

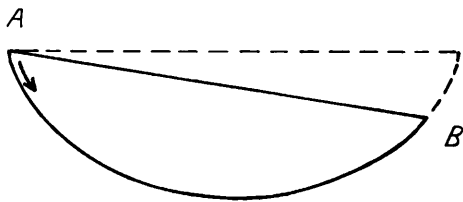
Die Weichenentwicklung an Ablaufbergen*).

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäseler, München.

Hierzu Tafel 32.

Über Ablaufberge ist in den letzten Jahren viel geschrieben worden. Trotzdem scheint es, daß gewisse einfache Tatsachen, die man hierbei beachten muß, wenig bekannt sind. Die wissenschaftliche Methode hat die Erkenntnis der Tiefe nach zweifellos gefördert, aber der Breite nach eher gehemmt, weil ihre Anwendung für den Mann der Praxis zu umständlich ist.

Der Ablaufvorgang beruht auf einem bekannten Problem der Mechanik. Wenn ein materieller Punkt unter dem Einfluß der Schwerkraft von einem höher gelegenen Punkte A nach einem tiefer gelegenen Punkte B abrollen soll (s. Textabb.), so



Darstellung des Ablaufvorganges.

gibt es eine Kurve, auf der dies die wenigste Zeit erfordert. Man nennt sie die Brachistochrone (s. Föppl, Techn. Mechanik, Bd IV, Seite 87 u. f.). Sie ist eine Zykloide. Sie fängt bei A möglichst steil, d. h. senkrecht an, damit der materielle Punkt schnell große Geschwindigkeiten bekommt. Sie ist bei großer Horizontalentfernung immer durchgesenkt, d. h., sie hat vor B eine Gegensteigung, weil dann das mittlere flache Stück mit um so größerer Geschwindigkeit durchlaufen wird.

Es ist also ganz folgerichtig, wenn Frölich das Steilprofil entwickelte. Die Gegensteigung hat Findeis auf dem Verschiebebahnhof Strashof bei Wien ausgeführt; im allgemeinen scheut man sich davor, weil die Wagen u. U. zurücklaufen könnten; ob mit Recht, ist einigermaßen zweifelhaft; es lassen sich einfache Sicherungen dagegen treffen (Rücklauf-Entgleisungsweichen).

Daß beim freien Ablauf ein möglichst geringer Zeitaufwand für das Durchlaufen des Weges AB das Entscheidende ist, erkennt man aus folgendem. Es soll so abgedrückt werden, daß am Gipfel alle zehn Sekunden ein Wagen abläuft. Wenn die Wagen gleich schnell laufen würden, käme auch unten in jeder beliebigen Entfernung vom Gipfel und ganz unabhängig von der Laufgeschwindigkeit an sich genau alle zehn Sekunden ein Wagen durch. Da sie aber verschieden laufen, braucht der eine mehr, der andere weniger Zeit, so daß sie sich einholen und u. U. die Weichen zwischen ihnen nicht mehr umgestellt werden können. Die Strecke vom Gipfel bis zur letzten Weiche sei beispielsweise 240 m, die mittlere Geschwindigkeit des Gutläufers auf der Strecke 6 m/Sek. Dann ist die Laufzeit $\frac{240}{6} = 40$ Sek.

Braucht ein vorausgegangener Schlechtläufer 10% mehr, d. h. 44 Sekunden, so wird zwischen Gutläufer und Schlechtläufer am Ende der Strecke statt des normalen Zeitunterschiedes von zehn Sekunden nur ein solcher von $10 - 4 = 6$ Sek. sein. Nun wollen wir annehmen, das Profil sei flach statt steil entwickelt, so daß

der Gutläufer nur die halbe Geschwindigkeit (3 m/Sek.) habe, also die doppelte Zeit brauche ($\frac{240}{3} = 80$ Sek.). Ist der Schlechtläufer wieder um 10% schlechter, (in Wirklichkeit ist dann der Unterschied noch größer) so braucht er 88 Sekunden, verspätet sich also um acht Sekunden; für das Weichenumstellen bleiben nur mehr $10 - 8 = 2$ Sek.

Es kommt hinzu, daß der Wagen ja kein Punkt ist, sondern eine endliche Länge hat, und die Zeit, die er selbst zum Durchlaufen an einer bestimmten Stelle braucht, ist auch größer, wenn er langsam läuft. Aber entscheidend ist vor allem die obige Überlegung. Man braucht sich, um recht klar zu sehen, nur den äußersten Fall vorzustellen, die Wagen würden am Ablaufberg losgeschossen. Es wäre gleich, ob sie die Rohrmündung mit einigen hundert oder einigen tausend Sekundenmetern verließen; das würde in 240 m Entfernung nur Unterschiede von einem Bruchteil einer Sekunde bedeuten, und diese wären bei zehn Sekunden Folge ohne Belang.

Aus obigem folgt weiter sofort, daß die Gefahrstrecke so kurz als möglich sein muß, weil auch mit ihrer Länge der schädliche Zeitunterschied wächst. Die letzten Weichen müssen also so nahe als möglich am Berg liegen.

Diese Aufgabe ist eine rein geometrische. Nehmen wir an, die Gruppe habe 45 Gleise. Wir setzen an der frühesten Stelle — man rechnet heute 15 m unter dem Gipfel — die erste Weiche an und gehen mit dem zulässigen Mindesthalbmesser so schnell als möglich nach beiden Seiten auseinander. Dann ergibt sich — unter Vernachlässigung von Kleinigkeiten — ein Gleisbild nach Abb. 1, Taf. 32. Diese Form ist gegeben und an ihr ist nichts zu ändern. Es fragt sich nun, wo der letzte Merkpfehl liegen darf.

45 Gleise haben 44 Zwischenräume. Der Gleisabstand am Merkpfehl ist 3,5 m; 44 · 3,5 m sind 154 m. An der Stelle, wo quer über die Gruppe und etwas im Bogen gemessen, eine Breite von 154 m vorhanden ist, können also alle Gleise frei entwickelt sein; weiter hinab darf kein Merkpfehl liegen. Diese Stelle liegt in unserem Beispiel 189 m vom Gipfel entfernt.

Die üblichen Weichenentwicklungen entsprechen dem nur sehr unvollkommen. Einzelne Gleise zweigen schon früh ab, laufen mit ihrer ganzen Nutzbreite von 4,5 m durch und nehmen dadurch den später abzweigenden den Platz weg, sodaß deren Abzweigungspunkte sich noch weiter hinausschieben. Freilich läßt sich das Ideal nicht immer erreichen, wie man an den späteren Beispielen bemerken wird; aber es ist nötig, das Hauptziel festzustellen.

Wenn man Gleisbremsen verwendet, ändert sich das Schema etwas, aber nicht wesentlich. Wir müssen uns zunächst über die Lage der Gleisbremsen klar werden.

Wenn man in der Ablaufstrecke Bremsen einschaltet, so kann man ihnen zweierlei Aufgaben zuweisen, nämlich

1. auf Abstand oder
2. auf Laufweite

zu regeln.

Nachdem, wie wir gesehen haben, steiles Gefälle die Einhaltung des Abstandes schon ziemlich gut sichert, braucht man

*) Vergl. hierzu auch Schulz, V. W. 1926 Nr. 26.

Bremsen für diesen Zweck nicht, so lange man bei mäßigen Wagenfolgen, d. h. langsamer Abdrückgeschwindigkeit bleibt (0,5 bis 0,8 m/Sek.). Die Bremsen sollen deshalb zur Regelung auf Laufweite dienen, damit die Wagen möglichst genau an der gewünschten Stelle des Richtungsgleises zum Halten kommen. Wenigstens ist das die bisherige Theorie.

Das Natürlichste wäre in diesem Falle ohne Frage, in den Anfang jedes Richtungsgleises eine Bremse zu legen. In der Tat sind die Franzosen mit ihren billigen Hemmschuhbremsen auf dem Bahnhof Bordeaux diesen Weg gegangen (Organ 1927, Heft 7, Seite 137). Bei hemmschuhlosen Bremsen geht das aus wirtschaftlichen Gründen einstweilen nicht. Man muß also etwas nach dem Berg rücken, aber so wenig als möglich; man kommt dann auf ein Schema, wie es in Abb. 3, Taf. 32 dargestellt ist.

Die Grundlagen dieser Gleisentwicklung hat auch Frölich gefunden. Man »büschelt« die Gleise. Je mehr Gleise an einer Bremse hängen, um so länger wird der schädliche Weg hinter der Bremse. In Hamm sind Gruppen von acht bis neun Gleisen gewählt.

Entscheidend wird hier die Frage, wie lang der schädliche Weg, also die Entfernung vom Ende der Gleisbremse bis zum letzten Merkpfehl, sein darf. In Hamm sind es bis 153 m; allerdings brauchen — aus gleich zu besprechenden Gründen — die letzten Weichen nur selten umgestellt zu werden. Ein Fachmann hat kürzlich 100 m gefordert; ich halte das für Weichen, die öfters umgestellt werden, schon für das Äußerste. Die nachfolgenden Untersuchungen rechnen mit diesem Maß. Läßt es sich nicht einhalten, oder muß es gar noch überschritten werden, so muß man die Zahl der an eine Bremse angeschlossenen Gleise verringern; dadurch erhöht sich aber die Zahl der Bremsen und damit der Kostenaufwand. Die Kunst der Gleisentwicklung wird es sein, mit möglichst wenig Bremsen auszukommen, und trotzdem nur kurze schädliche Wege zu bekommen. Wie man das macht, läßt sich schwer allgemein beschreiben; die nachfolgenden Abbildungen sollen einen Anhalt geben.

Wie schädlich der Weg hinter der Bremse ist, wenn man ernstlich auf Laufweite bremsen will, ist wenig bekannt. Nehmen wir einen Gutläufer mit Rückenwind (Widerstand 1‰), der in der Spitze des — gefüllten — Richtungsgleises zum Halten kommen soll. Er braucht für 100 m Weg noch $\frac{100}{1000} = 0,1$ m Geschwindigkeitshöhe, wenn das Gleis hinter der Bremse horizontal ist. Das entspricht einer Auslaufgeschwindigkeit aus der Bremse von nur $\sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 0,1} = 1,4$ m/Sek. Der Wagen würde für das kurze Stück über zwei Minuten benötigen, was bei einer dichten Wagenfolge natürlich unmöglich ist. (Praktisch hilft man sich heute so, daß man solche Wagen eben nicht auf Laufweite abbremst, sondern durch den Hemmschuhleger auffangen läßt.)

Aus dieser Tatsache folgen sehr wichtige Dinge, die teilweise in den bisherigen Veröffentlichungen noch wenig zum Ausdruck gekommen sind. Zunächst die schon von Frölich betonte Notwendigkeit, hinter der Bremse die Gleise wenigstens horizontal zu legen; sonst wird eben bei einem Gutläufer ein Abbremsen auf Ziel u. U. überhaupt unmöglich (das theoretisch Richtige ist unbedingt, wie oben erwähnt, die Gegensteigung; die Frage bedarf noch sehr genauer Prüfung). Die Schwierigkeiten werden in dieser Hinsicht sehr groß werden, sobald wir häufiger Wagen mit Rollenlagern bekommen.

Es liegt nahe, die Frage zu stellen, wie sich denn die Praxis zu dieser Schwierigkeit stellt. Wir haben ja heute den Bahnhof Hamm und können am Objekt studieren. Es mindert die dort vollbrachte Leistung nicht, wenn im nachstehenden versucht wird, herauszuschälen, was sie eigentlich beweist.

Abb. 2, Taf. 32 zeigt den Ablaufkopf in Hamm. Die schwarz ausgefüllten Weichen stellen sich selbsttätig.

Das Besondere an den Hammer Verkehrsverhältnissen ist, daß jeder ankommende Zug nur verhältnismäßig wenige Richtungen führt. Nach den Rangierzetteln sind es selten mehr als acht bis zehn, höchstens zwölf. Von den 33 Richtungsgleisen werden also jeweils nur ein Drittel bis ein Viertel gebraucht. Nun geben die selbsttätigen Weichen allein schon acht Ausscheidungen, und die Benutzung der Richtungsgleise ist so geregelt, daß die vorzunehmenden Trennungen immer gerade auf diese Weichen fallen. Es brauchen daher eigentlich nur vor Beginn jedes Ablaufs die hinteren Weichen auf das jeweils benötigte Gleis eingestellt zu werden. Selten wird während des Ablaufs noch eine Weiche von Hand bewegt, eine Tatsache, die den Besucher zunächst am meisten überrascht. Die Erkennung und geschickte Benutzung dieser Verhältnisse ist ohne Zweifel die besondere Leistung, die zu den Erfolgen der Hammer Anlage geführt hat. Man wird aber — mit den Erbauern selbst*) — die Frage stellen müssen, wie weit die Verhältnisse von Hamm als typisch angesehen werden dürfen. Sicher werden wir viele Fälle finden und noch mehr bekommen, wo man mit so wenigen Ausscheidungen nicht auskommt, und wo es auch nach dem gegebenen, nicht zu ändernden Benutzungszweck der Gleise nicht möglich ist, die Ausscheidungen hauptsächlich an den vordersten Weichen vorzunehmen.

Besonders interessant ist nun, was aus dem Vorerwähnten für den Ablauf selber folgt. Es ist klar, daß die wenigen Ausscheidungen den freien Ablauf sehr erleichtern. Da hinter der Bremse meistens nur noch eine Weiche kommt, ist die Gefahrzone hinter der Bremse praktisch nur 45 m lang. Man sollte meinen, eine so geringe Entfernung könne nicht nennenswert stören. Der Augenschein zeigt das Gegenteil.

Bekanntlich bringt es Hamm auf sehr hohe Leistungen, nämlich Wagenfolgen von sechs bis sieben Sekunden. Es erweist sich nun als einigermaßen schwierig, bei so dichter Folge noch auf die Laufweite Rücksicht zu nehmen; die Bremswärter haben schon damit zu tun, den Abstand einzuhalten. Das wird ihnen um so schwerer, als sie ja alle Wagen abbremsen, also geringe Geschwindigkeit hinter der Bremse anwenden müssen, sonst bliebe bei dem hohen Berg ihre Geschwindigkeit zu groß und die Wagen müßten in den Richtungsgleisen mit Hemmschuhen aufgefangen werden, was gerade vermieden werden soll.

Praktisch wirkt sich das so aus, daß viele Wagen in der Mitte der Richtungsgleise oder noch weiter vorn zum Stehen kommen; Lücken von mehreren 100 m Länge sind keine Seltenheit. Das hängt nicht mit der grundsätzlichen Schwierigkeit zusammen, die Laufweite mit einer Reibungsbremse genau zu regeln; der Fehler ist viel größer. Es sind auch nicht etwa Schlechläufer, die man bei den praktisch möglichen Berghöhen nie bis an das Ende der Richtungsgleise treiben kann, sondern es sind Gut- und Mittelläufer, die wegen der Abstandshaltung abgebremst werden mußten.

Dieses Ergebnis hat übrigens nicht überrascht; es ist oft betont worden, daß man bei hohen Leistungen nicht gleichzeitig Abstand halten und auf Laufweite regeln könne, solange die Bremsen nicht in der Spitze der Richtungsgleise liegen. Die beiden Forderungen widersprechen sich eben. Überrascht hat nur, daß sich dieser Widerspruch selbst unter so außergewöhnlich günstigen Verhältnissen so stark bemerkbar macht. Man hätte erwarten dürfen, nachdem Hamm auf Abbremsung nach der Laufweite angelegt und alle Einrichtungen (Benachrichtigung über den Füllungsgrad der Gleise) dazu getroffen waren, daß das Ziel näherungsweise erreicht würde. Statt dessen ist die Abbremsung auf Laufweite praktisch so gut wie aufgegeben.

*) Vergl. Wagner, Verk. Woche 1927, Nr. 28.

Das ändert nichts daran, daß die tatsächliche Lösung in Hamm auch ihre Vorzüge hat, namentlich, sobald die Mittel zum Zusammenholen entsprechend ausgebildet sind. Die Lösung läßt sich so aussprechen: Man läßt die Wagen dicht laufen, bremst sie so vor, daß sie in den Richtungsgleisen im allgemeinen nicht aufgefangen zu werden brauchen, sondern früh zum Stehen kommen, und benutzt die Bremse gleichzeitig, um den Abstand zu regeln, wenn es gelingt, auch die Laufweite. Das Zusammenholen ist eine Sache für sich.

Damit ist keineswegs gesagt, daß man die Abbremsung auf Laufweite an sich aufgeben müsse. Man muß dann eben nur die Wagenfolge vermindern, damit man hinter der Bremse »Zeitspielraum« zur Verfügung hat und ohne Einholgefahr den einen Wagen, der weit laufen soll, schneller, den andern, der nur einen kurzen Weg vor sich hat, langsamer aus der Bremse entlassen kann. Für so viele Anlagen, von denen keine allzu hohe Leistung verlangt wird, ist diese — bisher von der Theorie allein verfochtene — Lösung durchaus angemessen und richtig.

Wir halten also für die Gleisentwicklung fest, daß man bei der heutigen Lage der Bremsen im Betrieb Kompromisse schließen muß, daß aber einstweilen nichts anderes übrig bleibt, solange bei uns genügend billige Bremsen noch nicht entwickelt sind, und daß jedenfalls die Gleise gebüschelt und die schädlichen Strecken hinter der Bremse so kurz als möglich sein müssen.

Daraus ergibt sich das schon genannte Grundschema nach Abb. 3, Taf. 32. Es sind 45 Gleise vorhanden, die in fünf Gruppen zu je neun Gleisen gebüschelt sind. Die ganze Länge vom Gipfel bis zum letzten Merkpfehl ist 207 m, vom Ende der Bremse bis ebendahin 89 m. Auch bei der Einfügung von Gleisbremsen gibt es für die ganze Gruppe eine Grenze, über die hinaus die letzte Weiche nicht zu liegen braucht und infolgedessen nicht liegen soll. Aber das gleiche Gesetz gilt auch und in besonderem Maße für das einzelne Gleisbüschel, und man wird, wenn man die zweite Forderung erfüllt, im allgemeinen auch der ersten so nahe kommen, wie es unter diesen Umständen möglich ist.

Um eine möglichstste Kürze hinter der Bremse zu erzielen, ist es wesentlich, daß das einzelne Büschel in sich möglichst symmetrisch entwickelt ist, was namentlich bei den Büscheln am Rande manchmal Schwierigkeiten macht. Nötig ist dazu, daß die Gleisbremse ziemlich genau auf die Mitte des Büschels zielt.

Die Weichen in Abb. 3, Taf. 32 sind symmetrische Doppelweichen. Sie geben die günstigsten Gleisformen und werden im Ausland als sogenannte dreischlägige Weichen viel verwendet. Bei uns sind sie wegen der schwierigen Zungenausbildung nicht beliebt. Es steht aber gar nichts im Wege, sie als Schleppweichen auszubilden, wobei sie sehr einfach werden; das sonst geltende Bedenken gegen Schleppweichen, daß bei unrichtigem Einstellen und Befahren von der Wurzel her Entgleisen auftritt, fällt hier weg, da sie immer an der Spitze befahren werden*). (Übrigens läßt sich die Entgleisungsgefahr auch durch Auflaufstücke beseitigen.) Solange solche Weichen noch nicht ausgebildet sind, müssen wir unsere jetzigen Weichen verwenden; die neuen Steilweichen, mit deren Einführung in Kürze gerechnet werden kann, erleichtern die hier vorliegende Aufgabe manchmal, nicht immer. Beispiele dazu folgen weiter unten, doch sollen die Hauptgrundsätze der Gleisentwicklungen an Hand von Schleppweichen besprochen werden, weil diese ein besonders klares Bild geben. Praktisch muß man sich die gezeigten Bilder einstweilen in gewöhnliche Weichen übersetzen.

*) Der Vorschlag, für Ablaufberge wieder Schleppweichen einzuführen, stammt von dem Sicherheitsreferenten der R. B. D. München, R. O. R. Beckh.

In Abb. 3, Taf. 32 fällt mancherlei auf, was besprochen werden muß. Zunächst, daß erhebliche Gegenkrümmungen darin enthalten sind. Diese lassen sich aber nicht vermeiden; jeder Versuch, sie zu umgehen, führt zu einer bedeutenden Vergrößerung der schädlichen Länge, was noch viel nachteiliger ist. Man muß den Gegenkrümmungen durch entsprechend geringere Abbremsung Rechnung tragen. Zweitens fällt die schlechte Platzausnutzung auf, die mit den Gegenkrümmungen und dem Büschelsystem eng zusammenhängt. Das ganze Spitzendreieck der Gleisgruppe enthält fast keine nutzbare Gleislänge. Auch das ist unvermeidlich.

In Abb. 3, Taf. 32 sind kurze Bremsen von 10 m Länge gewählt. Meistens sind die Bremsen länger, zumal es bei manchen Bauarten von Vorteil sein kann, ein Umfahrgleis anzulegen, weil dadurch Einrichtungen entfallen, die sonst zum Absenken der Bremse für Lokomotivfahrten nötig sind. Weil die langen Einzelgleise sowieso vorhanden sind, ist es nur nötig, ein entsprechendes Stück in die Gerade zu legen; die ganze Entwicklung wird dadurch nur um 15,5 m länger (s. Abb. 4, Taf. 32), hinter der Bremse ändert sich gar nichts.

In Abb. 5, Taf. 32 sind mit sieben Gleisbremsen 49 Gleise entwickelt, so daß auf eine Bremse nur sieben Gleise entfallen. Man sieht, daß die schädliche Länge erheblich sinkt, nämlich auf 68,5 m.

Man ist bei Büschelbildung nicht unbedingt darauf angewiesen, alle Bremsen und Büschelspitzen in gleicher Entfernung vom Berg zu legen, wie es bei den vorhergehenden Beispielen der Fall ist. Man kann, wenn man beispielsweise die Mittelgruppe zurückschiebt, die Randgruppen heranziehen. Allerdings wird dann bei der Mittelgruppe die Länge vor der Bremse größer, was aber bis zu einem gewissen Grade erträglich ist. Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß längere Strecken der Randgruppen gekrümmt sind. Vorteilhaft gegenüber der vorhergehenden Anordnung ist dagegen, daß die schädliche Länge von 89 m (vergl. Abb. 3, Taf. 32) auf 77,5 m sinkt und daß, da die mittlere Ablauflänge 200 m beträgt, immerhin $(207 - 200) \times 45 = 315$ m nutzbare Gleislänge gewonnen werden. Es liegt auf der Hand, daß hier noch reizvolle Aufgaben für den Spurplanbildner vorliegen, die in diesem Zusammenhang nur angedeutet werden können.

In Abb. 7, Taf. 32 sind 5×14 Gleise entwickelt. Bei 14 Gleisen in einer Gruppe wird die schädliche Länge schon 120 m.

Abb. 8 und 9, Taf. 32 zeigen die Übersetzung dieser Gestaltungsgrundsätze in unsere gewöhnlichen (Steil-) Weichen.

Abb. 10, Taf. 32 zeigt, daß man bei solchen Gleisentwicklungen, wenn es nötig ist, aus allen Gleisen oder Gleisgruppen am Berg vorbei ausfahren kann.

Abb. 11, Taf. 32 zeigt eine Entwicklung 5×8 mit nur Vierwegeweichen nach Vogel*). Was diese Weichen unter Umständen leisten können, sieht man deutlich an der Abb. 12 und 13, Taf. 32, die den Ablaufkopf in Hamm (4×8) mit diesen Weichen nachbilden. Die schädliche Länge, in Hamm 153 m, geht auf 90 m oder gar 86 m zurück. In Abb. 12, Taf. 32 sind auch die Umfahrgleise der Gleisbremsen aus einer Vierwegeweiche entwickelt.

Interessant ist auch ein Vergleich der Entwicklung XI mit denen auf Abb. 12 und 13, Taf. 32, denn durch die vorgezogenen Flügel ist diese Anlage als leistungsfähiger anzusprechen als die beiden andern. Die schädliche Länge ist die gleiche, die mittlere Gesamtlänge vom Ablaufkopf bis zum Merkpfehl ist 216 m, also um 11 oder 21 m kürzer; dabei werden 40 Ausscheidungen von nur einem Stammgleis gegenüber 32 aus zwei Stammgleisen erzielt. Allerdings sind erheb-

*) Vergl. „Wirtschaftliche Gestaltung der Weichen und Gleisverbindungen.“ Sonderdruck im Verlag der „V.W.“

liche Gegenkrümmungen zu überwinden, die bei den Abb. 12 und 13, Taf. 32 fortfallen.

Wie steht es nun mit der tatsächlichen Anwendung solcher Gleisformen? Wir sahen, daß sie durchaus notwendig sind, wenn die einander widersprechenden Aufgaben des jetzigen Gleisbremsenbetriebes zu einem leidlich befriedigenden Ausgleich gebracht werden sollen. Bei Neuanlagen ist man frei, sie zu verwenden; hingegen ist ebenso deutlich, daß ihr Einbau bei älteren Anlagen keineswegs sehr leicht ist. Wir wollen einmal absehen von der Erhöhung des Berges, die oft schon erhebliche Schwierigkeiten macht. Am störendsten ist, daß die älteren Anlagen meistens nicht, wie es die Gleisbremse erfordert, schnell in die Breite gehen, sondern spitz entwickelt sind. Es ist billig, in solchem Falle zu sagen, die Anlage ist eben falsch und muß geändert werden. Die Anlage ist nun einmal da und es wird Aufgabe der Rangiertechnik sein, auch dafür Lösungen zu finden.

Falls man sich zum Umbau entschließt, so hat man zwei Wege. Ist das Dreieck ABC der Umriss der bestehenden Entwicklung, so kann man den Berg in die Gruppe schieben

(Abb. 14, Taf. 32). Da das aber oft einen Verlust von vielen hundert, wenn nicht einigen tausend Metern Gleis bedeutet, wird das nur sehr selten in Frage kommen. Oder man geht gleich bei A in die Breite (Abb. 15, Taf. 32). Das ist das Richtige, wenn der Platz zur Verfügung steht. Wo das aber nicht geht, weil er, wie so häufig, bebaut ist, da ist die Gleisbremsenlösung unverwendbar. Ein Beispiel ist Seddin, wo die letzten Weichen ziemlich weit vom Berg liegen und die Gleisbremse infolgedessen ihre eigentliche Tätigkeit gar nicht entfalten kann.

Es wird die wichtigere und sehr viel schwierigere Aufgabe der Rangiertechnik sein, Lösungen für die zahlreichen Fälle zu finden, wo die sehr entfernten Weichen aus örtlichen Gründen nicht an den Berg herangeholt werden können. Es darf auch nicht übersehen werden, daß wir wahrscheinlich dazu kommen werden, gleich im ersten Verschiebegang soviel Ausschreibungen vorzunehmen, wie irgend möglich, z. B. unmittelbar Stationsgruppen zu bilden. Dann brauchen wir sehr viele, wenn auch kurze Sammelgleise, und diese lassen sich nicht mehr an einen Berg anschließen, wenn man nicht zuläßt, daß die letzten Weichen erheblich weiter abliegen als die ersten.

Versuche mit Hochofenschlacke als Gleisbettungsstoff.

Von Prof. H. Burchartz und Dipl.-Ing. G. Saenger.

(Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.)

Hierzu Tafel 33.

A. Anlaß zu den Versuchen und Zweck derselben.

Der seinerzeit von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten gebildete »Ausschuß zur Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke zu Betonzwecken*)« hat am 25. Januar 1917 u. a. über die Aufstellung von Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke zur Verwendung als Eisenbahnschotter beraten. Hierbei wurde zum Ausdruck gebracht, daß es nach den damals vorliegenden Erfahrungen nicht möglich sei, bereits zu einem abschließenden Urteil über die Bewährung von Hochofenschlacke für solche Zwecke zu kommen. Die Beurteilung war bei der bei den Eisenbahndirektionen vorgenommenen Rundfrage sehr verschieden ausgefallen, was darauf schließen lasse, daß es geeignete und ungeeignete Schlacke gebe.

Herr Oberbaurat Lauer hat daher vorgeschlagen, dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten die Anlage von Versuchsstrecken zu empfehlen, um das Verhalten der verschiedenen Schlackensorten studieren zu können. Allerdings müßten sich diese Versuche auf Jahre hinaus erstrecken, da das Studium der Frage des Zementierens der Gleisbettung und des Rostens des Oberbaues viel Zeit erfordern würde. Es wurde daher angeregt, gleichzeitig Laboratoriumsversuche auszuführen, die in kürzerer Zeit Ergebnisse erwarten ließen als die praktischen Versuche. Es wurde beschlossen, einen Unterausschuß zu bilden, der einen Arbeitsplan aufstellen sollte. In Ausführung dieses Beschlusses legte der Unterausschuß folgenden Plan vor:

1. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute wird diejenigen Hochofenwerke bezeichnen, deren Schlacke zu den Versuchsstrecken verwendet werden soll. Hierbei kommt es in erster Linie auf Wetterbeständigkeit an, wofür in Ermangelung eines geeigneten Prüfungsverfahrens die Erfahrung maßgebend sein wird. Im übrigen werden bei der Auswahl der Rohschlacke und der Anfertigung des Schotters die neu aufgestellten Richtlinien zu beachten sein.

*) Über den Anlaß zur Gründung des Ausschusses und über dessen Zusammensetzung siehe näheres: Burchartz und Bauer, Versuche mit Hochofenschlacke, Mitt. a. d. Kgl. Materialprüfungsamt 1916, S. 157 u. f.

Die vom Verein ausgewählten Werke müssen im kommenden Frühjahr den Schlackenschotter für die Versuchsstrecken (je etwa 2000 cbm) nach näherer Vereinbarung an die zuständigen Eisenbahndirektionen liefern, ferner von dem gleichen Grundstoff eine zur Anstellung von Versuchen bestimmte kleine Menge an das Königliche Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde senden, endlich dafür sorgen, daß Ergänzungsschotter zur Unterhaltung der Versuchsstrecken in gleichartiger Beschaffenheit nachgeliefert werden kann.

2. Der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten wird um Bezeichnung und Anweisung derjenigen Direktionen zu bitten sein, welche die Versuchsstrecken einrichten sollen. Diese sind aus den im kommenden Jahre ohnehin planmäßig zum Umbau kommenden Gleisstrecken derartig auszuwählen, daß je ein Kilometer in der sonst verwendeten Bettung und ein Kilometer in Schlackenschotter verlegt werden. Von beiden Vergleichsstrecken erhält wieder je die Hälfte eiserne und hölzerne Schwellen.

Im übrigen sollen die Versuchsstrecken in ihrer Gesamtheit möglichst alle vorkommenden Verhältnisse umfassen, also Haupt- und Nebenbahnen, schweren, mittleren und leichten Verkehr, Dammstrecken, trockene und quellige Einschnitte, auch Wegübergänge und Zwischenbahnsteige, bei denen der Schotter bis an die Schienenköpfe reicht. Auch wird der Schlackenschotter unter Weichen zu erproben sein.

Um eine geeignete Auswahl zu ermöglichen, wird es sich empfehlen, daß die Direktionen verschiedene Strecken unter genauer Angabe der Betriebs- und örtlichen Verhältnisse vorschlagen.

Das Königliche Materialprüfungsamt legte daraufhin einen Arbeitsplan für die in Aussicht genommenen Laboratoriumsversuche vor. Mit Erlaß vom 9. Mai 1917 genehmigte der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten diesen Plan und beauftragte die Eisenbahndirektionen, Versuchsstrecken aus für geeignet geltenden Hochofenschlacken und zum Vergleich auch solche mit natürlichen Gesteinen anzulegen, und verfügte unter Hinweis auf den Arbeitsplan des Materialprüfungsamtes die Einsendung von Schlacken- und Bruchsteinschotter an das Amt.

B. Arbeitsplan für die Erprobung von Hochofenstückschlacke zu Eisenbahnbettungszwecken.

I. Probenmaterial:

- a) 9 Sorten Hochofenstückschlacke,
- b) 4 Basaltsorten,
- c) 1 Granitsorte,
- d) 1 Grauwacke,
- e) 1 Melaphyr,
- f) 1 Sandstein (Piesberger).

II. Umfang der Versuche:

1. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Schlacken,
2. Ermittlung der Dichtigkeitsverhältnisse (Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad),
3. Bestimmung der Wasseraufnahme,
4. Prüfung auf Frostbeständigkeit,
5. Beobachtung der chemischen Einwirkung des Schotter auf Eisen und Holz,
6. Ermittlung des Widerstandes des Schotter gegen Zertrümmern nach Verfahren Rudeloff,
7. Prüfung auf Kanten- und Stofsfestigkeit.

Der Arbeitsplan wurde später unter Beschluss des Ausschusses noch auf folgende Versuche ausgedehnt:

8. Bestimmung des Raumgewichts des Schotter,
9. Prüfung auf Wasseraufnahme und -abgabe,
10. Beobachtung der chemischen Einwirkung von dichter und poröser Schlacke auf Eisen und Holz im Vergleich mit Kies.

C. Probestoffe.

Das Probenmaterial bestand aus neun Hochofenschlacken- und acht Bruchsteinsorten. Erstere sind im nachstehenden mit I bis IX, letztere mit 1 bis 8 bezeichnet.

Die Schlacken entstammten teils den Hochofenwerken, teils den Versuchsstrecken, in denen sie mehrere Jahre verlegt gewesen waren. Die Proben wurden in Form von Schotter in der für Gleisbettungszwecke üblichen Körnung eingesandt. Die Versuche wurden in vorstehend angegebenem Umfang im wesentlichen in den Jahren 1917 bis 1920 ausgeführt, mit Ausnahme derjenigen unter 5 und 10, die erst im Jahre 1925 zum Abschluss gelangten. Die Kosten der Untersuchungen trug der Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

D. Versuchsausführung.

Die Bestimmung der Dichtigkeitsverhältnisse, der Wasseraufnahme und Frostbeständigkeit erfolgte in der für andere Baustoffe üblichen Weise. Das Raumgewicht des Schotter wurde in der Weise ermittelt, daß der trockene oder getrocknete Schotter in ein rundes Hohlgefäß von 1000 cm³ Inhalt bei 18 cm Höhe und 26,6 cm Durchmesser in Lichten ohne Rütteln eingefüllt und gewogen wurde.

Zwecks Ermittlung der chemischen Einwirkung des Schotter auf Eisen und Holz wurden in kurze Holzstammabschnitte von etwa 22 cm Durchmesser und 16 cm Höhe gemäß Textabb. 1 je zwei Flacheisen von 5,1 × 0,7 cm und je zwei Rundeisen von 3,6 cm Durchmesser, sowie je zwei aus imprägnierten Eisenbahnschwellen geschnittene Stäbe aus Buchen- und Kiefernholz von etwa 6,0 × 4,8 cm Querschnitt eingesetzt. Die so gewonnenen Versuchsstücke wurden im Freien auf Zementbeton gelagert und nach Maßgabe der Textabb. 2 mit Schotter überdeckt.

Um den Einfluß der Porosität der Schlacken auf deren Einwirkung auf Eisen und Holz und gleichzeitig das Verhalten des Schlackenschotter in dieser Beziehung im Vergleich mit Kiesschotter festzustellen, wurden gleiche Versuchsstücke wie vorgeschrieben mit Schlackenschotter aus porösen und dichten Schlackenstücken und mit Kies von 7 bis 35 mm Körnung bedeckt. Die Versuchsstücke wurden von Zeit zu Zeit abge-

deckt und die Beschaffenheit der Eisen- und Holzstücke bzw. die etwa eingetretenen Veränderungen festgestellt.

Für die Zertrümmerungsversuche nach Verfahren Rudeloff, die wegen des damit verbundenen großen Zeitaufwandes lediglich auf die Schlackensorten II, V, VIII und IX und die Bruchsteine 4 und 8 (Basalt und Granit) beschränkt wurden, wurde der Schotter durch Siebung in die Körnungen 2,3 bis 3,2; 3,2

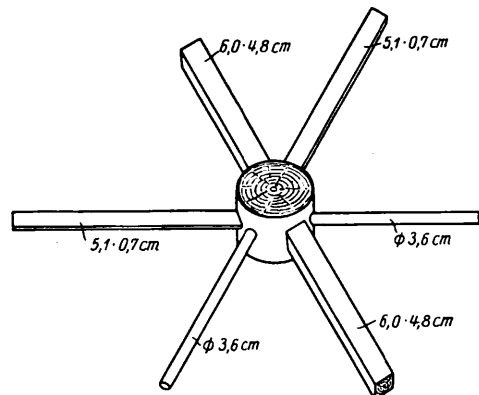


Abb. 1. Versuchsstück zur Ermittlung der chemischen Einwirkung des Schotter auf Eisen und Holz.



Abb. 2. Lagerung der Versuchsstücke im Freien zur Ermittlung der chemischen Einwirkung des Schotter auf Eisen und Holz.

bis 5,0 und 5,0 bis 7,5 cm zerlegt und jede dieser Körnungen für sich untersucht auf

- a) Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke,
- b) » » » stofsweise wirkende Druckbelastung (Schwellendruck),
- c) » » » allmählich gesteigerten Druck.

Letztere Versuche dienen gleichzeitig zur Ermittlung des Verhaltens des Schotter gegen Nässe und Witterungseinflüsse. Sie wurden deshalb angestellt

- α) mit trockenem Schotter,
- β) mit Schotter, der etwa vier Wochen in Wasser gelegen hatte,
- γ) mit nassem Schotter, der 25mal bei durchschnittlicher Temperatur von -15° ausgefroren war, in gefrorenem Zustande,
- δ) mit nassem Schotter, der 25mal bei durchschnittlicher Temperatur von -15° ausgefroren war, in aufgetautem Zustande.

Zu a) Etwa 5 kg Schotter gleicher Körnung wurden in einen starkwandigen Holzkasten eingebracht und unter einem Fallwerk einer bestimmten Anzahl von Schlägen ausgesetzt. Der Fallbär trug einen eisernen Beschlag von Form und Abmessungen einer Stopfhacke (Textabb. 3). Nach Ausübung von 207 mkg Schlagarbeit wurde das Material einer Siebanalyse auf den Sieben von 0,6; 1,2; 1,9; 2,5; 3,2; 5,0 und 7,5 cm Maschenweite unterworfen und die jeweiligen Rückstände zwischen je zwei Sieben bestimmt.

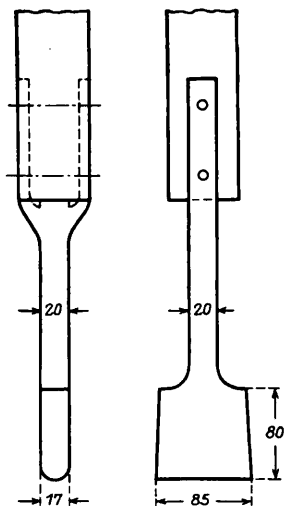


Abb. 3. Fallbär zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke.

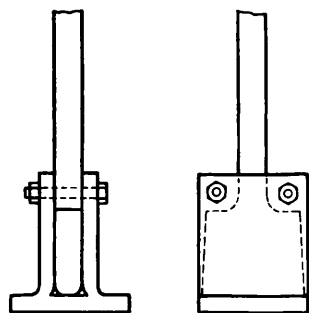


Abb. 4. Fallbär zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen stoßweise wirkende Druckbeanspruchung.

Nach beendeter Siebung wurden alle Korngrößen des Materials wieder durcheinandergemischt und zur Fortsetzung der Versuche benutzt. Die Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag

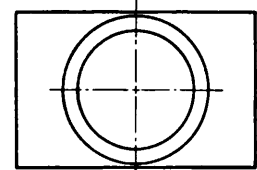
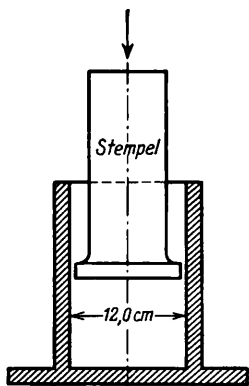


Abb. 5. Zylindrischer eiserner Behälter zur Prüfung des Schotters auf Widerstandsfähigkeit gegen stetig gesteigerten Druck.

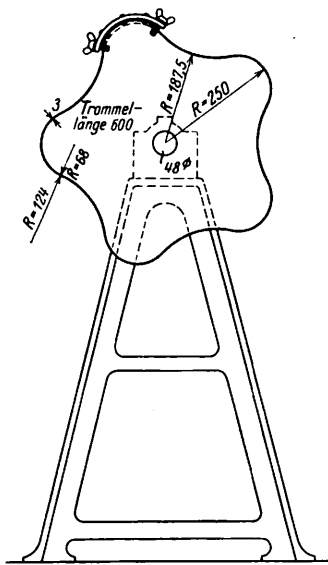


Abb. 6. Trommel für die Prüfung auf Kanten- und Stoßfestigkeit.

mit der Stopfhacke wurde auf diese Weise für 207, 621, 1242 und 1656 mkg Schlagarbeit ermittelt.

Zu b) Die Versuche wurden mit der gleichen Vorrichtung ausgeführt, wie die unter a) beschriebenen, nur daß der Beschlag der Fallbären gemäß Textabb. 4 geformt war. Die Kastenfüllung wurde mit einer schweren Holzplatte bedeckt, damit

sich beim Aufschlagen des Bären der Kleinschlag nur gegeneinander und gegen Holz reiben konnte. Zur Feststellung des Grades der Zertrümmerung wurden Siebanalysen nach 1585, 3170, 4754 und 7925 mkg Schlagarbeit mit dem gleichen Siebsatz wie unter a) ausgeführt.

Zu c) In einen zylindrischen eisernen Behälter von 12 cm lichtigem Durchmesser wurde so viel Schottermaterial eingebracht, daß die Auffüllhöhe des eingerüttelten Schotters etwa 10 cm betrug. Das Material wurde mit Hilfe des Stempels S bis 20000 kg belastet und der Grad der Zertrümmerung der Füllung durch Siebanalyse wie unter a) und b) festgestellt (Textabb. 5).

Die Versuche in der Trommel zur Bestimmung der Kanten- und Stoßfestigkeit wurden an allen Schotterproben durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurden je 5 kg möglichst würfelförmiger Schotterstücke in eine drehbare Trommel mit gewelltem Mantel (Textabb. 6) eingebracht und bei 52 Umdrehungen in der Minute 1/2 Stunde gekollert. Nach beendeter Kollierung wurde das Material ebenfalls einer Siebanalyse, und zwar auf den Sieben von 0,6; 1,0; 1,5; 3,0; 7,0; 15,0 und 25,0 mm Maschenweite, unterworfen.

E. Versuchsergebnisse.

Die Versuchsergebnisse sind in Übersicht 1 bis 8 verzeichnet. Ihre Veröffentlichung wurde in der Sitzung des Ausschusses für Untersuchung von Hochofenschlacke am 9. Juli 1926 beschlossen.

1. Chemische Zusammensetzung der Schlacken.

Übersicht 1.

Chemische Zusammensetzung der Schlacken.

Bezeichnung der Schlacken	Kieselsäure SiO ₂	Tonerde Al ₂ O ₃	Eisen Fe	Mangan Mn	Kalk CaO	Magnesia MgO	Schwefelsäure SO ₃	Sulfidschwefel S	Phosphorsäure P ₂ O ₅
I (J)	34,6	9,5	0,6	3,0	35,9	10,2	0,2	1,3	0,03
II (J)	35,6	9,1	0,7	2,7	37,9	7,7	0,3	1,3	Kaum Spuren
III (H)	34,4	11,5	0,8	3,5	40,2	3,7	0,1	1,5	0,25
IV (GM)	33,9	10,2	0,4	1,4	39,4	9,6	0,1	1,3	Kaum Spuren
V (GM)	33,3	10,0	0,5	1,2	39,8	10,1	0,2	1,3	" "
VI (Px)	34,9	11,0	1,7	3,1	40,2	4,3	0,2	1,3	0,34
VII (GH)	33,8	12,0	0,3	1,5	43,4	6,4	0,2	1,4	Kaum Spuren
VIII (FA)	32,3	10,9	0,6	2,8	43,3	5,4	Spuren	1,7	" "
IX (GM)	30,8	10,9	0,5	1,3	42,5	9,0	0,1	1,8	" "

Nach dem Analysenbefunde schwankt der Gehalt der neun Schlackensorten an Einzelbestandteilen innerhalb folgender Grenzen:

Kieselsäure	30,8 bis 35,6 %
Tonerde	9,1 » 12,0 »
Eisen	0,3 » 0,8 »
Mangan	1,3 » 3,5 »
Kalk	35,9 » 43,4 »
Magnesia	3,7 » 10,2 »
Schwefelsäure	0,1 » 0,3 »
Sulfidschwefel	1,1 » 1,8 »
Phosphorsäure	Spuren bis 0,34 %.

2. Gewichts- und Dichtigkeitsverhältnisse (Übersicht 2).

Das Raumgewicht des Materials der Schlacken liegt zwischen 1,140 und 2,950. Das Material gleicher Schlacken ist, wie aus den Einzelwerten hervorgeht, im Raumgewicht sehr verschieden. Dieses Ergebnis ist indessen nicht überraschend, da das Gefüge der Schlacke ein und derselben Hütte, je nach den Verhältnissen, unter denen die Schlacke gewonnen, insbesondere abgekühlt wird, sehr verschieden sein kann. Rein äußerlich

Übersicht 2.

Ergebnisse der Prüfung der Schotterstoffe auf Bruchflächenbeschaffenheit, Raumgewicht und spezifisches Gewicht.

Bezeichnung des Materials	Bruchflächenbeschaffenheit			Raumgewicht		Spezifisches Gewicht s	
	Gefüge	Bruch	Farbe	Versuch Nr.	r		
Hochofenschlacken	I	Gleichförmig feinkristallinisch, teils schwammig-porig, teils kaum porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	1,877 2,840 2,059 2,917	3,020
	II	Gleichförmig feinkristallinisch, teils schwammig-porig, teils kaum porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,112 2,883 2,022 2,629	3,030
	III	Gleichförmig feinkristallinisch, schwach- bis starkporig, fest	unregelmäßig	hell- bis dunkelgrau	1 2 3 4	2,930 2,649 2,490 2,880	3,030
	IV	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,571 2,740 2,410 2,749	3,030
	V	Gleichförmig feinkristallinisch, schwach- bis starkporig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,805 2,075 2,109 2,797	2,970
	VI	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,568 2,692 2,789 2,852	3,040
	VII	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,027 2,372 1,958 1,836	3,060
	VIII	Gleichförmig feinkristallinisch, schwammig-porig, fest	unregelmäßig	grau	1 2 3 4	2,948 2,474 2,950 2,889	3,070
	IX	Gleichförmig feinkristallinisch, teils dicht, teils blasig-porig	unregelmäßig	grau bis dunkelgrau	1 2 3 4	2,904 2,838 2,499 2,462	3,140
Bruchsteine	1 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäßig scharfkantig	grau	—	2,862	2,913
	2 Grauwacke	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäßig	grau	—	2,645	2,740
	3 Piesberger Kleinschlag	Gleichförmig fein- bis grobkristallinisch, fest	unregelmäßig	grau	—	2,565	2,703
	4 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	muscheliger	grau	—	2,938	2,941
	5 Melaphyr	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	muscheliger	dunkelgrau	—	2,616	2,740
	6 Basalt	Gleichförmig feinkristallinisch, fest	unregelmäßig	grau	—	3,023	3,061
	7 Basalt	Kristallinisch-feinkörnig bis dicht	flach-muscheliger, scharfkantig	schwarzgrau	—	3,054	3,077
	8 Granit	Kristallinisch, körnig	unregelmäßig, rauher scharfkantig	hellgrau gesprengelt mit rostfarbigen Flecken	—	2,599	2,667

ist diese Verschiedenheit an der Größe und Menge der vorhandenen Poren zu erkennen.

Soweit nach dem Augenschein zu beurteilen war, enthielt die wenigsten porösen Stücke Schlacke VIII, einen etwas höheren Gehalt an solchen Stücken hatte Schlacke III, die meisten »schwammig« erscheinenden Stücke enthielt Schlacke VI, Schlacke IX zeigte etwa zur Hälfte dichte, zur Hälfte mehr oder weniger porige Stücke.

Von der Mittelbildung der Raumgewichtswerte ist wegen der großen Schwankungen der Einzelwerte Abstand genommen worden.

Das spezifische Gewicht war übereinstimmend bei allen Schlacken rund 3,0. Von der Berechnung des Dichtigkeitsgrades aus dem Verhältnis $\frac{\text{Raumgewicht}}{\text{spezifisches Gewicht}}$ ist wegen der starken Schwankungen in den Einzelwerten der Raumgewichte abgesehen worden.

3. Raumgewicht des Schotters (Übersicht 3).

Das Raummetergewicht des Schlackenschotters liegt im Mittel zwischen 1240 und 1450 kg, das des Bruchsteinschotters zwischen 1390 und 1520 kg.

4. Wasseraufnahme des Steinmaterials (Übersicht 4).

Die Einzelwerte der Wasseraufnahmeprüfung weisen bei den Schlacken nahezu die gleichen Abweichungen auf wie bei den natürlichen Gesteinen. Jedoch ist die Wasseraufnahme-

fähigkeit der Hochofenschlacke durchschnittlich höher als die der Bruchsteine. Die der Schlacke schwankt im Mittel zwischen 1,1 und 2,8% und die der Bruchsteine zwischen 0,4 und 1,3%.

5. Wasseraufnahme und -abgabe des Schotters (Übersicht 5).

Die Wasseraufnahme des Schlackenschotters schwankt zwischen 0,52 und 1,41%, die des Bruchsteinschotters zwischen 0,38 und 1,18%. Der Kies nimmt 1,82% Wasser auf. Der nasse Schlackenschotter ist bei Lagerung an der Luft in spätestens sieben Tagen, der nasse Bruchsteinschotter in spätestens vier Tagen, der nasse Kies jedoch erst nach zwölf Tagen wieder trocken.

6. Frostbeständigkeit (Übersicht 6).

Sämtliche Proben zeigten nach abwechselndem 25maligen Gefrieren bei durchschnittlich -15° und Auftauen im Wasser von Zimmerwärme keine sichtbaren Veränderungen. Sie erlitten auch keine Gewichtsverluste.

7. Chemische Einwirkung auf Eisen und Holz bei Lagern im Freien.

a) Vergleichende Versuche über die Einwirkung von Hochofenschlacken- und Bruchsteinschotter auf Eisen und Holz.

Befund nach sechs Monaten.

Übereinstimmend für alle Schlacken waren an den in sie eingebetteten Holzstücken keine sichtbaren Veränderungen ein-

Übersicht 3.

Ergebnisse der Prüfung des Schotters auf Raumgewicht¹⁾.

Art des Materials	Schotter aus Schlacke									Schotter aus		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Grauwacke 8	Basalt 4	Granit 8
Versuch Nr.	Gewicht für 10 l Schotter											
1	12,70	12,40	13,67	13,25	12,68	12,94	13,40	14,52	13,40	13,95	15,18	13,90
2	12,66	12,45	13,72	13,28	12,72	12,96	13,37	14,55	13,44	14,00	15,24	13,88
3	12,68	12,42	13,69	13,32	12,74	13,00	13,39	14,50	13,45	14,02	16,20	13,86
Mittel	12,68	12,42	13,69	13,28	12,71	12,97	13,39	14,52	13,43	13,99	15,24	13,88
Mittleres Gewicht für 1 l	1,270	1,240	1,370	1,330	1,270	1,300	1,400	1,450	1,340	1,400	1,520	1,390

¹⁾ Ermittelt am trockenen Material durch Einfüllen in das 10 l-Gefäß.

Übersicht 4.

Ergebnisse der Prüfung auf Wasseraufnahme.

Bezeichnung des Materials	Schlacke									Bruchsteine							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	1	2	3	4	5	6	7	8
Versuch Nr.	Wasseraufnahme in Gewichtsprozenten																
1	2,3	1,3	1,3	5,5	3,0	6,5	7,1	1,8	2,7	0,2	0,2	1,1	0,4	1,6	0,4	1,2	0,5
2	6,8	4,1	1,5	2,4	5,1	3,2	6,7	3,4	3,2	0,8	2,6	0,9	0,2	1,2	0,4	0,3	0,6
3	1,5	4,3	1,1	1,3	0,5	1,2	4,1	1,4	1,4	0,5	0,7	2,8	0,6	0,7	0,6	0,4	0,5
4	0,1	0,8	0,5	5,1	0,9	2,5	0,9	0,5	2,6	0,3	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3	0,5
5	4,6	6,2	2,3	3,3	0,8	0,8	1,8	1,6	3,3	0,3	0,8	2,7	0,6	0,2	0,5	0,5	0,8
6	0,9	0,8	0,8	0,8	4,4	0,4	2,0	1,0	2,6	0,5	1,9	0,6	0,6	1,0	0,3	1,3	0,5
7	0,2	0,5	0,7	3,1	— ¹⁾	2,2	0,5	2,4	2,2	0,7	0,7	0,7	0,4	0,2	0,5	0,2	0,5
8	1,0	0,3	0,9	3,7	0,9	2,1	1,1	1,9	0,5	0,3	0,5	1,5	0,5	0,2	0,3	0,2	0,5
9	1,9	0,8	0,6	2,7	— ²⁾	1,3	1,8	2,0	0,3	0,4	0,5	0,9	1,4	0,4	0,3	0,5	0,5
10	1,6	3,3	1,1	1,0	2,1	7,5	1,8	2,7	1,2	0,3	0,5	1,0	0,7	0,5	0,3	0,4	0,8
Mittel	2,1	2,2	1,1	2,9	1,8	2,8	2,8	1,8	2,0	0,4	0,9	1,3	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6

¹⁾ Nach 24 Stunden Wasserlagerung zeigte die Probe merkliche Absandung.

²⁾ Nach 94 Stunden Wasserlagerung begann die Probe zu zerrieseln. In etwa 6 Wochen war die Probe völlig zu Pulver zerfallen.

Übersicht 5.

Ergebnisse der Prüfung auf Wasseraufnahme und -abgabe.

Material	Gewicht von 10 l Schotter (luft-trocken) kg	Gewicht nach 1 Stunde Wasser-lagerung kg	Wasser-aufnahme in		Gewicht in kg nach der überschriebenen Dauer der Lagerung an der Luft in Tagen												Gleich-bleibendes Gewicht nach Tagen	
			kg	‰	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Hochofenschlacke	III	13,48	13,55	0,07	0,52	13,52	13,50	13,49	13,48	—	—	—	—	—	—	—	—	4
	IV	12,93	13,10	0,17	1,31	13,08	13,00	12,97	12,95	12,93	—	—	—	—	—	—	—	5
	VII	12,74	12,87	0,13	1,02	12,78	12,77	12,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
	IX	12,75	12,93	0,18	1,41	12,88	12,83	12,79	12,77	12,76	—	12,75	—	—	—	—	—	7
Bruchsteine	Piesberger Kleinschlag	12,75	12,90	0,15	1,18	12,82	12,78	12,76	12,75	—	—	—	—	—	—	—	—	4
	Grauwacke	13,62	13,73	0,11	0,81	13,65	13,64	13,63	13,62	—	—	—	—	—	—	—	—	4
	Basalt	14,25	14,35	0,10	0,70	14,29	14,26	14,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
	Granit	13,05	13,10	0,05	0,38	13,07	13,06	13,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Kies(7–25 mm)	13,75	14,00	0,25	1,82	13,98	13,91	13,89	13,87	13,86	—	13,84	13,82	13,81	13,78	13,77	13,75	12	

Übersicht 6.

Ergebnisse der Frostversuche.

Schlacken-material	Gewicht der Probestücke		Bruchstein-material	Gewicht der Probestücke		Bemerkungen
	wasser-getränkt g	nach 25-maligem Gefrieren g		wasser-getränkt g	nach 25-maligem Gefrieren g	
I	441	442	1 Basalt	453	453	Sämtliche Proben blieben äußerlich unverändert.
II	371	372	2 Grauwacke	614	614	
III	351	351	3 Piesberger Kleinschlag	429	429	
IV	376	376	4 Basalt	360	360	
V	474	474	5 Melaphyr	253	253	
VI	439	449	6 Basalt	537	538	
VII	553	554	7 Basalt	366	366	
VIII	480	480	8 Granit	369	369	
IX	434	434	—	—	—	

getreten, während alle Eisenstäbe mit einer ziemlich starken Rostschicht überzogen waren. Auch bei den in Bruchstein-schotter gelagerten Proben zeigte das Holz keine sichtbaren Veränderungen, während die Eisen ebenfalls mit einer Rost-schicht bedeckt waren, die anscheinend etwas schwächer war als bei den in Hochofenschlacke verlegten Eisen.

Befund nach einem Jahr.

Sämtliche Proben waren im Vergleich zu den Beobachtungen nach sechs Monaten in ihrem Aussehen unverändert.

Befund nach zwei Jahren.

In sämtlichen Materialien waren die Holzstücke bis auf ein etwas dunkleres Aussehen unverändert geblieben. Die Rostbildung war bei sämtlichen Eisenstäben fortgeschritten, doch bei den in Bruchstein gelagerten anscheinend nicht so stark wie bei den in Schlacke verlegten; bei letzteren begann stellenweise die Rostschicht abzublättern. Bei der Schlacke IX war die Rostbildung am stärksten.

Befund nach drei Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Holz- und Eiseneinlagen wie nach zwei Jahren.

Befund nach fünf Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Holzeinlagen wie nach drei Jahren. Ein wesentlicher Unterschied im Rostgrad der in Schlackenschotter liegenden Eisen gegenüber den in Bruchsteinschotter gelagerten Eisen war nicht erkennbar.

Befund nach siebeneinhalb Jahren.

Die Langholzstücke (Buche und Fichte) waren bei allen Schlacken- und Bruchsteinsorten unverändert. Die Hirnholzstücke waren mit Ausnahme derjenigen in den Schlacken III, VII und VIII, deren Hölzer nur in den äußeren Jahresringen zerstört waren, meist bis auf den Kern zerstört. Nach dem

Grade dieser Zerstörung ließen sich die Schottersorten in folgende Gruppen einordnen, beginnend mit den am wenigsten zerstörend wirkenden Sorten.

1. Gruppe: Schlacken III, VII und VIII,
2. » : » I, II, IV und V,
3. » : » VI und IX, Bruchsteine 2, 4 und 8.

Die Hölzer unter den Bruchsteinschotterproben 2, 4 und 8 waren etwa ebenso stark zerstört wie die unter den Hochofenschlacken VI und IX.

Die Eisenstücke waren bei allen Proben stark angegriffen und zeigten sichtbare Fortschritte des Rostansatzes gegenüber dem Zustande nach fünf Jahren.

Soweit nach dem Augenschein beurteilt werden konnte, ließen sich nach dem Grade des Rostansatzes folgende Gruppen in der Reihenfolge des steigenden Rostansatzes unterscheiden:

1. Gruppe: Schlacken VII, VIII, III und V,
2. » : » I, II und IV, Bruchstein 2.
3. » : » VI und IX, Bruchsteine 4 und 8.

Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß die Hochofenschlacken bei Lagerung im Freien in den ersten Jahren das Rosten der Eisen begünstigen, doch verliert sich dieser Einfluß allmählich und wird später unwirksam. Nach fünf Jahren ist der Rostansatz des Eisens bei Lagerung in Bruchstein- und in Hochofenschlackenschotter der gleiche.

b) *Einwirkung von dichter Schlacke im Vergleich zu poröser Schlacke und Kies auf Eisen und Holz.*

Befund nach sechs Monaten.

Die Holzstücke waren bei allen Proben unverändert. Die Eisenstücke wiesen in den dichten wie auch porösen Schlacken eine schwache, in Kies eine starke Rostschicht auf.

Befund nach einem Jahr.

An sämtlichen Proben waren keine weiteren sichtbaren Veränderungen eingetreten.

Befund nach zwei Jahren.

Die Beschaffenheit der Holzeinlagen war unverändert geblieben. Bei den porösen Schlacken waren die Flacheisen und umliegenden Schlackenstücke etwas feucht; die Rostbildung war anscheinend etwas fortgeschritten.

Bei den dichten Schlacken waren sämtliche Eiseneinlagen wie auch die umliegenden Schlackenstücke trocken. Die Rostbildung war anscheinend schwach fortgeschritten, bei den Flacheisen an der Oberseite etwas mehr als bei den Rundeisen.

Sämtliche Eiseneinlagen bei den in Kies gelagerten Proben waren ebenso wie der Kies naß. Die Rostbildung war an den Eisenstäben weiter fortgeschritten. Im allgemeinen war der Rost an den in Kies befindlichen Proben stärker als an den anderen.

Befund nach drei Jahren.

Beschaffenheit und Aussehen der Proben wie nach zwei Jahren. Die in Kies gelagerten Eisen waren etwas stärker gerostet als die in Schlackenschotter befindlichen.

Befund nach fünf Jahren.

Bei den in Schotter aus porösen Schlackenstücken und in Kies gelagerten Holzproben war das Hirnholz stark angegriffen, das Langholz (Buche und Fichte) gut erhalten. Die Eisen waren stark angegriffen, wesentlich stärker gegenüber dem Zustande nach drei Jahren. Bei den in Schotter aus dichter Schlacke gebetteten Holzproben war das Hirnholz noch im wesentlichen leidlich, das Langholz noch gut erhalten. Der Rostansatz war im allgemeinen erheblich geringer als bei den Eisen unter poröser Schlacke und Kies.

Textabb. 7 zeigt den Zustand des Eisens bei dem Befund nach fünf Jahren. Das Versuchsergebnis beweist, daß Schotter aus dichter und sogar auch solcher aus poröser Schlacke dem

Kies hinsichtlich der Einwirkung auf das Rosten des Eisens überlegen ist.

Die Versuche unter a) wurden nach 7 $\frac{1}{2}$, diejenigen unter b) nach fünf Jahren abgebrochen, da die Verhältnisse

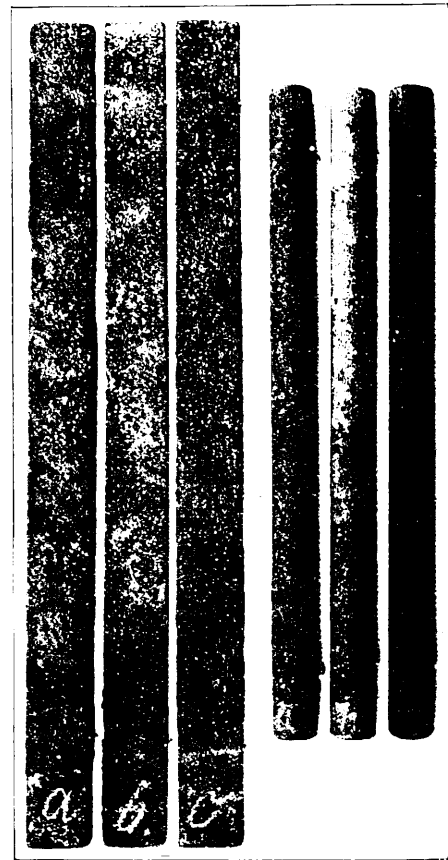


Abb. 7. Aussehen der Eisen nach fünfjähriger Lagerung im Freien.

Proben a: Bettung in poröser Schlacke.
 „ b: „ „ dichter Schlacke.
 „ c: „ „ Kies.

als genügend geklärt angesehen wurden und keine nennenswerten Aufschluß liefernde Ergebnisse mehr zu erwarten waren.

8. Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmern nach Verfahren Rudeloff (Übersicht 7 und Abb. 1, 2 u. 3, Taf. 33).

Da die Wiedergabe sämtlicher Ergebnisse dieser Versuche eine Unmenge von Zahlenwerten und Übersichten bedingt hätte, die zu übersehen kaum möglich gewesen wäre, sind in Zahlenübersicht 7 nur die Ergebnisse der Versuche mit der Korngröße von 3,2 bis 5,0 cm zusammengestellt, da diese den im Eisenbahnbau verwendeten Größenabmessungen am nächsten kommt. Aus dem gleichen Grunde sind auch von den Ergebnissen der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke und gegen stoßweise wirkende Druckbeanspruchung nur die der Versuche auf Zertrümmerung unter einer Schlagarbeit aufgeführt; ebenso ist die Wiedergabe der Ergebnisse der Prüfung bei gleichmäßig gesteigerter Druckbeanspruchung auf den trockenen Zustand der Materialien beschränkt worden. Diese Einschränkungen waren umso berechtigter, als die Ergebnisse der Prüfung der verschiedenen Korngrößen (2,3 bis 3,2, 3,2 bis 5,0 und 5,0 bis 7,5 cm) und der verschiedenen Zustände (trocken, wassersatt und ausgefroren) keine wesentlichen Unterschiede in dem Verhalten der Materialien zueinander erkennen ließen. Zur besseren Veranschaulichung sind die Ergebnisse der Zahlenübersicht 7 in Abb. 1, 2 u. 3,

Übersicht 7.

Ergebnisse der Prüfung auf Widerstand gegen Zertrümmern nach dem Verfahren Rudeloff.

Mittel aus je zwei Versuchen.

Korngröße des Materials vor dem Versuch: 3,2 bis 5,0 cm.

Die schräg gedruckten Zahlen sind die Rückstände zwischen je zwei Sieben.

Prüfungsart	Schlag mit der Stopfhacke Schlagarbeit 1242 mkg						Stoßweise Druckbeanspruchung Schlagarbeit 7925 mkg						Stetig gesteigerte Druckbeanspruchung bis 20000 kg						
	Art des Materials																		
Durchgänge in % durch die Siebe mit den überschriebenen Maschenweiten in cm																			
5,0 3,2 2,5 1,9 1,2 0,6 5,0 3,2 2,5 1,9 1,2 0,6 5,0 3,2 2,5 1,9 1,2 0,6																			
Hochofenschlacke	II	100,0	24,3	22,2	18,3	14,9	10,4	100,0	36,2	31,5	28,2	25,2	20,7	100,0	68,7	66,7	54,2	42,0	29,1
		<i>75,7</i>	<i>2,1</i>	<i>3,9</i>	<i>3,4</i>	<i>4,5</i>	<i>63,8</i>	<i>4,7</i>	<i>3,3</i>	<i>3,0</i>	<i>4,5</i>	<i>31,3</i>	<i>2,0</i>	<i>12,5</i>	<i>12,2</i>	<i>12,9</i>			
	V	100,0	17,2	14,9	12,7	9,4	6,6	100,0	29,6	25,8	22,9	20,5	17,4	100,0	78,7	69,7	54,9	42,9	29,5
		<i>82,8</i>	<i>2,3</i>	<i>2,2</i>	<i>3,3</i>	<i>2,8</i>	<i>70,1</i>	<i>3,8</i>	<i>2,9</i>	<i>2,4</i>	<i>3,1</i>	<i>21,3</i>	<i>9,0</i>	<i>14,8</i>	<i>12,0</i>	<i>13,4</i>			
VIII	100,0	26,1	20,3	13,6	10,0	6,0	100,0	30,3	24,2	18,7	15,6	11,8	100,0	66,8	55,6	47,9	33,8	18,7	
	<i>73,9</i>	<i>5,8</i>	<i>6,7</i>	<i>3,6</i>	<i>4,0</i>	<i>69,7</i>	<i>6,1</i>	<i>5,5</i>	<i>3,1</i>	<i>3,8</i>	<i>33,2</i>	<i>11,2</i>	<i>7,7</i>	<i>14,1</i>	<i>15,1</i>				
IX	100,0	15,1	12,7	10,4	7,7	5,2	100,0	12,2	11,5	10,4	9,1	6,8	100,0	70,5	65,0	50,1	35,8	22,9	
	<i>84,9</i>	<i>2,4</i>	<i>2,3</i>	<i>2,7</i>	<i>2,5</i>	<i>87,8</i>	<i>0,7</i>	<i>1,1</i>	<i>1,3</i>	<i>2,3</i>	<i>29,5</i>	<i>5,5</i>	<i>14,9</i>	<i>14,3</i>	<i>12,9</i>				
Bruchstein	4 Basalt	100,0	4,0	3,5	3,0	2,5	1,8	100,0	8,5	7,1	6,6	5,7	4,5	100,0	40,3	32,5	25,6	17,4	9,8
		<i>96,0</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,7</i>	<i>91,5</i>	<i>1,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>1,2</i>	<i>59,7</i>	<i>7,8</i>	<i>6,9</i>	<i>8,2</i>	<i>7,6</i>			
	8 Granit	100,0	32,6	29,0	24,6	19,1	13,5	100,0	41,6	37,5	35,0	32,3	28,8	100,0	71,9	66,5	51,8	38,6	27,0
		<i>67,4</i>	<i>3,6</i>	<i>4,4</i>	<i>5,5</i>	<i>5,6</i>	<i>58,4</i>	<i>4,1</i>	<i>2,5</i>	<i>2,7</i>	<i>3,5</i>	<i>25,1</i>	<i>8,4</i>	<i>14,7</i>	<i>13,2</i>	<i>11,6</i>			

Taf. 33 zeichnerisch dargestellt, wobei als Ordinaten die jeweiligen Gesamtdurchgänge durch die Siebe und als Abszissen die dazugehörigen Korngrößen eingetragen sind. Abb. 1, Taf. 33 stellt die Ergebnisse der Schlagversuche mit der Stopfhacke unter 1242 mkg Schlagarbeit dar, Abb. 2, Taf. 33 die Ergebnisse der Prüfung auf stoßweise wirkende Druckbeanspruchung von 7925 mkg, Abb. 3, Taf. 33 den Grad der Zertrümmerung unter dem Druck von 20000 kg. Aus dem Verlauf der Schaulinien sind deutlich die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Materialien gegen die genannten Beanspruchungen ersichtlich. Gleichzeitig ist auch zu erkennen, daß die Materialien sich bei den verschiedenen Stoßbeanspruchungen untereinander gleichartig verhalten. Während der Basalt bei allen drei Prüfverfahren nach Rudeloff als am widerstandsfähigsten erscheint, erweist sich der Granit gegen stoßweise Beanspruchung als am empfindlichsten, empfindlicher als alle geprüften Schlacken. Bei einfacher Druckbeanspruchung ist der Granitschotter den Schlacken II und V überlegen. Schlacke IX verhält sich gegen Stofs besser als Schlacke VIII, gegen Druck ist jedoch Schlacke VIII widerstandsfähiger als Schlacke IX. Dasselbe gilt von den Schlacken V und II. Die Wertung der Proben als Schotter wäre nach den vorliegenden Ergebnissen, beginnend mit dem besten Material, wie folgt:

gegen Stofs: Basalt 4 gegen Druck: Basalt 4
 Schlacke IX Schlacke VIII
 Schlacke VIII Schlacke IX
 Schlacke V Granit 8
 Schlacke II Schlacke II
 Granit 8 Schlacke V.

9. Kanten- und Stofsfestigkeit (Übersicht 8 und Abb. 4. Taf. 33).

Die Ergebnisse der Trommelversuche sind in Zahlenübersicht 8 und schauzeichnerisch in Abb. 4, Taf. 33*) wiedergegeben. Auch hier ist das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Materialien gut zu ersehen. Die Ergebnisse lassen

*) In der Abbildung ist, um diese nicht zu umfangreich zu gestalten, von der Auftragung der Siebdurchgänge der Körnungen über 2,5 cm abgesehen worden, zumal auch die Fortführung der Schaulinien für die Bewertung der Ergebnisse bedeutungslos gewesen wäre.

Übersicht 8.

Ergebnisse der Trommelversuche.

Bezeichnung des Materials	Rückstand in % zwischen den Sieben mit								
	cm Maschenweite			Maschen auf 1 qcm					
	—	2,5	1,5	0,7	4	16	60	120	—
Hochofenschlacke	I	69,5	13,1	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1	16,1
	II	75,2	7,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,0	16,2
	III	74,9	12,8	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	11,1
	IV	79,2	6,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,1	13,9
	V	77,7	7,6	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1	12,9
	VI	70,5	13,7	2,1	0,2	0,4	0,1	0,1	12,9
	VII	77,3	9,5	2,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10,7
	VIII	66,1	21,3	2,4	0,3	0,2	0,1	0,1	9,5
	IX	80,6	10,3	0,8	0,1	0,1	0,0	0,0	8,1
Bruchsteine	1	77,5	12,9	1,6	0,1	0,1	0,1	0,0	7,7
	2	65,4	16,3	2,8	0,2	0,2	0,1	0,1	14,9
	3	76,0	12,3	1,2	0,1	0,1	0,0	0,1	10,2
	4	88,7	6,3	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	3,9
	5	77,5	12,9	2,0	0,1	0,2	0,0	0,1	7,2
	6	85,9	8,9	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	4,4
	7	85,2	8,6	1,3	0,1	0,2	0,1	0,1	4,4
	8	69,3	10,0	1,4	0,1	0,1	0,2	0,4	18,5

sich für den Hochofenschlackenschotter in bezug auf den Schotter aus natürlichen Gesteinen wie folgt zusammenfassen: Schlacke IX entspricht in ihrem Verhalten beim Kollern in der Trommel dem geprüften Melaphyr und Basalt mittlerer Festigkeit, die Schlacken VIII, VII und III entsprechen dem Piesberger Kleinschlag. Die Schlacken IV, V und VI sind der geprüften Grauwacke überlegen, während die Schlacken I und II ihr gleichwertig sind; alle untersuchten Schlacken sind jedoch in ihrem Verhalten bei der Beanspruchung auf Kanten- und Stofs-

festigkeit dem Granit überlegen. Bei den Trommelversuchen ergibt sich ein gleiches Verhalten der Materialien untereinander wie bei den Versuchen auf Widerstandsfähigkeit gegen den Schlag mit der Stopfhacke und die stofsweise Druckbeanspruchung nach Verfahren Rudeloff.

Auf Grund der vorstehend besprochenen Versuchsergebnisse sind von der Kommission zur Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacke »Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke zur Verwendung als Gleisbettungsstoff« aufgestellt worden, deren Entwurf in der Sitzung des Ausschusses vom 23. Februar 1921 genehmigt wurde. Diese »Richtlinien« fassen die für die Erzeugung und die Abnahme im Hinblick auf den besonderen Verwendungszweck zu stellenden Bedingungen in klarer und leicht anwendbarer Form zusammen. Der Reichsverkehrsminister hat mit Erlaß vom 5. Oktober 1922 verfügt, die ihm vom Ausschuss vorgelegten »Richtlinien« als Lieferungsgrundlage bei der Reichtbahn zu verwenden. Die in den »Richtlinien« enthaltenen Gütebestimmungen seien nachstehend wiedergegeben:

1. Der Kleinschlag muß aus raum- und wetterbeständiger Schlacke von möglichst gleichmäßigem und dicht aussehendem Gefüge bestehen. Schlacken, die ein stark blasiges, schaumiges und glasiges Gefüge haben, sind von der Abnahme auszuschließen.

2. Der Kleinschlag soll möglichst würfelförmig und scharfkantig sein.

3. Die Korngröße, an den Kantenlängen gemessen, darf nicht unter 3 und nicht über 6 cm betragen.

4. Der Gehalt der Schlacke an Stücken mit glasigem Gefüge darf nicht mehr als 5 v. H. nach Raumteilen betragen.

5. Die Wasseraufnahme der Schlacke darf höchstens 3 v. H. des Gewichtes betragen; nach einer Lagerung von fünf Tagen an der Luft in einem überdeckten Raume von Zimmerwärme (18 bis 20°) muß wieder ein gleichbleibendes Gewicht erreicht sein.

6. Bei achttägiger Lagerung des Kleinschlags in Wasser dürfen höchstens 8 v. H. zerfallen bzw. zerrieseln.

7. Die Druckfestigkeit, ermittelt an aus der Schlacke herausgeschnittenen Würfeln (trocken), muß mindestens 1200 kg/cm² betragen.

8. Die Kanten- und Stofsfestigkeit des Kleinschlags aus Hochofenschlacke ist an der Abnutzung (Durchgang durch das 7 mm-Sieb) zu messen, die höchstens 20 v. H. des Gewichtes betragen darf. Im Streitfalle ist das schärfere, gleichartige Verfahren mit je fünf aus der Schlacke geschnittenen Würfeln von je 4 cm Kantenlänge anzuwenden. Hierbei darf die Abnutzung höchstens 10 v. H. des Gewichtes betragen. Das Ergebnis dieser Feststellung ist dann für die endgültige Beurteilung maßgebend.

9. Das Raummetergewicht für Kleinschlag aus Hochofenschlacke ist für jede Lieferung amtlich festzustellen, es darf 1250 kg für 1 m³ nicht unterschreiten.

Wie hieraus ersichtlich, beschränken sich die »Richtlinien« auf Forderungen in bezug auf Gefüge, Gestalt des Schotters (würfelförmig und scharfkantig), Korngröße, Gehalt an glasigen Stücken, Wasseraufnahme, Verhalten in Wasser, Druckfestigkeit, Kanten- und Stofsfestigkeit und Raummetergewicht.

Auf die Widerstandsfähigkeit des Schotters gegenüber den Beanspruchungen in der Praxis (Schwellendruck usw.) ist in den Richtlinien nicht in vollem Maße Rücksicht genommen worden, obgleich es wünschenswert ist, daß auch bezüglich dieser Eigenschaft weitere Forderungen gestellt werden. Der beschriebene Druckversuch von Rudeloff ist geeignet, diesem Bedürfnis Rechnung zu tragen. Diese Prüfmethode ist um so zweckmäßiger, als hierbei auf die unter Umständen mit vielen Schwierigkeiten und Weitläufigkeiten verbundene Feststellung

der Druckfestigkeit an Würfeln verzichtet werden könnte. Das Schneiden von Würfeln stößt in der Praxis insofern auf Schwierigkeiten, als das Material stets als Schotter angeliefert wird, aus dem sich geeignete Versuchsstücke meist gar nicht oder nur mit großem Arbeits- und Kostenaufwand heraus-schneiden lassen. Es können auch Fälle eintreten, in denen der Lieferung einzelne große Stücke beigelegt sind, die eine große Dichtigkeit und Druckfestigkeit aufweisen, während in dem angelieferten Schotter selbst viele porige und weniger feste Stücke enthalten sind. Ausser dem Vorteil, daß durch die Einführung der Druckprüfung nach dem Verfahren Rudeloff diese Unsicherheit beseitigt wird, besteht noch der große Vorzug, daß das Material nicht als Stoffprobe, sondern als fertiger Baustoff geprüft wird, im Ergebnis der Prüfung also auch der Form des Schotterstückes Rechnung getragen wird. Ein mehr plattiges Schotterstück, das als Oberbaumaterial weniger geeignet ist, wird wegen seiner scharfen Kanten geringere Widerstandsfähigkeit besitzen als ein kubisches mit nahezu rechten Winkeln. Bei der Festsetzung einer zulässigen Höchstgrenze für den Grad der Zertrümmerung nach dem Druckversuch von Rudeloff würden somit die mehr plattigen Schotterstücke als Ausgleich für die ungünstigere Form höhere Festigkeiten aufzuweisen haben als die kubisch gestalteten, um den gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Um die zulässige Grenze der Zertrümmerung nach dem Verfahren Rudeloff zu ermitteln, haben die Verfasser Versuche nach dieser Richtung mit den Schlacken II, VIII und IX und vergleichsweise mit natürlichen Gesteinen von bekannter Druckfestigkeit durchgeführt. Das Korn der verwendeten Schotterstoffe lag zwischen 3 und 6 cm. Als Vergleichsmaterial dienten:

Granit mit $\sigma_b = 2840 \text{ kg/cm}^2$

Grauwacke mit $\sigma_b = 3010 \text{ } \llcorner$

Trachyt mit $\sigma_b = 1360 \text{ } \llcorner$

mittlerer Druckfestigkeit.

Die Proben wurden entsprechend den früheren Versuchen mit 20000 kg gedrückt und der Grad der Zertrümmerung durch die Siebanalyse festgestellt. Die Ergebnisse sind in Übersicht 9 enthalten und in Abb. 5, Taf. 33 zeichnerisch

Übersicht 9.

Ergebnisse der Druckversuche nach dem Verfahren Rudeloff.

Mittel aus je drei Versuchen.

Korngröße des Materials vor dem Versuch: 3,0 bis 6,0 cm.

Die schräg gedruckten Zahlen sind die Rückstände zwischen je zwei Sieben.

Art des Materials		Durchgänge in % durch die Siebe bei den überschriebenen Maschenweiten in cm					
		6,0	3,0	2,5	2,0	1,0	0,5
Hochofenschlacke	II	100,0	80,6	70,7	60,0	43,2	34,4
		<i>19,4</i>	<i>9,9</i>	<i>10,7</i>	<i>16,8</i>	<i>8,8</i>	
	VIII	100,0	76,4	66,2	51,4	32,7	23,1
		<i>23,6</i>	<i>10,2</i>	<i>14,8</i>	<i>18,7</i>	<i>9,6</i>	
	IX	100,0	80,6	71,0	57,5	39,0	30,2
		<i>19,4</i>	<i>9,6</i>	<i>13,5</i>	<i>18,5</i>	<i>8,8</i>	
Bruchsteine	Granit ($\sigma_b = 2840 \text{ kg/cm}^2$)	100,0	79,2	64,7	50,9	29,6	18,9
		<i>20,8</i>	<i>14,5</i>	<i>13,8</i>	<i>21,3</i>	<i>10,7</i>	
	Grauwacke ($\sigma_b = 3010 \text{ kg/cm}^2$)	100,0	68,3	56,2	44,0	24,9	14,6
		<i>31,7</i>	<i>12,1</i>	<i>12,2</i>	<i>19,1</i>	<i>10,3</i>	
	Trachyt ($\sigma_b = 1360 \text{ kg/cm}^2$)	100,0	85,5	77,7	67,1	46,3	30,7
		<i>14,5</i>	<i>7,8</i>	<i>10,6</i>	<i>20,8</i>	<i>15,6</i>	

dargestellt. Da gemäß den Richtlinien für Hochofenschlackenschotter wie auch für Schotter aus Naturgestein eine Mindestdruckfestigkeit von 1200 kg/cm² vorgeschrieben ist, so würde der Trachyt in bezug auf Druckfestigkeit den Anforderungen an Schotter noch genügen.

Wie aus den Werten in Übersicht 9 ersichtlich ist, schwankt der Durchgang durch das 5 mm-Sieb für die drei Schlacken-sorten zwischen 23,1 und 34,4% und für die drei Bruchstein-sorten zwischen 14,6 und 30,7%. Nach den oben besprochenen Ergebnissen der im Auftrage des Ausschusses für Hochofenschlacke ausgeführten Druckversuche (Übersicht 7) liegt der Durchgang durch das 6 mm-Sieb für die vier geprüften Schlacken-sorten zwischen 18,7 und 29,5% und beträgt für die beiden Bruchsteinsorten (Basalt und Granit) 9,8 und 27,0%. Nach diesem Befunde würde man, wenn man für die Beurteilung des Grades der Widerstandsfähigkeit von Schotter gegen all-mählich gesteigerten Druck (Schwellendruck) den Durchgang durch das 5 oder 6 mm-Sieb als maßgebend erachtet, 30 bzw. 35% Durchgang noch als zulässigen Wert für den Grad der Zertrümmerung gelten lassen können. Legt man jedoch dieser Beurteilung den Durchgang durch das 7 mm-Sieb zugrunde, wie es in den Richtlinien für Gleisbettungsmaterial bei der Trommelprobe geschieht, so könnte man einen etwas größeren Durchgang zulassen, und zwar glauben die Verfasser auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse als höchst zulässiges Maß für die Zertrümmerung beim Druckversuch einen Durchgang von 40% durch das 7 mm-Sieb vorschlagen zu können*).

*) Bei Anwendung gelochter Siebe mit Löchern von 5, 6 oder 7 mm Durchmesser müßte natürlich der zulässige Durchgang entsprechend geringer bemessen werden, und zwar für das

5 mm-Sieb zu	20%
6 " " "	25 "
7 " " "	30 "

Zulassung von Kreuzungen bei Gleisentwicklungen.

Von Dr. Ing. W. Cauer, Geh. Baurat, Professor, Berlin.

In seinem Aufsatz: »Über die schienenfreien Gleisentwicklungen«*) in Heft 5 des Organs 1927 setzt Herr Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäsel er, München, einen Meinungs-austausch fort, der sich bisher in der Verkehrstechnischen Woche abgespielt hat, und dessen Vorgang zwei Aufsätze

*) Den Ausdruck „schiennenfreie Gleisentwicklung“, den ich früher selbst versehentlich gebraucht habe, hatte ich (V. W. 1926, S. 334, Fußnote 1) bemängelt, weil Gleise stets aus Schienen hergestellt werden, also nicht schienenfrei sein können. Herr Bäsel er gibt dies zu, ist aber durch die von mir angewandte Bezeichnung „Kreuzungsfreie Gleisentwicklung“ noch weniger befriedigt. Man brauche die Kreuzung unvermeidlich als Hauptbegriff, wenn man zwischen überflüssigen und notwendigen unterscheiden wolle, oder zwischen schienenfreien und schienengleichen. Darauf ist zu erwidern, daß Kreuzung (Kreuzen) allerdings mehrere Bedeutungen hat. Aber die schafft Herr Bäsel er durch seine Bezeichnungsweise auch nicht fort. In den Begriffen: Spaltungskreuzung, Trennungskreuzung, Kreuzungen von Zugfahrten, Einfahrtkreuzungen, Kreuzungen von Umstellfahrten mit Zugfahrten usw., wie solche Herr Bäsel er auch gelegentlich angewandt hat, bedeutet Kreuzung überall das gegenseitige Durchschneiden in Schienenhöhe. Dazu bildet das, was Herr Bäsel er „schiennenfreie Gleisentwicklung“ nennt, den Gegen-satz, der also folgerichtig mit dem Worte „kreuzungsfrei“ bezeichnet wird, während „schiennenfrei“ hier nicht nur, wie oben bemerkt, widersinnig ist, sondern auch die erwünschte Betonung des Gegen-satzes unterläßt und so der Ausdrucksschärfe entbehrt. In der zweiten Auflage meines Buches „Personenbahnhöfe“ bin ich gerade durch das Streben nach Schärfe des Ausdrucks dazu gekommen, überall das Wort „kreuzungsfrei“ zu verwenden. Ich glaube nicht, daß der Leser daran Anstoß nehmen wird, wenn daneben im Be-darfsfalle von einem Kreuzungsbahnhof, von der Kreuzung des Ver-laufs zweier Eisenbahnen (im weiteren Sinne des Wortes Kreuzung) die Rede ist. Übrigens sind Herrn Bäsel ers „schiennenfreie Gleis-entwicklungen“ nicht ganz kreuzungsfrei.

Nach dem heutigen Stande der Materialprüfung, die durch ihre Versuchsverfahren lediglich die Stoffeigenschaften zu ergründen sucht unter bewußter Ablehnung der Nachahmung der Betriebs-verhältnisse, sind die beiden anderen Verfahren von Rudeloff, Bestimmung des Widerstandes gegen stofsweise wirkende Druck-beanspruchung und gegen Schlag mit der Stopfhacke, als über-holt anzusehen, abgesehen davon, daß sie außerdem umständlich und zeitraubend sind. Ein sicheres und brauchbares Mittel zur Feststellung der Widerstandsfähigkeit gegen Stofs ist in der Trommelprobe gegeben, die auch Eingang in die »Richtlinien« gefunden hat. Einer anderen Prüfmethode zur Ermittlung der Kanten- und Stofsfestigkeit wie etwa des von verschiedenen Seiten für diesen Zweck vorgeschlagenen, in Frankreich ein-geführten Verfahrens Deval, dessen Ausführungsweise als bekannt vorausgesetzt wird, bedarf es nach Ansicht der Verfasser nicht, da das Ergebnis der Trommelprobe eine völlig ausreichende Beurteilung des Widerstandes von Schotter gegen Stöße, sowie gegen die abnutzende Wirkung durch Schläge gestattet.

Die Trommelprobe wird sogar in diesem Falle für geeigneter gehalten als die Devalprobe, weil sie als Prüfmethode eine Trommel mit wellenförmig gestaltetem Mantel benutzt, wodurch eine stärkere Beanspruchung des Schotters bewirkt wird als in der Devaltrommel, die mit einem zylindrischen Mantel versehen ist.

Das über die Richtlinien für Gleisbettungsmaterial Gesagte gilt auch für die vom Ausschuss für Untersuchung von Hoch-ofenschlacke zur Aufstellung in Aussicht genommenen »Richt-linien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke als Straßenbaustoff«, da die Anforderungen, die unter praktischen Verhältnissen an das Material gestellt werden, in beiden Fällen nahezu die gleichen sind. Auch hier dürften der Druckversuch nach dem Verfahren Rudeloff und der Trommelversuch eine wertvolle Ergänzung der Prüfungsbestimmungen in den genannten Richtlinien bilden.

des Herrn Bäsel er in der Zeitung des V. d. E. V. bildeten. (Vergl. die Lit.-Angaben in der Fußnote zu dem Bäsel erschen Aufsatz auf S. 73 des Organs 1927). Da nicht bei allen Lesern des Organs vorauszusetzen ist, daß sie meine früheren Äußerungen in der V. W. gelesen haben, bin ich leider genötigt, nochmals zu erwidern, will mich aber in der Hauptsache auf den Kern der Streitfrage beschränken.

Bei den Bäsel erschen Vorschlägen handelt es sich um zweierlei: Erstens will er bei kreuzungsfreier Gleisabzweigung von einer zweigleisigen Eisenbahn grundsätzlich dadurch die Entwicklung verbessern, daß er die Abzweigungsweiche in die Nachbarschaft der Gleisüberwerfung des einen abzweigenden Gleises mit dem anderen Stammgleis legt, weshalb er den beiden Stammgleisen an dieser Stelle eine um solches Maß verschiedene Höhenlage gibt, wie es für die Gleisüberwerfung ausreicht. Zweitens aber schlägt er vor, in solchen Fällen, wo von zwei oder mehreren Gleispaaren andere Gleise abzweigen, die Stamm-gleise in zwei Scharen abwechselnd hoch und tief zu legen. Die von den Stammgleisen der einen Schar abzweigenden Gleise gehen dann ohne weiteres kreuzungsfrei über oder unter den Gleisen der anderen Schar hinweg. Dagegen kreuzen sie mit Stammgleisen der gleichen Schar, d. h. in der Regel mit in gleicher Richtung befahrenen Gleisen.

Hinsichtlich des ersten Vorschlages liegt keine wesentliche Meinungsverschiedenheit vor. Solche gedungenen Lösungen sind auch früher schon in geeigneten Fällen mit Vorteil ver-wendet worden. Wenn Herr Bäsel er jetzt den Eindruck, daß er sein Verfahren als das Regelverfahren der Zukunft hin-stellen wollte, dahin richtig stellt, er habe nur eine neue Regel

neben den vorhandenen älteren aufstellen wollen*), so erübrigt sich ein nochmaliges Eingehen auf diesen Punkt.

Hinsichtlich des zweiten Vorschlages habe ich die gegenseitigen Kreuzungen von in gleicher Richtung befahrenen Hauptgleisen in der von Herrn Bäseler vorgeschlagenen Anordnung für betriebshemmend und betriebsgefährlich erklärt, und diesen Vorschlag, der tatsächlich neu und, soweit bekannt, Herrn Bäseler's geistiges Eigentum ist, grundsätzlich abgelehnt**). Insbesondere habe ich an Hand der von Herrn Bäseler in Abb. 2 auf S. 75 der V. W. 1926 gegebenen Verdeutlichung seiner Absicht (jetzt in Abb. 3, Tafel 11, Heft 5 des Organs leider sehr unklar wiedergegeben und ergänzt) folgendes bemerkt (V. W. S. 335, 1926): »Wenn von einer einem Personenbahnhofe zulaufenden zweigleisigen Eisenbahn vor ihrem Einlauf in den Personenbahnhof Gütergleise abzweigen, um in einen von dem Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschobenen Umstellbahnhof oder Güterbahnhof einzutreten, so entsteht dort, sofern die sicherungstechnische Lösung einwandfrei getroffen wird, eine Blockstelle mit Abzweigung, bei der die Güterzüge in den Umstell- oder Güterbahnhof eintreten und in entgegengesetzter Richtung aus dem Umstell- usw. Bahnhof auf die freie Strecke gelangen, während die Personenzüge in beiden Richtungen, d. h. sowohl auf ihrem Wege nach wie von dem Personenbahnhof, auf der freien Strecke verbleiben. Ebenso ist es in dem von Herrn Bäseler in Bild 2 auf S. 75 der V. W. dargestellten Falle, daß von zwei neben einander einem Personenbahnhofe zulaufenden zweigleisigen Eisenbahnen vorher Ein- und Ausfahrleise eines vom Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschobenen Umstellbahnhofs abzweigen. Herr Dr. Bäseler betont nun, daß die Einfahrsignale des Umstellbahnhofs außerhalb der Abzweigungsweichen stehen und folgert daraus, daß diese innerhalb des (Umstell-) Bahnhofs lägen. Hieraus wieder schließt er, daß es unbedenklich ist, an dieser Stelle auch Kreuzungen der Personenhauptgleise mit den gleichgerichteten Güterhauptgleisen je der anderen der beiden Eisenbahnen zuzulassen, da nach B. O. § 13 Kreuzungen von Hauptbahnen nur außerhalb der Einfahrsignale der Bahnhöfe verboten seien. Hier liegt in der Tat ein Irrtum vor. Die betreffende Stelle befindet sich allerdings innerhalb der Einfahrsignale des Umstellbahnhofs, aber für die Personenzüge zwar unter Deckung der einfügigen Blocksignale, aber doch auf freier Strecke, an der die Personenzüge, wenn nicht sonstige Gründe dies verhindern, die volle Streckengeschwindigkeit haben.«

*) Auf S. 74, Sp. 2 der V. W. 1926 heißt es: »Was ist ein Bahnhof in der jetzigen Form, wenn wir diesen Maßstab anlegen? Bedenkt man den vielen verlorenen Platz, den die Weichen und Zwischengleisstücke einnehmen, und die großen inneren Bewegungshemmungen, die die Zwangslängigkeit der Schienenführung bewirkt, so kann man erwidern: »Ein großer Raum, auf dem wenig ist (nämlich wenig nutzbares) und noch weniger geschieht. Die üblichen Gleisentwicklungen setzen dem die Krone auf.« Auf derselben Seite, Sp. 1 will er seine Entwicklungen sogar auf den ganz anders gearteten Fall des Bahnhofs Darmstadt anwenden, und sagt bezüglich des Geländebedarfs: »Ich glaube allerdings, daß die zügige Form, die meine Entwicklungen ergeben, sie in dieser Hinsicht in den meisten Fällen sehr überlegen macht«. Wer diese und andere ähnliche Äußerungen in den früheren Bäseler'schen Aufsätzen in Betracht zieht, wird mit mir von der jetzigen Einschränkung seiner früheren Ansprüche befriedigt sein. Wenn er jetzt sagt, seine Ausführungen wendeten sich gerade gegen eine gewisse Übung, die nach Ausweis der Handbücher und der Praxis Gefahr laufe, ein Schema zu werden, so ist das vortreffliche Oder'sche Handbuch der Ingenieurwissenschaften bekannt durch sein verständnisvolles Eingehen auf die Betriebsbedürfnisse jedes einzelnen Falles. Ferner würde ein Blick in mein Buch Personenbahnhöfe Herrn Bäseler gezeigt haben, daß er als Gegner des Schematismus in mir einen Bundesgenossen hat.

**) Ich habe aber (V. W. S. 335, 1926 Fußnote 2 und S. 336, 1926) ausdrücklich hervorgehoben, daß die grundsätzliche Ablehnung nicht ausschließt, daß man sich im Notfalle, namentlich, wo man durch vorhandene mangelhafte Anlagen gebunden ist, zu solcher Anordnung als dem kleineren Übel entschließen kann. Ob das für den Fall Pasing zutrifft, darüber bin ich gern bereit, mich mit Herrn Bäseler gelegentlich persönlich an Hand des Planes auseinanderzusetzen. Hier würde es zu weit führen.

Hierüber äußert nun Herr Dr. Ing. Bäseler sein Erstaunen. Die Signale, die ich als Signale einer Blockstelle mit Abzweigung aufgefaßt habe, »sollten selbstverständlich auch für den Personenbahnhof Einfahrsignale sein«. Herr Bäseler sagt dann weiter, daß namentlich von den Fachgenossen, die amtlich mit diesen Fragen zu tun haben, alle die er befragt habe, die Ausführungen in seinem Sinne aufgefaßt haben. Meinerseits liege also ein großes Mißverständnis vor.

Nun bitte ich die Leser des Organs sich die in Abb. 3, Taf. 11 wiedergegebene frühere Abbildung der V. W. anzusehen, in der Herr Bäseler die in der früheren Abbildung allein dargestellte Gleisabzweigung durch Angabe des weiteren Verlaufs des Umstellbahnhofs nach links hin und durch Einzeichnung der Lage der Bahnsteiggleise ergänzt hat. Ich konnte allerdings nach der früheren Skizze nicht voraussetzen, daß der Umstellbahnhof auf der Gegenseite des Personenbahnhofs, dicht an ihn grenzend, also in besonders teurem Gelände und ohne Möglichkeit, einen Ortsgüterbahnhof dazwischen zu schieben, angelegt werden sollte. Würde aber bei Parallellage des Umstellbahnhofs auf der Gegenseite des Personenbahnhofs, wie üblich, zwischen beiden ein größerer Abstand gewahrt, so rückte natürlich die Abzweigstelle weiter vom Personenbahnhof ab, noch mehr, wenn man, wie dies häufig ausgeführt ist, den Umstellbahnhof in ganzer Länge gegen den Personenbahnhof nach der Strecke zu hinausschiebt. Aber auch wenn ein so unwirklicher Bahnhof, wie Herr Bäseler ihn in Abb. 3, Taf. 11 ergänzt hat, voraussetzen war, so ist doch auch hier der Umstellbahnhof, wie ich es angenommen hatte, gegen den Personenbahnhof nach der Strecke zu vorgeschoben, und zwar so weit, daß die Einfahrsignale des Umstellbahnhofs, wie Herr Bäseler selbst anführt, 700 m von den Anfängen der Bahnsteige entfernt stehen. Das aber ist eine Entfernung, bei der man, »sofern die sicherungstechnische Lösung einwandfrei getroffen wird«, das hatte ich ausdrücklich vorausgesetzt, auf den Personenhauptgleisen eine Blockstrecke zwischen die Abzweigstelle und die erheblich näher an die Bahnsteige heranzurückenden Einfahrsignale des Personenbahnhofs einschalten wird. Die Blockstrecke wird dabei für Personenzüge ausreichend lang. Die von Herrn Bäseler als »selbstverständlich« vorausgesetzte Lösung, bei der die die Abzweigung der Hauptgütergleise deckenden Signale zugleich Einfahrsignale des Personenbahnhofs sind, würde die Anlage sicherungstechnisch unübersichtlich machen, die Zugfolge verlangsamen und so die Leistung von Bahnhof und Strecke herabsetzen.

Aber Herr Bäseler gibt selbst zu, daß die Abb. 3, Taf. 11 eine nicht durchgearbeitete Skizze ist. Um eine deutliche Anschauung von dem zu geben, was gemeint ist, hat er in Abb. 4 a und b, Taf. 11 und Abb. 1a bis c Taf. 12 einen beiderseitig (soll heißen in ganzer Länge, nicht nur für das eine Ende) nach seinen Vorschlägen entwickelten Bahnhof vollständig und maßstäblich durchgezeichnet (Entwurf I).

Zunächst ist hier bemerkenswert, daß bei diesem Entwurf auf der Gegenseite des Personenbahnhofs nicht, wie in den früheren Veröffentlichungen, ein Umstellbahnhof, sondern ein Ortsgüterbahnhof angeordnet ist. Dessen Länge ist natürlich viel geringer. Wenn man die Mehrlänge eines Umstellbahnhofs gegenüber den Bahnsteiggleisen eines Personenbahnhofs doch mindestens auf 2,5 km schätzen kann, ich also Herrn Bäseler's Auffassung weit entgegengekommen bin, wenn ich ihm zugebe, daß hiervon am einen Ende nur 700 m liegen (am anderen Ende also dann mindestens 1800 m; soll da auch keine Blockstrecke zwischengeschaltet werden?), so rücken hier an beiden Enden die Abzweigungen so nahe heran, wie es die Gleisentwicklung möglich macht. Aber auch so, d. h., wenn der Umstellbahnhof durch einen Ortsgüterbahnhof ersetzt wird, hat Herr Bäseler die geringe Länge von 1700 m zwischen den an beiden Enden befindlichen Abzweigungssignalen für den Güterverkehr (zugleich Einfahrsignale für den Personenbahnhof)

nur dadurch erreicht, daß die Gütereinfahrgleise der einen Haupttrichtung durch den ganzen Bahnhof in Hochlage durchgeführt sind. Man sehe sich diesen Entwurf eines »Bahnhofs als Höhenbauwerk« *) einmal näher an. Die Umstellbewegungen zwischen zweien der Hauptgütergleise und den Aufstell- und Ladegleisen haben mittels Ausziehens in etwa halbhochliegende Ausziehgleise, 6,0 m und mehr Höhenunterschied zu überwinden und erhebliche Wege zurückzulegen. Das Gesamtgebilde des Bahnhofs ist durch den zwischen Personen- und Güterbahnhof errichteten Damm nicht nur unübersichtlich, sondern bei dieser Anordnung fehlt es auch an geeigneten Querverbindungen, um Umstellbewegungen von der einen zur anderen Seite vorzunehmen. Solche erfordern vielmehr mehrmaliges, weit ausholendes Hin- und Her-Sägen. Dies gilt z. B. für die wichtigen Umstellbewegungen zwischen der (übrigens unglücklich angeschlossenen) Eilgutanlage und dem Ortsgüterbahnhof; ebenso für Lokomotivbewegungen, sei es von einer Bahnhofsseite zur anderen, sei es nach und von dem Lokomotivschuppen, der in der Abbildung nicht angegeben ist, für den aber bei der getroffenen Gesamtanordnung ein günstiger Platz kaum zu finden sein wird. Etwaige künftige Bahnhofsumgestaltungen werden bei diesem Höhenbauwerk auf große Schwierigkeiten stoßen. Einen die Betriebsbedürfnisse (vergl. wegen dieser auch Luegers Lexikon der gesamten Technik, 3. Aufl. Bd. 1, S. 382 und Abb. 10) derart vernachlässigenden Bahnhofsentwurf konnte ich doch, abgesehen davon, daß ein Ortsgüterbahnhof kein Umstellbahnhof ist, unmöglich als von Herrn Bäseler gedacht voraussetzen. Aber auch bei diesem Bahnhof beträgt, wie Herr Bäseler anführt, der Abstand von den Abzweigungssignalen bis zu den Bahnsteigen rund 700 m, so daß auch hier, wenn solcher Bahnhof überhaupt für die Ausführung in Betracht käme, die Zwischenschaltung von Blockstrecken angezeigt wäre. Herrn Bäseler sind wegen der hoch liegenden Gütergleise übrigens selbst Bedenken gekommen. Er sagt: »Da das immerhin für manche Zwecke hinderlich sein mag, ist in Abb. 5, Taf. 11 ein Bahnhofflügel gezeichnet, bei dem auch die Gütergleise beider Richtungen auf eine Höhenlage zusammengeführt sind«. Hierbei wird natürlich, zumal wenn annehmbare Neigungen angewandt werden, die Länge zwischen Abzweigungssignalen und Bahnsteigbeginn größer. Nach Bäseler »kommen auch dann keine Längen heraus, die es verhindern würden, die Entwicklung unter den Schutz der Einfahrsignale zu legen.« Ist denn das etwa erwünscht? Nach meiner Auffassung kommen dann im Gegenteil erst recht Längen heraus, die es ermöglichen, statt der ungünstigen, von Herrn Bäseler angestrebten Signalanordnung, eine Blockstrecke zwischenzuschalten. Aber selbst wenn man die unzweckmäßige Anordnung treffen wollte, die Einfahrsignale des Personbahnhofs auf 700 m oder mehr vom Bahnsteigbeginn abzurücken, so würden doch die Züge an dieser Stelle wegen der den Lokomotivführern bekannten Örtlichkeit noch eine hohe Geschwindigkeit besitzen. Die Gefahren eines Zusammenstoßes zweier in der Einfahrt kreuzenden Züge, eines Personen- und eines Güterzuges, blieben auch trotz der formell im Bahnhof liegenden Kreuzung erheblich**).

*) Wenn Herr Bäseler anscheinend für sich in Anspruch nimmt, die Raumvorstellung in das Entwerfen von Bahnhöfen eingeführt zu haben, so ist zu betonen, daß selbstverständlich von jeher eine gute Raumvorstellung Vorbedingung für jedes Entwerfen von grossen Bahnhofsanlagen ist. Und zwar muß verlangt werden, und wird so von meinen Schülern verlangt, daß die Raumvorstellung lediglich an Hand der Höhenzahlen und Neigungszeiger des Lageplans zustande kommt.

**) Meiner Äußerung gegenüber, er habe einen schnellfahrenden Zug mit einer Schutzweiche von 190 m Halbmesser ablenken wollen, betont Herr Bäseler (Organ 1927, S. 76), man könne heute mit Steilweichen bei 1:9 leicht 500 m Halbmesser erzielen. Auf seiner Abb. 2, V. W. 1926, S. 75 wurde der Schnellzug mit einer doppelten Kreuzungsweiche abgelenkt, was die jetzt von ihm für seine Beweisführung angegebene Abb. 6a auf Taf. 11 nicht wiedergibt. Er hat nun trotzdem insofern recht, als durch Verwendung einer ungewöhnlichen Gleis- und

Hiernach muß ich das von Herrn Bäseler behauptete große Mißverständnis wenigstens für mich ablehnen, vielmehr dabei bleiben, daß die Bäselerische Anordnung mit schienengleicher Kreuzung der in gleicher Richtung befahrenen Gleise betriebshemmend und betriebsgefährlich ist, und daß sie weder für die Abzweigung der zu einem Umstellbahnhof führenden Gütergleise, noch für die Abzweigung der Hauptgütergleise eines Ortsgüterbahnhofs, wie ihn Herr Bäseler jetzt entworfen hat, als Regelanordnung empfohlen werden kann, abgesehen davon, daß der neue Bahnhofsentwurf wegen seiner betrieblichen Unzulänglichkeit abzulehnen ist.

Daran ändert es auch nichts, daß Herr Bäseler einen Hauptvorzug in angeblicher, erheblicher Kostenersparnis sieht. Und wie ist es mit dieser Kostenersparnis bestellt? Herr Bäseler hat einen Kostenvergleich zwischen seinem Entwurf und einem Gegenentwurf in üblicher Anordnung (Abb. 2a und 2b auf Taf. 12, Entwurf II) aufgestellt. Dieser Kostenvergleich ergibt zugunsten des Bahnhofs mit Höhenentwicklung einen Kostenunterschied von rund 1800000 RM., von denen 1130000 RM. an einmaligen (Bau)-Kosten und 675600 RM. an kapitalisierten Betriebskosten. In den einmaligen Kosten spielen die Hauptrolle 1020000 RM. für Mehrbedarf an Gelände. Dabei hat Herr Bäseler etwas willkürlich durchweg Baugelände mit einem Einheitspreis von 12 RM. für das Quadratmeter vorausgesetzt, und hat ferner angenommen, daß dieses Gelände durchweg ungenutzt bleibt. Dabei wäre es doch (vergl. Abb. 2b auf Taf. 12), abgesehen von etwaigen Beamten-siedlungen sehr wohl möglich, erhebliche Teile der zwischen den Bahndämmen verbleibenden Zwickel für Abstellanlagen, für das fehlenden Lokomotivschuppen, als Bahnmeisternmagazin usw. zu verwenden. Die ferner berechneten dauernden Ausgaben beziehen sich hauptsächlich auf die Besetzung von vier nach Herrn Bäseler Ansicht bei der üblichen Anordnung mehr erforderlichen Stellwerken mit 12 Stellwerkswärtern. Aber auch bei der üblichen Anordnung ist man stets bestrebt, die Außenstellwerksanlagen zweier in derselben Haupttrichtung dem Bahnhofs zustrebenden Bahnhöfen zu einem Stellwerk zusammenzufassen; bei Annahme derselben gegenseitigen Neigung der Bahnhöfen, wie in dem Entwurfe I, würde dies sicherlich möglich gewesen sein. Ob dann die zwei Stellwerke, die danach gegenüber Herrn Bäseler Entwurfe I, außen mehr erforderlich geworden wären, nicht durch zweckmäßigere Bezirkseinteilung in einem nicht durch große Höhenunterschiede zerrissenen Bahnhof mindestens wieder ausgeglichen werden könnten, liefere sich erst an durchgearbeiteten Entwürfen feststellen, wobei aber immer wieder zu betonen ist, daß der Entwurf I überhaupt nicht lebensfähig ist. Beweiskräftig ist also der Bäselerische Kostenvergleich nicht.

Daß die Zulassung von schienengleichen Kreuzungen gleichgerichteter Hauptgleise gegenüber den ganz kreuzungsfreien Entwicklungen eine Verminderung der Betriebssicherheit und der Betriebsflüssigkeit bildet, sollte eigentlich nicht bestritten werden können*). So ist mir nicht verständlich, wie Herr

Weichenanordnung auch bei einer doppelten Kreuzungsweiche ein Halbmesser von 500 m hergestellt werden kann. Sein abgelenkter Personenzug würde dann in der Weiche nicht entgleisen, er würde aber dann mit voller Streckengeschwindigkeit in ein Gütereinfahrgeleis einfahren, das von einem Zuge besetzt sein kann. Für diejenigen Güterzüge aber, die von B durch die genannte doppelte Kreuzungsweiche in die äußerste Einfahrgeleisgruppe einfahren, ist überhaupt keine Schutzweiche vorhanden.

*) Herr Bäseler erhebt entschiedenen Widerspruch gegen meine Äußerung, daß ich auf größere, er auf geringere Sicherheit abziele, und bedauert diese Äußerung, indem er sie offenbar als unangemessen betrachtet. Daß er aber grundsätzlich die Bestimmungen der B. O. hinsichtlich der Zulassung von Gleiskreuzungen erleichtern will, darüber stelle ich anheim, seine Ausführungen auf S. 89 der V. W. 1926 nachzulesen. Daß seine Lösungen grundsätzlich eine Verminderung der Betriebssicherheit an gewissen Stellen bringen, zeigen die obigen Ausführungen.

Bäsel er auf S. 77 des Organs folgende Ausführungen zur Begründung seiner Vorschläge macht, indem er »auf den tiefsten Unterschied in der Auffassung« kommt. Er sagt: »Allerdings hat sich das Gesicht des Eisenbahnbetriebes gegen früher vollkommen geändert; es gibt mehr und schneller fahrende Züge. Ich gehe sogar noch weiter. Ich halte es für möglich, daß wir, namentlich unter dem Druck des Wettbewerbs der Kraftwagen, noch häufiger, noch schneller und mit noch knapperen Abfertigungszeiten werden fahren müssen, ja sogar — die Entwicklung bahnt sich schon an — mehr oder weniger ohne Fahrplan, kurz, daß wir einen Betrieb bekommen, bei dem uns nach unseren heutigen Begriffen die Haare zu Berge stehen.«

Ein solcher Betrieb erfordert doch, auch wenn man die Bäselerschen Übertreibungen etwas mildert, die unbedingte gegenseitige Unabhängigkeit aller Fahrten, also die vollständige Vermeidung aller Fahrtkreuzungen. Herr Dr. Ing. Bäsel er folgert genau das Gegenteil*). Diesem Gedankengang kann ich allerdings nicht folgen.

Herr Bäsel er spricht in seinem Aufsatz von »der platonischen Idee eines Gleisplans, einer schienenfreien Gleisentwicklung, ja eines ganzen Bahnhofs«, und, unter Berufung auf Coué, von dem »künstlerischen Element in der Eisenbahn«. »Darüber könnte man Bände schreiben. Ich will niemanden überzeugen, der es nicht fühlt; die Dinge sind schwer zu beweisen; aber ich darf mitteilen, daß schon die erste offene Aussprache darüber viele geradezu begeistert hat.« Auch weiterhin entwickelt er unter Berufung auf James Watt

*) Er nimmt dabei an, »daß wir bei allen diesen äußerst schweren Anforderungen, wieder unter dem Druck des Wettbewerbs, die Mittel nicht aufbringen können, um schienenfreie Gleisentwicklungen zu bauen, wenigstens nicht nach den älteren Regeln«. Der Kraftwagenwettbewerb hat doch nur dadurch unangenehm fühlbar werden können, daß man ihm die Landstraßen nahezu unentgeltlich zur Verfügung stellte und ihn steuerlich weniger belastet, als die Eisenbahn. Sobald der Kraftwagen die Selbstkosten seines Betriebes, auch hinsichtlich der Abnutzung der Landstraßen, in vollem Umfange selbst tragen muß, und sein Betrieb auch mit der Beförderungssteuer belastet wird, muß der Wettbewerb erheblich zurückgehen. Jedenfalls liegt keine Veranlassung vor, sich schon jetzt den Kraftwagenwettbewerb als Popanz hinstellen zu lassen, um die Pünktlichkeit und die Betriebssicherheit unserer Eisenbahnen zugunsten der Bäselerschen Vorschläge herabzusetzen.

gewissermaßen eine Philosophie der Bahnhofsanlagen. Wer davon nichts fühlen sollte, mit dem will er nicht streiten.

Wir verdanken Herrn Dr. Ing. Bäsel er, wie ich wiederholt hervorgehoben habe, wertvolle Erfindungen. Insbesondere hat er den Gedanken, durch steilere Weichenentwicklung die Bahnhöfe abzukürzen und dadurch billiger und leistungsfähiger zu machen, als einer der ersten erfaßt und wesentlich vorwärts gebracht. Aber, wenn er durch einseitige Verfolgung eines bestimmten, von ihm vorgeschlagenen Verfahrens dahin gelangt, wichtige Betriebsrücksichten außer Acht zu lassen, und dabei sich gewissermaßen als den Propheten einer neuen Bahnhofs-gestaltung »der Bahnhof als Höhenbauwerk« fühlt, so scheint mir doch dienlicher für die Zukunftsgestaltung unserer Bahnhöfe eine nüchterne Abwägung aller der vielen Gesichtspunkte, die für Betrieb und Verkehr in Betracht kommen. Wie ich in den Schlußbemerkungen meines Buches »Personenbahnhöfe« ausgeführt habe, muß, wer auf dem Gebiet der Bahnhofsanlagen etwas Gutes schaffen will, gewissermaßen 100 Augen haben, um gewahr zu werden, welche Folgen an 99 anderen Stellen eintreten, wenn er an einer Stelle etwas ändert.

* * *

Hierzu erhalten wir von Herrn Reichsbahurat Dr. Ing. Bäsel er folgende Erklärung:

Auf die vorstehenden Ausführungen näher einzugehen hindert mich ihre Form. Außerdem war m. E. alles Wesentliche schon vorher geklärt. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß Herr Geheimrat Cauer auf den entscheidenden praktischen Fall, nämlich Pasing, trotz Erhaltes der Urpläne nicht eingeht, wobei nochmals betont werden muß, daß Pasing nicht etwa ein einzelner »unglücklicher« Fall ist, sondern symptomatische Bedeutung hat, und daß an ihm die Relativität der Begriffe Strecke und Bahnhof — sachlich wie formal — mit Händen zu greifen ist. Wer freilich unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen der Eisenbahnen von dem Grundsatz ausgeht, daß eigentlich jede Kreuzung von Fahrwegen vom Übel und möglichst durch Überwerfungen zu beseitigen sei, konsequenterweise also auch auf wirklichen Bahnhöfen, falls es sich hauptsächlich um durchfahrende Züge handelt, mag sehen, wie weit er in der Praxis damit kommt. Dr. Ing. Bäsel er.

Herr Geheimrat Cauer hat auf eine nochmalige Erwiderung verzichtet.

Persönliches.

Ministerialrat Ludwig von Samarjay, der als Vertreter der Ungarischen Staatseisenbahnen seit dem Jahre 1923 die Geschäfte des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen leitet, wurde in Anerkennung seiner großen Verdienste, die er sich als leitender

Direktor der Maschinenhauptsektion der Staatseisenbahnen beim Wiederaufbau des Wagenparks und durch Förderung und Ausgestaltung des maschinentechnischen Fachgebietes erwarb, zum Präsidenten der Königlich Ungarischen Staatseisenbahnen ernannt.

Berichte.

Allgemeines.

Internationale Automobil-Ausstellung in Köln.

Am 20. Mai ds. Js. wurde in Köln die Internationale Automobil-Ausstellung für Lastwagen und Spezial-Fahrzeuge eröffnet, über deren bemerkenswerteste Neuerungen nachfolgend kurz berichtet sei.

Die Darbietungen des Deutschen Eisenbahnkraftwagenverkehrs, wie auch der »Kraftverkehr Deutschland« zeigten, wie die Reichsbahn-Gesellschaft den Kraftwagen als Betriebsmittel in ihren Betrieb aufgenommen hat. Hierzu ist besonders auf den Kraftverkehr zwischen der Güterstation München Hbf. und der städt. Großmarkthalle in München hinzuweisen, in dem Transportgestelle auf Rädern der Verfrachtung von Obst und Gemüse dienen, die vom Eisenbahnwagen auf den Kraftwagen gerollt werden und so eine sehr schnelle und das Gut schonende Umladung gestatten.

Das Ausland war auf der Ausstellung mit 11% der Aussteller vertreten. Große Fahrzeuge waren in der Minderzahl zu sehen und wiesen gegenüber den deutschen Fabrikaten keine Besonderheiten auf, wenn sie auch an sich allen neuzeitlichen Anforderungen im Einzelfall entsprachen.

Die deutschen Fahrzeuge haben sich vielfach seit der letzten Berliner Ausstellung weiter entwickelt. Der Sechszylindermotor hat sich weiter eingeführt und war sogar bei einem Brennbabor-1½-Tonnenwagen zu sehen, der mit Omnibusaufbau 15 Sitzplätze hat. Firmen, die den Sechszylindermotor selbst herstellen, suchen ihn mit dem Vierzylindermotor in möglichst vielen Teilen in Übereinstimmung zu bringen, andere benutzen bewährte Typen wie Vomag und Magirus den 75 bzw. 100 Ps Maybachmotor, Goossens und van der Zypen

& Charlier den B. M. B.—Motor, Mannesmann—Mulag den Selve-motor. Ähnliche Bestrebungen, vorhandene Wagenteile zu kaufen und sich auf den Einbau zu beschränken, zeigen sich bei den Getriebe-teilen, Vorderachsen, Kupplungen, Bremsen. Auch beim Dieselmotor hat die M. A. N. Nürnberg ihren Vierzylinder mit dem Vierzylinder-Vergasermotor derart in Übereinstimmung gebracht und ihn vereinfacht, so daß je nach den Ergebnissen im Betriebe schnell ohne große Kosten von der einen zur anderen Betriebsart übergegangen werden kann. Daimler-Benz hatte ein Fahrgestell mit einem 70 PS Rohölmotor ausgestellt, der nach dem Vorkammerzündverfahren arbeitet und mit einer besonders durch einen Fliehkraftregler beeinflussten Brennstoffpumpe ausgestattet ist, womit die Brennstoffzufuhr den schwankenden Belastungen im Fahrbetriebe angepaßt wird.

Die Vierradbremse ist heute allgemein vorhanden und man sucht ihre Wirkung durch mechanische, hydraulische, (Atebremse), elektrische (Goossens) Hilfskräfte, durch Luftüberdruck (Knorr) oder Unterdruck (Bosch-Dewandre) zu erhöhen.

Hervorzuheben ist die zunehmende Verwendung der Knorr-Luftdruckbremse bei den schweren Lastwagen und Anhängewagen, da bei dem Betrieb mit Anhängerwagen eine durchgehende, vom Führer zu bedienende Bremse ein Bedürfnis ist. Ein Lastzug bestehend aus einem Büssing-90-PS-Sechsradlastwagen mit Anhänger wurde im Betriebe vorgeführt. Die Bremswirkung war elastisch und stofsrei, und erfolgt im Zuge von hinten nach vorn. Die Betätigung der Bremse geschieht durch Bremsfußhebel, der beim Niedertreten auf ein Führerbremseventil wirkt, das zum Steuern der Bremsluft zum Bremszylinder jedes Rades dient. Der gewünschte Bremsdruck bleibt stehen, Schnellbremsung in Gefahr ist möglich. Je nach den Wege- und Geschwindigkeitsverhältnissen ist der Bremsdruck einstellbar. Die Anhänger haben Zweikammerzylinder, bei denen die Bremsung durch Entlüftung erfolgt. Bei unbeabsichtigter Trennung des Lastzuges wird demgemäß der Anhänger selbsttätig gebremst, so daß sich ein Mitfahrer erübrigt.

In der Abfederung ist eine bemerkenswerte Neuordnung der Rheinmetall A. G. die Faudiferung ohne Blattfedern zu erwähnen. Jedes Rad ist unabhängig von dem anderen an einem Ende eines Doppelhebels (Schwingachse) befestigt, der im Rahmen drehbar gelagert ist, so daß beim Durchfedern des Rahmens der Radmittelpunkt um die Lagerung des Hebels im Rahmen einen Kreisbogen beschreibt. Das andre Ende des Doppelhebels ist mittels entsprechender Lenker an die eigentliche Federung, einen in einem abgeschlossenen Zylinder beweglichen und unter Prefs-luft stehenden Kolben angegliedert, der bei auftretenden Stößen das Luftpolster zusammenpreßt.

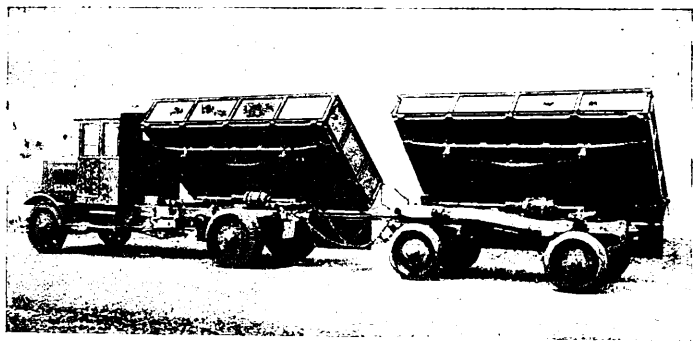


Abb. 1. „Goossens“ Drei-Seiten-Kipplastzug.

Beim Rahmen für Omnibusse findet man teilweise eine Rückkehr zum Geradrahmen, der die Lieferung billiger Fahrzeuge ermöglicht. Durch entsprechende Federanordnung und Reifenwahl sucht man aber die Gesamthöhe des Fahrzeugs mit gekröpftem Rahmen einzuhalten. Einen solchen Rahmen zeigt ein zweiachsiger Omnibus der Hansa Lloydwerke für 20 Sitzplätze mit sechs bereiften Rädern.

Nachdem die Fahrgestelle bereits eine hohe Vervollkommnung erreicht haben, wendet man sich der besseren Durchbildung der Wagenkästen zu. Neben den bekannten Stahlkästen der Waggonfabrik Uerdingen war auf dem Stand der Vomag eine neue Bauart mit Stahlspanten zu sehen, die sie mit der Werdauer Maschinenfabrik entwickelt hat. Rembrandt, Delmenhorst und Daimler-Benz haben Wagenaufbauten mit Allwetterverdeck geschaffen das sich mittels

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXIV. Band. 16. Heft 1927.

eines am hinteren Wagenende angebrachten Kurbelmechanismus, ohne die Fahrgäste zu stören, zurückziehen läßt. Der Gummistoff liegt auf eisernen Spriegeln auf, die sich in gerillten Schienen verschieben. Zur Befestigung des Verdecks wird der Stoff gegen die Schienen angeklemt (Rembrandt) oder mit einem unter Prefsdruck stehenden Gummischlauch in eine neben der ersten Rille liegenden zweiten Rille eingedrückt (Daimler). Der Verschluss wird somit gegen Wind und Wetter sehr dicht und der Wagen ist im Winter heizbar.



Abb. 2. Überdachter Decksitzomnibus für 81 Personen.

Der weiteren Entwicklung der Schnelllastwagen wird größte Aufmerksamkeit geschenkt. Fried. Krupp, Essen zeigte einen 5 t Schnelllastwagen mit Niederrahmen und 24/70 PS 6-Zylindermotor. Auch die elektrisch betriebenen Fahrzeuge werden ständig größer. Die Maschinenfabrik Esslingen hatte einen 5 t Lastwagen mit Akkumulatorenbetrieb für 75 km Fahrbereich (bei voller Last auf ebener StraÙe) ausgestellt. Die Pritsche des Wagens hat einen Fassungsraum von $4 \times 2,1 \times 0,6$ m. Büssing, Braunschweig bot ein dreiachsiges Fahrgestell mit Benzin-elektrischem Antrieb durch im Fahrzeugrahmen gelagerte Elektromotore dar.

Beachtenswert sind die Bestrebungen zur selbsttätigen Kuppelung des Triebwagens mit dem Anhängewagen bei Lastzügen; hierfür haben Meiller, München und die Bergische Stahlindustrie bemerkenswerte neue Anordnungen herausgebracht. Bei den Kippvorrichtungen scheinen die hydraulisch betriebenen, wie die von Meiller, Arnim Tenner, Wood vorherrschend zu werden. Sehr gut durchgebildet ist die elektrisch-mechanische Kippvorrichtung von Goossens (Abb. 1).

Hinsichtlich des Fassungsraumes der Omnibusse bildet sich neben den kleinen Wagen mit 15 Plätzen ein mittlerer mit 20 bis 25 Plätzen heraus, der für einen mittleren Verkehr sich bestens eignet und infolge kräftiger Bauart auch größerem Stofsverkehr gewachsen ist. Firmen wie Dürrkopp-Werke, Magirus, Komnick, Hansa-Lloydwerke, Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, Daimler-Benz, Krupp u. a. haben hier neue Modelle geschaffen, die mit einem etwa 80 PS starken Motor ausgestattet sind und eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/Std. haben. Bei den Großwagen dürfte mit dem dreiachsigen 75 bzw. 100 PS Büssing-Omnibus mit einem zweiistöckigen überdachten Aufbau der Wagenbauwerke, Berlin für 81 Sitzplätze das z. Zt. Höchste erreicht sein (siehe Abb. 2). Der Wagen ist für den Berliner Verkehr bestimmt und wiegt trotz seiner Mächtigkeit besetzt nur 12000 kg.

Przygode.

Erweiterung der Untergrundbahn in London.

Das Netz der Londoner Untergrundbahnen wurde in den letzten Jahren um zwei Strecken erweitert. Es handelt sich hierbei um die City & South London Railway von Clapham bis Morden und um die London Electric Railway zwischen Charing Cross und Station Kennington der ersteren Gesellschaft, mit Anschluß an diese und Wendeschleife in Kennington (siehe Abb. 1). Die Gesamterweiterung beträgt rund 12 km.

Als Normalquerschnitt wurde für jedes Gleis eine eisen-gepanzerte Röhre, wie die Abb. 2 zeigt, vorgesehen. Die durchschnittliche Tiefe unter Erdoberfläche beträgt etwa 12 m. Die

Tunnel haben in der freien Strecke 3,56 m und in den Stationen 6,46 m Durchmesser. Die beiden nebeneinanderliegenden Tunneln haben 1,52 m gegenseitigen Abstand. Bei Annäherung an eine Station vergrößert sich dieser Abstand allmählich, um den für den Bahnsteig nötigen Platz zu gewinnen. An der Ausfahrtseite der Stationen hat das Gleis ein Gefälle von 1:30 auf 90 m, an der Einfahrtseite eine Steigung von 1:60 auf 180 m. Diese Anordnung

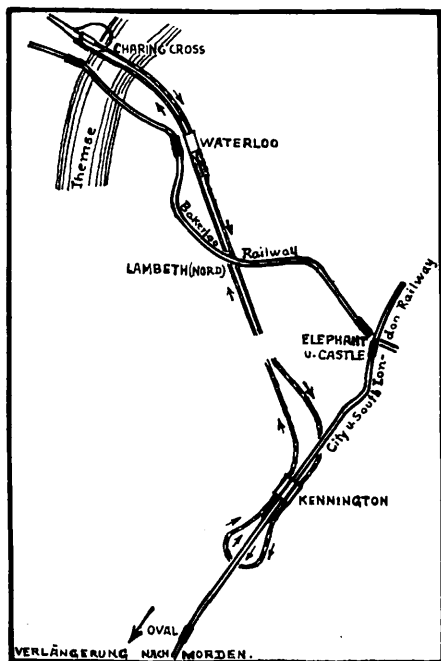


Abb. 1. Übersichtsplan über die Erweiterung der Untergrundbahn in London.

begünstigt die Beschleunigung der Züge bei der Abfahrt und ermäßigt die Geschwindigkeit bei Einfahrt in eine Station, wodurch Ersparung an Strom und geringerer Verschleiß an den Bremsen erreicht wird. Für die Arbeitsdurchführung wurden an den Stellen, an welchen Stationen vorgesehen wurden, Bedienungsschächte hergestellt, die später als Schächte für die Treppen, Aufzüge und beweglichen Treppen verwendet wurden. Die Tunneln wurden mit dem Greathead-Schild oder mit einem Drehbagger ähnlich der Schneeschleuder (siehe Organ 1926, Heft 5, S. 97) vorgetrieben. Letztere konnte nur in erdigem oder lehmigem Material verwendet werden.

Anstatt der vorgenannten Tunnelnform wurden Eisenbetontunneln verwendet, soweit starkes Grundwasser auftrat. Sie wurden in offener Baugrube hergestellt. Als Begrenzung der Baugrube wurden zwei parallele Eisenspundwände gerammt, das dazwischen befindliche Erdmaterial entfernt. Hierauf wurden als rückwärtige Verschalung in 15 cm Abstand von den Eisenspundwänden Holz-

wände errichtet und die gesamte Eisenbewehrung für den ganzen Tunnelquerschnitt eingebracht. Nachdem der Boden betoniert war, wurde die fertige, fahrbare Schalung des Tunnelquerschnittes in den Betonierabschnitt vorgeschoben und die Wände des Tunneln betoniert. Nach Vollendung der Decke wurde dann die Schalung in den neuen Abschnitt weiter geschoben. Die Eisenspundwände wurden wieder gezogen und an anderer Stelle zu gleichem Zweck wieder verwendet. Die eingebauten Holzwände auf der Rückseite wurden belassen und der ganze Hohlraum zu beiden Seiten des Tunneln mit Kies ausgestampft. Auf diese Weise wurden ungefähr 500 m Tunnel hergestellt.

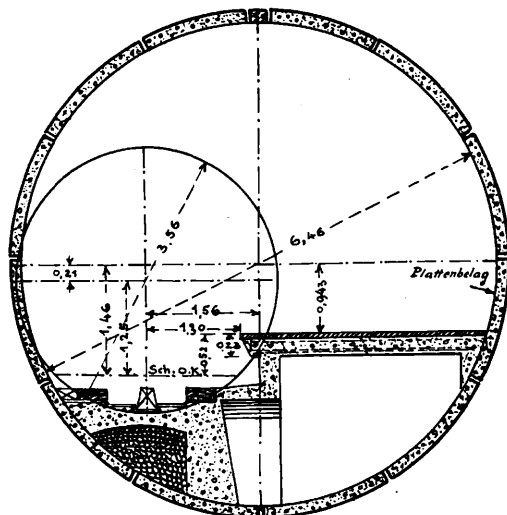


Abb. 2. Querschnitt durch einen Tunnel der Untergrundbahn.

Die Teilstrecke zwischen Charing Crofs und Kennington beginnt an der Themse; sie wurde mit einem Gefälle 1:30 unter der Themse durchgeführt. Der Tunnel für die Richtung Charing Crofs - Kennington wurde in die Linie der City & South London Railway mittels Überwerfung unter dieser Linie hindurch eingeführt. Der hier auftretende harte Fels wurde von Hand gebrochen. Bei der Untertunnelung der Themse war für die Arbeiten mit Preßluft der Einfluß von Ebbe und Flut von besonderer Bedeutung.

Als Schienen wurden Stuhlschienen mit 57 kg Metergewicht verwendet. Die Weichen und Kreuzungen sind aus Manganstahl. Zwischen den Schienen und Schwellen sind Gewebebauplatten eingelegt, um das Geräusch im Tunnel zu vermindern. Die Stromschienen sind aus Stahl von hoher Leitfähigkeit und auf Porzellanstützen verlegt. Zur Vermeidung der Unterhaltungsarbeiten am Gleis sind wegen des starken Verkehrs die Schwellen in Beton gelegt. Nur in der Endstrecke bei Morden, wo auch die Werkstätten und Wagenhallen sich befinden, ist das Gleis in Granit-schotter gebettet. Die Signalbeleuchtung ist elektrisch, die Bremsung elektro-pneumatisch mit Signalbeeinflussung.

W a.

Railway Age, 1926, November, S. 373.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Verminderung der Schienen- und Spurkranzabnutzung durch eine selbsttätige Schmiervorrichtung an der Schiene.

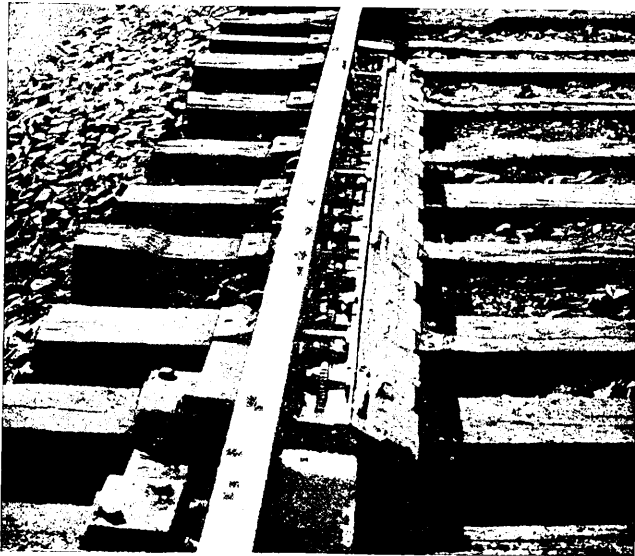
Eine außergewöhnlich starke Abnutzung der Schienenköpfe in Krümmungen der Norfolk und Western-Bahn in den Vereinigten Staaten gab Veranlassung zu Versuchen mit der Schienenschmierung, deren Ergebnis eine vierfache Lebensdauer der Schienen war. Auf einer Strecke von 160 km in den Alleghany-Bergen, über die täglich 70 000 t rollen, betrug die Lebensdauer der in scharfen Krümmungen mit einer Überhöhung von 112 mm liegenden Außenschienen nur zwei bis drei Jahre, während die Innenschienen um etwa die Hälfte länger brauchbar blieben.

Vor zwei Jahren begann man damit, die Schienenköpfe an den Innenseiten von Hand mit Öl zu schmieren und zwar jeweils auf zehn bis zwölf Schienenlängen an zwei aufeinanderfolgenden Krümmungen verschiedener Richtung. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, das Öl von der Schienenoberfläche fernzuhalten, um die Reibung nicht zu beeinträchtigen. Nach den Beobachtungen wurde

das Öl von den Spurkränzen auf 5 bis 20 km mitgenommen. So wurde ein Verfahren gefunden, um das Öl auf die von den Spurkränzen angegriffenen Flächen der Schienen in einer Reihe von Krümmungen und Gegenkrümmungen zu verteilen.

Die Schmierung von Hand erforderte einen Dienst in drei Schichten an jeder Schmierstelle, da die Ölung hinter jedem durchgeführten Zuge nötig ist, und so trafen 90% der gesamten Kosten auf die Bedienung. Man mußte also zu einer selbsttätigen Schmiereinrichtung gelangen und hat unter mehreren anderen vorübergehend verwendeten Vorrichtungen die im Nachstehenden beschriebene Bauart Derrick als die beste und erfolgreichste gefunden (siehe Abb.). Sie besteht aus einem geschlossenen Ölbehälter von 3 m Länge, 125 mm Breite und 100 mm Höhe, der an der Innenseite der Schiene befestigt ist. Im Innern sind zehn um senkrecht zum Gleis stehende Achsen drehbare Lederscheiben von je 125 mm Durchmesser gleichmäßig auf die Länge verteilt. Unter dem Einfluß der darüber fahrenden Züge drehen sie sich und bringen das Öl aus dem

Behälter an die Spurkränze der Räder, mit denen sie in Berührung kommen. Die Wellen, auf denen die Lederscheiben befestigt sind, tragen Kettenräder, über welche eine endlose Kette von der ersten bis zur letzten Scheibe läuft. Der Antrieb dieser Kette erfolgt durch ein Antriebsrad, dessen Bewegung von der gegenseitigen senkrechten Verschiebung zwischen Schwellen und Schienen unter der rollenden Last abgeleitet wird. Hierzu dient ein Schaltrad mit zwei Klinken. Während ersteres auf der Welle des Antriebsrades sitzt, sind letztere mit den Schwellen fest verbunden und mit



Schienen-schmiervorrichtung mit abgehobenem Deckel. Die teilweise im Öl befindlichen Lederscheiben sind sichtbar.

Federn gegen das Antriebsrad gepreßt. Im Takte der Schwellendurchbiegungen schalten daher die Klinken das Sperrrad weiter und drehen damit das Antriebsrad sowie die zehn Lederscheiben. Diese Vorrichtung wird etwa 30 m vor einer Krümmung eingebaut und ihr gegenüber an der Innenschiene stets eine Leitschiene angebracht. Diese dient dazu, das Einklemmen der Schmierscheiben zwischen Spurkranz und Schiene zu vermeiden und ihre Berührung mit den Spurkranzfanken zu erzwingen. Als Schmierstoff wird ein schweres, zähflüssiges Öl verwendet. Der Verbrauch hängt von der Stärke des Verkehrs ab.

Die Beobachtungen ergaben, daß ohne Rücksicht auf die Entfernung von der Schmierstelle, der außerordentliche Verschleiß seit der Anwendung der Ölung vollständig aufgehört hat, und als Beweis dafür, daß das Öl nicht auf die Schienenoberfläche gelangt, ist der Umstand angeführt, daß die Abnutzung an dieser Stelle der Schienen in der regelmäßigen Weise weitergegangen ist. Außer der großen Ersparnis an Schienenmaterial werden folgende weitere Vorteile angegeben: Fortfall der Löhne bei der häufigen Schienenerneuerung und der Kosten der Spurberichtigungen, die Ersparnis an Radreifenmaterial bei Lokomotiven und Wagen, sowie der Gewinne an Geschwindigkeit beim Durchfahren der Krümmungen infolge des geringeren Laufwiderstandes.

Railw. Age 1. Hälfte 1927, Heft 24.

Bttgr.

Gleisunterhaltung mit maschinellen Einrichtungen.

Im Märzheft 1927 des Bulletin ist ein Aufsatz von dem Ingenieur Dino Levi de Veali der Mailänder Eisenbahnen erschienen, der die Verwendung von maschinellen Einrichtungen bei der Gleisunterhaltung behandelt.

Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Nachteile, die sich bei deren Anwendung ergeben, die Vorteile ausgleichen. Er ist der Ansicht, daß in Europa ihre allgemeine Einführung nicht vorteilhaft ist.

Als Vorteile der Verwendung von Maschinen gegenüber der Handarbeit bezeichnet er:

Erhöhung der Güte der Arbeit.

Schonung der angesetzten Arbeitskräfte.

Erhöhung der Arbeitsleistung mit geringeren Arbeitskräften.

Die Dichtung der Bettung unter eng nebeneinanderliegenden Schwellen, wie am Schienenstofs und bei Weichen wird bedeutend verbessert.

Der Schotter wird besser geschont und beim Stopfen nicht mehr in kleine Teilchen zerklopft.

Eine Zerstörung der Schwellenkanten und Ecken findet nicht mehr statt.

Demgegenüber besteht der Nachteil, daß eine Umorganisation des gesamten Baudienstes bei der Bahnunterhaltung notwendig wird. Es müßte eine bedeutende Vergrößerung der Rotten- und Bahnmeistereibezirke vorgenommen werden, mit einer bedeutenden Erhöhung der Kopfzahl der Rotten. Dies würde wiederum eine Zusammenziehung der gesamten Arbeitskräfte an einem Ort notwendig machen, damit sie geschlossen an die entferntgelegeneren Teile der Bezirke verbracht werden könnten. Diese Forderung wäre nur durch Aufwendung eines hohen Kapitals für Neubauten von Arbeiterwohnungen zu lösen. Die Zeitverluste durch Hin- und Rückfahrt der Arbeitskräfte zwischen Wohnung und Arbeitsstelle wären für die Verwaltung beträchtlich.

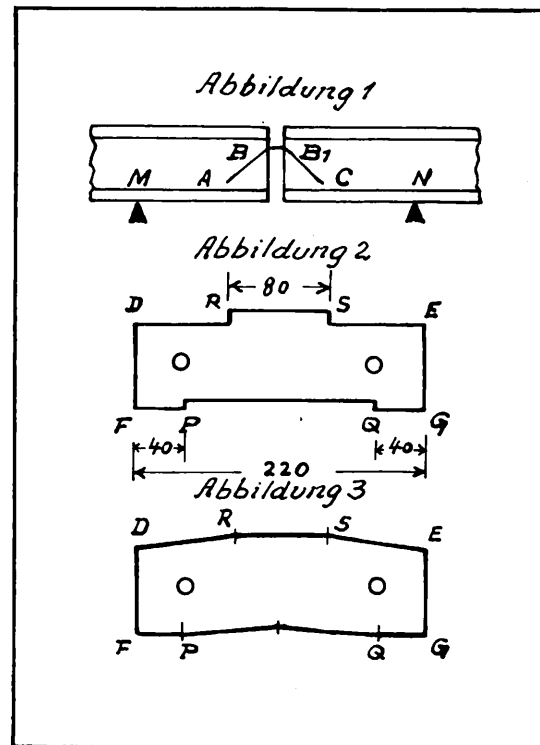
Bei einer derartigen Vergrößerung der Rottenbezirke würden die notwendigen kleineren Nebenarbeiten der Gleisunterhaltung stark vernachlässigt werden. Auch würde die Durcharbeitung der Strecken nur mehr in größeren Zeitabschnitten als bisher möglich sein.

Wenn dauernd vier Gleisstoppmaschinen laufen, beträgt die Ersparnis nach Angabe des Verfassers gegenüber der Handarbeit 6 bis 15%.

Scherer.

Über eine neue Laschenform (Sparrenlasche).

Die Verwendung von langen Laschen mit großen Anlageflächen wurde bisher als geeignet betrachtet, die schädlichen Einflüsse der Schienenstöße auf das Gleis herabzumindern. Während derartige Laschen in verschiedenen Formen zur Verwendung gelangten, ist jetzt das Bestreben vorhanden, die Stofschwelle nahe zusammen zu



rücken und kürzere Laschen zu verwenden. Wenn auch hierdurch schon offenkundige Verbesserungen erzielt wurden, so scheint doch diese Verlaschungsart nicht vollauf zu befriedigen. Wenn man auf das Schweißen der Schienen verzichtet, so ist doch immer das zwischen den Schienen und Laschen vorhandene Spiel zu berücksichtigen und die Lasche so zu gestalten, daß sie sich den Durchbiegungen der Schienenenden anpassen kann. Dies ist aber um so weniger möglich, je länger die Lasche ist. Wenn auch längere Laschen eine sehr starke Verbindung der Schienen ermöglichen, so hat sich

doch gezeigt, daß das Anpassungsvermögen der kürzeren Laschen besser ist.

Aus der Beobachtung der Abnutzung der Schienen und Laschen ergibt sich, daß die Unterkante der Laschen an den Laschenenden und die Oberkante der Laschen an den Schienenenden bei Belastung des Stofses durch die Verkehrslast an der Schiene anliegen. Auf Grund dieser Erscheinung wurde eine neue Laschenform ausgebildet, die in ihrer Grundform zwei Sparren oder einem auf dem Kopfe stehenden V ähnlich ist (éclisse-chevron, Abb. 1). In der Ausführung hat die neue Lasche das Aussehen einer rechtwinkligen, deren beide oberen Ecken und deren Unterkante in der Mitte abgearbeitet ist (Abb. 2 und 3). Die Kanten RS, FP und QG sollen nur die notwendigste Länge haben. Bei einem Achsabstand der Stoffschwellen von 400 mm können die in der Abb. 2 angegebenen Abmessungen gelten, wobei die Höhe und Stärke der Lasche vom Schienenprofil und von der Verkehrslast abhängen. Die Verlaschung erfolgt durch 2 Schrauben.

Nach der Quelle soll die neue Lasche folgende Vorteile bieten:

1. Auch bei kräftig angezogenen Laschenschrauben folgt die Lasche den Durchbiegungen der Schienen,
2. Die Laschenschrauben brauchen nicht wie bisher bei großer Hitze gelockert zu werden,

3. Ein mit der neuen Lasche ausgerüsteter Stofs hat für den elektrischen Strom hohe Leitfähigkeit,

4. Die ganzen Anlageflächen der Lasche bleiben mit der Schiene immer in Berührung. Der durch die Abnutzung eintretende Verlust an Laschenhöhe kann durch Nachziehen der Laschenschrauben wieder ausgeglichen werden.

Zum Anbringen der Lasche sollen die Schwellenschrauben auf zwei Schwellen beiderseits des Stofses gelockert werden. Die Laschen werden dann angelegt und leicht angeschraubt. Hierauf ist der Stofs um einige Millimeter zu überheben. In dieser Lage werden die Laschenschrauben vollständig angezogen, wobei das Anziehen der Schrauben abwechselnd an beiden Schrauben zu erfolgen hat. Der Stofs wird dann wieder sich selbst überlassen, die Schwellenschrauben werden wieder angezogen und der Stofs festgekrampft. Ein solcher Stofs soll bei Zugbelastung nicht mehr als 3 mm nachgeben. Die elastische Biegung der Schienen hält die Laschenschrauben dauernd in Spannung, eine Lockerung der Schrauben ist daher kaum möglich. Bei Lockerung der Schrauben verliert die Lasche einen großen Teil der Eigenschaften, die ihr zugeschrieben werden. Es sind daher in der ersten Zeit die Schrauben auf ihren festen Sitz zu beobachten.

W. a.

(Revue générale des chemins de fer 1927 Mai, Seite 459 ff.)

Buchbesprechungen.

Personenbahnhöfe. Grundsätze für die Gestaltung großer Anlagen von Dr. Ing. W. Cauer, Geh. Baurat, Professor an der Techn. Hochschule zu Berlin. Zweite, umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage mit 142 Abbildungen im Text. Berlin, Verlag von Julius Springer 1926. Preis 22,50 M.

Zwischen der ersten Auflage des Buches*) und der nunmehr vorliegenden zweiten liegt die die bauliche Tätigkeit wie den wissenschaftlichen Fortschritt hemmende Kriegszeit mit ihren Folgen. Der Bahnhofsbau in großem Stil in Deutschland kam zum Stillstand, nachdem der neue Leipziger Bahnhof noch 1915 fertiggestellt war. Nach dem Kriege lebte die wissenschaftliche Arbeit bald wieder auf und hier sind auf dem Gebiete der Bahnhofsanlagen die zahlreichen Vorträge und Arbeiten des Verfassers aus den Jahren 1920—26 hervorzuheben, die in der vorliegenden zweiten und wesentlich umgearbeiteten Auflage verwertet sind.

Die Einteilung des Stoffes nach vier Abschnitten ist im Ganzen die gleiche geblieben. Im ersten Abschnitt sind die Rücksichten auf den Verkehr behandelt (zweckmäßige Wege für Reisende, Gepäck-, Post-, Express- und Eilgutbeförderung, Zulässigkeit der Beförderung des Gepäcks über die Gleise hinweg). Die Wichtigkeit der Höhenlage des Eingangs und des Vorplatzes zu den Bahnsteigen wird bei den schienenfreien Zugängen für die Gepäckbeförderung besonders betont. Auch findet der Umsteigeverkehr Berücksichtigung.

Der dritte Unterabschnitt, der die Trennung der Wege für den Zu- und Abgang der Reisenden behandelt, ist beträchtlich erweitert; es wird auf die Folgen der Trennung von Gepäckannahme und Ausgabe hingewiesen. Hier wird die zweckmäßige Grundrissanordnung der Empfangsgebäude besprochen; neben den älteren sind die neueren Empfangsgebäude von Karlsruhe, Leipzig und Stuttgart, im Entwurf auch von Zürich als Beispiele besprochen. Lehrreich ist auch die Verwertung der Erfahrungen bei der Planung des neuen Bahnhofs von Zürich, zu dessen Vorarbeiten der Verfasser zur Erstattung eines Gutachtens herangezogen war.

Im zweiten Abschnitt bei den betrieblichen Rücksichten ist zunächst neu die wichtige Erörterung der Bahnhofsform, die mit der Führung der Streckengleise zusammenhängt. An dem Grundsatz der selbständigen und möglichst kreuzungsfreien Durchführung sämtlicher Streckenhauptgleise, auch der Hauptgütergleise selbst, wird festgehalten. Letztere sollen tunlichst nicht über den Personenbahnhof geführt werden. Es werden neben den verkehrlichen die noch größeren betrieblichen Nachteile des Kopfbahnhofs betont. Die zweckmäßige Ausführung von Gleisüberwerfungen wird besprochen. Eine etwaige Anordnung eines Vorbahnhofs kommt zu ihrem Recht.

*) Vergl. Organ 1913, S. 447.

Der vierte Unterabschnitt, die zweckentsprechende Lage und Benutzungsart der Bahnsteiggleise und der Bahnsteige, sowie die Führung der Streckengleise betreffend, ist gleichfalls wesentlich vermehrt. Es wird hier schon die Lage des Abstellbahnhofs erörtert und namentlich die Bedeutung der gegenseitigen Vertretung der Bahnsteiggleise für ihre Ausnutzung vor Augen geführt. Die Behandlung der Überholungsbahnhöfe (in Staffelform und mit Umfahrgleis), die Trennungs- und Kreuzungsbahnhöfe und hiermit vereinigt, die Berührungsbahnhöfe, sowie die Kopfbahnhöfe ist wesentlich umgearbeitet und erweitert und mit neuen Abbildungen versehen. Die betrieblichen Vorzüge des Richtungsbetriebes gegenüber dem Linienbetrieb werden im allgemeinen bestätigt.

Der sechste Unterabschnitt behandelt die Lage und Anordnung der Bahnhofsteile bei den Kopf-, Kreuzungs- und Trennungsbahnhöfen. Hier ist besonders auf die Lage des Umstellbahnhofs, die Anordnung der Durchlaufgleise eingegangen. Die Post- und Eilgutanlagen finden eingehendere Würdigung.

Ganz neu hinzugekommen ist der achte Unterabschnitt bei den verschiedenen Bahnhofsformen über die Leistungsfähigkeit der Bahnsteiggleise und ihre durch sie bedingte, von der Streckenbelastung abhängige Anzahl — ein Muster wissenschaftlicher Behandlung.

Auch der dritte und der vierte Abschnitt über die Lage des Bahnhofs zur Stadt, den Städtebau berührend, verbreitet sich über die Ausführbarkeit, insbesondere den Bauvorgang bei Neu- wie auch bei Umbauten. Auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung der Höhenverhältnisse neben denjenigen der Lage weist der Verfasser wiederholt hin.

Herausgenommen sind die besonderen Bahnhöfe der Nebenbahnen, was der Einheitlichkeit der Stoffbehandlung zugute kommt. Hinzugekommen ist neben dem wesentlich erweiterten Namens- und Sachverzeichnis schließlich eine sorgfältig bearbeitete Übersicht des Schrifttums, auf welche an einzelnen Stellen des Textes hingewiesen ist.

Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. Wenn die Behandlungsweise des Stoffes (nicht von den Bahnhofsformen, sondern von den zu berücksichtigenden Gesichtspunkten ausgehend) auch hier und da Wiederholungen zur Folge hat, so hat sie doch den Vorzug einer mehr wissenschaftlichen Behandlung und bewahrt vor den Gefahren des Schematisierens. Das im wesentlichen auf deutsche Verhältnisse mit ihren strengen Grundsätzen Bezug nehmende Werk wird bei der Planung eines größeren Personenbahnhofs einschließlich des Empfangsgebäudes ein ebenso unentbehrlicher Ratgeber sein wie bei einem eingehenderen Studium des Stoffes an unseren Hochschulen.

Wegele.

Berichtigung.

In der Zuschrift des Herrn Professor Jahn in Heft 14, Seite 266 heißt es im letzten Satz infolge eines Versehens: „Diese starke Verminderung der Zugkraft scheint mir mit der Erfahrung in

Widerspruch zu stehen.“ Es soll heißen: schien mir mit der Erfahrung in Widerspruch zu stehen.