

### Untersuchungen an Riffelschienen.

Von Reichsbahnrat Dr. R. Kühnel und Reichsbahnrat Dr. W. Marzahn.

Hierzu Tafel 18.

Unter Riffeln versteht man eine wellenförmige Abnutzung auf der Lauffläche der Schienen. Es erscheinen silberhelle Flecken, die wie ein fortlaufendes Band, teils in gleichmäßigen, teils in wechselnden Abständen, aneinandergereiht sind. Textabb. 1 zeigt eine Schiene mit Riffelbildung. Textabb. 2 eine Teilaufnahme. Eine größere Anzahl von Betrachtungen über Ursachen und Wirkungen von Schienenriffeln findet sich heute schon im Schrifttum. Eine einwandfreie Klärung ihrer Ursachen wurde jedoch noch nicht erzielt. Wir geben einen Auszug aus diesen Veröffentlichungen bis zum Ende des Jahres 1926, soweit sie uns bekannt geworden sind, am Schluß dieses Aufsatzes.

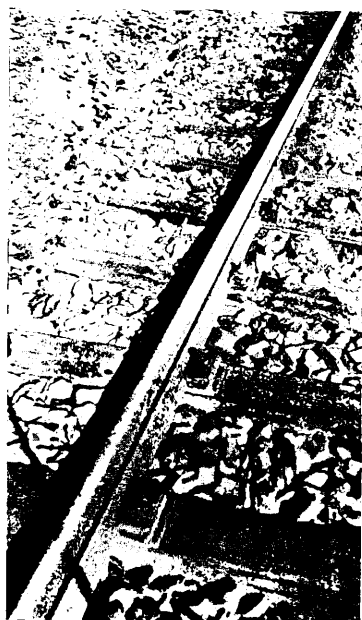


Abb. 1.  
Schiene mit Riffelbildung.

Eins allerdings erscheint schon heute ziemlich sicher. Die Hauptursache der Riffelbildung ist die gleitende Reibung, der Schlupf. Sobald zwei Bauteile unter dieser Art von Reibung sich aufeinander bei einem gewissen Druck bewegen, versuchen sie zunächst mit einer rollenden Reibung aufeinander abzurollen. Der zwangsläufige Antrieb macht dieser Bewegung aber bald ein Ende und es erfolgt als Ausgleich ein Augenblick verstärkten Rutschens, dann wieder ein kurzes Rollen, dann wieder Rutschen und so fort. Dieses in immer wiederkehrenden Abständen erfolgende reine Gleiten führt zur Abschmirgelung und Verformung der Werkstoffoberfläche, zur Bildung von Riffeln. Gerade infolge dieses das Abrollen unterbrechenden reinen Gleitens wird die Neigung, Riffeln zu bilden, bei allen nicht zu harten Werkstoffen schon bei 1% Schlupf so groß, daß man auf Abnutzungsprüfmaschinen zu allen möglichen Hilfsmitteln greifen muß, um sich der Riffelbildung zu erwehren. Die nachstehende Textabb. 3 zeigt eine solche unerwünschte Riffelbildung auf einer Abnutzungsprüfrolle und läßt gleichzeitig erkennen, in welchem Umfang gleitende Reibung trotz des geringen Schlupfes schon eingetreten ist. Neben den üblichen Ermittlungen der Härte und des Aufbaus wurden nun von uns an Riffelschienen auf Veranlassung des RZA auch Untersuchungen über Anordnung und Verlauf der Riffeln und der mit ihnen verbundenen Härte- und Gefügeänderung der Oberfläche angestellt, deren Ergebnis nachstehend mitgeteilt sei.

Zur ersten Schiene, die im Juni 1923 untersucht wurde, war uns folgendes bemerkt worden:

„Die Schiene, von der das Schienenstück abgenommen wurde, war im Bahnhof Waghäusel, Gleis Mannheim—Karlsruhe, das mit vollbelasteten Zügen befahren wird, eingebaut.

Die durchschnittliche tägliche Belastung des Gleises vor dem Ausbau der Schiene betrug 5 Schnellzüge, 14 Personenzüge, 1 Eilgüterzug, 38 Güterzüge. Die hauptsächlich auf dem Gleise verkehrenden Maschinen sind Gattung G 12, T 12 und 4 P. Die Schiene lag in der Bremsstrecke für sämtliche von Richtung Mannheim kommenden Züge, die auf Station Waghäusel halten mußten. Bei Schnell- und Personenzügen wurden sämtliche Achsen gebremst, bei den übrigen nur die besetzten Wagenachsen. Das eingesandte Schienenstück hat starke Riffelbildung.“

Die Abb. 1, Taf. 18 zeigt in einem Kurvenblatt die mit der Meßuhr festgestellte Abnutzung in Millimeter, die

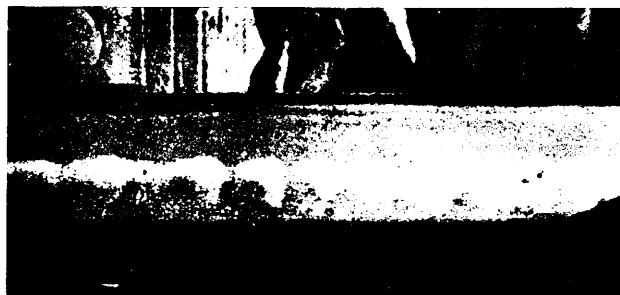


Abb. 2. Teilaufnahme einer Schiene mit Riffelbildung.

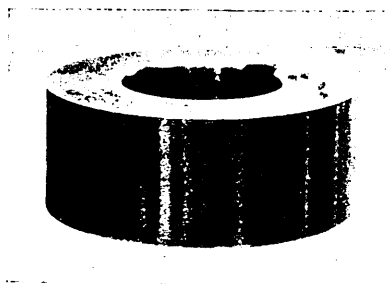


Abb. 3. Riffelbildung auf einer Abnutzungsprüfrolle.

Shore- und die Brinellhärte auf etwa 1 m der Schiene in der Längsachse der Oberflächenmitte des Schienenkopfes. Die Riffeltäler zeigen bei beiden Prüfverfahren ein Ansteigen der Härte. Die Gefügeuntersuchung ergab an diesen Stellen stärkere Verformung als im Riffelberg.

Die zweite Schiene wurde im Februar 1924 untersucht. Der nur  $\frac{1}{2}$  m lange Abschnitt stammt vom Gleise Buchholz—Klecken. Angaben über den Betrieb auf der Strecke waren nicht gemacht. Die aus der Härte errechnete Zugfestigkeit betrug  $63 \text{ kg/mm}^2$ . Der Aufbau war normal. Die Abb. 2, Taf. 18 zeigt wieder die Lage der Riffelberge und -täler und den Härteverlauf. Im Gegensatz zum vorigen Bilde stehen hier Riffelberg und höchste Härte in Beziehung. Wesentliche Gefügeverquetschungen zeigten sich, ebenfalls im Gegensatz zur vorhergehenden Untersuchung, nicht.

Die dritte Schiene wurde im Januar d. J. untersucht. Sie stammte von der Berliner Stadtbahn und schien ziemlich starke Riffelbildung aufzuweisen. Sie lag nahe dem Bahnhof

Bellevue am Ausfahrtsignal. Die aus der Härteprüfung errechnete Zugfestigkeit betrug  $70 \text{ kg/mm}^2$ . Bei einem Längsschnitt zeigten sich jedoch keine irgendwie bemerkenswerten Verschiebungen des Aufbaus im Tal oder Berg. Irgendwelche außergewöhnlichen sonstigen Merkmale des Aufbaus, die als Ursache der Riffelbildung hätten angesehen werden können, waren nicht vorhanden. Die Abb. 3, Taf. 18 zeigt wieder den Verlauf der Abnutzung in Millimeter und der Härte, gemessen mit Shore- und Brinellprüfapparaten. Die Kurve der Brinellhärte verläuft mit ganz geringer Streuung, weil eine wesentliche Oberflächenhärtung noch nicht eingetreten war. Zwischen Shore-Härteverlauf und Abnutzungskurve sind keine besonderen Beziehungen zu ermitteln.

Ganz allgemein kann man sagen, daß nach den Ergebnissen der Messungen der Abnutzungstiefe, der Härte und der Gefügeprüfung die Riffeln sich als wesentlich weniger stark ausgebildet erwiesen, als es bei der bloßen Betrachtung dem Auge zunächst erscheinen mochte.

Eine besondere Art der Ausbildung von Riffeln, wenn man hier diese Bezeichnung überhaupt noch wählen kann, zeigt eine vierte Schiene, die im Dezember 1927 untersucht wurde und von der Bahnmeisterei Diez der Reichsbahndirektion Frankfurt a. M. stammt. Die zwischen diesen langgestreckten Vertiefungen liegenden blankgefahrenen Flächen der Schiene sehen riffelähnlich aus, aber ein Vergleich mit Textabb. 1 läßt doch den Unterschied ziemlich klar erkennen. Dort füllt der gewöhnliche Riffelberg die Breite der Fahrfläche aus und das ihm folgende Tal ebenfalls. Bei dieser Schiene aber liegen seitlich der Talvertiefung noch Flächen normaler Höhe. Der Radreifen rollt also stets auf praktisch gleicher Höhe und sein Lauf wird von den Vertiefungen nicht berührt. Die aus der Härteprüfung errechnete Zugfestigkeit der Schiene betrug  $70 \text{ kg/mm}^2$ . Gefügeverdrückungen zeigten sich nicht. Die Abb. 8 zeigt den Verlauf von Abnutzung und Härte. Er ist gleichmäßiger und abweichend von dem der übrigen Schienen.

Über die gleichen Schienen hat Saller\*) in dieser Zeitschrift bereits Betrachtungen veröffentlicht, in denen die Entstehung dieser Art von Riffeln näher beschrieben\*\*) ist. Man könnte aus dieser Veröffentlichung und besonders aus dem Schlußsatz zu der Annahme kommen, daß die Grundursache der Riffelbildung nunmehr im Walz- bzw. Richtverfahren zu suchen sei. Das Ergebnis der vorstehend beschriebenen Untersuchungen und unsere bisherigen Beobachtungen lassen es uns geraten erscheinen, die von Saller näher beschriebene Riffelbildung als einen Sonderfall anzusehen, der zu allgemeinen Schlüssen über die Ursache der Riffelbildung nicht herangezogen werden sollte\*\*\*). Es kann freilich vorkommen, daß solche Schienen auf einer Strecke verlegt werden, die Neigung zur Riffelbildung hat. Dann wird diese Erscheinung von normalen Riffeln überlagert und es wird dann schwer sein, zu entscheiden, welche Einflüsse bei der Riffelbildung vorherrschen. Es muß als sehr erwünscht bezeichnet werden, daß Saller diese Art von Scheinriffeln in einer Zeitschrift einmal ausführlich beschrieben hat: denn ihr Auftreten trägt zweifellos wesentlich dazu bei, daß die Erkenntnis der wirklichen Ursachen der Riffelbildung so langsame Fortschritte macht. So konnte z. B. auch eine riffelähnliche Abnutzung der Fahrfläche bei den englischen Sandbergschienen beobachtet werden. Diese Schienen hatten eine vergütete Lauffläche und waren während der Ruhr-

besetzung versuchsweise als verschleißfeste Schienen in verschiedenen Strecken verlegt worden. Aber auch bei diesen Sandbergschienen handelte es sich nur um die scheinbare Riffelbildung, denn die Fahrfläche fuhr sich nach einiger Zeit wieder glatt.

Wie eingangs schon bemerkt war, ist als Grundursache der Riffelbildung der Schlupf anzusehen und es bleibt des weiteren zu prüfen, ob Fahrzeug- oder Oberbau oder beide in Wechselwirkung die Betriebsbedingungen herbeiführen können, die die Voraussetzung des Schlupfes sind.

Sehen wir das Schrifttum hierauf durch, so ergibt sich folgendes: Das Auftreten von Riffeln wurde zuerst vor etwa 30 Jahren in größerem Umfang bei einer Direktion im Westen beobachtet. Einige Jahre später konnte man feststellen, daß sich Riffeln in allen Direktionsbezirken zeigten, und zwar hauptsächlich in Brems- und Anfahrestrecken, besonders aber auf Bahnhöfen. Auf geraden Strecken und überhaupt auf freier Strecke wurden Riffeln dagegen seltener beobachtet. In den östlichen Gebieten will man gelegentlich das Auftreten von Riffeln nach starkem Laubfall und Schneeverwehungen, wobei die Räder ins Schleudern kommen, festgestellt haben.

Die ersten Untersuchungen über die Ursache von Riffelbildung finden sich im Schrifttum von K. Sieber in Nürnberg vom Jahre 1908\*). Sieber findet als Hauptursache für die Entstehung von Riffeln das Auftreten starker gleitender Reibung zwischen der Schiene und dem Radreifen. Es wird weiter die Riffelbildung durch zu hohe Flächenpressungen begünstigt, wobei ein Überschreiten der Elastizitätsgrenze des Baustoffes bedingt ist. Auch auf geraden, freien Strecken ist nach Ansicht von Sieber niemals mit einer rein rollenden, sondern mit einer gleitend-rollenden Reibung zu rechnen, wobei eine Verquetschung des Baustoffes unmittelbar unter der Fahrfläche eintritt.

Auf der ersten Sitzung der Kommission für Riffeluntersuchung am 29. Oktober 1915 berichtet Kayser in seinem Vortrag über „Riffelerscheinungen auf einer Kölner Vorortstrecke“\*\*). Er weist auf die Bedeutung zweier damals erschienenen Schriften auf dem Gebiet der Riffelforschung hin, die von Resal-Bordeaux und die von Meyer-Berlin\*\*\*). Resal behandelt zum erstenmal unter Anwendung eigener Versuche die Schwingungen der Wagenachse, während Meyer hauptsächlich die Schwingungen der Schiene untersucht, wobei er von der Annahme einer streckenweise nicht unterstützten Schiene ausgeht. Beide Verfasser vertreten nebenbei aber auch die Ansicht, daß die Schiene selbst den Keim der Riffelbildung in sich trägt. Kayser kommt zu dem Ergebnis, daß nach den bisherigen Untersuchungen als die wesentliche Ursache der Riffelbildung Achsenschwingungen anzusehen sind.

Die verschiedenen Ansichten über die Ursache von Riffelbildungen behandelt Schwarz in seinem Aufsatz „Riffelbildung auf Hauptbahngleisen“†). Nach den Beobachtungen von Schwarz treten auf Hauptbahnen nur schwache Riffeln bis 1 mm Höhe auf, während sie auf Kleinbahnen erheblich höher sind. Auch wandern die Riffeln, so daß auf Kleinbahnen auch eine Beseitigung der Riffelberge eintritt.

Am 18. November 1925 berichtet Oberhoffer in Aachen in der Kommission für Riffeluntersuchungen über die von Puppe eingeleiteten Versuche zur Erforschung der Ursache der Riffelbildung. Oberhoffer kommt zu dem Ergebnis, daß nicht die Baustoffgüte, sondern die Eigenart der Strecke

\*) Riffelbildungen an Eisenbahnschienen. Organ 1927, Heft 20, S. 394.

\*\*) Ähnliche Mitteilungen sind uns auch im Jahre 1910 gemacht worden. Auch hier sind diese Riffeln ebenso wie nach neueren Beobachtungen überwiegend wieder verschwunden.

\*\*\*) Wir machen hierzu auf den folgenden Aufsatz von Dr. Dahl: „Scheinriffeln an Eisenbahnschienen“ auf Seite 447 aufmerksam. Die Schriftleitung.

\*) Über Riffelbildung an Straßenbahnschienen und Beobachtungen über Rollbewegungen der Räder. Zeitschr. Elektr. Kraftbetriebe 1908.

\*\*) Druckschrift der Kommission für Riffeluntersuchungen, Köln 1916.

\*\*\*) Beide erschienen als Druckschrift des Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Vereines.

†) Zentralblatt der Bauverwaltung 1920, Heft 99, Seite 620.

das Ausschlaggebende für die Riffelbildung ist und daß diese den überwiegenden Einfluß ausübt und alle anderen Einflüsse überdeckt.

In ähnlichem Sinne äußert sich F. Märtens über die Ursache der Riffelbildung in seiner Abhandlung „Über die Entstehung der Riffeln auf den Schienenfahrflächen“\*). Nach seiner Ansicht war es bisher schwierig, bei der Vielseitigkeit der mitwirkenden Ursachen die wesentlichen aus den minder wirksamen auszusondern. Von nicht durchschlagender Bedeutung ist fehlerhafter Aufbau des Stoffes. Bei der Beurteilung der Bildung von Riffeln könnten alle Fragen, die auf die Zusammensetzung des Schienenbaustoffes Bezug nehmen, ausgeschaltet werden, allenfalls wäre ein harter Schienenbaustoff an der Fahrfläche, der ein Überschreiten der Fließgrenze verhindert, geeignet, die Riffelbildung zu erschweren, während eine weiche Außenschicht die Riffelbildung fördern könnte.

Die wesentliche Ursache für die Riffelbildung ist nach Ansicht von Märtens in Schwingungen der Fahrzeuge und der Schienen zu suchen. Auch die Ungleichheit der Durchmesser der Räder, was ein teilweises Schleifen der Räder auf der Fahrfläche zur Folge hat, führt zu Riffelbildung.

Im Jahre 1924, als man bereits damit beschäftigt war, die Beziehungen zwischen Abnutzung und Zusammensetzung des Schienenbaustoffes zu erforschen, äußert sich Kayser in seinem Aufsatz „Riffelbildung auf Schienen“\*\*) nochmals zur Frage der Entstehung der Riffeln. Nach seinen Feststellungen haben die Untersuchungen der letzten zehn Jahre den Bereich der in Frage kommenden Ursachen für die Riffelbildung auf ein immer engeres Gebiet zusammengedrängt. Einerseits spielen die Eigenschaften des zur Schienenherstellung verwendeten Materials und das Herstellungsverfahren selbst eine Rolle. Andererseits ist die Bewegung der Räder auf den Schienen von großer Wichtigkeit. Nach seiner Ansicht steht der Widerstand gegen Riffelbildung in direktem Verhältnis zum Widerstand gegen Abnutzung.

\*) Organ 1919, Heft 8, Seite 119.

\*\*) Verkehrstechnische Woche 1924, Nr. 31.

Als letzte Veröffentlichung ist die von Hohenberger vom Jahre 1926 „Riffelbildung am Eisenbahngleis“ zu nennen\*). Hohenberger unterscheidet mehrere Formen von Riffeln. Nach seiner Ansicht ist die Bremswirkung nur für einen Teil von Riffeln verantwortlich zu machen. Dagegen werden die weitaus meisten Riffeln durch die Bewegungen der Schiene erzeugt, die wiederum auf schlechte Stopfung der Schwellen zurückzuführen sind.

Überblicken wir noch einmal den gegenwärtigen Stand der Erkenntnis von der Ursache der Riffelbildung, so scheint uns, daß doch recht wesentliche Fortschritte gemacht sind.

Sieht man im Schlupf — also in der abwechselnd gleitend-rollenden Reibung — die Hauptursache der Riffelbildung, so bleibt zu untersuchen, welche Einflüsse bei Fahrzeug und Oberbau diesen Vorgang herbeiführen. Bei Bremsstrecken sind sie offenbar. Die Masse des bewegten Fahrzeugs will den Radsatz aus seiner durch den Bremsklotz verlangsamten rollenden Reibung in gleitende reißen. Das Spiel der Federn erleichtert und erschwert im ständigen Wechsel diesen Einfluß und so muß eine Schlupfbewegung entstehen, die zur Riffelbildung führt.

Auf freier Strecke kommen diese Ursachen nicht in Frage. Hier aber können Schwingungen des Fahrzeugs und Schwingungen des Oberbaus in Resonanz den Fahrzeuglauf so beeinflussen, daß ebenfalls Schlupf ermöglicht wird. Die vorstehend genannten Veröffentlichungen bieten wertvolle Fingerzeige zur weiteren Klärung dieses Vorgangs.

Treffen diese Ableitungen zu, so ergibt sich weiter, daß der Zustand des Werkstoffes von Rad und Schiene nur eine untergeordnete Rolle spielen kann. Neigt der Werkstoff aber besonders zur Abnutzung, so wird — wie auch Kayser erkannte — die Riffelbildung sich verstärken; sie wird aber kaum durch Werkstoffeigenheiten eingeleitet werden. Scheinriffeln, wie sie Saller beschrieb, sind besonders zu beachten, weil sie uns bei der Erforschung der Ursachen der Riffelbildung sehr leicht auf Irrwege führen können.

\*) „Die Gleistechnik“ 1926, Nr. 17.

## Scheinriffeln an Eisenbahnschienen.

Von Dr. Ing. e. h. F. Dahl.

Im Heft Nr. 20 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ vom 30. Oktober 1927, Seite 394 und 395 bringt Reichsbahnoberrat Dr. Saller einen Aufsatz über Riffelerscheinungen bei Eisenbahnschienen. Diese Ausführungen veranlaßten mich zu eingehender Prüfung der Ursachen und Art der in dem beregten Aufsatz gekennzeichneten Erscheinungen, die ich wie folgt bekanntgebe:

Die Schienen waren auf dem Lieferwerk, der August Thyssenhütte, mit einer Rollenrichtmaschine mit Richtrollenanordnung gemäß beistehender Abbildung gerichtet worden.

Die oberen Rollen  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  sind angetrieben, die unteren Rollen  $b_1$  und  $b_2$  sind nicht angetrieben.

Der Antrieb erfolgt durch elektrischen Motor, verbunden mit Zahnradübersetzung. Der Abstand der Richtrollen beträgt 1 m. Die Beobachtung des Richtganges auch bei neuem Einbau und genau montiertem Getriebe läßt deutlich erkennen, daß der Durchgang der Schienen mit einer Vibration verbunden ist, der sich in regelmäßigen, der Zahnradteilung entsprechenden Schwingungen auswirkt. Man kann diesen schwingenden Durchgang der Schienen wohl als Allgemeinerscheinung bei den mit Zahnradübersetzungen ausgerüsteten Rollenrichtmaschinen ansprechen. Die Vibrationen des Richtgutes verursachen einen sich besonders bei der ersten Druckrolle  $a_1$  bemerkbar machenden, genau der Zahnradteilung entsprechenden, wellenförmigen, oder, besser gesagt, polygonartigen Verschleiß der Rollenoberfläche.

Bei fortschreitendem Verschleiß der Zahnräder und Richtrollen wirken sich die durch den Verschleiß entstandenen Unterschiede im Durchmesser der Richtrollendruckflächen in einem dem Verhältnis der Zahnteilung angepaßten Spiel von abwechselnd stärkeren und schwächeren Durchbiegungen des Schienenstabes aus. Die stärkeren Durchbiegungsstellen sind auf der Kopffläche im Abstände der Zahnradteilung als Druckstellen bemerkbar. An den Schienenfüßen kennzeichnen sich die abwechselnd stärkeren Durchbiegungen als durch Abspringen der Walzhaut hervorgerufene Kraftlinien.

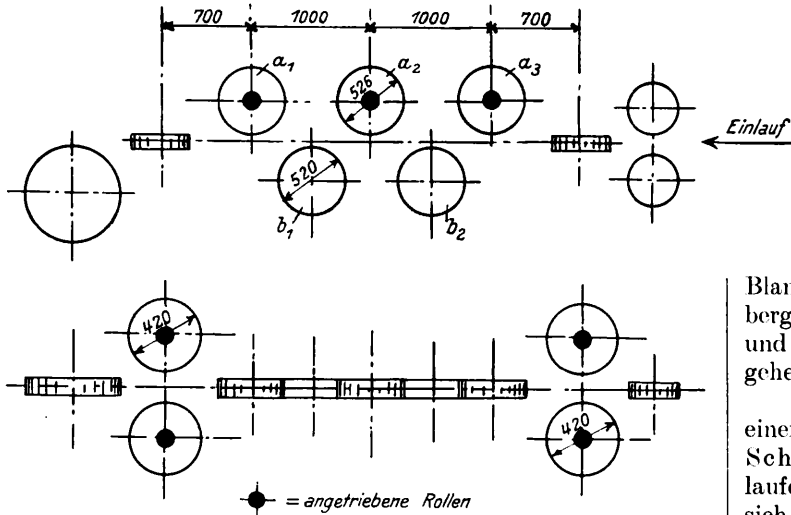
Der Abstand der Stellen stärkeren Druckes betrug übereinstimmend mit der Zahnteilung 56 mm. Die Auswirkungen desselben auf die Schienenkopffläche stellte sich als Vertiefungen von 0,05 bis 0,1 mm dar.

Dieser Tiefenunterschied entsprach im wesentlichen der Dicke der Walzhaut, die an den stärker gedrückten Stellen sich als abgeschabt erwies. Es handelt sich also um Unebenheiten, die mit bloßem Auge, auch selbst bei Linealauflegung, als solche kaum bemerkbar waren, vielmehr nur als Lichtreflexe oder später als dunkle Roststellen in Erscheinung traten. —

Was der ganzen Angelegenheit eine Bedeutung gibt, an der nicht ohne weiteres vorbeigegangen werden kann, ist die Ansicht Dr. Sallers, daß im vorliegenden Fall zum erstenmal festgestellt wurde, daß Schienen den Keim zur Riffelbildung schon vom Walzwerk mit sich bringen können.

Dr. Saller spricht sogar davon, daß auch an den oberen Fußflächen der Schienen Riffeln beobachtet werden konnten. Letztere Feststellung darf ich wohl als eine irrtümliche Auffassung ansehen. Die Schienenfüße zeigten lediglich die oben gekennzeichneten Kraftlinien in der Walzhaut, aber keinerlei

Teil in Abständen der Zahnradteilung elliptische Vertiefungen in obengenanntem Ausmaße. Die Kopffläche der Schienen bekommt dadurch das Aussehen eines Netzwerkes, seitlich begrenzt von den durchlaufenden Fahrstreifen, die in bestimmten, durch die Zahnteilung gegebenen Abständen miteinander in Verbindung stehen. Der Lauf des Rades kann durch diese Unebenheiten kaum ungünstig beeinflusst werden.



Anordnung der Richtrollen.

sonstige Unebenheiten. Das Wesen der Riffeln schließt auch ihre Entstehung an den Fußflächen aus.

Es muß gegenüber den Ausführungen Dr. Sallers die Frage aufgestellt werden: sind Unebenheiten auf der Kopffläche von 0,05 bis 0,1 mm Tiefe, die in der beschriebenen Weise sich gebildet haben, wirklich als Riffeln anzusprechen? Diese Frage ist zu verneinen aus folgender Beobachtung heraus:

Auf beiden Seiten der Kopffläche zeigen sich der Länge nach durchgehende Streifen, die diese Unebenheiten nicht besitzen. Zwischen diesen Streifen erkennt man im mittleren

Der Metallurge, Dr. Meyer, den ich bei der Untersuchung der Schienen zu Rate zog, stellte fest, daß diese Erscheinung im Gefügebild kaum wahrnehmbar war und keinerlei Härtingserscheinungen zur Folge hatte.

Das Wesen wahrer Riffelerscheinungen ist der wellenförmige Verschleiß der Fahrfläche der Schienen.

Beim Befahren riffeliger Schienen kann kein durchgehender Blankstreifen entstehen, sondern nur aneinandergereihte Riffelberge und -täler mit entsprechenden Gefügeverdrückungen und Härtingserscheinungen, vergl. Abbildung 2 im vorhergehenden Aufsatz auf Seite 445.

Auf der dem vorigen Aufsatz beigegebenen Abbildung einer durch die Rollenrichtmaschine veränderten Schiene erkennt man hingegen deutlich einen durchlaufenden, glattebenen, blanken Fahrstreifen, neben welchem sich im mittleren Teil in regelmäßigen Abständen die gekennzeichneten elliptischen Vertiefungen in dunkler Färbung abheben.

Es handelt sich um geringfügige Unebenheiten der Schienenfahrflächen, die, wie auch Dr. Saller angibt, beim Befahren sehr bald verschwinden und daher ebensowenig wie andere, unvermeidlicher Weise an den Schienenkopfflächen vorkommende Vertiefungen wesentlich stärkerer Art als Riffeln bezeichnet werden können.

Es sei im übrigen bemerkt, daß die beschriebene Erscheinung in so ausgeprägter Weise nicht hervorgetreten wäre, wenn nicht die benutzten Richtrollen, die der Form der Schienenkopfwölbung angepaßt sind, in zu weicher Qualität angeliefert worden wären und die Antriebsräder infolge zu großer Zahnteilung mit etwas Spiel gearbeitet hätten.

## Zeichnerische Bestimmung von Tangentenlängen.

Von Reichsbahnbauführer Massute, Bad Lausick.

Hierzu Tafel 19 und 20.

Bei Entwurfsarbeiten im Eisenbahn-, Straßen- und Kanalbau sind häufig Richtungswechsel durch Einschalten von Kreisbogen auszurunden, deren Anfang und Ende unter Zuhilfenahme der zugehörigen Tangentenlängen bestimmt zu werden pflegt.

Die Tangentenlänge ist bekanntlich

$$t = R \cdot \tan \alpha/2$$

(siehe  $\Delta SMT_2$  in Textabb. 1). Die Auswertung dieses Ausdrucks erfordert in zahlreichen Fällen immerhin so viel Zeichen- oder Rechenarbeit, daß das Bemühen um eine weniger zeitraubende Darstellungsweise nicht müßig erscheint.

Vorher soll darauf eingegangen werden, innerhalb welcher Grenzen die Anwendung der beiden üblichen Näherungsverfahren zulässig erscheint, die auf den Beziehungen

$$t' = R \cdot \sin \alpha/2$$

und

$$t'' = R \cdot 1/2 \tan \alpha = R : 2 \operatorname{ctg} \alpha$$

beruhen.

Soll, wie in Textabb. 1 dargestellt, die Ausrundung zwischen zwei Geraden  $g_1$  und  $g_2$ , die sich in S unter dem Winkel  $\alpha$  schneiden, durch einen Bogen vom Halbmesser R gezeichnet werden, so liegt es am nächsten, den Kreismittelpunkt M als Schnittpunkt der Parallelen zu  $g_1$  und  $g_2$  im Abstände R und die Tangentenendpunkte  $T_1$  und  $T_2$  durch Fällen der Lote  $MT_1$  auf  $g_1$  und  $MT_2$  auf  $g_2$  zu gewinnen. Bei kleinen Maß-

stäben und Halbmessern wird sich dies im allgemeinen durchführen lassen.

Reicht die verfügbare Zeichenfläche zu dieser Darstellung nicht aus, so ist es oft noch möglich, die gesuchte Tangentenlänge zeichnerisch als den zwischen  $g_1$  und  $g_2$  gelegenen Abschnitt CD derjenigen Tangente zu finden, die den Kreis vom Halbmesser  $R/2$  um S in E, dem Schnittpunkte des Kreises mit der Winkelhalbierenden von  $\alpha$  durch S, berührt. ( $CD = 2 \cdot ED = 2 \cdot \frac{R}{2} \cdot \tan \alpha/2 = t$ ). Die Eintragung der Winkel-

halbierenden kann unterbleiben, da man sich beim Zeichnen den Umstand zunutze machen kann, daß CD parallel der Sehne AB des gleichen Kreisabschnittes verläuft. Die technische Durchführbarkeit dieses Verfahrens ist durch die Größe des Zeichenblattes und die größte einstellbare Zirkelöffnung begrenzt.

Da das Schlagen des Kreises und das Abschieben der Parallelen bereits als zu umständlich empfunden wird, ersetzt man beim Zeichnen die Tangente CD oftmals durch die Sehne AB, die sich wesentlich rascher finden läßt. Das ist auch insofern vorteilhafter, als man dazu lediglich einen Stechzirkel braucht und die Zeichnung nicht mit überflüssigen Hilfslinien belasten muß. Die Ersatzlänge  $AB = 2 \cdot KB$  ist  $t' = R \cdot \sin \alpha/2$ , wie sich aus  $\Delta KSB$  ergibt.

Die zweite Näherungsart besteht darin, daß man auf  $g_2$  von S aus  $SB=R/2$  abträgt und in B die Senkrechte errichtet, welche  $g_1$  in J schneidet. Aus  $\Delta JSB$  folgt, daß die Ersatzlänge  $JB=t''=\frac{R}{2} \cdot \tan \alpha$  ist. Da  $\tan \alpha = \frac{1}{m}$  ist, kann auch

$t'' = \frac{R}{2m}$  geschrieben werden. Bei bekanntem m, — z. B. bei Ausrundungen von Gefällwechseln und beim Entwerfen von Weichenstraßen — gestattet diese Beziehung eine sehr bequeme rechnerische Ermittlung der angenäherten Tangentenlänge.

Bei Anwendung der Näherungsverfahren ist es ratsam, sich über die auftretenden Fehler klar zu werden. Zum Ver-

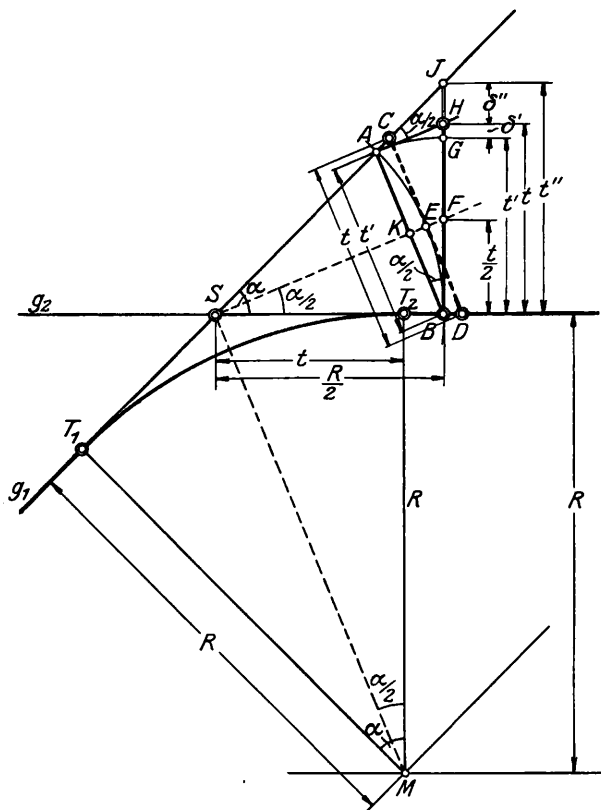


Abb. 1.

gleich sind die drei Längen  $t$ ,  $t'$  und  $t''$  in Textabb. 1 von B aus auf BJ abgetragen. Es ist

$$t = R \cdot \tan \alpha/2 = BH \left( = 2 \cdot BF = 2 \cdot \frac{t}{2} \text{ (vergl. } \Delta FSB) \right),$$

$$t' = R \cdot \sin \alpha/2 = BG \text{ (=BA)}$$

und  $t'' = \frac{R}{2} \cdot \tan \alpha = BJ$  (nach der angegebenen Darstellung).

Man erkennt, daß für Werte von  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  die genaue Tangentenlänge  $t$  zwischen den Näherungswerten  $t'$  und  $t''$  liegt; und zwar ist  $t'$  um den Betrag  $GH = \delta' = R \cdot \left( \tan \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right)$  zu klein,  $t''$  um die Strecke  $HJ = \delta'' = \frac{R}{2} \cdot \tan \alpha - R \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$  zu groß.

Welche Werte die Funktionen  $\tan \frac{\alpha}{2}$ ,  $\sin \frac{\alpha}{2}$  und  $\frac{1}{2} \tan \alpha$  für  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  annehmen, ist für den Halbmesser  $R=1$  in Abb. 1, Taf. 19 dargestellt: Gemeinsam bei  $\alpha=0^\circ$  mit 0 beginnend, verlaufen alle drei Kurven zunächst fast gleich, um sich allmählich immer weiter voneinander zu entfernen.  $\tan \alpha/2$  wird bei  $90^\circ=1$  und erreicht bei  $180^\circ$  den Wert  $\infty$ , den  $\frac{1}{2} \tan \alpha$  bereits bei  $90^\circ$  annimmt, um bis  $180^\circ$ , von  $-\infty$

herkommend, zum Nullpunkt zurückzukehren.  $\sin \alpha/2$  steigt bis zum Werte 1 bei  $180^\circ$  an.

Um die Größe der Abweichungen noch besser zu veranschaulichen, sind in Abb. 2, Taf. 19 die Werte für  $\tan \alpha/2$  durchweg gleich 100% und diejenigen für  $\sin \alpha/2$  und  $\frac{1}{2} \tan \alpha$  dazu in Beziehung gesetzt. (Bei  $\frac{1}{2} \tan \alpha$  sind die Werte für  $\alpha > 90^\circ$  weggelassen).

Man sieht, daß sich die Funktion  $\sin \alpha/2$  den Werten für  $\tan \alpha/2$  besser anschmiegt als  $\frac{1}{2} \tan \alpha$ , und zwar verhalten sich bei Winkeln etwa bis zu  $30^\circ$  die Fehler — vom Vorzeichen abgesehen — rund wie 1 zu 2.

Die Größe des Anwendungsbereichs für die beiden Näherungsmethoden  $t'$  und  $t''$  hängt davon ab, welche Fehler man als zulässig erachtet. Es sind die entstehenden Fehlerlängen  $\Delta I'$  (oder  $\Delta I''$ ) verhältnisgleich dem Maßstabverhältnis  $\mu$ , dem Halbmesser  $R$  und einer Größe  $p'$  (oder  $p''$ ), die für jedes  $\alpha$  die zugehörige prozentuale Abweichung  $\frac{\delta'}{t}$  (oder  $\frac{\delta''}{t}$ ) darstellt.

$p'$  und  $p''$  können für  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $30^\circ$  der Zusammenstellung in Abb. 3, Taf. 19 entnommen werden. Sie sind für  $\alpha$  von Grad zu Grad sowie für verschiedene 1:m angegeben. Außerdem ist eingetragen, welche Winkel  $\alpha$  bestimmten Werten von  $p'$  und  $p''$  zugeordnet sind.

Da die Abweichungen am Anfange annähernd parabolisch wachsen, lassen sich innerhalb der beigefügten Grenzen  $p'$  und  $p''$  auch durch die zugehörigen  $\alpha$  und  $m$  ausdrücken:

$$p' \text{ [v.H.]} \approx 0,0038 \cdot \alpha^2 \text{ [}^\circ\text{]} \text{ für } \alpha \leq 30^\circ$$

$$\approx 12,34 : m^2 \text{ für } m \geq 7$$

$$p'' \text{ [v.H.]} \approx 0,0077 \cdot \alpha^2 \text{ [}^\circ\text{]} \text{ für } \alpha \leq 12^\circ$$

$$\approx 24,87 : m^2 \text{ für } m \geq 5.$$

Gibt man  $R$  in m,  $p'$  und  $p''$  in v.H. an und will man  $\Delta I'$  und  $\Delta I''$  in mm erhalten, so gelten die Beziehungen

$$I \dots \Delta I' \text{ [mm]} = 10 \cdot \mu \cdot R \text{ [m]} \cdot p' \text{ [v.H.]}$$

$$\Delta I'' \text{ [mm]} = 10 \cdot \mu \cdot R \text{ [m]} \cdot p'' \text{ [v.H.]}$$

Nach  $p'$  und  $p''$  aufgelöst, findet man

$$II \dots p' \text{ [v.H.]} = \frac{\Delta I' \text{ [mm]}}{10 \cdot \mu \cdot R \text{ [m]}}$$

$$p'' \text{ [v.H.]} = \frac{\Delta I'' \text{ [mm]}}{10 \cdot \mu \cdot R \text{ [m]}}$$

Die Gleichungen (I) werden benutzt, wenn man die Größe des Fehlers bei bekanntem  $\alpha$  oder  $m$  und damit  $p$  ermitteln will, die Beziehungen (II), wenn man für irgendeine Meßgenauigkeit  $\Delta I$  feststellen möchte, bis zu welcher Winkelgröße ein Näherungsverfahren unbedenklich angewendet werden darf.

Man erkennt beispielsweise, daß bei Ausrundungen von Gefällwechseln bei Hauptbahnen hinauf bis 1:m=1:100 in Längsprofilen 1:1000 die Tangentenlänge stets nach dem Näherungsverfahren  $t''$  bestimmt werden darf. Denn bei dem in diesem Fall vorgeschriebenen  $R=5000$  m wird nach (I)

$$\Delta I'' = 10 \cdot \frac{1}{1000} \cdot 5000 \cdot 0,0025 = 0,125 \text{ mm,}$$

d. h., gleich einem Werte, der innerhalb der Zeichengenauigkeit liegt.

Im Anschluß an diese grundsätzlichen Darlegungen wird auf Taf. 20 ein Nomogramm mitgeteilt, das bei zeichnerischen Arbeiten in allen Fällen die Tangentenlängen sehr rasch und so genau liefert, wie es die zeichnerischen Hilfsmittel erlauben.

Ähnlich wie bei dem Absteckverfahren des Freiherrn von Aretin wird auf den beiden Graden  $g_1$  und  $g_2$ , die durch einen Bogen miteinander verbunden werden sollen, von ihrem Schnittpunkt  $S$  aus je eine Strecke von 10 cm Länge aufgetragen, die auf  $g_1$  bis  $A$  und auf  $g_2$  bis  $B$  reicht. Dadurch wird die für den Winkel  $ASB = \alpha$  charakteristische Sehne  $AB = s$  erhalten. Für die Winkel  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  sowie einige häufig vorkommende Neigungsverhältnisse sind zunächst die Sehnen  $s$  auf der  $s$ -Achse abgetragen. Dann sind die den  $s$  zugeordneten Tangentenlängen  $t = R \cdot \tan \alpha/2$  für verschiedene  $R$  errechnet und auf den Senkrechten durch die Endpunkte der  $s$  abgetragen. Die in der Tafel angegebenen Halbmesser gelten für den Maßstab 1:1000. Um die Zeichnung nicht unübersichtlich zu machen, erscheinen die Tangentenlängen für die Halbmesser von 100 zu 100 m auf der einen, diejenigen für die Halbmesser von 10 zu 10 bis zu 100 m auf der anderen Seite der  $s$ -Achse. Jede Tangentenlänge für einen nicht durch 100 teilbaren Halbmesser setzt sich daher aus je einem Abschnitt links und rechts der  $s$ -Achse zusammen.

Die Ermittlung der Tangentenlängen geschieht in der auf Taf. 20 beschriebenen Weise lediglich unter Verwendung eines Stechzirkels. Für die in der Tafel verzeichneten  $\alpha$  und 1:m können sie unmittelbar entnommen werden.

Umgekehrt ist man in der Lage, den größten anwendbaren Halbmesser anzugeben, wenn die verfügbare Tangentenlänge aus irgendwelchen Gründen begrenzt ist. — etwa in einem Gleisplan durch eine Weiche, die sich unmittelbar an dem Bogen anschließt. Man bestimmt in solchen Fällen  $s$  wie vorher, zieht zur  $t$ -Achse eine Parallele im Abstande  $s$  und findet auf ihr mit  $t$  im Zirkel das gesuchte  $R_{\max}$ .

Für andere Maßstäbe als 1:1000 sind die in die Tafel eingeschriebenen Halbmesser umgekehrt proportional der Veränderung abzuändern: so sind z. B. bei einer Vergrößerung des Maßstabes auf das Zehnfache, also von 1:1000 auf 1:100, die eingetragenen Halbmesser durch 10 zu dividieren.

Man wird das Nomogramm naturgemäß nur dann verwenden, wenn die eingangs genannten Verfahren zur genauen Ermittlung von  $t$  nicht durchführbar sind. Deshalb wird es auch nur in Ausnahmefällen vorkommen, daß man Tangentenlängen für  $\alpha > 90^\circ$  auf diesem Wege zu bestimmen hat, — z. B.

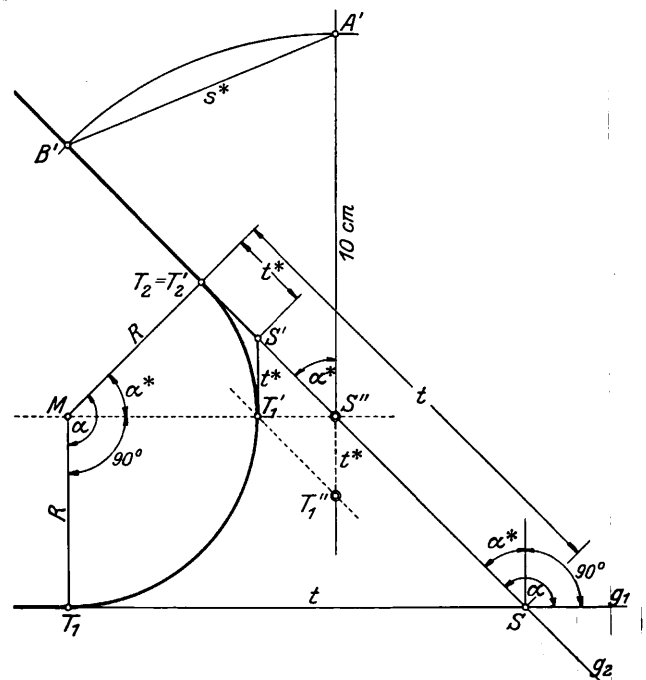


Abb. 2.

dann, wenn der Kreismittelpunkt außerhalb der Zeichenfläche liegt. Die Konstruktion hierfür, auf die im einzelnen nicht eingegangen zu werden braucht, ist aus Textabb. 2 erkennbar. Sie verwendet die Tatsache, daß für  $\alpha = 90^\circ$  die Tangentenlänge  $t$  gleich dem Halbmesser  $R$  wird und läuft auf die Auffindung der Tangentenlänge für  $\alpha = 90^\circ$  hinaus.

### Laufwiderstandsmessungen in geschweißten Gleisen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Gottschalk, Berlin.

#### Zweck der Versuche.

Im April 1928 hat das Reichsbahn-Zentralamt unter Mitwirkung der Reichsbahndirektion Nürnberg Laufwiderstandsmessungen frei ablaufender Wagen in geschweißten und in nicht geschweißten Gleisen des Verschiebebahnhofs Nürnberg vorgenommen.

Der Zweck der Versuche war, ein Urteil über die Bedeutung der Schienenschweißung auf Verschiebebahnhöfen zu gewinnen. Es sollte festgestellt werden, um welches Maß sich die Laufwiderstände der Wagen in geschweißten Gleisen verringern gegenüber den Laufwiderständen in nicht geschweißten Gleisen.

#### Meßverfahren.

Auf dem Verschiebebahnhof Nürnberg ist das Richtungsgleis Nr. 32 auf eine Länge von 380 m geschweißt; es besitzt innerhalb dieser Strecke drei Stöße und 26 Schweißstellen. Das Nachbargleis Nr. 31 ist nicht geschweißt; es hat 41 Stöße. Im Zusammenhang mit der Schweißung im Mai 1926 wurden die Schwellen an den Schweißstößen des Gleises 32 verschoben und festgestopft. Seit dieser Zeit ist an beiden Gleisen nicht gearbeitet worden, so daß der Unterhaltungszustand als annähernd gleich angesehen werden kann.

Ein Wagenzug, bestehend aus zehn Wagen mit den Gewichten 5 t, 7 t, 9 t, 12 t, 15 t, 18 t, 21 t, 24 t, 27 t und 30 t, wurde achtmal hintereinander in Einzelabläufen über den Ablaufberg gedrückt, und zwar beim ersten Ablauf in Gleis 32

(geschweißtes Gleis), beim nächsten Ablauf in Gleis 31 (nicht geschweißtes Gleis), dann wieder in Gleis 32 und so weiter, also immer abwechselnd einmal sämtliche Wagen in Gleis 32 und dann sämtliche Wagen in Gleis 31, so daß jeder Wagen jedes der beiden Gleise viermal befahren hat. Die Meßstrecke (vergl. Abb. 1) wurde — entsprechend der Länge der

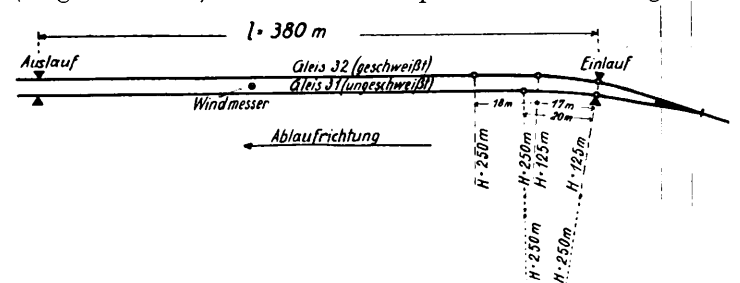


Abb. 1. Meßstrecke.

Schweißung in Gleis 32 — zu 380,00 m gewählt. Sowohl beim Einlauf in die Meßstrecke (am Beginn der beiden Richtungsgleise), als auch beim Auslauf aus der Meßstrecke (also nach einem Wege von 380 m) wurde die Geschwindigkeit jedes Wagens genau gemessen. Ferner wurde die mittlere Wagen-geschwindigkeit während der Fahrt in der Meßstrecke festgestellt.

Der Geschwindigkeitsmesser besteht aus dem Apparat (vergl. Abb. 2), einer Batterie, mehreren Radtastern und den

entsprechenden Leitungen. Je ein Radtaster war in jedem Gleis am Einlauf und am Auslauf der Meßstrecke eingebaut worden. Die Radtaster wurden durch die Räder der darüber fahrenden Wagen betätigt. Der Apparat trägt eine Art Uhrwerk, das einen Papierstreifen mit der Geschwindigkeit von 100 mm in der Sekunde über eine Schreibvorrichtung laufen läßt. Sobald ein Radtaster betätigt wird, schließt sich ein elektrischer Strom, der die Schreibvorrichtung betätigt, so daß ein Ausschlag auf dem fortlaufenden Band entsteht. Die Entfernung zwischen den beiden Ausschlägen der beiden Achsen eines Wagens ist die Zeit  $t$ , die der Wagen zur Zurücklegung eines Weges, der gleich seinem Achsstand ( $a$ ) ist, verbraucht hat. Die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Wagens ist also

$$v = \frac{a}{t} \dots 1)$$

Die mittlere Geschwindigkeit ( $v_m$ ) des Wagens in der Meßstrecke ist

$$v_m = \frac{l}{T} \dots 2)$$

wo  $T$  die Entfernung auf dem fortlaufenden Band von der Mitte der Ein-

Abb. 2. Geschwindigkeitsmesser.

ausschläge bis zur Mitte der Auslaufausschläge ist, also gleich der Zeit, die der Wagenschwerpunkt zur Zurücklegung der Meßstrecke verbraucht hat.

Während des Ablaufes wurden genaue Windmessungen vorgenommen. Der Windmeßapparat ein Schalenkreuzwindmesser (vergl. Abb. 3) — in ungefährer Höhe des Schwer-

Stunde einen Weg von 291 mm. Damit ist man in der Lage, nicht nur die Windgeschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern auch die mittlere Geschwindigkeit für jeden beliebigen Zeitraum festzustellen. Die Uhrzeit beim Einlauf eines Wagens in die Meßstrecke wurde genau aufgeschrieben. Die Zeit ( $T$ ) zum Durchfahren der Meßstrecke wurde aus der Wagengeschwindigkeitsmessung entnommen. Für diese Zeit  $T$  wurde nun aus den Aufzeichnungen des Windgeschwindigkeitsmessers die mittlere Windgeschwindigkeit für den Lauf jedes einzelnen Wagens in der Meßstrecke ermittelt.

Es sei noch erwähnt, daß das Längenprofil beider Gleise durch ein genaues Nivellement aufgenommen worden ist. Es ergab einen Höhenunterschied zwischen Einlaufpunkt und Auslaufpunkt von 2,013 m. Die Meßstrecke liegt also in einem mittleren Gefälle von 1:189.

Schließlich ist noch zu beachten, daß beide Gleise im Anfang in einer Krümmung liegen. Gleis 32 hat auf 17 m Länge 125 m Halbmesser und auf 18 m Länge 250 m Halbmesser; Gleis 31 hat auf 20 m 250 m Halbmesser.

Auswertung.

Bei der Berechnung der Laufwiderstände der Wagen in der Meßstrecke müssen alle erfaßbaren Einflüsse berücksichtigt werden, also außer der Einlauf- und der Auslaufgeschwindigkeit die Schwungmassen der Räder, die Krümmungen und der Wind.

Am zweckmäßigsten rechnet man alle Wirkungen in „Höhe“ um, und zwar in Arbeitshöhe oder Widerstandshöhe\*).

1. Einfluß der Einlaufgeschwindigkeit.

Es ist die Arbeitshöhe der Geschwindigkeit  $h_e$ , kurz Geschwindigkeitshöhe genannt, beim Einlauf

$$h_e = \frac{v_e^2}{2g} \text{ in } m \dots 3)$$

wo  $v_e$  die Einlaufgeschwindigkeit in m/s  
 $g$  die Fallbeschleunigung in  $m/s^2=9,81$  ist.

Der Einfluß der drehenden Massen der Räder beim Einlauf wird wie folgt berechnet: Bezeichnet man mit  $h_{0e}$  die Arbeitshöhe des Wagengewichtes, die dem Arbeitsvermögen der drehenden Schwungmassen der Räder beim Einlauf entspricht, so erhält man mit genügender Genauigkeit die Beziehung

$$h_{0e} = h_e \frac{G'}{G} \text{ in } m \dots 4)$$

Hierbei bedeutet  $G'$  das Gewicht der Radreifen; es beträgt etwa 1 t;  $G$  ist das Gewicht des Wagens.

Das gesamte Arbeitsvermögen des Wagens am Einlauf in die Meßstrecke beträgt demnach — in Arbeitshöhe ausgedrückt

$$h_I = h_e + h_{0e} \text{ in } m \dots 5)$$

2. Einfluß des Gefälles in der Meßstrecke.

Der Unterschied zwischen Anfang und Ende der Meßstrecke betrage  $h_m$ . Dann ist das Arbeitsvermögen, das dem Wagen durch den Lauf in dem Gefälle erteilt wird, in Arbeitshöhe ausgedrückt gleich

$$h_m \text{ in } m \dots 6)$$

3. Einfluß der Auslaufgeschwindigkeit.

Die Geschwindigkeitshöhe beim Auslauf beträgt

$$h_a = \frac{v_a^2}{2g} \text{ in } m \dots 7)$$

wo  $v_a$  die Auslaufgeschwindigkeit bezeichnet.

\*) Vergl. — auch für die folgenden Berechnungen — Dr. Ing. Frölich, Rangieranlagen und ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb, Kreidel's Verlag.

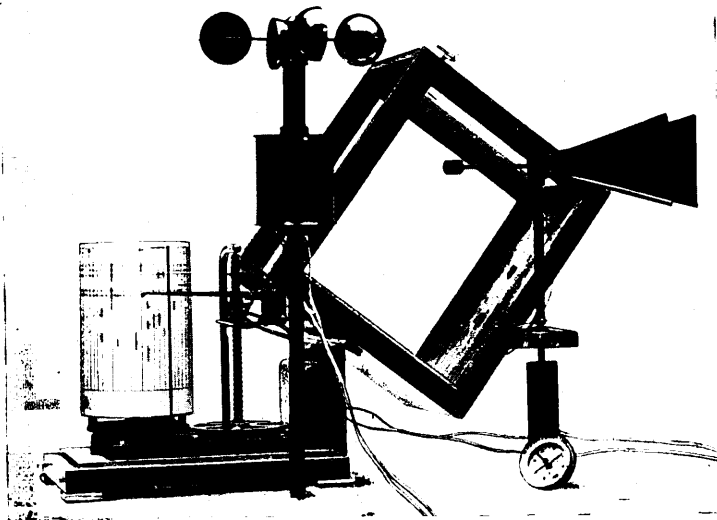


Abb. 3. Schalenkreuz-Windmesser.

punktes der Wagenfläche, also 2,5 m über S. O. — war in der Mitte der Meßstrecke zwischen den beiden Gleisen aufgestellt worden. Die Nachbargleise waren von Wagen freigemacht worden. Es herrschte am Versuchstage Rückenwind. Der Meßapparat ist so eingerichtet, daß er nach rund 100 m Windweg auf einem fortlaufenden Band einen Ausschlag nach unten schreibt. Das fortlaufende Band — die Schreibunterlage — wird von einem Uhrwerk angetrieben und macht in einer

Der Einfluß der drehenden Massen wird mit

$$h_{Q_a} = h_a \frac{G'}{G} \text{ in } m \quad \dots \quad 8)$$

gefaßt.

Das gesamte Arbeitsvermögen des Wagens am Auslaufkontakt der Meßstrecke ist also — wieder in Arbeitshöhe ausgedrückt —

$$h_{II} = h_a + h_{Q_a} \text{ in } m \quad \dots \quad 9)$$

4. Einfluß der Krümmungen.

Die Röcklsche Formel für den Krümmungswiderstand lautet

$$w_r = \frac{650}{r - 55} \text{ in } kg/t$$

wo r den Krümmungshalbmesser bezeichnet. Nach neueren Messungen sind diese Werte um rund 20% zu hoch. Man erhält demnach

$$w_r = 0,8 \cdot \frac{650}{r - 55} = \frac{520}{r - 55} \text{ in } kg/t.$$

Drückt man den Krümmungswiderstand, den ein Wagen in einer Krümmung von der Länge  $l_r$  findet, in Verlusthöhe (Widerstandshöhe) aus, so erhält man

$$h_r = \frac{520}{r - 55} \cdot \frac{l_r}{1000} \text{ in } m \quad \dots \quad 10)$$

5. Einfluß des Windes.

Der Luftwiderstand hängt von der Stärke und Richtung des Windes ab, und zwar von seiner Geschwindigkeit im Verhältnis zum rollenden Fahrzeug. Ferner ist die Fläche des Wagens, die vom Wind getroffen wird, von Bedeutung.

Mit genügender Genauigkeit kann der Luftwiderstand nach folgender Formel berechnet werden:

$$w_1 = \frac{F_o}{G} \cdot C \cdot v_r^2 \text{ in } kg/t \quad \dots \quad 11)$$

wo C eine Konstante = 0,07,  $v_r$  die relative Geschwindigkeit des Wagens gegen die Luft und  $F_r = F + \Delta F$  die Angriffsfläche des Wagens bedeuten. Unter Angriffsfläche  $F_r$  ist im allgemeinen die Stirnfläche F zu verstehen. Bei leeren oder nicht voll beladenen offenen Wagen und Wagen mit durchbrochenen Wänden ist noch ein Zusatzwert  $\Delta F$  bis zu 0,3 t hinzuzufügen.

Da bei den Versuchen ausgesprochener Rückenwind herrschte, ist die relative Luftgeschwindigkeit  $v_r$  gleich dem Unterschiede zwischen der mittleren Wagengeschwindigkeit in der Meßstrecke  $v_m$  (siehe Gleichung 2) und der mittleren Windgeschwindigkeit  $v_1$  während des Laufes in der Meßstrecke

$$v_r = v_m - v_1 \text{ in } m/s \quad \dots \quad 12)$$

In Verlusthöhe (Widerstandshöhe) ausgedrückt, ergibt sich für den Einfluß des Windes in der Meßstrecke die einfache Gleichung

$$h_1 = \frac{380}{1000} \cdot w_1 \text{ in } m \quad \dots \quad 13)$$

Die dem Grundwiderstand  $w_g$  entsprechende Verlusthöhe (Widerstandshöhe)  $h_g$  kann nunmehr auf folgende Weise ermittelt werden (vergl. Abb. 4).

Beim Einlauf in die Meßstrecke besitzt der Wagen eine Arbeitshöhe von  $h_I$  (Gleichung 5); hinzu kommt die Arbeitshöhe des Gefälles der Meßstrecke  $h_m$  (Gleichung 6). Zieht man von der Summe ( $h_I + h_m$ ) die Arbeitshöhe beim Auslaufkontakt  $h_{II}$  (Gleichung 9) ab, so erhält man die gesamte Verlusthöhe. Sie umfaßt den Krümmungswiderstand  $h_r$  (Gleichung 10), den Luftwiderstand  $h_1$  (Gleichung 13) und den Grundwiderstand (Laufwiderstand)  $h_g$ :

$$h_I + h_m - h_{II} = h_r + h_1 + h_g.$$

Hieraus läßt sich nun  $h_g$  berechnen:

$$h_g = h_I + h_m - h_{II} - h_1 - h_r \text{ in } m \quad \dots \quad 14)$$

und hieraus der Grundwiderstand:

$$w_g = \frac{1000}{380} \cdot h_g \text{ in } kg/t \quad \dots \quad 15)$$

Auf Grund dieser Gleichungen ist die Berechnung der Laufwiderstände durchgeführt worden.

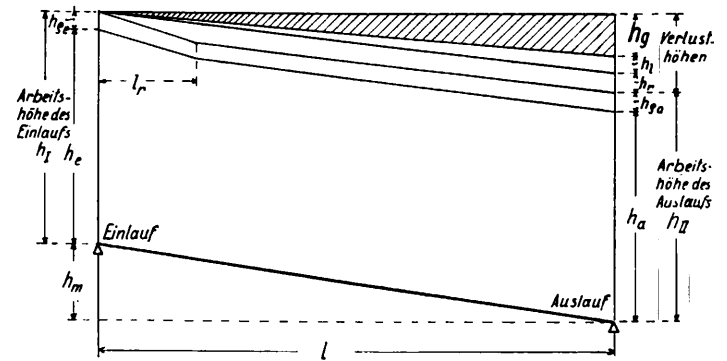


Abb. 4. Arbeitshöhen in der Meßstrecke.

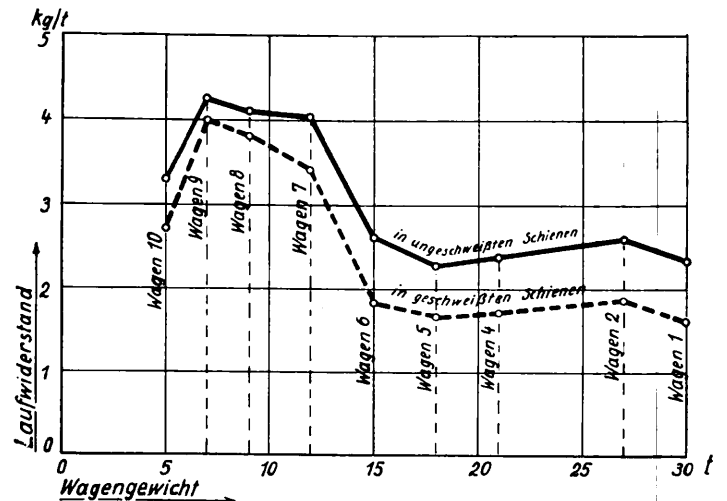


Abb. 5. Verhältnis zwischen Laufwiderstand und Wagengewicht.

Übersicht.

| Wagen Nr. | Gewicht | Mittl. Laufwiderstand       |                               | Schwankungsbreite        |                            |
|-----------|---------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|
|           |         | in geschw. Schienen<br>kg/t | in ungeschw. Schienen<br>kg/t | in geschw. Schienen<br>% | in ungeschw. Schienen<br>% |
| 1         | 30,52   | 1,60                        | 2,25                          | 26                       | 7                          |
| 2         | 27,00   | 1,93                        | 2,51                          | 35                       | 4                          |
| 4         | 21,00   | 1,66                        | 2,38                          | 13                       | 23                         |
| 5         | 18,00   | 1,66                        | 2,25                          | 11                       | 23                         |
| 6         | 15,00   | 1,87                        | 2,55                          | 18                       | 35                         |
| 7         | 12,00   | 3,42                        | 4,05                          | 15                       | 15                         |
| 8         | 9,00    | 3,85                        | 4,16                          | 16                       | 14                         |
| 9         | 7,00    | 4,05                        | 4,19                          | 7                        | 2                          |
| 10        | 5,01    | 2,73                        | 3,32                          | 14                       | 7                          |
| im Mittel |         | 2,53                        | 3,07                          |                          |                            |

Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Laufwiderstandsberechnungen sind für jeden Wagen gemittelt und in der Übersicht zusammengestellt und in Abb. 5 bildlich aufgetragen. Für den 30 t-Wagen beträgt z. B. der mittlere Laufwiderstand im geschweißten Gleis:



$w_{\text{geschw.}} = 1,60 \text{ kg/t}$   
dagegen im ungeschweißten Gleis

$w_{\text{ungeschw.}} = 2,25 \text{ kg/t}$ .  
Die Schwankungsbreiten sind teilweise erheblich. Sie sind zweifellos auf den böigen Wind zurückzuführen.

Es darf aber angenommen werden, daß sich die Messungsfehler bei der großen Zahl der Meßpunkte gegenseitig aufheben.

Faßt man die Ergebnisse zusammen, so haben die Wagen in den ungeschweißten Gleisen einen Laufwiderstand von 2,25 bis 4,19, im Mittel

$w_{\text{geschw.}} = 3,07 \text{ kg/t}$   
in den geschweißten Gleisen dagegen von 1,60 bis 4,05 im Mittel

$w_{\text{ungeschw.}} = 2,43 \text{ kg/t}$ .  
Diese Zusammenfassung ist berechtigt, weil der Laufwiderstandsunterschied seiner Natur nach — ähnlich wie der

Krümmungswiderstand — als unabhängig vom Wagengewicht betrachtet werden darf.

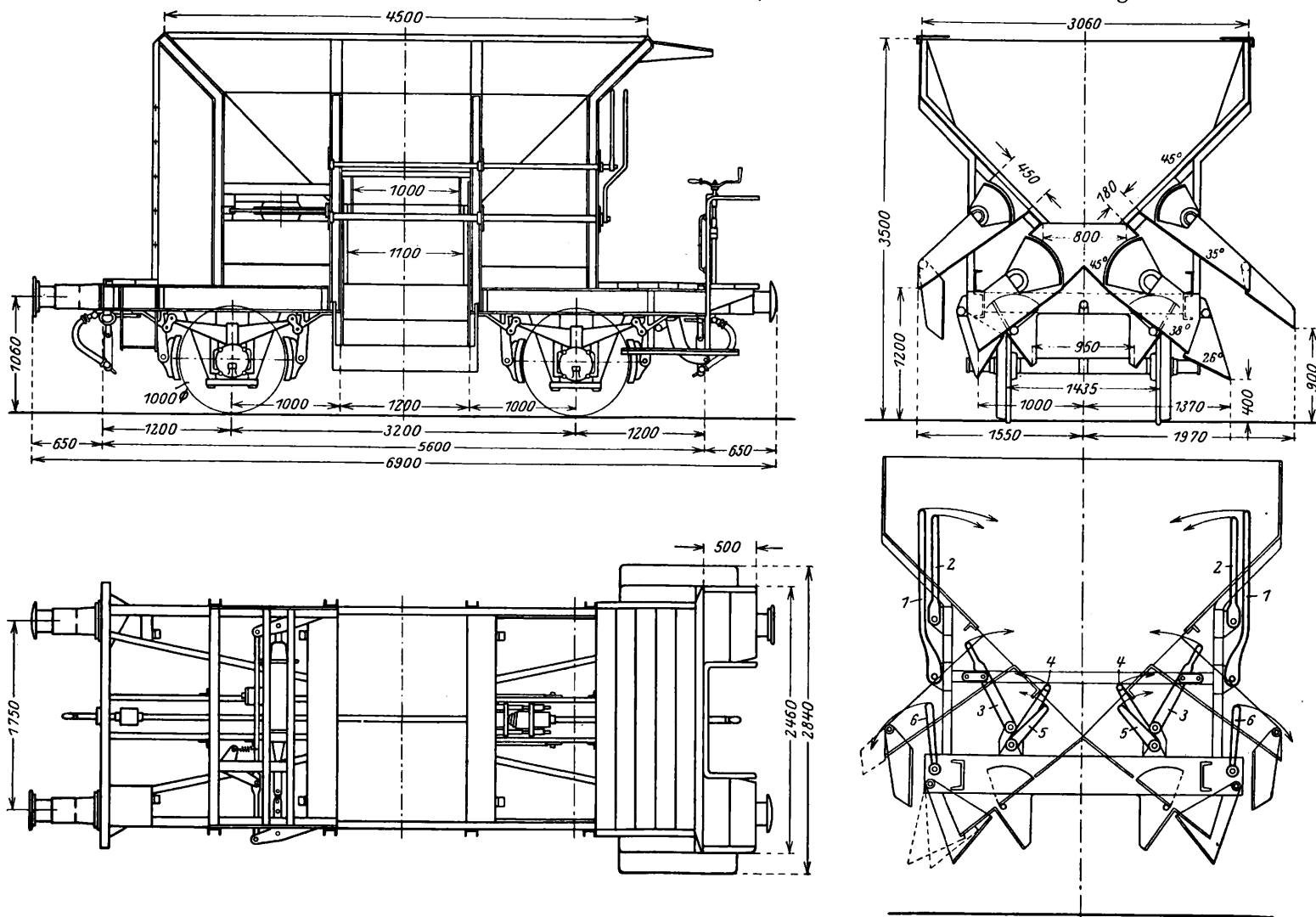
Der Laufwiderstand eines Wagens im geschweißten Gleis ist als  $0,5 \text{ kg/t}$  geringer als der im nicht geschweißten Gleis.

In dem Ergebnis muß jedoch bemerkt werden, daß die Berechnung der Krümmungswiderstände nach der Röcklschen Formel von großem Einfluß gewesen ist. Vielleicht ergibt diese Formel für sehr kleine Halbmesser — wie z. B. für den in dem geschweißten Gleis von 125 m — etwas zu hohe Werte. Rechnet man mit der Frankschen Formel oder mit der Formel nach Hirschmann, so erhält man geringere Unterschiede. Das Endergebnis würde sich dann auf etwa  $0,4 \text{ kg/t}$  statt  $0,5 \text{ kg/t}$  stellen. Immerhin — das Ergebnis ist beachtlich und wird allen Freunden der Schienenschweißung eine gute Mitteilung bedeuten.

### Schotterwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Das Reichsbahn-Zentralamt hat im Auftrage der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in letzter Zeit eine Anzahl Selbstentladewagen zur Beförderung und

Tragfähigkeit von 21 t. Der Wagen wiegt leer 11 t und hat beladen einen Achsdruck von 15,5 t und ein Metergewicht von 4,5 t/m. Die verschiedenen Entlademöglichkeiten sind



Anordnung der Hebel auf dem Bedienungsstand.

Abb. 1. Schotterwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Verteilung von Bettungsschotter auf die Neu- und Umbaustrecken beschafft. Von verschiedenen Versuchsausführungen hat sich unter anderen die abgebildete Bauart Talbot als günstig erwiesen. Die zweiachsigen Wagen (siehe Abb. 1) fassen je  $12,5 \text{ m}^3$  bei einem Ladegewicht von 20 t und einer

in Abb. 2 a und b dargestellt. Die Wagen bieten die verschiedensten Entlademöglichkeiten, die durch entsprechende Einstellung der beweglichen Gleitblechklappen erzielt werden. Es ist möglich, nicht nur seitlich rechts und links oder zwischen die Schienen den Schotter zu entladen, sondern

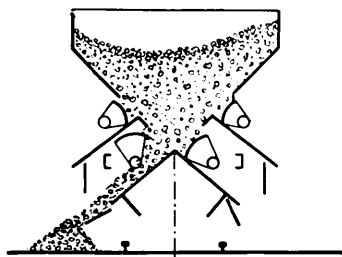


Abb. 2a. Entladung unten nach links oder rechts.

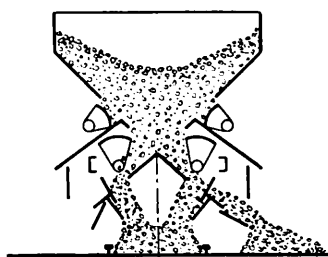


Abb. 2b. Entladung unten zwischen die Schienen und gleichzeitig nach einer Seite, z. B. rechts.

Zu Abb. 2a:

1. Einstellen der unteren Rutsche an der gewünschten Seite in eine ihrer drei Stellungen durch Hebel 3 (je nach Stellung dieser Rutsche wird der Schotter in mehr oder weniger größerer Entfernung von den Schienen entladen).
2. Öffnen des Hauptschiebers an der gewünschten Seite durch Hebel 1. — Die Schieber werden durch Bewegungen desselben Hebels in entgegengesetzter Richtung geschlossen.

Zu Abb. 2b.

1. Aufrichten beider Gleitblechklappen auf der linken Seite durch die Hebel 4 und 5.
2. Aufrichten der großen oder kleinen Gleitblechklappe auf der rechten Seite durch die Hebel 4 oder 5.
3. Öffnen der Hauptschieber auf beiden Seiten durch Hebel 1. Der Arbeitsvorgang unter 2 kann unterbleiben, wenn seitlich der Schiene größere Mengen Schotter entladen werden sollen.

gleichzeitig so zu entleeren. Ein Vorzug der Bauart liegt darin, daß die Schieber sehr rasch geöffnet und geschlossen werden können. Dies ist notwendig, weil der Schotter aus dem fahrenden Zug entleert wird, bei Brücken und Wegunterführungen dabei aber die Entladung nach den Seiten unterbrochen werden muß. Im Gegensatz zu anderen Antriebsarten mit Ketten- oder Zahnradantrieb gewährleistet die Anordnung von Hebeln nach der Abbildung 1 eine rasche Betätigung.

Zur vollen Ausnützung und wirtschaftlichen Verwendung derartiger Wagen müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Da die Wagen 3,5 m über S.O. hoch sind, muß in den Schotterwerken dieses Maß vorhanden sein oder durch Erhöhung der Kipprampen und Schüttrinnen oder durch Tieferlegung der Anschlußgleise erreicht werden. Siloanlagen sind am geeignetsten. Aus ihnen können die Wagen erheblich schneller beladen werden als an Kipprampen. Die Gleisbrückenwaagen sollen unmittelbar unter den Verladeanlagen liegen, um zeitraubende Verschiebewebungen zu vermeiden. Auch müssen sie mindestens 31 t verwiegen können. Bei geringerer Tragfähigkeit kann das Ladegewicht der Schotterwagen nicht voll ausgenützt werden. Der Wagenumlauf muß beschleunigt werden, daher sind die Wagen in der Regel nur in geschlossenen, möglichst ausgelasteten Zügen zu befördern und unter Umständen auch nachts zu entladen, wobei die Entladestelle künstlich beleuchtet werden muß. Bttgr.

## Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Dresden vom 27. bis 29. Juni 1928.

Der Technische Ausschuss des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen hielt seine diesjährige Tagung vom 27. bis 29. Juni in Dresden unter dem Vorsitz des Präsidenten der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen, Ministerialrat von Samarjay, mit folgenden Hauptergebnissen ab.

1. Der Ausschuss nahm von einem Zwischenbericht des Fachausschusses für Oberbau Kenntnis, den dieser über seine Arbeiten zur Einführung einer einheitlichen Berechnung des Oberbaues erstattet hatte. In einer der nächsten Tagungen des Technischen Ausschusses wird voraussichtlich endgültig hierüber berichtet werden können.

2. In Erledigung eines Antrages auf Festsetzung von Grenzmaßen für den Knickwinkel zwischen zwei anschließenden Neigungen und für die Übergangsbogen bei Ablaufbergen wurden einige Paragraphen der TV ergänzt, die in die Bestimmungen der in Arbeit befindlichen neuen TV demnächst eingearbeitet werden sollen.

3. Die Frage der zweckmäßigen Oberbuausbildung in Gleiskrümmungen wurde zurückgestellt, bis noch weitere Erfahrungen mit den angeordneten Spurerweiterungen beim Reichsoberbau vorliegen. Beim Abschluß dieser Frage soll dann auch über die Mittel gegen die seitliche Schienenkopfabnutzung mitberichtet werden.

4. Für die Bestimmung der Wagenlängen und Überhänge wurden neue Vorschriften aufgestellt, die ebenso wie die unter 2. in die in Arbeit befindlichen neuen TV noch eingearbeitet werden. Die Arbeiten zur Überprüfung der Blätter betr. Faltenbälge sind noch nicht abgeschlossen.

5. Ebenso schweben noch die Untersuchungen über die Einschränkungen der Breitenmaße nach § 117 der TV.

6. Die Neubearbeitung der „TV“ und „Grz“ soll so beschleunigt werden, daß sie im Frühjahr 1929 der Techniker-versammlung des Vereins vorgelegt werden kann.

7. Wie alljährlich ist auch dieses Mal eine Güteprobensammlung aufgestellt. Sie umfaßt das Erhebungs-

jahr 1926/1927. Die Versuchsergebnisse erstrecken sich auf Neustoffe für Eisenbahnoberbau und Eisenbahnfahrzeuge. Die Statistik kann von der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereins, Berlin W 9, Köthener Straße 28/29, käuflich erworben werden.

8. Einige Anträge auf Ergänzung des VWÜ und VPÜ wurden erledigt und an den Wagenausschuss weitergegeben. (Sicherung von Holz mit unregelmäßigen Lagerflächen gegen Längsverschiebungen: Neubearbeitung der Anlage II betr. Verladevorschriften: Anpassung der Vorschriften über Verladung von Fahrzeugen an die entsprechende Bestimmung des Deutschen Gütertarifs; Neubearbeitung des VWÜ und Anschriften an Wagen mit elektrischer Zugheizung.)

9. Weitere Anträge wurden den zuständigen Fachausschüssen zur Vorberatung übertragen: Neubearbeitung der Drucksache: „Benennung von Wagen und Wagenteilen in deutscher, französischer und italienischer Sprache“; Zulassung einer Verladung von Betoneisen auf zwei Plattformwagen; Zulassung neuer Verladearten für Eisenbahnschienen. Als neue Studie wurde der Antrag auf Änderung des Umrisses der Lauffläche und des Spurkranzes für abgedrehte Radreifen angenommen.

Im Anschluß an diese Fachberatungen fanden Vorträge statt, die mit lebhaftem Beifall aufgenommen wurden. Herr Ministerialrat Engels, Wien, sprach über: Die russischen Eisenbahnen nach dem Weltkrieg und eine Reise nach Transkaukasien im Jahre 1925, Herr Hofrat Kühnelt, Wien, sprach über: Neue Verladearten von langen Betonrundeisen und langen Schienen auf zwei oder mehreren Wagen ohne Drehschemel und die Bedingungen für die Beförderung derselben.

Die nächste Tagung wird im Januar oder Februar 1929 abgehalten werden. Als Ort ist München gewählt worden. Carus.

# Internationaler Eisenbahnverband. (U. J. C.)

## Tagung der Ausschüsse in Stockholm, Juni 1927\*).

Die Ausschüsse des Internationalen Eisenbahnverbandes (IEV) haben vom 9. bis 22. Juni 1927 in Stockholm ihre 6. ordentliche Sitzung abgehalten. Es tagten die fünf ständigen Ausschüsse — Personenverkehr, Güterverkehr, Abrechnungen und Währungen, Austausch des Rollmaterials, Technische Fragen — sowie der Sonderausschuß für selbsttätige Kupplung. Aus dem umfangreichen Arbeitsgebiet seien folgende, technische Verhandlungsgegenstände kurz hervorgehoben, mit denen sich der V. Ausschuß (Technische Fragen) beschäftigte:

### Abteilung Elektrotechnik.

1. Einwendungen gegen die verbindliche Kraft der Beschlüsse des geschäftsführenden Komitees vom November 1926 über die Frage:

„Heizung der Züge auf den elektrisch betriebenen Strecken“.

Keine Verwaltung lehnt den bindenden Charakter dieser Vorschriften in den früher angenommenen Grenzen ab. Die Vorschrift ist nur für die Verwaltungen bindend, die über die Ausrüstung der elektrischen Heizung in den Personenzügen des gegenseitigen unmittelbaren Verkehrs untereinander Vereinbarungen treffen.

2. Vorbereitung des Gutachtens des Internationalen Eisenbahnverbandes über die Vorschläge, welche der Dauerausschuß des internationalen beratenden Komitees für Fernsprüche auf große Entfernungen im Juni 1926 über den Richtlinienentwurf für den Schutz der Fernsprechleitungen gegen die Störungseinwirkungen der Starkstrom- oder Hochspannungsleitungen eingebracht hat.

Ausarbeitung eines Programms für die Vornahme gemeinsamer Versuche durch die Fernsprech- und Eisenbahnverwaltungen zur Lösung gewisser Fragen, die diese „Richtlinien“ betreffen.

Da der Wortlaut der Fragen nicht mehr den zur Behandlung vorliegenden Gegenständen entspricht, wurde beschlossen, dem geschäftsführenden Komitee folgenden abgeänderten Titel vorzuschlagen:

A) Beteiligung an den Arbeiten des gemischten ständigen Internationalen Ausschusses zur Ausführung von gemeinschaftlichen Versuchen durch die Telephonverwaltungen, die Eisenbahnverwaltungen und verschiedene Gruppen der Industrie zwecks Lösung gewisser Fragen, die die Richtlinien für den Schutz der Telephonlinien gegen die Störwirkungen der Starkstrom- oder Hochspannungsanlagen betreffen.

B) Studium des von der UIC zu vertretenden Standpunktes bei der Weiterbehandlung des Entwurfs zu den Richtlinien und bei der Vorbereitung der Mitteilungen, die dem CCI zu machen sind.

C) Studium des von der UIC zu vertretenden Standpunktes zu gewissen Fragen, die zwar mit diesen Richtlinien nicht in Zusammenhang stehen, die aber für die Eisenbahnverwaltungen von Interesse sind, sodann Vorbereitung der Mitteilungen, die in dieser Hinsicht dem CCI zu machen sind.

3. Untersuchung nachstehender Fragen auf dem Gebiete der elektrischen Zugbeförderung.

a) Festsetzung der Stromspannungshöhe und der zulässigen Spannungsschwankungen, sowie der Frequenz und ihrer zulässigen Schwankungen bei Wechselstrombahnen, die mit Strom von hoher Spannung und niedriger Frequenz betrieben werden.

b) Bei Wechselstrombahnen: Festlegung der Höhe des Fahrdrabtes über Schienenoberkante und der zulässigen seitlichen Abweichung von Gleismitte, wie sie sich sowohl durch die Zickzackführung als auch durch den Windabtrieb ergibt, desgl. auch die Umgrenzung des für den Fahrdrabt freizulassenden Raumes.

c) Aufstellung von Richtlinien für die Durchbildung der stromlosen Stücke auf Grenzbahnhöfen, wo elektrische Bahnen mit Fahrdrabt und verschiedenen Stromsystemen z. B. Wechselstrom- und Drehstrombahnen zusammentreffen.

\*) Bericht wegen vordringlichen Stoffes verspätet.

d) Vereinheitlichung der Einrichtungen zur Warnung vor Berühren der unter Hochspannung stehenden Teile sowohl bei den elektrischen Bahnhof- und Streckenausrüstungen, als auch auf den Lokomotiven. Maßnahmen, betreffend das Rollmaterial, für den Schutz des Personals gegen jede Berührung der unter Hochspannung stehenden Teile der elektrischen Strecken.

e) Erdung aller Einrichtungen die auf dem Wagendach angebracht sind.

Es wurden hierzu folgende Vorschriften aufgestellt:

### I. Vorschläge, die einen allgemeinen Charakter haben.

#### Punkt 1.

Erdung metallischer Teile auf dem Dach solcher internationalen Personen-, Gepäck- und Postwagen, die für den Verkehr auf elektrischen Bahnen mit Oberleitung bestimmt sind.

Bindende Vorschrift\*\*). Alle auf dem Dach dieser Fahrzeuge angebrachten metallischen Teile, die mit vom Wagenninnern zugänglichen leitenden Gegenständen metallisch verbunden sind, sind gut zu erden.

#### Punkt 2.

Sondersignale für den elektrischen Zugbetrieb.

Bindende Vorschrift. Fahrleitungs-Schutzstrecken, gestörte Abschnitte von Fahrleitungen und das Ende von Fahrleitungen sind durch Signale zu kennzeichnen.

Auf den Bahnen mit Einphasen-Wechselstrom und Gleichstrom sind folgende Signalzeichen zu verwenden:

a) Warnungssignale für die Stromunterbrechung:



(ein zerlegtes U) am Anfang der Schutzstrecke,



(ein geschlossenes U) am Ende der Schutzstrecke.

Diese Signale sind in unmittelbarer Nähe der Enden dieser Strecken aufzustellen.

b) Warnungssignale für die Ingangsetzung von Stromabnehmern:



(ein waagrechter Streifen) am Anfang einer Strecke, die mit gesenktem Stromabnehmer befahren werden soll.



(ein senkrechter Streifen) am Ende einer Strecke, die mit gesenktem Stromabnehmer befahren werden soll.

Diese Signale sind in unmittelbarer Nähe der Enden der Strecke aufzustellen.

Farben, Abmessungen und äußere Form der Signale können die einzelnen Verwaltungen für ihren Bereich festsetzen.

Auf Gemeinschaftsbahnhöfen und -strecken, wo Lokomotiven verschiedener Verwaltungen verkehren können, gelten die Signale derjenigen Verwaltung, bei welcher die Signale bereits eingerichtet sind, sofern in einzelnen Fällen nicht anders vereinbart wird.

II. Bestimmungen, welche nur für Gemeinschaftsbahnhöfe und Gemeinschaftsstrecken gelten, auf denen Lokomotiven von verschiedenen Verwaltungen verkehren können.

#### Punkt 1.

a) Werte und zulässige Schwankungen der Spannung und der Frequenz bei Einphasen-Wechselstrombahnen, die mit einer Nennspannung von 15 Kilovolt und einer Nennfrequenz von  $16\frac{2}{3}$  Perioden in der Sekunde betrieben werden.

Bindende Vorschrift. Die Spannung im Fahrdrabt darf in einem Bereich zwischen 16,5 und 12 Kilovolt schwanken und kurzzeitig bis 11 Kilovolt heruntergehen.

Die Frequenz darf in einem Bereich zwischen  $17\frac{1}{2}$  und 15 Perioden in der Sekunde schwanken.

b) Werte und zulässige Schwankungen der Spannung bei Gleichstrombahnen.

\*\*\*) Nur für die neuen Fahrzeuge. Die vorhandenen Fahrzeuge sollen gelegentlich der nächsten großen Ausbesserung mit dieser Erdung ausgestattet werden.

Bindende Vorschrift. Die Spannung im Fahrdrabt darf schwanken zwischen:

|      |      |      |     |       |              |     |      |      |
|------|------|------|-----|-------|--------------|-----|------|------|
| 500  | 900  | Volt | bei | einer | Nennspannung | von | 750  | Volt |
| 1000 | 1800 | „    | „   | „     | „            | „   | 1500 | „    |
| 2000 | 3600 | „    | „   | „     | „            | „   | 3000 | „    |

c) Werte und zulässige Schwankungen der Spannung und der Frequenz bei Dreiphasen-Wechselstrombahnen, die mit einer Nennspannung von 3400 Volt und einer Nennfrequenz von  $16\frac{2}{3}$  Perioden in der Sekunde betrieben werden.

Bindende Vorschrift. Die Spannung darf in einem Bereich zwischen 4000 und 2800 Volt schwanken.

Die Frequenz darf in einem Bereich zwischen  $17\frac{1}{2}$  und 16 Perioden in der Sekunde schwanken.

d) Werte und zulässige Schwankungen der Spannung und gegebenenfalls der Frequenz bei Bahnen, die mit anderen Stromarten als die oben angegebenen betrieben werden.

Die beteiligten Verwaltungen haben sich in jedem einzelnen Fall miteinander zu verständigen.

#### Punkt 2.

Lage der Fahrdrähte zum Gleis und Umgrenzung des für die Stromabnehmer freizulassenden Raumes\*).

Bindende Vorschrift. a) Die tiefste Lage des Fahrdrabtes ist nach der Vorschrift derjenigen beteiligten Verwaltung zu bestimmen, welche die höchste Lage verlangt. Jedoch soll unter den ungünstigsten Verhältnissen die Unterkante der Fahrdrähte mindestens 200 mm über dem höchsten der für die beteiligten Verwaltungen in Betracht kommenden Ladeprofile und Umgrenzungsprofile der Fahrzeuge liegen.

Die Höchstlage der Fahrdrabtkante soll 6200 mm über der Schienenoberkante nicht überschreiten.

b) Für die größte seitliche Ausweichung einer einpoligen Fahrleitung aus der Gleismittlebene sind die Vorschriften derjenigen beteiligten Verwaltung maßgebend, welche unter gleichen Verhältnissen die kleinste seitliche Ausweichung zuläßt\*\*).

c) Die eine Verwaltung darf für den Durchgang ihrer Stromabnehmer keine größere lichte Breite als 3000 mm von der anderen Verwaltung fordern.

#### Punkt 3.

Fahrleitungsschutzstrecken zwischen verschiedenen Bahnen.

Bindende Vorschriften. a) Die Fahrleitungen werden mit verschiedenartigem Strom gespeist.

Die beteiligten Verwaltungen haben sich in jedem einzelnen Falle miteinander zu verständigen.

b) Die Fahrleitungen werden mit gleichartigem Strom gespeist, der aber von zwei verschiedenen Kraftquellen kommt.

Die durch die eine dieser Kraftquellen gespeisten Fahrleitungen sollen von den durch die andere Kraftquelle gespeisten Fahrleitungen durch Schutzstrecken von mindestens 35 m Länge getrennt sein.

• Empfehlung. Es wird empfohlen, diese Schutzstrecken mit sogenannter „Luftisolation“ gegen die Fahrleitungen auszubilden.

#### Punkt 4.

Warnungsmittel, um das Personal auf die durch Hochspannung hervorgerufene Gefahr aufmerksam zu machen.

Bindende Vorschriften. Auf Gemeinschaftsbahnhöfen und -strecken, auf denen Personal von verschiedenen Verwaltungen beschäftigt ist, sollen sich die üblichen Warnungszeichen jeder beteiligten Verwaltung befinden (z. B. Totenkopf und Blitzpfeil, Blitzpfeil und „Lebensgefahr“). Diese Warnungszeichen sollen überall dort angebracht werden, wo die Vorschriften jeder der beteiligten Verwaltungen es verlangen.

Mit der Frage der Vorsignale wird sich ein Unterausschuß noch weiter befassen.

4. Untersuchung der Fragen von allgemeinem Interesse für die elektrische Beleuchtung der Personenwagen.

\*) Nur für neue Anlagen. In Sonderfällen und bei bestehenden Anlagen sollen sich die beteiligten Verwaltungen miteinander verständigen.

\*\*) Bei zweipoligen Fahrleitungen scheint es nicht nötig, die Entfernung der Fahrdrähte von der Gleisachse festzulegen.

Der Ausschuß hat die Anträge des Unterausschusses (Paris, den 19./21. Februar 1927) im großen und ganzen genehmigt.

#### 1. Stromlieferungsquelle.

Die größten Breiten der Treibriemen für die Stromlieferungsquelle soll 120 mm sein.

Die Breite zwischen den Bordrändern der Riemenscheibe der Dynamo soll mindestens 130 mm betragen.

#### 2. Schmelzsicherungen.

Ist die Batterie durch Schmelzsicherungen geschützt, so sollen letztere vorzugsweise entweder im Batteriekasten selbst oder in einem Kasten außerhalb des Personenwagens eingebaut werden, der sich außerhalb des Personenwagens, in der Nähe der Batterie befindet.

Jedoch können diese Schmelzsicherungen im Wageninnern im Wandschrank, der den Reglerkasten enthält oder in einem Wandschrank neben diesem Kasten untergebracht werden.

Sind Schmelzsicherungen für die Beleuchtung vorhanden, so sind sie im Wageninnern unter Berücksichtigung obiger Bedingungen anzubringen und mit den Schmelzsicherungen der Batterie zusammenzustellen, falls letztere ebenfalls im Wageninnern untergebracht sind.

#### 3. Regel- und Schaltapparate der Beleuchtung.

Der Hauptschalter und gegebenenfalls der besondere Ausschalter für die halbe Beleuchtung sollen sich im Wageninnern befinden und leicht zugänglich sein.

Der Hauptschalter soll mittels des Vierkant-Hohlschlüssels nach Anlage B der Technischen Einheit bedient werden können. Befindet sich der Schalter in einem Kasten, so soll er von außen bedient werden können.

Ist ein besonderer Schalter für die halbe Beleuchtung vorhanden, so soll er mit dem Vierkant-Hohlschlüssel nach Anlage B der Technischen Einheit bedient werden können, falls er sich nicht in einem Kasten befindet. Ist dies der Fall, so soll die Tür des Kastens, welcher diesen Schalter enthält, mit dem gleichen Schlüssel geöffnet und geschlossen werden können.

#### 4. Beleuchtungsapparate.

Wenn die Lampen durch Glocken geschützt sind, die sich in Scharnieren drehen, so ist zur Bedienung des Verschlusses der Glocken der Vierkant-Hohlschlüssel nach Anlage B der Technischen Einheit zu verwenden.

#### 5. Aus- oder Umschalter im Abteil.

Der Aus- oder Umschalter im Abteil soll sich auf oder neben dem Türpfosten oder unmittelbar über der Tür befinden.

Sind zwei Aus- oder Umschalter vorhanden, so ist diese Vorschrift nur für einen der beiden bindend.

#### 6. Notbeleuchtung.

Die Personenwagen sollen entweder mit Vorrichtungen für die Notbeleuchtung versehen sein, die betriebsbereit sind und normalerweise in Personenwagen mitgeführt werden oder derart ausgerüstet sein, daß sie gegebenenfalls Notvorrichtungen aufnehmen können, die in den Personenwagen nicht mitgeführt werden.

Zu diesem Zweck sind an den Wagenwänden Befestigungsknöpfe und in einem gegenseitigen Achsabstand von 88 mm dauerhaft anzubringen, an welchen die abnehmbaren Vorrichtungen der Notbeleuchtung aufgehängt werden können.

Diese abnehmbaren Vorrichtungen sollen an den ortsfesten Befestigungsknöpfen aufgehängt werden können.

#### 7. Ersatzteile.

Jeder Personenwagen soll mit Ersatzlampen ausgerüstet sein, die in einem entsprechenden Wandschrank untergebracht sind.

#### 8. Anschriften.

Um die Bedienungsvorrichtung des Hauptschalters sind folgende Anschriften anzubringen; sie sollen außerhalb der Wandschränke sichtbar sein.

0 bedeutet: Beleuchtung aus.

$\frac{1}{2}$  bedeutet: halbe Beleuchtung.

$\frac{1}{1}$  bedeutet: volle Beleuchtung.

Wird die halbe Beleuchtung vermittels eines besonderen Schalters bewirkt, so soll er durch die Anschrift „ $\frac{1}{2}$ “ gekennzeichnet sein, falls er sich im Innern des Wandschranks befindet.

Wird dieser Schalter außerhalb des Wandschranks bedient, so sind folgende Anschriften um die Bedienungsvorrichtung anzubringen:

$\frac{1}{2}$  bedeutet: halbe Beleuchtung.

$\frac{1}{1}$  bedeutet: volle Beleuchtung.

Wird der Schalter durch eine Drehbewegung bedient, welche stets in demselben Sinne erfolgt, so wird nur der Drehsinn durch den Pfeil angezeigt.

Am abnehmbaren Teil der Schmelzsicherungen ist, wenn nur irgend möglich, die Amperezahl anzubringen, die erstere normalerweise aushalten können.

An den Abschlußdeckeln der Schmelzsicherungen und an den die Ersatzschmelzsicherungen enthaltenden Fächern sind die gleichen Buchstaben anzuschreiben wie diejenigen, die die ortsfesten Teile der Schmelzsicherungen kennzeichnen werden.

Diese Buchstaben sollen den Verwendungszweck der Schmelzsicherungen angeben; hierbei gilt:

„B“ für die Schmelzsicherungen der Batterie.

„L“ für die Schmelzsicherungen der Lichtstromkreise.

An jedem beweglichen Teil der abnehmbaren Vorrichtung für die Notbeleuchtung sind Name oder Anfangsbuchstaben der Eigentumsverwaltung anzubringen.

### 9. Schema.

Ein Schaltplan der elektrischen Ausrüstung des Fahrzeugs ist auf der Innenseite der Tür anzubringen, die einen der Wandschränke der elektrischen Ausrüstung schließt oder in unmittelbarer Nähe.

Die Vorschriften, Anschriften, Zeichenerklärungen usw. sollen in den vom R I C bestimmten Sprachen angeschrieben sein.

Die Beschlüsse sollen auf alle mit der elektrischen Beleuchtung ausgerüsteten internationalen Fahrzeuge angewendet werden.

5. Als neu zu behandelnde Fragen wurden festgelegt:

a) Allgemein interessierende Fragen, die elektrisch betriebene Strecken betreffen, bei denen die Stromleiter in einer dritten Schiene bestehen.

b) Fragen von allgemeinem Interesse über die elektrischen Bahnmotoren.

c) Einfluß des Starkstroms auf den Zustand der Brücken und allgemein auf die eisernen Bauten. Einfluß des Frostes auf die elektrischen Leitungen.

### Abteilung Rollmaterial.

1. Einwendungen der Verwaltungen gegen die verbindliche Kraft der Beschlüsse des geschäftsführenden Komitees vom November 1926 über die Frage: „Vereinheitlichung der im § 25 der Technischen Einheit vorgesehenen Bezeichnungen (Angabe Nr. 16).“

Der Ausschuß hat aus der Gesamtheit aller Bemerkungen den Schluß gezogen, daß nichts dagegen einzuwenden ist, den Vorschriften ihren bindenden Sinn zu belassen.

2. Einführung zweiteiliger Bremsklötze mit feststehendem Halter und einer mit diesem verbundenen auswechselbaren Sohle.

Es wurden folgende Vorschläge angenommen:

I. Wagen, die für den internationalen Verkehr bestimmt sind und nach dem 1. Januar 1930 gebaut werden.

#### 1. Bindende Vorschriften.

a) Die Wagen, die für den internationalen Verkehr bestimmt sind und nach dem 1. Januar 1930 gebaut werden, dürfen nur mit zweiteiligen Bremsklötzen ausgerüstet sein, deren Paßfläche zwischen der Sohle und dem Sohlenhalter einerseits und der Keilform andererseits den Bestimmungen der Zeichnung, die der Anlage zur Niederschrift der Sitzung des Unterausschusses (Avignon, den 4. März 1927) beigelegt war, genügen.

b) Das Bremsgestänge dieser Wagen muß es ermöglichen, eine Sohle zu verwenden mit einer Dicke von mindestens 45 mm gemessen an der äußeren Sohlenseite in der Mitte ihrer Länge und von der Kreislinie der Paßfläche zwischen Sohlenhalter und Sohle.

c) Die Bremsklotzsohle muß gegen den Spurrand hin eine Abrundung mit einem Halbmesser von mindestens 10 mm aufweisen.

### 2. Empfehlung.

Es wird empfohlen, die Bremsgestänge derart herzurichten, daß eine Sohle mit einer Dicke von 60 mm verwendet werden kann.

II. Vorhandene oder vor dem 1. Januar 1930 zu bauende Wagen, die für den internationalen Verkehr bestimmt sind.

Empfehlung. Es wird empfohlen, die gleichen Anordnungen für die vorhandenen oder vor dem 1. Januar 1930 zu bauenden Wagen zu treffen, die für den internationalen Verkehr bestimmt sind.

### 3. Einführung und Betrieb der durchgehenden Güterzugbremse.

Der Ausschuß beschloß:

Der Handgriff der Notbremsvorrichtung, die nach Art. 22 der von einer durchgehenden Güterzugbremse zu erfüllenden Bedingungen an den mit Handbremse ausgerüsteten Güterwagen anzubringen ist, soll verbleit werden können. Jedoch bleibt diese Verbleitung freigestellt.

### 4. Verstärkung der Wagenkupplungen der im internationalen Verkehr zugelassenen Fahrzeuge.

Die Untersuchung über den Fortschritt der Einführung verstärkter Kupplungen hatte ein befriedigendes Ergebnis.

5. Als neue Fragen sollen zur Behandlung vorgeschlagen werden:

a) Untersuchung der Fragen von allgemeinem Interesse über die Ausrüstung der Aborte mit Zubehörteilen und deren Erneuerung.

b) Vereinheitlichung der Zahl der Sitzplätze, welche den Reisenden auf jeder Sitzbank in den Personenwagen mit Drehgestellen und Faltenbälgen geboten werden.

c) Studium einer Ergänzung der Zeichnung nach Anlage F<sup>1</sup> des RIC hinsichtlich der Maße der zweiteiligen Übergangsbrücke.

d) Vereinheitlichung der Kupplungen und Anschlüsse der Leitungen für die Druckluftbremse an den Fahrzeugen des Personen- und Güterverkehrs.

e) Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Puffer und Zugfedern. Bestimmung der Merkmale der am häufigsten verwendeten, spiralförmigen Federn, um ihre Auswechslung zu ermöglichen.

### Abteilung Rollmaterial — Bahnerhaltung.

a) Gewichtsmerkmale für die im internationalen Verkehr zugelassenen Güterwagen.


b) Verbesserung der allgemeinen Begrenzungslinie.

Zu a) wurden folgende Vorschriften aufgestellt:

#### Bindende Vorschriften.

1. Folgendes sind die Merkmale des Gewichts, denen die Güterwagen vom 1. Januar 1930 ab genügen müssen, um in ganzen Zügen ohne besondere Untersuchung ihres Gewichts verkehren zu können\*):

$$P \leq 16 \text{ t} \quad \frac{P}{a} \leq 10.5 \text{ t} \quad \frac{\Sigma P}{L} \leq 3.6 \text{ t.}$$

Das auf den Wagen angebrachte Zeichen  der Tech-

nischen Einheit setzt voraus, daß diese Merkmale beachtet sind.

Die Mitgliedsverwaltungen der UIC müssen vor dem 1. Januar 1930 die Strecken angeben, die für ganze Züge verboten sind, welche aus Wagen bestehen, die diesen Merkmalen entsprechen.

2. Die Wagen, von denen wenigstens ein Gewichtsmerkmal die unter 1. angegebene Grenze überschreitet, müssen vor dem

1. Januar 1930 das Zeichen  erhalten, wenn sie folgende

3 Bedingungen erfüllen:

\*) P = Achsbelastung in Tonnen;

a = geringster Abstand der Achsen eines Wagens in Meter (oder doppelter Abstand einer Endachse zur Stirnfläche der nächstgelegenen Puffer, wenn diese Zahl kleiner ist als die vorhergehende);

L = Länge, über Puffer gemessen, in Meter.

$$P \leq 18 \text{ t} \quad \frac{P}{a} \leq 12 \text{ t} \quad \frac{\sum P}{L} \leq 7 \text{ t.}$$

Die Mitgliedsverwaltungen der UIC müssen vor dem 1. Januar 1930 die Strecken angeben, die für ganze Züge offen sind, welche aus Wagen bestehen, die diesen Forderungen genügen.

3. Die Wagen, von denen wenigstens eines der Gewichtsmerkmale die vorhergehenden Grenzen überschreitet, erhalten

vor dem 1. Januar 1930 das Zeichen



Empfehlungen.

a) Es wird empfohlen, sobald wie möglich die Verstärkung des Oberbaues vorzusehen, um den Verkehr von ganzen Zügen zu erlauben, die aus Wagen bestehen, welche den Werten des § 2 entsprechen, d. h.

$$P = 18 \text{ t} \quad \frac{P}{a} = 12 \text{ t} \quad \frac{\sum P}{L} = 7 \text{ t.}$$

b) Es wird empfohlen, den Unterbau und die neuen oder zu erneuernden Kunstbauten derart herzustellen, daß der Verkehr von Wagen erlaubt werden kann, die folgenden Werten entsprechen:

$$P = 25 \text{ t} \quad \frac{P}{a} = 15 \text{ t} \quad \frac{\sum P}{L} = 8 \text{ t.}$$

Man suche wenigstens und besonders im Falle einer teilweisen Wiederherstellung von Kunstbauten oder der Verstärkung des Unterbaues den Verkehr von ganzen Zügen zu erlauben, die aus Wagen bestehen, welche mindestens folgenden Werten entsprechen:

$$P = 18 \text{ t} \quad \frac{P}{a} = 12 \text{ t} \quad \frac{\sum P}{L} = 7 \text{ t.}$$

Zu b) hat der Ausschuß beschlossen, sich an die 1926 in Sevilla aufgestellte Zeichnung zu halten, die Verwaltungen aber um Bekanntgabe der Strecken zu ersuchen, die für das Rollmaterial, welches dieser allgemeinen Begrenzungslinie genügt, gesperrt sind.

Als neue Frage wurde aufgenommen:

Studium der Vereinheitlichung und wenn möglich der Verbreiterung der Begrenzungslinie der Personenwagen bei geöffneten Türen.

#### Abteilung Gleiswesen.

Internationale Vereinheitlichung der bei unbewachten Bahnübergängen in angemessenem Abstände vom Übergang auf den Straßen anzubringenden Warnungssignale.

a) Wahl der Farben für die Lichter der Warnungssignale, welche anzeigen, ob die Straße frei ist oder ob ein Zug sich nähert:

b) Nützlichkeit einer Regelung der Verwendung der roten Lichter durch die Kraftfahrzeuge;

c) Nützlichkeit eines einheitlichen Anstrichs der Pfähle der Vorsignale, der Schranken und der Warnungssignale.

Der Ausschuß beschloß, an den beratenden und technischen Ausschuß für Verkehrswesen und Durchführung des Völkerbundes folgendes Gesuch zu richten:

„Der Internationale Eisenbahnverband stellt den Antrag, daß das Internationale Übereinkommen vom 24. April 1926 über den Kraftwagenverkehr insofern abgeändert wird, als es die Verwendung eines roten Schlußlichtes an den Kraftwagen vorsieht. Er ersucht, als Farbe für dieses Licht weder die rote, noch die grüne, noch die gelbe zu wählen, damit keine Verwechslung mit den im Eisenbahnbetrieb verwendeten Lichtern möglich ist.“

Außerdem werden folgende Vorschläge gemacht:

a) Empfehlung. Es ist zweckmäßig, für die Schranken der Bahnübergänge in jedem Lande die gleiche Farbe zu wählen.

b) Wunsch. Es ist zweckmäßig, für die Vorsignale die gleichen Farben zu wählen, wie für die Schranken und die Warnungssignale.

c) Bindende Vorschrift. An allen Stellen, wo das Vorhandensein von Lichtsignalen mit unveränderlicher Farbe an nicht bewachten Bahnübergängen als notwendig erscheint, sollen diese Lichter orangefarben sein.

Carus.

## Frosthügel und Schlagstellen im Eisenbahnbau.

Von Reichsbahnrat Karl Backofen, Mitglied der Studienkommission für bautechnische Bodenkunde.

Frosthügel und Schlagstellen im Eisenbahnbau sind Erscheinungen lästigster Art. Schmerzenskinder für die mit der Unterhaltung betrauten Stellen. Lästig deshalb, weil sie oft wiederkehren, kaum daß man glaubt, sie entfernt zu haben. Frosthügel treten auf nach scharfem Frost, heben das Gleis oft ohne Übergang an und müssen genau beobachtet und „gepflegt“ werden, damit sie nicht den Betrieb gefährden. Schlagstellen, oft gleichzeitig Herde für Anschwellungen im Winter, sind schon von weitem sichtbar und daran zu erkennen, daß sie die Schwellen und die Bettung mit einer weißen Schlammsschicht überziehen. Die Stoßstellen, denn solche sind es meist, haben nicht genügend Unterlage, so daß die Räder schlagen. Die Schienenenden gehen auf und ab und pumpen das Feine nach oben und dies an einem Tage viel tausendmal.

Diese lästigen Erscheinungen sind nicht etwa neu. Sie sind schon öfters beschrieben worden. Ihre Ursachen erkennt man in der fehlerhaften Beschaffenheit des Bettungskörpers. Die Bettung hat bekanntlich in erster Linie den Zweck, den Raddruck über die Schienen und Schwellen auf eine größere Fläche zu übertragen. Dieser Gedanke bringt aber bei seiner praktischen Durchführung einige Unzuträglichkeiten mit sich, so z. B. die mehr oder weniger erzielte Elastizität des Gesamtoberbaues, das Verhalten des Wassers zum Druckkörper, sowie zu dem Boden der Bahnkrone. Erstere interessiert hier weniger, um so mehr die beiden letztgenannten Beziehungen.

Die Anforderungen an die Bettung sind anderweit schon genügend durchgesprochen worden. Es sei hier nur das

Wichtigste wiederholt. Das Gleisbett muß frei von erdigen Bestandteilen und so hart sein, daß es durch die ständigen Beanspruchungen der Fahrzeuge und der Stopfhacke nicht in Staub verwandelt wird. Da die Bettung auch andauernd dem Einfluß des Wetters ausgesetzt ist, muß das Material wetterbeständig sein. Verwitterung erzeugt feine und feinste Teile, die mit den Produkten der Zermahlung die Wasserdurchlässigkeit der Bettung herabsetzen.

Auf die Durchlässigkeit der Gleisbettung hat aber auch der Unterbau, auf dem die Bettung, Schwellen und Gleise ruhen, den allergrößten Einfluß. Es ist z. B. nicht gleichbedeutend, ob er aus Sand, Kies, Felsen, Lehm oder Ton besteht. Bleiben diese Bodenarten trocken, so sind sie gleichermaßen brauchbar. Mit Wasser zusammengebracht, zeigen sie hingegen verschiedenes Verhalten. Gemeinhin kann man sagen, daß Sand, Kies und sandreicher (also magerer) Lehm keinerlei Bindungen mit Wasser eingehen, die die Konsistenz des Unterbaues in schädigender Weise für den Oberbau verändern könnten. Die Haftkraft der einzelnen Teile ist nicht so groß, daß das Wasser hängen bliebe. Anders liegen die Verhältnisse beim Feinsten der Lehme und Tone. Das Wasser wird von der ungeheuren Oberfläche der ein zehntausendstel Millimeter im Durchmesser starken Tonteile kräftig festgehalten und hat eine Schwellung der Masse zur Folge. Die Schienen heben und senken sich stetig, drücken langsam, aber sicher immer mehr Wasser in den Unterbau und pumpen das Tongemisch auf die Bettung hinauf. Die Verkettung solcher

Umstände führt dahin, daß sich der Verkehrsdruck ungleichmäßig auf den Unterbau verteilt, ungleichmäßig deshalb, weil der Unterbau nicht gleichartig zu sein pflegt und deshalb, genau wie eine Landstraße Schlaglöcher aufweist. Mit anderen Worten: Es verändert sich das Verhältnis des Flächendruckes zur Einsenkung (Bettungsziffer) sprunghaft. Weiterhin verschlammte das Gleisbett zusehends und wird wasserundurchlässig. — Sobald der Schlamm trocknet, bildet er zusammen mit der Bettung eine verhärtete Masse, ohne die für den Oberbau so wichtige Elastizität. Das Wasser also, — mit ungeeigneten Bodenarten zusammengebracht, kann ganze Strecken „krank“ machen und verstärkt bei ungeeignetem Bettungsmaterial die verheerenden Wirkungen.

Frosthügel oder Frostbeulen gehen mit diesen Wirkungen Hand in Hand. Sie treten nach starkem Frost plötzlich auf und heben das Gleis unvermittelt in die Höhe. Es tritt im Gleis ein Buckel auf, der für schnellfahrende Züge gefährlich werden kann. Gleich nach ihrer Entstehung keilt man die anschließende Strecke hoch und gewinnt dadurch Rampen. Die Frostbeulen können in gefrorenem Zustand natürlich nicht beseitigt werden.

Solange die Eisenbahn besteht, sucht man den Schlagstellen, Frostbeulen oder Frosthügeln zu begegnen. Als allgemeine Regel gilt, nicht zu weiche Bettung zu verwenden und für Wasserableitung zu sorgen. — Gewiß wird man gerne überall festes Gestein, Porphy, Basalt u. a. verwenden, aber wie, wenn im Verwendungsgebiet nur Moränenmaterial z. B. vorhanden ist und anderer Bettungsstoff wegen der Kosten nicht beschafft werden kann? Verhältnismäßig einfach ist es, den Unterbau derartig zu bereiten, daß er nicht nachteilig auf die Bettung wirken kann: doch auch dies ist eine Frage höchster wirtschaftlicher Bedeutung, der besonders bei Neubaulinien in treffendster Weise Rechnung getragen werden kann. — Die Tatsache aber, daß sich „Supp- oder Schlagstellen“ trotz eifrigster Ausbesserungen für Jahrzehnte hielten, und als charakteristisch für manche Strecken bezeichnet wurden, legt die Vermutung nahe, daß bei allem guten Willen die Abhilfsmaßnahmen fehlschlagen mußten, da man die Ursachen nicht richtig erkannte, die aber auch keineswegs gegeben sind durch Schlagworte wie: „Die Bettung hat zu viel erdige Bestandteile, oder: Der Verschleiß der Bettung ist zu groß“. Die Bedeutung der Frostbeulen und Schlagstellen ist es wert, daß sie praktisch-wissenschaftlich untersucht werden.

Eine Veröffentlichung von Ingenieur Pöpke in „Tekn. Tidskrift, Vägoch Vatten“, 1927, Heft 2, mitgeteilt im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1928, Heft 5, sucht die Bildung von Frosthügeln zu ergründen. Pöpke unterscheidet drei verschiedene Arten von Wässern, die bei Frosthügeln beteiligt sind. 1. Oberflächen-, 2. Kapillar-, 3. Schwitzwasser. Zum näheren Verständnis sei hier etwas über diese drei Arten gesagt. Als Oberflächenwasser ist jede Feuchtigkeit anzusehen, die von außen, also von oben in Form von Regen, von der Seite z. B. aus einem überfüllten Graben in das Bahnplanum tritt. — Das Kapillarwasser ist ein Haftwasser, dem die Eigentümlichkeit innewohnt, in den feinsten Poren der Böden hinaufzusteigen. Die Kapillare sind also imstande, die Feuchtigkeit der Unterlage nach oben zu befördern. — Unter Schwitzwasser ist der Niederschlag zu verstehen, der sich bei Temperaturwechsel und feuchter Luft an der Oberfläche des Gesteins im Innern der Bettung absetzt. — Nach Pöpke sind diese drei Arten Wasser nicht bei jeder Bettungsart wirksam. Das Schwitzwasser, das Niederschlagwasser z. B. ist nur bei grobem Korn wirksam, also in einer Bettung, die aus Sand, Kies, Kiessand und Schotter besteht. Erreicht das Korn einen Durchmesser von 0,0006 mm, dann tritt Kapillarwirkung ein. Hier ist die

Dichte des Materials so groß, daß Wasserdampf nicht hindurch kann und eine Kondenswirkung nicht in Frage kommt. — Gefriert nun die mit Oberflächen-, Kondens- oder Kapillarwasser angefeuchtete Bettung, so treten zwei Erscheinungen auf, die wichtig sind. Die Änderung des Aggregatzustandes erfolgt bei einer Raumvermehrung von 10%. Außerdem erhöht sich die Wärmeleitfähigkeit des Eises um das Dreifache, so daß erhebliche Tiefen von der Schwellung erfaßt werden.

Pöpkes Theorie und Forderung geht dahin, unter der Bettung dichte Lagen von Pappen, Eisenblech u. a. zu verlegen. Damit werde der Bildung von Frostbeulen im Gleise vorgebeugt. Es müßte möglich sein, durch dichte, undurchdringliche Zwischenlagen den Einfluß des Oberflächen- und Niederschlagwassers auszuschalten. Im Jahre 1914 wurden auf der schwedischen Eisenbahnstrecke Göteborg—Stockholm—Gäfle an vier Stellen in dieser Richtung Versuche angestellt, indem man auf volle Planumbreite und Längen von 50 bis 200 m Asphaltpappe verlegte. Die Frostbildung konnte jedoch nirgends verhindert werden. Dieser Fehlschlag kann in seiner Bedeutung natürlich nicht übersehen werden, da die Vorbedingungen der Versuche und ihre Durchführungsart nicht bekannt sind.

Dieser Mißerfolg legt aber die Verpflichtung auf, die Bildung und Unmöglichmachung von Frosthügeln zu untersuchen. Diese Untersuchung kann nicht am Schreibtisch oder in Laboratorien erfolgen, sie muß von allen Stellen in die Hand genommen werden, die schon jahrelange Erfahrungen haben. An diese Stellen wende ich mich mit nachfolgenden Ausführungen.

Es gilt, die Beobachtungen einheitlichen Gesichtspunkten zu unterziehen und zu bearbeiten. Es ist erforderlich, die Beobachtungen, Erfahrungen und Verfahren zur Beseitigung von Frost- und Schlagstellen, die bis jetzt zu verzeichnen sind, zu sammeln. Wo treten sie auf (Strecke, km, Station)? Befindet sich die Stelle im Einschnitt oder im Auftrag? Ist der Einschnitt feucht? Fließt aus schlecht entwässerten Bahngräben Wasser zu, sind Quellen im Unterbau vorhanden? Ist der Auftrag feucht? (Zu erkennen an: Ausbauchung der Böschung, regelmäßig wiederkehrendes Stopfen des Gleises, Moospflanzen in der Böschung.) In diesem Fall wird sich das Planum in den Unterbau eingedrückt und Mulden für Wasser gebildet haben. Hier können gut Frostbeulen und Schlagstellen entstehen. — Liegt die Stelle in nebliger Gegend? Wie wir vorhin gesehen haben, trägt das Niederschlag- oder Schwitzwasser, das vor allem bei feuchter Luft wirksam wird, zur Aufquellung des Bodens bei. Zweifellos verlangen solche Gegenden besondere Vorsorge. — Wann treten die Frostbeulen auf, nach starkem Frost, oder bei allmählich wachsender Kälte? Welche Länge haben sie und wie hoch stauchen sie die Gleise? Wie tief gehen sie in die Bettung bzw. in den Unterbau hinein? — Brechen die Frostbeulen plötzlich zusammen, in der Mitte oder einmal hier, einmal dort? Ingenieur Pöpke nimmt nämlich an, daß Frostbeulen als Träger auf zwei Stützen angesehen werden könnten. Vielleicht findet sich für diese Vermutung ein Anhalt. Ist schon ein Versuch mit isolierenden Schichten gemacht worden? Welche neue (vielleicht Macadam) werden für kommenden Winter in die Wege geleitet? — Welches Gestein wurde für die Bettung verwandt? Porphy, Basalt, Granit, zerschlagener Moränenschutt usw.? Eine Probe, etwa 2 kg, in einer Blechdose ist beizufügen. Es ist eine möglichst verschmutzte Probe zu entnehmen und die Tiefe unter Schienenoberkante anzugeben. Außerdem ist eine Probe noch nicht gebrauchten Bettungsstoffes beizufügen. Aus der Gegenüberstellung wird man den Grad der Zermahlung ersuchen können. Sehr wichtig ist auch der Feuchtigkeitsgehalt der Schlagstelle und Frostbeule. Zu

diesem Zweck ist eine Probe in einem Einmachglas (1 l) luftdicht abzuschließen, indem der Gummiring mit Fett eingeschmiert und der Deckel zugebunden wird. Liegt eine Frostbeule vor, so ist ein Stück loszuhauen und in gefrorenem Zustand einzubringen. Der Feuchtigkeitsgehalt wird im Laboratorium bestimmt und ist insofern von Wert, als er gewisse Beziehungen zur Feinheit der gemahlten Teile hat.

Alle Angaben sollen zusammen mit den Proben nach praktisch-wissenschaftlichen Grundsätzen durchgearbeitet

werden. Das Ergebnis der Untersuchung wird in der vorliegenden Zeitschrift veröffentlicht.

Dieses Zusammentragen von Beobachtungen und Erfahrungen wird die Frage der Frostbeulen und Schlagstellen einer Klärung bestimmt näher bringen.

Ich bitte, Proben und Mitteilungen dem Verfasser\*) zu übersenden.

\*) Anschrift: Stettin, Hohenzollernstraße 8.

## Berichte.

### Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

#### Aufgaben der Umgestaltung des russischen Eisenbahnoberbaues.

Das einseitige Vordringen in der Entwicklung der Lokomotiven zwingt auch in Rußland dazu, mit der Verbesserung des Oberbaues schleunigst nachzuzufolgen. Man veranschlagt die Kosten der Oberbauverbesserung für das russische, jetzt ungefähr 92000 km umfassende Eisenbahnnetz auf 4,5 Milliarden Rubel oder bei einer Verteilung des Bauvorganges auf zehn Jahre auf einen Jahresaufwand von 450 Millionen.

Das russische Eisenbahngleis krankt vor allem an zwei Mängeln:

1. einer außerordentlichen Schienenwanderung, gegen die abhelfende Maßnahmen nicht ergriffen sind, da die Waderschutzmittel bisher nur an den Stoßschwellen angreifen, was vollkommen unzureichend ist;

2. dem geringen Widerstand der Schiennägel gegen Spurerweiterungen, die von Seitenstößen der Fahrzeuge verursacht werden. Die Folge ist fortwährendes Umnageln und Verderb der Schwellen.

Man schätzt in Rußland, daß die Schienenwanderung etwa zu 30 bis 40% an der Zerüttung des Gleises beteiligt ist, und daß man, wenn die Wanderung nicht wäre, mindestens 30 v. H. an Unterhaltungsarbeit einsparen könnte. Man sieht ein, daß der Oberbau in seiner Bauart stark zurückgeblieben und in der Unterhaltung ganz außerordentlich teuer ist.

Die bis jetzt aufgetauchten Verbesserungsvorschläge am russischen Eisenbahnoberbau knüpfen im allgemeinen gern an den neuen deutschen Reichsbahnoberbau an, und zwar an Oberbau K, ohne ihn aber genau nachahmen zu wollen. Sie beziehen sich im allgemeinen:

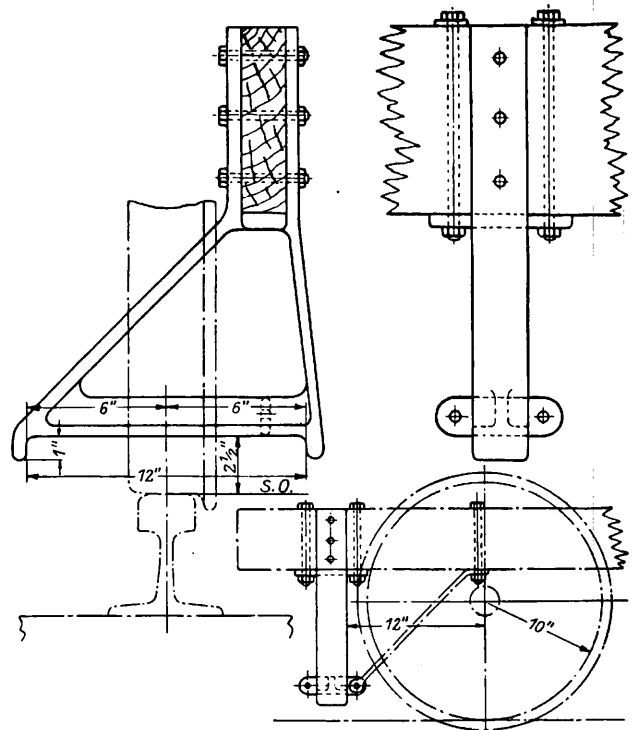
1. auf den Übergang zu Unterlegplatten mit getrennter Befestigung von Schiene auf Platte und Platte auf Schwelle (mit vier Schrauben); die Befestigung der Schiene auf der Platte soll dabei unverschieblich sein;
2. auf Anwendung von Doppelschwellen am Stoße mit gemeinsamer Unterlegplatte, etwa nach Art unseres K-Oberbaues;
3. Einführung von Eisenbetonrosten unter den Stößen;
4. Ergänzung der Bettung;
5. Trockenlegung des Unterbaues durch Drainagen und Gräben;
6. Beseitigung des Frosthügel begünstigenden Untergrundes;
7. Umgestaltung der Schienenform und der Unterlegplatten.

Dr. S.

#### Entgleisungsschutz für Dräsinen.

Wie bei uns, so geben auch im Ausland Kleinwagen und neuzeitliche Motordräsinen zu Klagen Anlaß, daß sie infolge ihres geringen Gewichtes bei geringfügigen Störungen in der Fahrbahn entgleisen und Unglücksfälle herbeiführen. Im Jahre 1926 sind auf diese Weise in den Vereinigten Staaten 63 Menschen getötet und 4471 verletzt worden. Die Sicherheitsabteilung der kanadischen Staatsbahnen hat aus diesem Anlaß eine besondere Vorrichtung entworfen, die im Falle von Entgleisungen das Fahrzeug im Gleis erhält. Diese Vorrichtung besteht aus vier eisernen Führungsleisten, die an den Seitenträgern des Wagenkastens derart befestigt sind, daß die Führungsleiste mit zwei seitlichen Ansätzen quer über der Schiene steht in einem Höhenabstand von 6,5 cm. Im Falle einer Entgleisung setzen sich die Führungsleisten auf die Schienen auf, hindern mit ihren Ansätzen das Fahr-

zeug seitlich abzugehen und bringen es durch Gleiten auf den Schienen langsam zum Halten. Die Direktion der kanadischen Staatsbahnen hat eine Reihe von Versuchen zur praktischen



Entgleisungsschutz für Dräsinen.

Erprobung der Vorrichtung angestellt. Es wurden Fahrzeuge zwischen 10 und 48 km/Std. zur Entgleisung gebracht, die Sicherheitsführungsleisten wirkten immer zur vollen Zufriedenheit.

Dr. S.

#### Ein neuer hochwertiger Baustahl.

Von den hochwertigen Baustählen, die in den letzten Jahren zur Anwendung kamen, hat vor allem der Siliziumstahl außerordentlich befriedigt. Die Herstellung bietet aber ziemliche Schwierigkeiten infolge der Dickflüssigkeit des Materials und der Neigung zu tieferer Lunkerbildung, weshalb neuerdings erhebliche Aufpreise gefordert werden. Einem Aufsatz in Heft 26 von „Stahl und Eisen“ zufolge bringt nun die Dortmunder Union einen „Union Baustahl“ auf den Markt, dessen Eigenschaften denen des St. Si durchaus ähnlich sind. Infolge der niedrigeren Herstellungskosten läßt sich hoffen, daß trotz der teureren Zuschlagstoffe Kupfer und Chrom der Preis niedriger gehalten werden kann als beim St. Si. Die Zusammensetzung ist folgende:

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Kohlenstoff . . . . . | 0,15 bis 0,18% |
| Silizium . . . . .    | rund 0,25%     |
| Mangan . . . . .      | rund 0,80%     |
| Kupfer . . . . .      | 0,50 bis 0,80% |
| Chrom . . . . .       | rund 0,40%     |

Die bleibenden Dehnungen erweisen sich wie beim St. Si bis unmittelbar an die Streckgrenze (Mindeststreckgrenze



36 kg/mm<sup>2</sup> als sehr gering. Die Zugfestigkeit des neuen Stahls schwankt zwischen 50 bis 62 kg/mm<sup>2</sup>, die Längsdehnung ist mindestens 20% die Querdehnung mindestens 18%. Das Elastizitätsmaß beträgt 2100000 kg/cm<sup>2</sup>, die Kerbzähigkeit etwa 10 bis 12 mkg/cm<sup>2</sup>. Als besonderer Vorteil wird die Gleichmäßigkeit des Stoffes hervorgehoben, ferner daß auch bei dicken Profilen die hohe Streckgrenze gewährleistet ist. Der Widerstand gegen Korrosion gegenüber dem St. Si verhält sich wie 4:1. Ein weiterer Vorzug des neuen Stoffes ist, daß er schweißbar ist.

Nachdem aber erst 80 Schmelzen vorliegen, läßt sich ein abschließendes Urteil noch nicht bilden. Sp.

### Ermittlung der Beanspruchungen aus Messungen an Modellen.

Es wurden bereits zahlreiche Versuche gemacht die in schwierigen Tragkonstruktionen auftretenden Spannungen durch Messungen an Modellen zu ermitteln. Das Ergebnis war aber meist unbefriedigend und der theoretischen Berechnung widersprechend. Diese Mängel sollen dem neuen Verfahren nicht anhaften, das von Professor Beggs der Princetown-Universität entwickelt wurde. Das Verfahren, das bereits an mehreren Brücken in Europa und Amerika erprobt wurde, beruht auf dem Maxwell'schen Prinzip von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen. Die bisher mit dem zu diesem Zweck konstruierten Apparat durchgeführten Versuche haben sehr gut mit der Berechnung übereingestimmt. Der Vergleich der durch die Versuche abgeleiteten Einflußlinien mit den berechneten zeigt gute Übereinstimmung. Andererseits haben aber auch die Modellversuche ergeben, daß in Wirklichkeit die Scheitelspannungen bei Bogenbrücken durch die entlastende Wirkung der durchlaufenden Fahrbahnkonstruktion geringer werden als sie sich nach der Berechnung ergeben.

Während für den Nachweis der Biegemomente und Scherkräfte bei breiten Brücken nur Modelle aus Celluloid-scheiben benützt wurden, wurden zur Bestimmung der Mitwirkung der Stirnmauern an der Kräfteübertragung bei schmalen Brücken drei dimensionale Modelle hergestellt.

Bezüglich der Beschreibung des Apparates, der Durchführung der Versuche und der Ableitung des Verfahrens aus der Theorie muß wegen der sehr weitläufigen Darstellung auf die Quelle verwiesen werden. Wa.

(Engineering 1928, 2. Halbj., S. 31.)

### Meßvorrichtung für eingefahrene Schienenstöße.

Eine neue Vorrichtung zum Messen eingefahrener Stöße wurde von einem Beamten der Robert W. Hunt-Company, Chicago, erfunden. Das Meßinstrument besteht aus einem Richtscheit aus Stahl von 46 cm Länge und 1,9 cm Breite, das mit einer selbsttätigen Ablesevorrichtung in Uhrform am einen Ende versehen ist, an der die Einsenkung auf 1/400 cm genau abgelesen werden können. Die Ablesevorrichtung wird durch einen Metallstift bewegt, der auf dem Schienenkopf aufliegt und sich bei der Messung auf diesem fortbewegt. Der Meßapparat wird auf den Schienenkopf aufgelegt, etwa 15 cm vom Schienenende entfernt und mit der Ablesevorrichtung gegen das Schienenende geschoben. Es kann dabei in jedem Augenblick der Bewegung der Grad der Einsenkung abgelesen werden. In dieser Weise ist bei beiden Schienen des Stoßes zu verfahren. Es ist hierdurch möglich einen genauen Höhenplan des Schienenstoßes aufzuzeichnen. Wa.

(Railway Age 1928, Juni, S. 1503.)

### Die Befestigung schienengleicher Straßenübergänge in den Vereinigten Staaten.

Solange auf den Straßen nur pferdebespannte, also verhältnismäßig leichte und langsamfahrende Wagen verkehrten, bot der Bau und die Unterhaltung einer schienengleichen Straßenkreuzung keine besonderen Schwierigkeiten. Anders neuerdings mit den schweren und schnellfahrenden Kraftwagen, bei denen Erschütterungen lästig empfunden werden. Einen Vorschlag, die Straßenkreuzung im Gleisbereiche schlecht zu unterhalten, um die Wagen zu zwingen langsam zu fahren, wiesen die amerikanischen Eisenbahngesellschaften weit zurück, um sich das Wohlwollen der Allgemeinheit zu erhalten.

Die älteste Art, einen schienengleichen Straßenübergang zu befestigen, war ein Bohlenbelag zwischen und neben den Schienen. Sie wurden aber von herabhängenden Fahrzeugteilen oft beschädigt und daher verlassen.

Ein tragfähiges, gut unterhaltenes und entwässertes Gleis bildet eine sichere Grundlage für die Befestigung des Übergangs. Schienenstöße im Übergang sollten vermieden werden; ein neues Gleis sollte einige Zeit befahren werden, ehe die endgültige Befestigung des Übergangs eingebaut wird.

Das Gleis muß trotz der Abdeckung durch die Straßenbefestigung möglichst leicht zugänglich bleiben.

Wo mit selbsttätigen Signalen oder Vorrichtungen zum Anhalten der Züge gearbeitet wird, muß Vorsorge getroffen werden, daß die Straßendecke des Übergangs keinen Kurzschluß verursachen kann. Das wird am besten durch Verwendung eines bituminösen Baustoffs erreicht.

An manchen Übergängen in Amerika bleibt die befestigte Fläche zwischen den Schienen etwa 1 cm unter Schienenoberkante, zuweilen tritt dieser Zustand auch ungewollt ein. Im Norden der Vereinigten Staaten wird mit Rücksicht auf den Schlittenverkehr im Winter verlangt, daß der Belag eine kleine Überhöhung gegenüber der Schienenoberkante besitzt.

Besondere Sorgfalt muß dem Anschluß an die Fahrschienen gewidmet werden. Für die Außenseite wird eine Holzbohle empfohlen, die auf einem Preßstück aus einer bitumenhaltigen Masse aufliegt. Die Bildung einer Spurrille wurde nach einer Umfrage vom Jahre 1924 von vielen amerikanischen Eisenbahngesellschaften den Spurkränzen überlassen. Schon ein Jahr später wurde aber dazu geraten, daß eine besondere Spurrille angelegt wird. Es wurden neben der Fahrschiene Bohlen, Schienen oder besonders geformte Teile verlegt; der Zwischenraum gegen die Fahrschiene wird mit Holz oder einer Asphaltmischung in solcher Höhe ausgefüllt, daß für den Radflansch ausreichender Raum verbleibt.

Die zweite Schiene wird entweder stehend angeordnet oder als liegende Schiene, die mit ihrem Kopf gegen den Steg der Fahrschiene anstößt. Eine aus Bohlen zusammengenagelte Rillennrinne mit asphaltgedichteten Fugen soll sich auch für schnellen und schweren Verkehr gut bewährt haben.

Bei einer neueren Bauart eines mit Betonplatten belegten Überwegs wird auf beiden Seiten der Fahrschiene ein flach liegendes 5 x 10 cm starkes Brett gelegt, das einerseits als Abstandhalter, andererseits als Sohle der Spurrille dient. Die Spurrille wird gewöhnlich etwa 76 mm breit gemacht.

Ähnlich werden geriffelte Stahlplatten in Wegübergängen befestigt. Als Sonderbauarten wird die Befestigung mit gepreßten Asphaltplatten, Faserstoffplatten, Hartgummiplatten bezeichnet.

Betonplatten werden seit 10 bis 12 Jahren zur Befestigung von Überwegen benutzt; stellenweise nimmt ihre Verwendung zu, an anderen Stellen ist man von ihnen wieder abgekommen. Man kann kleine Platten oder größere Dielen verwenden. Platten werden auch aus Asphalt, mit Fasereinlage oder Steinzuschlag hergestellt und auch Gummiplatten kommen vor. Sie bedürfen als Unterlage eines Bohlenbelags, am besten aus getränktem Holz, das auf die Schwellen aufgenagelt wird. Die Platten leiten den elektrischen Strom nicht, eignen sich daher zur Verwendung bei Schienen und Gleisstrom.

Abdeckungen des Überwegs aus gußeisernen Platten gibt es in Amerika in verschiedenen Bauarten. Sie eignen sich namentlich für schwer befahrene Straßen und haben in diesen eine lange Lebensdauer. Zu den eisernen Abdeckungen gehört auch die Verwendung von Altschienen. Die Zwischenräume der Schienen werden irgendwie ausgefüllt, zweckmäßig mit Asphalt. Die Lebensdauer dieser Anordnung ist groß, die Unterhaltung billig. Der Schienenbelag zwischen den Fahrschienen macht das Gleis sehr steif, was zuweilen unangenehm empfunden wird. Bei Signalbetrieb mit Gleisstrom muß der Eisenbelag gegen die Fahrschienen durch eine Holzzwischenlage isoliert werden.

Platten aus Preßasphalt werden zuweilen auf einer Unterlage aus Bohlen verlegt. Diese Unterlage gibt zuweilen Anlaß zu Schwierigkeiten, weil sie nicht sichtbar ist und ihr Zustand daher nicht überwacht werden kann.

Pflaster im Gleisbereiche gilt in Amerika nur bei leichtem Verkehr und für Anschlußgleise als bewährt. Werneckke.

## Betrieb in technischer Beziehung; Signalwesen.

### Selbsttätige Kreuzungssignale mit „Gleisschranke“ in Amerika.

Bei Sullivan im Staate Indiana, 40 km südlich von Terre Haute, kreuzen sich die eingleisigen Strecken der Chicago and Eastern Illinois-Eisenbahn und der Illinois Central-Eisenbahn auf freier Strecke, eine Anordnung, die bei uns unzulässig, in Amerika aber nicht ganz selten ist. Bis vor kurzem mußten die Züge, ehe sie die Kreuzung befahren durften, zum Halten gebracht werden, neuerdings sind beide Strecken mit selbsttätigen Signalen ausgestattet worden, die Zusammenstöße auf der Kreuzung verhüten sollen. Es wird dadurch das Anhalten von 50 Zügen täglich vermieden; man schätzt die auf diese Art erzielte Ersparnis auf 12000 Dollar jährlich, während die neue Signalanlage nur 11600 Dollar gekostet hat. Dabei sind in diesem Preis noch 3200 Dollar für eine Art Schranke über den Gleisen enthalten, die von der Aufsichtsbehörde verlangt wurde, auf uns aber einen eigenartigen Eindruck macht. Die Kosten der neuen Signalanlage machen sich also schon in weniger als einem Jahr bezahlt.

Die „Gleisschranke“ besteht aus einem Arm am Signalmast, der sich bei Haltstellung des Signals in 3,66 m über Schienenoberkante bis zu einem auf der andern Gleisseite stehenden Mast erstreckt. Bei Fahrtstellung des Signals wird dieser Arm hochgeklappt. Eine das Haltsignal überfahrende Lokomotive muß diesen Arm zertrümmern (daher sein Name: smash-board), und man will dadurch die Zufahrt feststellen, bei der das Haltsignal überfahren worden ist. Eine sonderbare Einrichtung!

Im übrigen bietet die Signalanlage, bei der die verschiedenen Signale in der üblichen Weise abhängig voneinander verriegelt sind, nichts besonderes. Höchstens ist noch bemerkenswert, daß jedes Signal zwei Arme hat, von denen der eine fest, der andere im oberen Viertelkreis beweglich ist. Die besonderen Signaleinrichtungen der beiden sich kreuzenden Eisenbahnen weichen aber voneinander ab und so kommt es, daß auf der einen Strecke der obere Arm, bei der anderen der untere der feste ist, daß ferner auf der einen Strecke der bewegliche Arm wagrecht und unter 45° nach oben eingestellt wird, während er auf der anderen die in Amerika auch sonst üblichen drei Stellungen einnimmt. (Railway Age, 1928, I. Halbjahr, Nr. 20.) Wernecke.

## Buchbesprechungen.

**Rostfreie Stähle.** Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „Stainless, Iron and Steel“, von J. H. G. Monypenny in Sheffield. Von Dr. Ing. Rudolf Schäfer. Mit 122 Textabbildungen, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1928. Preis geb. 27 RM.

Das vorliegende Werk bedeutet mehr als nur eine Übersetzung des englischen Buches von Monypenny, da es seine Betrachtungen und Untersuchungen nicht nur auf die, in dem englischen Buche behandelten Chromstähle beschränkt, sondern auf die zuerst von Krupp erfundenen Chromnickelstähle ausdehnt. Das Werk gliedert sich in acht Teile.

Im ersten Teil werden die Rostschäden in ihren volkswirtschaftlichen Auswirkungen beleuchtet. Dann wird die geschichtliche Entwicklung des rostfreien Eisens in England und Deutschland gezeigt, und zwar nach den grundlegenden Arbeiten von Brearley und Krupp. — Im zweiten Teil werden die Veränderungen, die im Gefüge und in der Beschaffenheit des Stahles durch verschiedene thermische und mechanische Behandlung hervorgerufen werden, genau untersucht und metallographisch erklärt. Alle diese Untersuchungen werden an Hand zahlreicher Schlibilder und vieler Versuchsergebnisse, die uns in vielen Tabellen zugänglich gemacht werden, überaus verständlich und übersichtlich durchgeführt. Es handelt sich dabei um die Veränderungen des Gefüges während der Erhitzung und Abkühlung, den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit und den des Kohlenstoffes. — Im dritten Teil (Herstellung des rostfreien Stahles) erfahren wir, daß er im elektrischen Ofen mit basischem Futter hergestellt wird. Dann folgen Ausführungen über seine mechanische Bearbeitung und Wärmebehandlung. — Der vierte Teil bringt die mechanischen und physikalischen Eigenschaften rostfreier Stähle im Hinblick auf ihre Zusammensetzung und Behandlung. Sehr fesselnd ist in diesem Teil der Abschnitt über den Einfluß verschiedener Legierungszusätze auf die physikalischen Eigenschaften rostfreier Stähle. — Im fünften Teil wird die Frage behandelt, welchen Einfluß die Behandlung und Zusammensetzung des Stahles auf den Widerstand gegen Korrosion hat, durch Härten, Anlassen, Glühen usw.; und der sechste Teil bringt dann ausführlich das Verhalten des rostfreien Stahles unter den verschiedensten, sonst Rost und Korrosion bewirkenden Einflüssen.

Im siebenten Teil kommen endlich die Chromsilizium- und Chromnickelstähle zu ihrem Recht. Es werden dort eingehend die englischen, amerikanischen und vor allem die deutschen

Chromnickelstähle behandelt. Da Monypenny nur mit einigen Daten den Kruppstahl V2A in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen hat und den VM Stahl nur nebenbei erwähnt, so werden im vorliegenden Buch die sämtlichen von Krupp in den letzten Jahren auf den Markt gebrachten Stähle zusammenfassend behandelt, und zwar werden von den beiden Stahlgruppen VA und VM durch zahlreiche Tabellen, Schlib- und Kurvenbilder, die Eigenschaften der Stähle unter den verschiedensten Verhältnissen und Temperaturen dargelegt. Weiterhin werden für die einzelnen Stahlsorten die Anwendungsgebiete und Behandlungsvorschriften gegeben, ferner in mehreren Tabellen das Verhalten der einzelnen Stahlsorten unter dem Einfluss verschiedener chemischer Angriffsmittel und Temperaturen.

Zum Schluß werden noch einige Anwendungen des rostfreien Stahles gebracht und in einem Anhang Auszüge aus ausländischen und deutschen Patentschriften. Das Buch bietet mit seinen in zahlreichen, reichen Tabellen und Kurven niedergelegten Versuchsergebnissen ein wertvolles Hilfsmittel für jeden, der sich beruflich mit rostfreiem Stahl beschäftigen muß; da es auch für den Nichtfachmann leicht verständlich gehalten ist, bildet es ein aufschlußreiches Lehrbuch für alle, die sich vom Wesen des rostfreien Stahles ein Bild machen wollen. Kessler.

### Rölls Enzyklopädie des Eisenbahnwesens.

Wenn die 2. vollständig neubearbeitete Auflage von Rölls „Enzyklopädie des Eisenbahnwesens“ auch bereits 1923 zum Abschluß gekommen ist, so glauben wir im Interesse unserer Leser auf dieses hervorragende Werk nochmals aufmerksam machen zu sollen, und dies um so mehr, als der Verlag den Preis für die zehn gebundenen Bände auf *R.M.* 80.— (statt *R.M.* 160.80) bei monatlichen mäßigen Teilzahlungen von *R.M.* 4.— bis *R.M.* 6.— herabgesetzt hat. Bekanntlich gehören die bedeutendsten Fachmänner zu den Mitarbeitern der Enzyklopädie, die durch ihre umfassende Anlage mit weit über 6000 Stichworten, unter Beigabe von 3589 Abbildungen im Text und 100 teils mehrfarbigen Tafeln eine umfangreiche Fachbibliothek ersetzen kann. Bei Bearbeitung der Stichworte, die über alle Gebiete des Eisenbahnwesens erschöpfende Auskunft erteilen, wurde in erster Linie auf die Bedürfnisse der Praxis Rücksicht genommen.

Bestellungen zu vorerwähnten günstigen Bezugsbedingungen vermittelt die Geschäftsstelle unseres Blattes.

Die Schriftleitung.

## Zuschriften an die Schriftleitung.

### Der theoretische Längenschnitt von Standseilbahnen.

In dem Aufsatz unter vorstehendem Titel sage ich in Nr. 18 dieser Zeitschrift: „v. Reckenschuss hat erstmalig den theoretischen Längenschnitt exakt als Zykloide bestimmt.“

Die betreffende Abhandlung von v. Reckenschuss ist im Organ 1913, Heft Nr. 21 vom 1. November und ff. erschienen.

Wie mir Herr Professor Chenaux von der Universität Lausanne mitteilt, hat er bereits in einem Artikel im Bulletin technique de la Suisse Romande vom 10. März 1913 den theoretischen Längenschnitt der Standseilbahn als Zykloide bestimmt — es gebührt ihm also die Priorität. v. Gruenewaldt.