vor (etwa durch Schaffung besonderer Einfallpforten in der Nähe der Schwellenmitte) den Versuch zu machen, die Durchtränkung dort zu verbessern. Bei festgelegter Stoffaufnahme würde die Schwellenmitte nur auf Kosten der Schwellenenden mehr Imprägnierstoff erhalten können.

Von den Schwellen Nr. 3<sub>3</sub>, 4<sub>1</sub>, 4<sub>3</sub> und 27<sub>1</sub>, die beim Doppel-Rüping-Verfahren in der Mitte die niedrigste Wertziffer 3,5 erhalten haben, sind die Lichtbilder des Mittelschnittes beigefügt. Unschwer ist zu erkennen, daß die unimprägniert gebliebenen weißen Stellen, bei denen es sich bei der Schwelle 3<sub>3</sub> unten links um roten Kern, in den anderen Fällen um gewöhnliches, nicht verkerntes Holz handelt, von einem dicken Mantel gut imprägnierten Holzes umgeben sind, der im allgemeinen ausreicht, um auch die ungetränkt gebliebenen inneren Holzteile gegen vorzeitigen Verderb zu schützen.

Weiter ist aus der Zusammenstellung deutlich zu ersehen, daß sich die Teerölverteilung in den Schwellen bei sämtlichen Versuchsreihen mit zunehmender Teerölaufnahme nur wenig, jedenfalls bei weitem nicht im Ausmaße der Mehraufnahme verbessern läßt. Zahlreiche Schwellen sind bei geringer Aufnahme von Teeröl besser durchtränkt als andere Schwellen bei höherer Teerölaufnahme. Der Grund für diese Erscheinung wird darin zu suchen sein, daß gewisse Teile des Holzes sich der Durchtränkung nachdrücklich widersetzen.

Offenbar sind an den undurchtränkten Stellen die Gefäße durch Einwachsen von Zwischenwänden (Thyllen) verstopft. Obgleich in den benachbarten Zonen das Holz satt durchtränkt und Tränkstoff reichlich vorhanden ist, gelingt es nicht, den durch die anatomischen Verhältnisse der undurchtränkten Stellen verursachten Widerstand gegen das Eindringen des Tränkstoffes zu überwinden.

Es wurde festgestellt, daß auch nachträglich, im Laufe mehrerer Monate, eine bessere Verteilung des Öles durch Wanderung von den Überschußstellen zu den ungetränkten Stellen in nennenswertem Umfang nicht eintritt.

Diese Beobachtung läßt wenig Hoffnung, die Güte der Durchtränkung bei anatomisch so umgewandeltem Holz zu verbessern. Keinesfalls ist gerade in dieser Hinsicht eine Überlegenheit des Dreifachverfahrens gegenüber dem Doppel-Rüping-Verfahren erkennbar. Bei dem Fünffachverfahren ist die Durchtränkung sogar bei einer Durchschnittsaufnahme von 148 kg je m<sup>3</sup> besser als bei 196 kg je m<sup>3</sup>.

Noch eine dritte Beobachtung drängt sich bei der Durchsicht der Tabellen auf. Das Verhalten der aus annähernd gleichaltrigem Holz gearbeiteten Schwellen, also der ein-, zwei- und dreistielligen, ist untereinander bezüglich der Durchtränkung ganz uneinheitlich. Die Einsetzung möglichst gleicher Altersstufen in den einzelnen Tränkgügen zur Verbesserung der Vergleichsfähigkeit, worauf bei Einleitung der Versuche besonderer Wert gelegt wurde, ist also in Wirklichkeit

Doppel-Rüping-Tränkung.

1. a) Teeröl-Sollaufnahme 145 kg/m<sup>3</sup>.

Aufnahme . . . . . 127 bis 153 kg/m<sup>3</sup>  
im Mittel . . . . . 141

Beurteilung der Durchtränkung:

Zug Nr.	Schwelle Nr.	Aufnahme kg/m <sup>3</sup>	Durchtränkung	
			Mitte	Auflager
13	28 <sub>3</sub>	127	3	1,5
13	28 <sub>1</sub>	130	2	1,5
13	27 <sub>3</sub>	141	3	1
13	27 <sub>2</sub>	144	2	1
3	6 <sub>1</sub>	148	2	1
13	27 <sub>1</sub>	153	3,5	2,5
			15,5/6 = 2,6	8,5/6 = 1,4

2. Betriebstränkung (vom Lager).

Aufnahme . . . . . rund 145 kg/m<sup>3</sup>

Beurteilung der Durchtränkung:

Art der Schwelle	Durchtränkung		
	Mitte	Auflager	
einstielig . . . . .	3	1	
„ . . . . .	2	1	
zweistielig . . . . .	3,5	1,5	
„ . . . . .	1,5	1	
dreistielig . . . . .	2	1,5	
„ . . . . .	1,5	1	
		13,5/6 = 2,3	7/6 = 1,2

Dreifach-Rüping-Tränkung nach van der Ploeg.

3. a)

Teerölaufnahme . . . . 108 bis 156 kg/m<sup>3</sup>  
im Mittel . . . . . 138

Beurteilung der Durchtränkung:

Zug Nr.	Schwelle Nr.	Aufnahme kg/m <sup>3</sup>	Durchtränkung	
			Mitte	Auflager
15	31 <sub>1</sub>	108	3	1
15	31 <sub>3</sub>	131	4	4
15	31 <sub>2</sub>	137	3	1,5
17	36 <sub>3</sub>	147	2	1,5
15	32 <sub>2</sub>	149	1,5	1,5
15	32 <sub>1</sub>	156	3	1,5
			16,5/6 = 2,8	11/6 = 1,8

3. b)

Teerölaufnahme . . . . 171 bis 186 kg/m<sup>3</sup>  
im Mittel . . . . . 178

Beurteilung der Durchtränkung:

Zug Nr.	Schwelle Nr.	Aufnahme kg/m <sup>3</sup>	Durchtränkung	
			Mitte	Auflager
15	32 <sub>3</sub>	171	2	1,5
17	35 <sub>1</sub>	172	2,5	1,5
17	36 <sub>2</sub>	177	2	1
17	35 <sub>2</sub>	178	1,5	1
17	36 <sub>1</sub>	181	4	2
17	35 <sub>3</sub>	186	3	3
			15/6 = 2,5	10/6 = 1,7

Fünffache Tränkung.

4. a) Teeröl-Sollaufnahme 145 kg/m<sup>3</sup>.

Aufnahme . . . . . 138 bis 169 kg/m<sup>3</sup>  
im Mittel . . . . . 148

Beurteilung der Durchtränkung:

Zug Nr.	Schwelle Nr.	Aufnahme kg/m <sup>3</sup>	Durchtränkung	
			Mitte	Auflager
12	25 <sub>1</sub>	138	2	1
10	24 <sub>1</sub>	139	1,5	1
10	22 <sub>2</sub>	144	2	1
11	24 <sub>2</sub>	146	1	1
10	22 <sub>1</sub>	148	3,5	1,5
9	18 <sub>3</sub>	169	2	1
			12/6 = 2,0	6,5/6 = 1,1

4. b) Teeröl-Sollaufnahme 200 kg/m<sup>3</sup>.

Aufnahme . . . . . 189 bis 202 kg/m<sup>3</sup>  
im Mittel . . . . . 196

Beurteilung der Durchtränkung:

Zug Nr.	Schwelle Nr.	Aufnahme kg/m <sup>3</sup>	Durchtränkung	
			Mitte	Auflager
11	23 <sub>3</sub>	189	2	1,5
11	23 <sub>2</sub>	195	3,5	1
11	24 <sub>3</sub>	195	1,5	1
12	25 <sub>3</sub>	198	2,5	1,5
11	23 <sub>1</sub>	199	3,5	1
11	24 <sub>1</sub>	202	2	1
			14,5/6 = 2,4	7/6 = 1,2

Beurteilung der Durchtränkung.

- 1 = sehr gut (vollständig) durchtränkt
- 1,5
- 2 = gut durchtränkt
- 2,5
- 3 = genügend durchtränkt
- 3,5
- 4 = mangelhaft durchtränkt
- 4,5
- 5 = ungenügend durchtränkt

von geringer Bedeutung. Einige dreistiellige, also ältere Schwellen haben sich überraschend gut durchtränken lassen z. B. Tabelle 1 Schwelle 7<sub>3</sub>, Tabelle 4 Schwelle 18<sub>3</sub> und 24<sub>3</sub> sowie Tabelle 3 Schwelle 36<sub>3</sub>, während einzelne jüngere einstiellige Schwellen weniger gut abschneiden. Z. B. Tabelle 1 Schwelle 27<sub>1</sub>, Tabelle 4 Schwelle 22<sub>1</sub>, Tabelle 3 Schwelle 36<sub>1</sub>.

Der Grund für das unterschiedliche Verhalten ist offensichtlich in dem sehr verschiedenen Aufbau der einzelnen Buchenstämmen zu suchen. Sowohl die beschriebenen Versuche wie auch die Ergebnisse der im gewöhnlichen Betrieb ausgeführten Tränkungen lassen, wie jederzeit durch Einzelwiegungen nachgeprüft werden kann, erkennen, daß die Fähigkeit, beim Tränkprozeß Teeröl aufzunehmen, bei den einzelnen Schwellen sehr verschieden ist. Einzelne Schwellen nehmen Teeröl gierig auf und bereichern sich auf Kosten solcher Hölzer, die dem Eindringen des Öles erheblichen Widerstand entgegensetzen. Mit wesentlichen Unterschieden bei der Aufnahme wird daher im täglichen Tränkbetrieb stets gerechnet werden müssen. Solche Schwankungen der Sollaufnahme haben sich bis jetzt nicht vermeiden lassen. Sie sind aber auch erträglich, wenn sie innerhalb bestimmter Grenzen bleiben, so daß bei dem untersten Wert ein ausreichender Schutz des Holzes noch sichergestellt ist.

Weder die durch van der Ploeg veröffentlichten Versuche noch die Versuche in Stendal ergeben einen Anhaltspunkt dafür, daß durch ein Dreifach-Rüping-Verfahren solche Schwankungen behoben oder gemildert werden können.

Bei dem durch van der Ploeg beschriebenen Versuch mit der Dreifach-Rüping-Tränkung hat Schwelle 6 m 17,1 und Schwelle 6 n 28,5 kg Teeröl aufgenommen (entsprechend 158 bzw. 265 kg/m<sup>3</sup>). Die Durchtränkung der Schwellen ist den Lichtbildern zufolge trotz großer Schwankung der Teerölaufnahme in beiden Fällen recht gut. Aus dem Verhalten zweier Schwellen kann indes auf die Wirkung des empfohlenen Verfahrens nicht allgemein geschlossen werden.

Es verdient besonders beachtet zu werden, daß der Ingenieur der Dänischen Staatsbahnen, Erik Petersen auf Grund seiner im Heft 9, 1932, des Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Seite 178 u. f. veröffentlichten Versuche die mit der Doppelimprägnierung erzielten Ergebnisse nicht geringer einstuft, sondern den mit der dreifachen Behandlung nach van der Ploeg erzielten als gleichwertig erachtet. Der Verfasser knüpft daran die Bemerkung, daß dieses Ergebnis aus dem Grunde besonders wichtig ist, weil eine dreifache Imprägnierung von Buchenschwellen wegen der dadurch erhöhten Unkosten die Verwendung dänischer Buchenschwellen erschweren würde.

Wollte man die Mehrkosten, die das Verfahren nach van der Ploeg gegenüber dem Doppel-Rüping-Verfahren verursacht, wirklich aufwenden, so würde es, wie schon vorher

angedeutet, besser sein, sie den Schwellen durch erhöhte Teerölaufnahme zugute kommen zu lassen. Könnte damit im allgemeinen auch die Güte der Durchtränkung nicht verbessert werden, so würde doch durch die Vermehrung des Imprägnierstoffes eine erhöhte Sicherheit geschaffen werden. Der Mehraufwand bei dem Dreifach-Rüping-Verfahren verzehrt sich in Form von Kohle und Löhnen, ohne durch Verbesserung der Durchtränkung einen bleibenden Wert zu hinterlassen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen mit der Doppel-Rüping-Tränkung dürfte ein zwingender Grund, die Teerölaufnahme bei Buchenholz zu erhöhen, zur Zeit nicht vorhanden sein. Die in jüngster Zeit vorgenommene Besichtigung von mehr als 5000 Buchenschwellen eines Streckenabschnittes, von denen nach 20jähriger Liegedauer nur weniger als 1% unbrauchbar geworden waren, beweist mehr als es Versuche vermögen, die auch auf breiter Grundlage starken Zufälligkeiten unterworfen sind, daß das zur Zeit geübte Tränkverfahren die billigerweise zu stellenden Erwartungen erfüllen wird.

Es soll einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben, die an Hand der Liegedauer und der Auswechslungsziffern auf einer größeren Anzahl von Streckenabschnitten gewonnenen praktischen Erfahrungen mit nach dem Doppel-Rüping-Verfahren getränkten Buchenschwellen näher zu erläutern.

Um die Möglichkeiten des Doppel-Rüping-Verfahrens auszuschöpfen, ist es im besonderen wichtig, wie auch Herr Ing. R. Petersen in seinem Aufsatz hervorhebt, der Temperatur des Öles im Tränkkessel besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Nach den Erfahrungen bei der Reichsbahn wird bei 95° C im allgemeinen eine gute Durchtränkung erzielt. Durch entsprechende Vorwärmung des Öles im Vorwärmer auf 105° C und durch ausreichende Betätigung der Heizschlangen während des Tränkvorgangs muß namentlich in der kalten Jahreszeit dafür gesorgt werden, daß das Tränköl, das beim Auftreffen auf das kalte Holz sich im Tränkkessel stark abkühlt, möglichst schnell wieder auf eine Temperatur von 95 bis 100° C gebracht wird.

Es ist weiterhin von Bedeutung, daß die Hölzer in einem Tränkgang hinsichtlich des Grades der Trockenheit nicht allzusehr voneinander verschieden sind. Durch geeignete Auswahl aus den Vorräten wird sich eine genügende Übereinstimmung in den meisten Fällen erzielen lassen. Es bedarf im übrigen kaum besonderer Erwähnung, daß auf einwandfreie Ergebnisse bei der Tränkung nur bei guter Beschaffenheit und sorgfältigster Pflege des Holzes bis zur Tränk reife gerechnet werden kann.

## Rundschau.

### Eine neue Stahlschwelle.

Ein englisches Stahlwerk hat eine neue Stahlschwelle herausgebracht, der bei großer Einfachheit manche Vorzüge nachgesagt werden (Abb. 1). Das wesentliche Merkmal der 30,5 cm breiten



Abb. 1.

Schwelle ist eine bis 14 cm unter den Rücken reichende V-förmige Einbuchtung in der Mitte des Querschnitts, die sich über die ganze Länge der Schwelle erstreckt (Abb. 2). Die Schwelle ist infolge ihrer Querschnittsform sehr steif und kann hohe Achslasten aufnehmen,

ohne Formveränderung zu erleiden oder überbeansprucht zu werden. Die Schienen werden durch Klemmplatten gehalten, die ihrerseits durch Hammerkopfschrauben auf Querstegen befestigt sind, die die offene Seite des V überbrückend, auf dem Rücken der Schwelle aufgeschweißt sind. Infolge dieser Anordnung reicht kein Teil der Schienenbefestigungsmittel in den Schotter unter der Schwelle, so daß die Auswechslung mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann. Infolge der tiefen Einbuchtung in der Mitte brauchen die seitlichen Flanschen der Schwelle nur 4,5 cm tief in den Schotter einzugreifen, wodurch das Unterstopfen sehr erleichtert wird. Im Gegensatz zu den hut- oder trogförmigen Schwellen können die Enden der V-förmigen

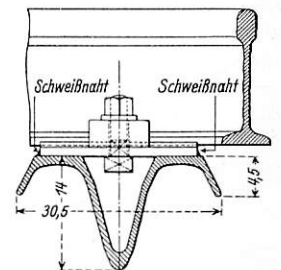


Abb. 2.

Schwelle offen bleiben, weil die tief in das Schotterbett eingreifende Einbuchtung infolge der Reibung am Schotter der Schwelle die genügende Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Verschiebung verleiht. Wird es jedoch gewünscht, so bereitet es keine Schwierigkeiten, den offenen Querschnitt der Schwelle am Ende durch Umkrepfen des Rückens oder durch eine vorgeschweißte Platte abzuschließen. Die übliche Schienenneigung kann entweder durch Verwendung von Unterlagen mit geneigter Oberfläche oder durch entsprechende Formgebung des Rückens herbeigeführt werden. Die Schwelle kann entweder durch Walzen oder durch Pressen aus einem Blech von entsprechender Breite hergestellt werden.

Wernecke.

### Eine Maschine zur Bettungserneuerung

hat die französische Nordbahn in Versuchsbetrieb genommen. Die Maschinenanlage ist in einen 33 m langen steifen Balkenträger eingebaut, der an den Enden auf Drehgestellen ruht und als Rahmenfachwerk ausgeführt ist. Da die innersten Achsen fast 27 m voneinander entfernt sind, ist es möglich, das Gleis, das die Maschine auf Gleitbahnen durchläuft, über die Bettungsoberkante emporzuheben, so daß es die Arbeit in keiner Weise stört. Die Maschine belegt nur das zu bearbeitende Gleis und arbeitet stetig ohne Unterbrechung. Sie nimmt zunächst mit einem quer zum Gleis stehenden Eimerbagger die Bettung bis 10 cm unter die Schwellenunterkante weg, siebt sie auf einem Rüttelsieb und füllt sie weiter hinten wieder ein. Ein Verteiler nach Art eines Schneepfluges gleicht den Bettungskörper unter den Schwellen ab. (Ob die Auffüllung der Schwellenfelder auch maschinell erfolgt, gibt die Quelle nicht an.) Die Maschine verarbeitet stündlich 235 m<sup>3</sup> Bettung, was etwa 300 m Gleis entspricht. Sie kann von zehn Mann in je 20 Minuten ein- oder ausgesetzt werden. In der Geraden bedarf sie nur der Wartung; in Krümmungen müssen zwei Mann die Seitenverschiebung des Baggers einstellen und das Gleis in seiner ursprünglichen Lage halten.

Sp.

(Rev. gén. Chem. de Fer, 51. Jahrg., 1932, II. Halbjahr, Nr. 6.)

### Auswechslung von Eisenbahnbrücken.

Die Steigerung der Eisenbahnverkehrslasten erfordert den Ersatz älterer Bauwerke durch Konstruktionen, die den neuen Ansprüchen genügen. Soweit die vorhandenen Bauteile verstärkt werden können, läßt sich oft eine Betriebsunterbrechung vermeiden. Schwieriger liegen die Verhältnisse, wenn an Stelle des alten ein neuer Überbau einzulegen ist. Deshalb dürfte ein in Japan entwickeltes Verfahren für den Ersatz vollwandiger Hauptträger von Eisenbahnbrücken bis zu 20 m Stützweite Aufmerksamkeit beanspruchen, da ihm eine gewisse Eigenart nicht abzusprechen ist und seine Verwendbarkeit sich in der Praxis erwiesen hat. Man geht dabei so vor, daß man den neuen Überbau umgekehrt unter Einhalten eines Zwischenraums auf den alten legt und dann das Ganze mit Hilfe von Winden um seine gemeinsame, waagerechte Achse dreht, so daß nachher der neue Überbau unten und der alte oben liegt; damit ist die Brücke ausgewechselt.

Im einzelnen ist der Vorgang folgender: Auf dem Gleis vor oder hinter der Brücke wird der neue Überbau einschließlich der Schwellen und Schienen auf niedrigen Plattformwagen fertig so aufgebaut, daß die Schienen zuunterst liegen. Dann fährt man die Plattformwagen auf die vorhandene Brücke. In den Zwischenraum zwischen oberer neuer und unterer alter Trägerlage, der mindestens so groß ist, wie die Wagen hoch sind, wird an den beiden Auflagerenden je ein schwerer Kastenquerträger eingeschoben und mit den Trägerpaaren verschraubt. An den Kastenträgern sitzen Zahnräder. Dann werden die Überbauten durch Schraubenwinden von den Auflagern abgehoben und die Zahnradwellen auf Lagerböcke gesetzt, die auf den rückwärtigen Abschlußmauern der Widerlager stehen. In die Zahnräder greifen Ritzel, die entweder unmittelbar durch Kurbel oder mittelbar von einer Winde aus bedient werden. Da die Zahnradwelle fast mit der waagerechten Schwerachse der

gekuppelten Trägerpaare zusammenfällt, ist für den Antrieb wenig Kraftaufwand nötig. Die Winden an beiden Auflagern werden zugleich in Gang gesetzt und die Überbauten umeinander gedreht und in die Lager abgesenkt. Dann werden die Plattformwagen mit ihren jetzt obenliegenden Rädern herausgezogen, umgedreht und unter den alten Überbau gebracht, der nun auf den Schienen des neuen abgefahren werden kann; der Umbau ist fertig; die Brücke kann dem Betrieb übergeben werden.

Die erste Auswechslung nach diesem Verfahren wurde auf der Taketoyo-Linie über den Tachikirifluß ausgeführt. Sie dauerte 1½ Stunden. Man glaubt, diese Zeit nach Einarbeiten der Bedienungsmannschaft bis auf 40 Minuten herabdrücken zu können. Zahnräder, Winde usw. sind für eine Belastung von 70 t bemessen. Das Verfahren, das zuerst auf einer eingleisigen Strecke angewandt wurde, hat den Vorzug der Schnelligkeit und Billigkeit und eignet sich auch für mehrgleisige Brücken, sofern der Abstand der Gleisträgerpaare so groß ist, daß genügend Zwischenraum für die Drehbewegung zur Verfügung steht.

Herz.

(Engng. News Rec., Oktober 1932.)

### Drahtzäune als Schutz gegen Steinschlag.

Seit dem Jahre 1926 werden bei amerikanischen Eisenbahnen Drahtzäune an steilen Felshängen oder Klippen als Schutz gegen Steinschlag angeordnet, der der Eisenbahn am Fuße des Hangs gefährlich werden könnte. Sie bestehen aus in den Fels eingelassenen Pfosten, an denen ein Drahtgewebe aufgehängt ist. In Entfernungen von etwa 60 m sind die waagerechten Drähte dieses Geflechts unterbrochen, und ihre Enden sind durch einen Schalter verbunden, der einen Stromkreis trennt, wenn einer der Drähte oder beide von der Verbindungsstelle weggezogen werden. Um eine solche Bewegung zu ermöglichen, sind in der Nähe der Trennstelle, die sich an einem Pfosten befindet, und an den Zwischenpfosten die senkrechten Drähte etwas beiseite geschoben, und die waagerechten Drähte sind an den Pfosten so mit Krampen befestigt, daß sie in der Längsrichtung gleiten können. Fällt ein Stein von entsprechender Größe gegen diesen Zaun, so übt er einen Zug gegen die waagerechten Drähte aus, der erwähnte Schalter wird geöffnet, und die dadurch hervorgerufene Stromunterbrechung bringt das vor der Gefahrstelle stehende Signal in die Haltstellung. Nach amerikanischem Gebrauch darf der Zug dann seine Fahrt mit Vorsicht fortsetzen, so daß er entweder an der Gefahrstelle zum Halten gebracht werden oder, wenn der Felssturz das Befahren des Gleises noch ermöglicht, an der nächsten Haltestelle Nachricht von der Gefährdung des Betriebes überbringen kann. Wegen Einzelheiten der Vorrichtung, namentlich ihres elektrischen Teils muß auf Railway Engineering and Maintenance, August 1932, verwiesen werden.

Bei der Norfolk- und West-Eisenbahn sind derartige Zäune an 51 Stellen in einer Gesamtlänge von 18 km vorhanden. An manchen Stellen sind sie in drei oder vier Reihen übereinander angeordnet; die einzige oder die unterste Reihe liegt meist ungefähr in Gleishöhe. Die Gefährdung des Eisenbahnbetriebes durch Steinschlag und Felssturz kommt meist im Winter und Frühjahr, zuweilen aber auch bei Unwetter im Sommer vor. Derartig gefährliche Stellen mußten daher früher dauernd bewacht werden. Auf einer Strecke von 3,7 km Länge sprachen im ersten Vierteljahr 1932 die Signale 16mal auf Steinschlag an, ein Beweis von der Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit der Einrichtung.

Der Bau der Zäune hat wegen ihrer Lage an steilen Felshängen meist erhebliche Schwierigkeiten; häufig müssen dazu besondere Gerüste errichtet werden, zuweilen werden die Arbeiter von oben abgeseit. Die Schaltstellen sind durch Treppen oder Leitern zugänglich und von einer Plattform umgeben, auf der die Arbeiter beim Prüfen und Stellen der Schalter gegen Abstürzen gesichert sind. Nachdem die Steine, die das Ausprechen des Signals verursacht haben, entfernt sind, müssen Arbeiter die Schalter wieder in die Arbeitsstellen bringen, was auf den eben erwähnten Plattformen geschieht.

Wernecke.