

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

94. Jahrgang

15. August 1939

Heft 16

## Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

### Tagung des Technischen Ausschusses in Stuttgart.

Im laufenden Jahre tagte der Technische Ausschuss des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen vom 31. Mai bis 2. Juni in Stuttgart. Den Vorsitz hatte Herr Staatssekretär von Láner, Präsident der Direktion der Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen. Vertreten war die Deutsche Reichsbahn durch die Reichsbahn-Zentralämter Berlin und München sowie durch sechs Reichsbahndirektionen, die deutschen Privatbahnen durch die Liegnitz-Rawitscher Eisenbahngesellschaft, die Niederländischen Eisenbahnen, die Ungarischen Staatseisenbahnen, die Dänischen, Schwedischen Staatsbahnen und die Schweizerischen Bundesbahnen. Namens der Deutschen Reichsbahn, insbesondere der Reichsbahndirektion Stuttgart, hieß Herr Präsident Honold den Ausschuss in der Stadt der Auslandsdeutschen herzlich willkommen.

Die Behandlung eines Antrages auf Studium der Abnutzung der Schienen und Radreifen wurde auf der Tagung abgeschlossen. Über die Versuche an Schienen war bereits im Juni 1934 dem Technischen Ausschuss abschließend berichtet worden. Als Ergebnis wurde ganz allgemein festgestellt, daß die geringsten Verschleißwerte bei Verbundstahlschienen mit dem höchsten Festigkeitswert von 160 kg/mm<sup>2</sup> gefunden worden waren und daß allgemein die Verschleißfestigkeit mit der aus der Brinellhärte errechneten Zugfestigkeit abnimmt, wobei Kohlenstoff- und Mangengehalt gewisse, aber nicht sehr erhebliche Verschiebungen verursachen. Der Verschleiß der Schienen hängt nach den Versuchsergebnissen außer von den Werkstoffeigenschaften der Schiene und des Radreifens noch von zahlreichen anderen Einflüssen ab, die in der Hauptsache mit der Art des Betriebes und den Anlageverhältnissen der Strecke sowie der Beschaffenheit der Gleise zusammenhängen. Die Frage der Abnutzung der Radreifen wurde vom Lokomotivbau-Fachausschuss behandelt. Aus diesen Versuchen ging zunächst hervor, daß die Abnutzung der Radreifen bei den einzelnen Lokomotiven derselben Gruppe, also bei gleichem Werkstoff, meist sogar gleicher Schmelze, bei gleichen Betriebsverhältnissen und bei gleicher Lokomotivgattung außerordentlich verschieden war. Ebenso wie bei den Versuchen mit Schienen war es daher nicht möglich, ein allgemeines Urteil über die Verschleißfestigkeit eines Werkstoffes auf Grund weniger Messungen bei Betriebsversuchen zu fällen. Die Erhöhung der Radreifenfestigkeit von 70 auf 82 bis 94 kg/mm<sup>2</sup>, d. h. um 12 bis 34% ergab eine Minderung der Abnutzung von 709,6 auf 447,7 mm<sup>2</sup>/10000 km, d. h. um 37%. Die Versuche bestätigten, daß die Werkstoffgüte mit der Grenze 80 bis 92 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit den erhöhten, erhofften Verschleißwiderstand gebracht hat. Da dieser Werkstoff jedoch bei Laufadren und Tendern schwer belasteter Lokomotiven sich noch nicht als genügend abblätterungsfest erwiesen hat, ist inzwischen eine weitere Güte S 100 V mit Festigkeiten von 100 bis 112 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit von der Deutschen Reichsbahn in größerem Umfang versuchsweise eingeführt worden. Der Technische Ausschuss beschloß, die Frage der Abnutzung der Radreifen, soweit sie durch Betriebsversuche zu klären ist, damit als abgeschlossen anzusehen und empfehlend den Vereins-

verwaltungen, die Ergebnisse zu verwerten. Die noch übrig bleibenden Fragen des gegenseitigen Verhaltens von Schiene und Radreifen sollen zusammen mit der Überprüfung der Umrißlinie von Radreifen und Schiene von den zuständigen Fachausschüssen weiter behandelt werden, wenn Beobachtungen gemacht werden, die in dieser Richtung ausgewertet werden können.

Zur Durchführung von Versuchen zur Ermittlung der Reibungszahl der quergleitenden Bewegung rollender Räder mit einem regelspurigen Sonderfahrzeug wurde berichtet, daß der Versuchswagen voraussichtlich im Juli 1939 geliefert wird.

Zur Ergänzung der Bestimmungen in § 30 der Anlage I zum VWÜ über die Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an den Spurkränzen sollte der Begriff „scharfer Spurkranz“ eindeutig umschrieben und zur Messung scharfer Spurkränze eine Lehre eingeführt werden. Es ist beabsichtigt, im neuen Vereinswagenübereinkommen ab 1. Januar 1940 versuchsweise eine vom Wagenbau-Fachausschuss empfohlene Spurkranzlehre einzuführen. Es werden dann Erfahrungen seitens der Vereinsverwaltungen mit dieser Lehre gesammelt werden, worüber zu gegebener Zeit im Technischen Ausschuss zu berichten sein wird.

Über die Behandlung von Funkempfangsstörungen wurde berichtet, daß Messungen in Deutschland, im ehemaligen Österreich, in Ungarn, in den Niederlanden, in Norwegen, in Schweden und in der Schweiz durchgeführt worden sind. Die Teilberichte lassen eine Beurteilung der Funkempfangsstörungen zu, die Triebfahrzeuge und Fahrleitungsanlagen auf den zur Messung herangezogenen Strecken verursachen. Wie die zum Teil hohen Störspannungen vermindert werden können und in welchem Maße dies notwendig werden wird, bedarf weiterer Überlegungen in den Vereinsländern.

Die Umarbeitung der Bestimmungen in der Anlage C<sup>2</sup> des VPÜ, Untersuchung der Sicherheitsvorschriften für den Bau von Güterwagen, damit diese in internationalen Personen- oder Eilzügen, je nach der Geschwindigkeit der Züge, verkehren können, sowie die Neubearbeitung des Vereins-Personenwagenübereinkommens (VPÜ) sind im Laufe des Jahres 1938 erledigt worden. Das neue VPÜ ist seit 1. Oktober 1938 in Geltung.

Folgende Abhandlungen über die Entstehung und Entwicklung der Bestimmungen der TV wurden vom Technischen Ausschuss genehmigt:

- a) Achsstand, einstellbare Achsen, führende Achsen, Zwischenachsen, Außenachsen, Lenkachsen und Drehgestelle.
- b) Die Grenzmaße für den Knickwinkel zwischen zwei anschließenden Neigungen und für die Übergangsbögen bei Ablaufanlagen.
- c) Neigungsverhältnisse der Bahn.
- d) Richtungsverhältnisse der Bahn.
- e) Überhöhung des äußeren Schienenstranges.

Die Untersuchung der Frage der Unterhaltung der Gleise und Weichen wurde vom Technischen Ausschuss abgeschlossen. Der Stellungnahme des Bautechnischen Ausschusses zu den Abschnitten: „Organisation der Bahnunterhaltung, Art der Bahnunterhaltung, Oberbaugeräte, Beförderungs- und Hilfsmittel“ wurde zugestimmt.

Im Jahre 1937 hatte der Technische Ausschuss einem Muster über Vereinbarungen für die Neuregelung des Verfahrens der Übergabe und Übernahme von Güterwagen zugestimmt und es als erwünscht bezeichnet, daß die Verwaltungen, die sich zu einem Versuch des vereinfachten Wagenüberganges entschließen, sich dieses Musters bedienen. Zwischen Deutschland und Schweden spielt sich der Verkehr der Güterwagen auf Grund dieses Verfahrens seit längerer Zeit zufriedenstellend ab. Seit der Aufstellung der Bedingungen für dieses vereinfachte Verfahren der Übergabe und Übernahme von Güterwagen im Jahre 1937 ist dieses Verfahren auch zwischen verschiedenen anderen Verwaltungen vereinbart worden. Der Technische Ausschuss hat daher den Wagenübergangs-Fachausschuss ermächtigt — falls genügende und günstige Erfahrungen vorliegen — den Wortlaut des vereinfachten Verfahrens festzulegen und zwecks Einarbeitung in das VWÜ dem Wagenausschuss unmittelbar zuzuleiten.

Um gegebenenfalls auch Jutedecken zum Abdecken von Heu-, Stroh- und Flachssendungen verwenden zu können, waren Versuche gemacht worden; sie ergaben jedoch sämtlich größere Feuergefährlichkeit des Jutegewebes. Die in der Deutschen Eisenbahn-Verkehrsordnung enthaltenen gesetzlichen Gütevorschriften für Decken zum Schutz leicht entzündbarer Stoffe konnte deshalb nicht grundsätzlich geändert werden. Sie schreiben vor, daß die Decken durchaus haltbar und fest sein, auf 1 cm<sup>2</sup> mindestens acht Fäden in Kette und im Schuß enthalten und je Quadratmeter mindestens 450 g wiegen müssen und daß die Decken ferner dauernd eine so glatte Oberfläche besitzen müssen, daß sie Funken und Flugasche keinen Halt bieten. Um für die Zukunft Meinungsverschiedenheiten zu beseitigen, war für das VWÜ Anlage II, § 9, Ziffer 1 folgende Fassung beantragt worden:

„Ladungen, die aus leicht feuerfangenden Gegenständen bestehen, müssen durch Decken gesichert sein, die dauernd eine so glatte Oberfläche besitzen, daß sie Funken und Flugasche keinen Halt bieten.“

Der Technische Ausschuss beschloß jedoch, die Bestimmung im § 9 der Anlage II Ziffer 1 des VWÜ im Sinne des Vorschlages nicht zu ändern, weil es schwierig sein dürfte, das Merkmal der Decken, „daß sie dauernd eine so glatte Oberfläche besitzen, daß sie Funken und Flugasche keinen Halt bieten“, beim Übergang der Wagen mit Deckenschutz festzustellen. Ziffer 1 des § 9 Anlage II des VWÜ besagt in der jetzigen Fassung ohnehin, daß für die Bedeckung der Ladung aus leicht feuerfangenden Gegenständen nur solche Decken verwendet werden dürfen, die die Ladung gegen Feuergefahr sichern. Damit ist zum Ausdruck gebracht, daß nur solche Decken verwendet werden dürfen, die diese Bedingung erfüllen.

Ein Antrag auf Vervollkommnung der technischen Einrichtungen der Kühlwagen hinsichtlich der Ablaufvorrichtungen in den Sonderwagen, die das Abfließen des Blutes des geschlachteten Viehes ermöglichen, wurde dahin beantwortet, daß Kühlwagen nur dann zur Beförderung von frisch geschlachtetem Vieh benutzt werden dürfen, wenn die im Fußboden vorhandenen Ablaufvorrichtungen mit Verschlussvorrichtungen versehen sind, die das Abfließen von Blut und der im Fleisch vorhandenen Feuchtigkeit nach außen zuverlässig verhindern. Es besteht die Absicht, in das neue VWÜ solche Bestimmungen einzuarbeiten. Der Wagenübergangs-Fachausschuss hat zu diesem Zweck den Wagenbau-

Fachausschuss ersucht, entsprechende Bauvorschriften für solche Kühlwagen auszuarbeiten und ihre Aufnahme in die Technischen Vereinbarungen (TV) vorzubereiten. Der Wagenübergangs-Fachausschuss wird dann auf Grund dieser Vorschriften Übergangsbestimmungen für Kühlwagen in das VWÜ aufnehmen.

Zur Bestimmung des Umrechnungswertes von Lokomotiv- und Triebwagenkilometern in Personenwagenachskilometer, um den Naturalausgleich der Triebwagenleistungen und Lokomotivläufe durch Personenwagenleistungen und umgekehrt zu ermöglichen, hat der Technische Ausschuss folgende theoretische Formeln aufgestellt:

1. Triebfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Vergütung in Gold-Fr/km =  $0,05 (A_W + \frac{1}{2} A_L) + 0,5 X + 0,25$ .  
Hierin bedeuten

$A_W$  = Achsenzahls des Triebwagens (Triebwagenzuges oder dessen Teiles, der zur Personen- oder Gepäckbeförderung benutzbar ist).

$A_L$  = Achsenzahls der Lokomotive oder des Triebwagenteiles, der zur Personen- oder Gepäckbeförderung nicht benutzbar ist.

(Sind z. B. von einem Triebwagenzug mit zehn Achsen etwa 0,3 der Ränge als Lokomotive anzusprechen, so ist  $A_W = 7$  und  $A_L = 3$ .)

$X$  = Treiböl-(Gasöl-)Verbrauch in kg/km, ist aus der Erfahrung oder durch eine Probefahrt zu bestimmen. Erfolgt die Vergütung nicht in bar sondern mittels Naturalausgleich, so geht die Formel nach Division durch den Vergütungssatz = 0,05 Gold-Fr/Personenwagenachskilometer über in:

1 km von Triebfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren ist =  $A_W + \frac{1}{2} A_L + 10 X + 5$  Personenwagenachskilometer.

2. Elektrische Triebfahrzeuge mit Fahrleitungsbetrieb. Vergütung in Gold-Fr/km =  $0,05 (A_W + \frac{1}{2} A_L) + 0,04 X + 0,25$ , und zwar ohne Kosten des Stromes, weil dieser beigelegt wird. Hierin bedeuten:

$A_W$  und  $A_L$  wie unter 1.

$X$  = die den Motoren an den Motorklemmen zugeführte elektrische Energie in kWh/km; sie ist aus der Erfahrung oder durch eine Probefahrt zu bestimmen.

Erfolgt die Vergütung nicht in bar sondern mittels Naturalausgleich, so geht die Formel nach Division durch den Vergütungssatz = 0,05 Gold-Fr/Personenwagenachskilometer über in:

1 km von elektrischen Triebfahrzeugen ist =  $A_W + \frac{1}{2} A_L + 0,8 X + 5$  Personenwagenachskilometer.

3. Dampflokomotiven.

Vergütung in Gold-Fr/km =  $0,5 + \frac{Q}{100} \cdot \begin{cases} 1,5 \text{ für Güterzüge} \\ 1,0 \text{ für Personenführende Züge und für leerfahrende Lokomotiven jeder Art.} \end{cases}$

Erfolgt die Vergütung nicht in bar sondern mittels Naturalausgleich, so geht die Formel nach Division durch den Vergütungssatz = 0,05 Gold-Fr/Personenwagenachskilometer über in:

1 km von Dampflokomotiven ist

$10 + \frac{Q}{100} \cdot \begin{cases} 30 \text{ für Güterzüge} \\ 20 \text{ für Personenführende Züge und für leerfahrende Lokomotiven jeder Art.} \end{cases}$

Die Formeln sollen noch praktisch überprüft werden.

Bei Überprüfung der Bestimmungen in § 9<sup>2</sup> der Anlage II des VWÜ hinsichtlich der Deckenbefestigung auf Sendungen schloß sich der Technische Ausschuss dem Vorschlag an, bahneigene Decken nicht anzunageln.

Bei Bearbeitung technischer Fragen, die sich aus der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ergeben, wurde festgelegt, daß die für die TV vorzuschlagenden Bestimmungen nach den Gesichtspunkten folgender Geschwindigkeitsstufen aufzustellen sind:

- a) für Höchstgeschwindigkeiten von 80 bis 100 km/h
- b) „ „ „ über 100 „ 120 km/h
- c) „ „ „ 120 „ 150 km/h
- d) „ „ „ 150 km/h.

Als Ergebnis der Beratungen des Antrages zur Festsetzung von Bestimmungen für Schwachstromkabelschutz bei Gleich- und Wechselstrombahnen wurden folgende neue Bestimmungen für die TV beschlossen:

1. § 154 erhält folgende neue Ziffer 13:

<sup>13</sup> Wenn ein Kabel zugleich im Bereiche einer Gleichstrombahn liegt, darf im Sinne des § 156<sup>2</sup> keine metallische Verbindung des Mantels und der Bewehrung mit einer Wassererde hergestellt werden. Die Erdung kann nötigenfalls über entsprechend bemessene Kondensatoren ausgeführt werden. Wenn nach § 156<sup>6</sup> Isoliermuffen eingebaut werden, so sollen die Kabelmäntel über die Isoliermuffen hinweg durch entsprechend bemessene Kondensatoren verbunden werden.

2. § 156 erhält in Ziffer 2 den Zusatz: „(vgl. auch § 154<sup>13</sup>)“.

3. § 156 erhält folgende neue Ziffern 6 und 7:

<sup>6</sup> Für Schwachstromkabel wird der Einbau von Isoliermuffen oder die Verwendung einer vor Korrosion schützenden Umhüllung empfohlen.

<sup>7</sup> Wenn ein Kabel zugleich im Bereiche einer Wechselstrombahn liegt, sollen etwa nach Ziffer 6 eingebaute Isoliermuffen durch entsprechend bemessene Kondensatoren gemäß § 154<sup>13</sup> überbrückt werden.

Zu dem Antrag auf Änderung oder Ergänzung der Bestimmungen des Vereinswagenübereinkommens (VWÜ) wurde berichtet, daß die Gliederung des VWÜ neu gestaltet und sein Inhalt in vier große Gruppen eingeteilt werden soll: I. Allgemeine wagenteilliche Vorschriften, II. Besondere technische Vorschriften, III. Abrechnung, IV. Schlußbestimmungen. Die Technische Einheit und die die Güterwagen betreffenden IEV-Bestimmungen technischer Art werden wie im VPÜ unter einem Abschnitt „Bauart, Unterhaltungszustand“ zusammengefaßt, so daß die gleichen Bestimmungen nur an einer Stelle und nicht wie bisher an verschiedenen Stellen stehen. In ähnlicher Weise werden auch die Beladevorschriften der Technischen Einheit (Anlage I Artikel IV) in die Beladevorschriften des VWÜ (Anlage II) eingearbeitet, so daß auch hier Wiederholungen der gleichen Vorschriften vermieden werden. Der Abschnitt Privatwagen wird dabei auch neu geordnet. Zur endgültigen Umarbeitung des VWÜ wurde dem Wagenübergangs-Fachausschuß Vollmacht erteilt.

Eine Überprüfung des § 86<sup>3</sup> der TV wegen Notwendigkeit von Drehgestellketten führte dahin, die Bestimmung im

§ 86<sup>3</sup> der TV, die nur bindend die Art der Befestigung der Drehgestelle am Untergestell vorschreibt, unverändert zu lassen. Es bleibt jeder Verwaltung unbenommen, Drehgestellketten an den Wagen anzubringen oder nicht. Werden sie angebracht, dann müssen sie entsprechend der Bestimmung im § 86<sup>3</sup> mit dem Wagenuntergestell und dem Drehgestell so verbunden sein, daß unrichtiges Einhängen und selbsttätiges Lösen oder Aushängen ausgeschlossen sind.

Als neue im Technischen Ausschuß zu bearbeitende Aufgaben wurden folgende angenommen:

a) Im Geschäftskreis des Wagenbau-Fachausschusses:

1. Festsetzung der größtzulässigen Höhe der hochliegenden Bahnsteige über Schienenoberkante und der Mindesthöhe des unteren Teils der Wagentüren bei den RIC-Fahrzeugen.

2. Untersuchung der Feststellvorrichtungen für Großbehälter (Behälter der Gruppe I).

3. Prüfung der Frage, ob und unter welchen Bedingungen die Vorschrift der „Technischen Einheit“ in Artikel III § 22 Absatz 2 gestrichen werden kann, die verlangt, daß die Fahrzeuge sich zweifach kuppeln lassen müssen, damit die angeschlossene Hilfskupplung, falls sie eingehängt ist, in Tätigkeit tritt, wenn die Hauptkupplung bricht.

b) Im Geschäftskreis des Wagenübergangs-Fachausschusses:

1. Aufstellung einer Sammlung von Fachausdrücken über den Austausch und die gegenseitige Verwendung von Fahrzeugen nebst einer Übersetzung in die Hauptsprachen zur Benutzung der Wagenteilstellen, um die Übersetzung des Schriftwechsels über den Austausch und die gegenseitige Verwendung der Fahrzeuge zu erleichtern.

2. Ist es zweckmäßig, die Richtlinien über die Benutzung von Triebwagen im internationalen Verkehr (heutiges Blatt B 12) in Vorschriften umzuwandeln unter Berücksichtigung etwa notwendiger Änderungen oder Zusätze?

c) Im Geschäftskreis des Elektrotechnischen Fachausschusses: Aufstellung einer Karte der elektrisierten Strecken mit Oberleitung, wenn eine solche Karte im IEV nicht beschlossen werden würde.

Hinsichtlich des Technischen Vereinsorgans wurde beschlossen, daß von den vorsitzenden Verwaltungen der Fachausschüsse auch über die Arbeiten dieser Ausschüsse im „Org. Fortschr. Eisenbahnwes.“ berichtet werden soll, selbst wenn sie noch nicht abgeschlossen sind. — Ferner wurde angeregt, bei den Tagungen mehr als bisher wissenschaftliche Vorträge zu halten und technische Besichtigungen vorzunehmen, über die dann ebenfalls zu berichten wäre.

Die Tagung des Technischen Ausschusses im Jahre 1940 wird auf Einladung der Reichsbahndirektion Karlsruhe in Freiburg i. Br. stattfinden.

## Der Ringfeder-Schienenpuffer.

Von Dr. Ing. Bloss, Dresden.

### 1. Grundsätzliches.

Anregungen, dem Gleis im Schotterbett eine erhöhte Nachgiebigkeit zu verleihen, ziehen sich fast schon acht Jahrzehnte lang durch die Geschichte des Eisenbahngleises. Um die Jahrhundertwende wurden auch zahlreiche Versuche gemacht, an den ausgesprochenen Schlagstellen der Weichenherzstücke durch nachgiebige Zwischenlagen aus Filz oder Gewebe, aus Gummi oder Leder die Stöße und Schläge zu mildern. Dämpfende Beilagen aus Gummi sind auch für das Regelgleis auf amerikanischen und französischen Bahnen neuerdings mehrfach verwendet worden. Eine echte Federung stellt für das Regelgleis die Bauart Schuler dar, bei der zwischen der

Schiene und der Unterlegplatte Stahlfedern eingeschaltet waren (um 1910).

Für das Regelgleis im Schotterbett können die Versuche, eine echte Federung einzuführen, als verlassen gelten. Mehr und mehr hat sich die Überzeugung durchgesetzt, daß die Nachgiebigkeit der Bettung und des Untergrundes allen billigen Anforderungen genüge, so daß es nicht lohnt, verwickeltere, kostspieligere Bauweisen einzuführen. Wohl aber wurde neuerdings öfter die Frage behandelt, ob die Federung nicht für bettungslose Gleise, namentlich für Brücken- und Tunnelgleise, Erfolge baulicher, betrieblicher und geldlicher Art verspreche.

Bekannt ist, daß namentlich beim Übergang vom nach-

giebigen Regelgleis auf starre Brückengleise Stoßwirkungen auftreten, die oft zur Lockerung von Nieten, ja selbst zu Rissen in den Quer- und Längsträgern der Brückenfahrbahn führen. Am auffälligsten treten Lockerungen der Niete an den Enden der Drehscheiben-Tragkörper in Erscheinung. An solchen Stellen wird es durchaus erstrebenswert, den Sprung in den elastischen Lagerbedingungen des Gleises durch eine Federung auszuschalten, die dem Brückengleis die gleiche Nachgiebigkeit verleiht, wie sie dem Regelgleis im Schotterbett eigen ist. Darüber hinaus ist es aber sehr wahrscheinlich, daß auch die Hauptträger von Brücken durch eine Federung des Gleises geschont werden, so daß sie etwas leichter gehalten werden können. Hieraus können neben den betrieblichen Vorteilen, die in der weicheren Fahrt liegen, auch Ersparnisse an Baukosten entspringen.

Die Deutsche Reichsbahn hat versuchsweise ein Gleis einer zweigleisigen Eisenbahnbrücke über den Dortmund-Ems-Kanal mit einem gefederten Oberbau ausgerüstet, der im wesentlichen die Gestalt des Wirthschen Federoberbaues aufweist<sup>1)</sup>. An Hand eingehender Messungen, die das Reichsbahn-Zentralamt an dieser Brücke durchgeführt hat, äußert sich Rosteck wie folgt<sup>2)</sup>: „In dem gleichen Maß, wie der Lauf der Fahrzeuge, besonders bei großen Geschwindigkeiten, durch den Federoberbau im günstigen Sinne beeinflusst wird, werden sich auch entsprechend die dynamischen Zusatzbeanspruchungen vor allem bezüglich der Fahrbahnlängs- und -querträger, da sie den dynamischen Wirkungen der Betriebslasten unmittelbar ausgesetzt sind, wesentlich herabsetzen lassen. Es zeigt sich, daß durch den Federoberbau die Stoßzahlen besonders an der Fahrbahn durchschnittlich 30% geringer werden.“ An anderer Stelle nimmt Rosteck Bezug auf Dr. Wirth, der geräuschloseren Lauf der Fahrzeuge sowie Vermeidung des harten Auffahrens auf stählerne Brücken beim Übergang von der freien Strecke, ja selbst Ersparnisse an Unterhaltungskosten von dem gefederten Oberbau auf Brücken erwartete.

Daß der Wechsel in den elastischen Auflagerbedingungen des Gleises auch in ähnlich gelagerten Fällen nicht ohne Auswirkung bleibt, berichtet Dr. Ing. Kühnel<sup>3)</sup>. Er beobachtete, daß sich Riffeln mitten in einer Schiene ausbilden können, wenn sie in einer Wegkreuzung liegt. „Das Fahrzeug wird an der Wegkreuzung angehoben, kommt ins Schwingen, und hinter dem Überweg in der Fahrtrichtung liegen die Riffeln.“

**2. Stoßvorgänge am bettungslosen Brückengleis.**

Bekanntlich ist es nicht möglich, für Stoßvorgänge zahlenmäßige Berechnungen aufzustellen, die einen Sicherheitsgrad etwa wie statische Berechnungen bieten. Wohl aber kann man aus den Stoßformeln allgemeine Aussagen gewinnen, die immerhin an das Wesen der Erscheinungen heranzuführen und Vergleiche ermöglichen.

Dr. Ing. Saller hat für Stoßvorgänge am Oberbau folgende Formeln abgeleitet<sup>4)</sup>:

a) für den gewöhnlichen, unelastischen Stoß:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1} + 1} \dots \dots \dots \text{Gl. 1);}$$

b) für den „Stoß unter dem Einfluß einer Federung“, bei dem die Tragfedern der Fahrzeuge die Stoßwirkung verstärken, weil die Spannkraft der Federn die Fallbeschleunigung des stoßenden Rades erhöht (schnellende Stoßwirkung):

<sup>1)</sup> Dr. techn. Alfred Wirth, Das Gleis auf Federn und starren Stützen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1929, Heft 21.

<sup>2)</sup> Rosteck, Federoberbau auf Brücken? Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 9.

<sup>3)</sup> Dr. Ing. Kühnel, Untersuchungen an Riffelschienen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1939, Heft 2.

<sup>4)</sup> Dr. Ing. Saller, Stoßwirkungen an Tragwerken und am Oberbau im Eisenbahnbetriebe. Wiesbaden 1910.

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2hn^2}{y_1} + 1} \dots \dots \dots \text{Gl. 2),}$$

c) für den „Stoß ohne plötzliche Wirkung“, bei dem die stoßende Masse schon vor dem Stoß auf dem gestoßenen Körper lastete:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1}} \dots \dots \dots \text{Gl. 3).}$$

In diesen Formeln bedeutet  $\mu$  die Stoßwertzahl, die eine stoßende Lastwirkung auf die statische zurückführt,  $h$  die Fallhöhe bis zum Aufstoßen und  $y_1$  die Durchbiegung unter der ruhenden Last, endlich  $n$  das Verhältnis der ganzen Radlast zu ihrem ungefederten Anteil. Dabei ist angenommen, daß die Durchbiegung zur Last verhältnisgleich sei, daß es sich um rein elastische Formänderungen bei sonst unelastischem Stoß handle, und daß die Masse des gestoßenen Trägers, also des Gleises, gegenüber der stoßenden Masse der Fahrzeuge vernachlässigt werden könne.

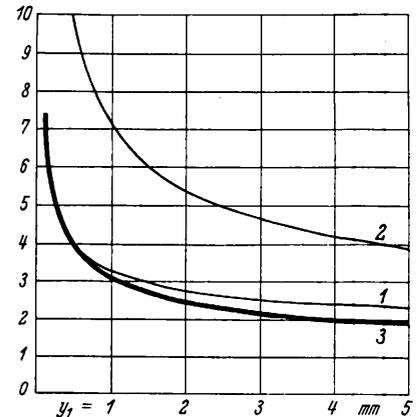


Abb. 1. Stoßbeiwerte für  $h = 2$  mm.

Aus den Gl. 1) bis 3) erkennt man leicht, daß das Verhältnis  $h:y_1$  entscheidend ist für die Größe der Stoßzahl. Wird  $h$  gleich Null, so liegt für Gl. 1) der wohlbekannte Fall vor, daß eine Last sofort in voller Größe auf einen Träger wirkt: es wird dabei  $\mu = 2$ . Nach Gl. 3) erhalten wir mit  $h = 0$  den Grenzfall der statischen Belastung. Wächst die Durchbiegung  $y_1$  über die Größe  $2h$  (oder  $2hn^2$ ) hinaus, so nähert sich die Stoßwertzahl  $\mu$  im Fall der Gl. 1) und 2) ohne Ende der Zahl 2, im Fall der Gl. 3) der Zahl 1. Mit anderen Worten: für ein nachgiebiges Gleis sind größere Fallhöhen, d. h. größere Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn erträglich als bei einem starren.

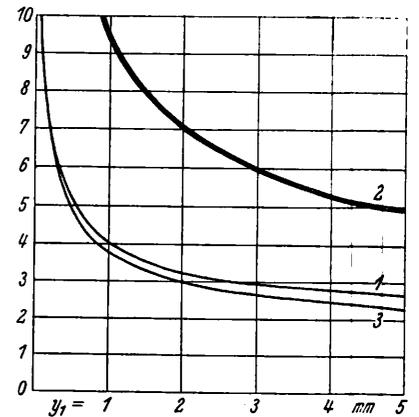


Abb. 2. Stoßbeiwerte für  $h = 4$  mm.

Eine einfache Umformung der Gl. 1) bis 3) zeigt, wie der Stoßwert  $\mu$  bei gleichbleibender Fallhöhe  $h$  vom Biegunspfeil abhängig ist. Man erhält

$$y_1 \mu (\mu - 2) = 2h \dots \dots \dots \text{Gl. 1a),}$$

$$y_1 \mu (\mu - 2) = 2hn^2 \dots \dots \dots \text{Gl. 2a),}$$

$$y_1 (\mu - 1)^2 = 2h \dots \dots \dots \text{Gl. 3a).}$$

Die Liniendarstellung zeigt hyperbolischen Verlauf, mit abnehmender Durchbiegungsmöglichkeit wachsen die Stoßwirkungen stark an.

In den Abb. 1 und 2 sind diese Zusammenhänge zahlenmäßig dargestellt, und zwar für Durchbiegungsmöglichkeiten von 5 mm bis herab zu 0,25 mm.

In Abb. 1 ist  $y_1$  zu 2 mm angesetzt. Das entspricht etwa einem kräftigen, tadellos liegenden Gleis im fest gestöpften Schotterbett, von dem die Fahrzeuge auf ein nahezu starres Brückengleis (Grenzfall  $y_1 = 0,5$  mm) oder auf ein nach-

giebigeres, im Grenzfall weich gefedertes Brückengleis ( $y_1 = 5 \text{ mm}$ ) übertreten. Es liegt dabei der „Stoß ohne plötzliche Wirkung“ vor (unterste Linie, die anderen beiden Linien sind in Abb. 1 nur des Vergleiches halber angegeben). Der Stoßbeiwert für  $y_1 = 0,5 \text{ mm}$  beträgt rund 4, die Wirkungen auf die unmittelbar getroffenen Fahrbauteile sind damit zahlenmäßig einigermaßen aufgehellt. Diese Wirkungen werden bei geringer Fahrgeschwindigkeit schwach sein, aber um so fühlbarer bei schneller Fahrt; der Stoßbeiwert 4 kann als Grenze bei Hochgeschwindigkeiten gelten.

Mit der Fallhöhe  $y_1 = 4 \text{ mm}$  soll nach Abb. 2 (oberste Linie) der Fall dargestellt werden, daß in Brückenmitte ein mangelhafter Laschenstoß liegt. Wir haben den Fall des „Stoßes unter dem Einfluß einer Federung“ vor uns. Der Wert  $n$  ist dabei zu 3 angesetzt. Selbst für ein weich gefedertes Gleis ist der Stoßbeiwert schon rund 5, für ein nahezu starres Gleis steigt er (für  $y_1 = 0,5 \text{ mm}$ ) auf 13. Damit ist erwiesen, welche außerordentlichen Vorteile die durchgehende Schweißung der Brückenschienen auf Stahlbrücken gewährleistet. Freilich mag es fraglich sein, ob sich beim Stoß unter dem Einfluß einer Federung die gesamte Auflast des stoßenden Rades an der Stoßwirkung beteiligt.

### 3. Der Federoberbau von Dr. Wirth.

Für den Entwurf eines gefederten Gleises sind zwei Aufgaben zu lösen:

- a) zweckmäßige Wahl der Federung,
- b) bauliche Durchbildung der Oberbauform.

Dr. Wirth hat eine Wickelfeder (Spiralfeder) gewählt. Die Festsetzung der Federkonstanten ist verhältnismäßig einfach. Die Forderung, daß das gefederte Gleis auf starren Stützen die gleiche elastische Nachgiebigkeit haben solle wie ein gut liegendes Gleis im Schotterbett, bietet sich sozusagen von selbst dar. Diese Forderung war statisch für das Wirthsche Gleis leicht erfüllbar, die statische Berechnung ist nach einer Äußerung des Altmeisters Zimmermann „auf Antrieb gelungen“. Über das dynamische Dauerverhalten der Federn konnte der Versuch auf einem Prüfstand Aufklärung bringen. Aufschlußreich in dieser Hinsicht sind dynamische Probelastungen der Wirthschen Federn, die das Reichsbahn-Zentralamt Berlin durchgeführt hat; Rosteck hat darüber berichtet. Jede der geprüften Federn war mit 4,6 t (also sehr stark) statisch vorbelastet und wurde dann durch eine Schwingmaschine mit  $\pm 2,5 \text{ t}$  zusätzlicher Kraft in Schwingungen versetzt. Zunächst wurde ein Federsatz von zwei Federn dieser Beanspruchung ausgesetzt, wobei schon nach 92000 Schwingungen eine Feder brach. Bei einem zweiten Versuch mit einem Federsatz von vier Federn, von denen ein Paar vom anderen 0,7 m entfernt war, brach unter den gleichen Versuchsbedingungen eine der Federn nach 208000 Schwingungen. Nach Rosteck zeigten „die untersuchten Bruchstellen die charakteristische Erscheinung von Ermüdungsbrüchen, die aber anscheinend durch Materialfehler begünstigt worden sind.“ Für völlig fehlerfreie Federn schien die Ermüdungsgrenze höher gelegen zu haben. Übrigens wurden die Federn während der Dauerbeanspruchung teilweise handwarm, was auf Überbelastung schließen läßt.

Bedenkt man, daß die Herstellung der Wirthschen Wickelfedern mit ihren sehr engen Windungen ein immerhin etwas gewaltsamer Vorgang ist, bei dem der verwendete Rundstahl leicht über die Streckgrenze gedehnt werden kann, so muß es zweifelhaft erscheinen, ob die Wickelfeder für den vorliegenden Zweck die geeignetste Form ist. Wirth hat übrigens wegen der Bruchgefahr die Federn grundsätzlich paarweise angeordnet, so daß für eine gebrochene Feder die benachbarte helfend einspringt.

Das Grundsätzliche der Wirthschen Bauart ist aus Abb. 3 ersichtlich. Die Abbildung zeigt die Versuchsstrecke auf Betonunterbau bei Absdorf-Hippersdorf. Die Federn liegen paarweise hintereinander in einer Art Trog, der aus Flacheisen gebildet ist. Die Schienen lagern auf den Federn ohne die übliche Querneigung frei auf, eine unmittelbare Verbindung zwischen Schiene und Feder besteht also nicht. Gegen Seitenbewegungen sind die Schienen durch die etwas versenkte Lage in dem Trog geschützt, genau wie in der Pfanne einer Unterlegplatte. Kippbewegungen der Schiene werden durch Unterzüge aufgenommen, die in Abständen von 1,4 m die Schienen nach Art eiserner Querschwellen verbinden. Diese Anordnung hat Wirth mit einer liegenden Leiter verglichen, die auf Federn gelagert ist. Gegen abhebende Kräfte wird die Leiter dadurch gesichert, daß ihre Holme, die Schienen, durch angeschraubte Ankereisen mit dem Unterbeton verbunden werden, wobei das Federspiel natürlich gewahrt bleiben muß. Wie der Wandschub als Längskraft verarbeitet werden soll, ist nicht ohne weiteres ersichtlich. In genauen, sorgfältig durchgeführten Messungen hat Dr. Wirth das einwandfreie Zusammenspiel aller Teile nachgewiesen (Quelle s. Fußnote 1). Es scheint aber

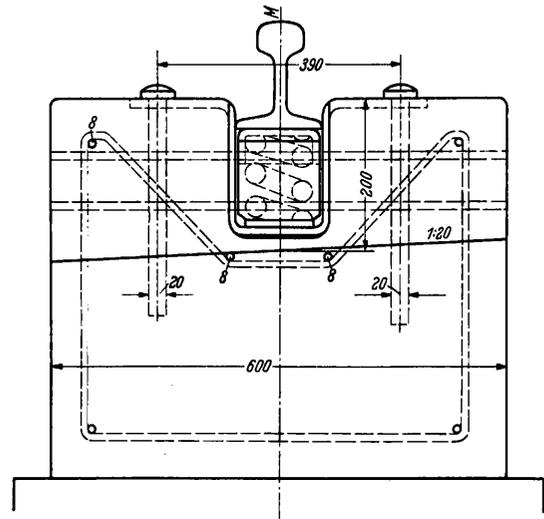


Abb. 3. Federoberbau von Dr. Wirth.

doch, daß von der Art der gewählten Federn Unzulänglichkeiten ausgingen: dem Vernehmen nach soll die Versuchsstrecke bei Absdorf-Hippersdorf unter zahlreichen Federbrüchen empfindlich leiden.

Bemerkt sei noch, daß für den Versuch des Reichsbahn-Zentralamtes auf der Kanalbrücke bei Münster die Wirthschen Wickelfedern verwendet wurden. Die Abweichungen von der Bauweise Wirths ergaben sich vorzugsweise daraus, daß für die Versuchsanordnung die vorhandenen Brückenquerschwellen beibehalten wurden. Für einen Versuch auf einer neuen Brücke kann man auf die Brückenschwellen verzichten, weil die Federn allein die Stoßdrücke verarbeiten; ein Zwischenglied würde außerdem die Bauhöhe unnötig vergrößern.

### 4. Der Ringfeder-Schienenpuffer.

Als eine ausgezeichnete Feder für eine Schienenfederung kann die Uerdinger Ringfeder angesprochen werden. Sie hat den beachtlichen Vorzug, daß sie einen großen Teil der Stoßwirkung durch Reibung aufzehrt. Die reibenden Bewegungen führen aber keine Abnutzungen herbei, weil die Ringfedern in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht sind und daher mit Fett geschmiert werden können. Die Ringfedern nähern sich damit der Schmierung von Achsen und Achslagern im Maschinenbau, bei denen ein dünner „Ölfilm“ die Abnutzungen hintanhält, auch bei hohem Flächendruck und großen Umlauf-

geschwindigkeiten. Die Erfahrungen, die mit den Uerdinger Ringfedern in Fahrzeugpuffern gemacht wurden, sind sehr günstig: trotz gelegentlichen großen Überbeanspruchungen sind Federbrüche so gut wie unbekannt. Das mag von der Herstellungsart der Federringe herkommen, die dem Stahl möglichst wenig Gewalt antut: werden doch die Federringe nach dem gleichen Verfahren ausgewalzt wie die Radreifen der Eisenbahnräder, sie haben deshalb auch die gleiche Zuverlässigkeit.

Geht man davon aus, daß die Ringfedern in einem Gehäuse gelagert werden, so folgt daraus die Gestalt der Schienenstütze<sup>5)</sup> ganz zwanglos: sie nimmt einfach die Form eines senkrecht gestellten Fahrzeugpuffers an, wobei der Pufferkopf

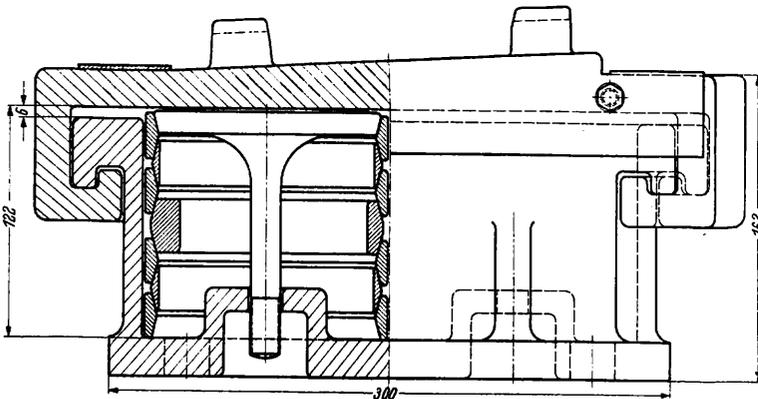


Abb. 4. Ringfeder-Schienenpuffer.

unmittelbar mit dem Brückenträger oder mit dem Unterbeton verschraubt wird, während der Pufferdeckel sozusagen als Unterlegplatte ausgebildet wird. Gerade der Reichsbahnoberbau ist dazu hervorragend geeignet, so daß keine neu zu entwerfende Schienenbefestigung mit ungewisser Bewährung verwendet zu werden braucht.

Der aus Gußstahl hergestellte Pufferkopf nimmt gemäß Abb. 4 zwei nebeneinander angeordnete Ringfedersätze auf. Die Federsätze können sich also kippenden Bewegungen der Schiene, namentlich im Bogen, anschmiegen, so daß eine ungleichmäßige Lastverteilung innen und außen an der Schiene zwanglos aufgenommen werden kann. Jeder Federsatz besteht aus sieben Ringen; der mittlere ist geschlitzt, seine Dicke nimmt von der Schlitzstelle aus in beiden Halbkreisen zu. Die Ringfedern nehmen den Schienendruck vom Topfdeckel aus über einen Druckpilz auf, der im Kopf leicht gewölbt ist, so daß nur mittige (zentrische) Drücke auftreten können. Der Stiel des Druckpilzes ist an unteren Ende mit einem Gewinde versehen, das durch eine tassenähnliche Hülse aus der Bodenplatte heraustritt. Am oberen Rand des Pufferkopfes sind bogenförmige Nasen angegossen, in die entsprechende Ansätze des Pufferdeckels eingreifen, so daß eine Art Bajonettverschluß entsteht. Zum Zusammenbau werden auf die gut eingefetteten Federsätze die Druckpilze aufgesetzt. Dann werden die Muttern auf die Stiele des Druckpilzes aufgeschraubt. Die Federsätze werden dadurch zusammengedrückt, so daß der Topfdeckel von der Schienenrichtung aus in den Bajonettverschluß eingedreht werden kann. Mit dem Abschrauben der Muttern von den Stielen der Druckpilze schließt sich der Bajonettverschluß. Endlich wird noch ein Abdeckblech aufgeschraubt, das den Spalt zwischen Pufferkopf und Deckel überdeckt und dadurch das Eindringen von Wasser verhindern soll. Die Zerlegung eines Schienenpuffers geht in umgekehrter Reihenfolge vor sich.

Das Kräftespiel an einem betriebsfertig eingebauten Schienenpuffer ist klar und übersichtlich. Senkrechte Bewegungen der Schiene werden federnd aufgenommen, ab-

hebende Kräfte finden ihr Widerlager in den Nasen des Bajonettverschlusses, gegen seitliche Verschiebungen bilden die Schienenbefestigungsnocken des Topfdeckels eine Begrenzung. Kippbewegungen der Schiene äußern sich als ungleiche Verteilung des Druckes auf den inneren und den äußeren Federsatz. Die stärker zusammengedrückte Außenfeder ergibt also eine Rückstellkraft. Demgemäß werden auch die von der Schiene übertragenen Führungsdrücke federnd und deshalb stoßfrei verarbeitet; hiernach läßt sich ein sanfter Bogenlauf in Gleiskrümmungen erhoffen. Dem Wanderschub als Längskraft in Richtung der Schiene wirkt die Bogenform des Bajonettverschlusses entgegen.

Für die Berechnung der Federsätze war davon auszugehen, daß die beiden Federsätze eines Schienenpuffers zusammen bei 5000 kg Schienendruck ein Federspiel von 3 mm ergeben sollen. Dieses Federspiel entspricht der mittleren Einsenkung der Schwelle am Regelgleis im Schotterbett, und es genügt nach einer bekannten Äußerung Sallers vollauf, die Stoßdrücke gut zu verarbeiten; ein Blick auf die Linienzüge der Abb. 1 und 2 bestätigt diese Aussage. Der angenommene Schienendruck von 5000 kg entspricht 50% eines Raddruckes von 10 t oder 40% von 12,5 t. Zwischen 40 und 50% des Raddruckes liegt der Schienendruck bei allen vorkommenden Oberbauformen und Achsständen. Genauer zu rechnen wäre müßig: wegen der Überlastbarkeit der Federn, die zur Verarbeitung der Stoßdrücke doch in Anspruch genommen werden muß, kann die ganze Anordnung auf mittlere Verhältnisse abgestellt werden. Damit ist die Federkonstante auf  $5 \text{ t} : 0,3 \text{ cm} \approx 16,7 \text{ t/cm}$  festgelegt. Von dieser Grundlage aus ergibt sich das eigenartige Federdiagramm der Ringfeder gemäß Abb. 5. Für die Druckstufe von 900 auf 1000 kg kommt zunächst der geschlitzte Ring mit 0,7 mm Federspiel

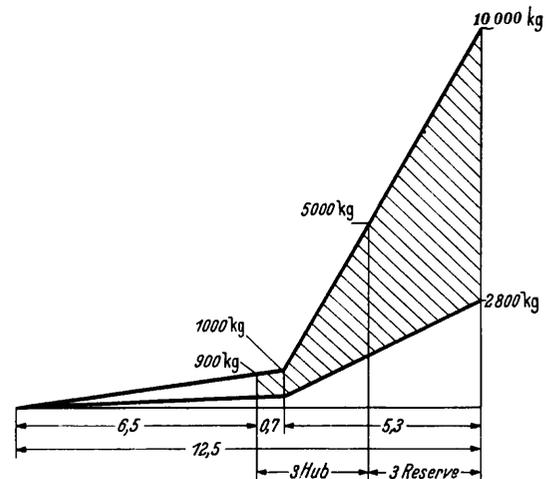


Abb. 5. Federdiagramm eines Schienenpuffers.

zur Wirkung, so daß die Federsätze weich ansprechen, auch schon auf kleine Raddrücke. Bei 5 t Last ist das Federspiel von 3 mm erreicht, bis 10000 kg Druck geht dann noch eine Reserve des Federspiels von weiteren 3 mm, baulich in der Breite des Spaltes zwischen dem Topfdeckel und der Oberkante des Pufferkopfes. Das Federdiagramm ist durch Probelastungen im Versuchsstand der „Ringfeder“ G. m. b. H. bestätigt. Die Berechnung der Federringe ergibt, daß beispielsweise die Außenringe mit  $3300 \text{ kg/cm}^2$  auf Zug beansprucht werden. Die Streckgrenze dieser Ringe liegt bei  $12500 \text{ kg/cm}^2$ , die Bruchfestigkeit bei  $13300$  bis  $15300 \text{ kg/cm}^2$ . Sämtliche Ringe werden in Öl gehärtet.

Die statische Berechnung des mit Schienenpuffern gefederten Gleises ist nach Zimmermann leicht und mit genügender Genauigkeit durchführbar. Es genügt, das Biege-

<sup>5)</sup> DRP. 576 626, Patentinhaber „Ringfeder“ GmbH, Uerdingen und Dr. Ing. Bloss.

moment der Schiene und die daraus folgende Beanspruchung für eine Einzellast von 12500 kg zu berechnen, da dieser Belastungsfall die größten Beanspruchungen ergibt. Das Moment in der Schiene wird nach Zimmermann

$$M = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot \frac{Ga}{4}$$

Hierbei ist  $\gamma = \frac{B}{D}$ .

Mit den Werten der Reichsbahnschiene wird für 72 cm Stützenabstand

$$B = \frac{6EI}{a^3} = 56700 \text{ kg.}$$

D entspricht der Federkonstanten (16700 kg). Hiernach ist  $\gamma = 3,4$ .

Das Biegemoment berechnet sich zu 284000 kg cm und die Biegebeanspruchung der Schiene (mit  $W = 237 \text{ cm}^3$ )  $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$ . Der Schienendruck ist nach Zimmermann für eine einzelne Radlast von 12500 kg  $P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G = 44\%$  der Radlast oder 5500 kg. Das Maß der Federung beträgt dabei 3,3 mm.



Abb. 6. Schienenpuffer auf einer Stahlbrücke. Gesamtansicht.

Nach der Berechnungsweise Czitarys<sup>6)</sup> ergibt sich übrigens das Biegemoment der Schiene unter den gleichen Verhältnissen für die Mitte eines Schwellenfeldes nur zu 240000 cm/kg, also um rund 15% kleiner als nach Zimmermann. Entsprechend würde die Biegebeanspruchung der Schiene mit nur 1020 kg/cm<sup>2</sup> anzusetzen sein. Czitary hat sich als erster für die Oberbauberechnung von der Vereinfachung frei gemacht, nur einen kurzen Ausschnitt aus dem Querschwellengleis zu berücksichtigen. Zimmermann hat seine Formel des Biegemoments der Schiene aus dem Träger auf vier nachgiebigen Stützen abgeleitet, in der Berechnung Czitarys erscheint das Querschwellengleis als durchlaufender Träger auf unendlich vielen, elastisch senkbaren Stützen, was mit der üblichen Begriffsbestimmung übereingeht. Es ist leicht einzusehen, daß die Biegemomente nach Czitary kleinere Werte annehmen müssen. Ebenso ist klar, daß die Formeln Czitarys der Wirklichkeit näher kommen, namentlich für durchgehend geschweißte Brückengleise auf federnden Stützen.

### 5. Anwendungen.

Mit den Ringfeder-Schienenpuffern wurden im Jahre 1935 die Träger einer eisernen Straßenunterführung auf dem Bahnhof Hainsberg (Sachsen) ausgerüstet. Das Tragwerk mußte dazu etwas umgestaltet werden: die schmalen Fahrbahnträger

<sup>6)</sup> Dr. Ing. Czitary, Beitrag zur Berechnung des Querschwellenoberbaues. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936, Heft 8.

erhielten zum Aufschrauben der Schienenpuffer eine breite Deckplatte. Mit Rücksicht auf die Querträgerteilung mußte der Abstand der Schienenpuffer auf 50 cm eingeschränkt werden. Die Schienenpuffer stützen sich mit einer Randleiste gegen die Deckplatte, so daß Querkräfte sehr zuverlässig aufgenommen werden. Die Anordnung ist aus den Abb. 6 und 7 ersichtlich.

Messungen an der umgestalteten Brücke ergaben das für den gegebenen Abstand der Schienenpuffer von 50 cm erwartete Federspiel von rund 2 mm, die Federung ist also noch etwas hart. Vergleichende Spannungsmessungen an dem Versuchstragwerk und dem benachbarten Brückenträger hatten kein klares Ergebnis, da der Versuchsträger immerhin etwas verändert worden war. Außerdem war dazu der Versuchsträger mit nur 9,2 Stützweite zu klein, die Vorteile der Federung dürften erst bei größeren Stützweiten in vollem Umfang zu erwarten sein. Durchbiegungsmessungen, die nach Dr. Ing. Krabbe<sup>7)</sup> für die Bestimmung des Stoßbeiwertes ausschlaggebend sind, wurden nicht durchgeführt. Wohl aber hatten die Messungen der auf die Widerlager der beiden Vergleichsträger übertragenen Erschütterungen ein bemerkenswertes Ergebnis:

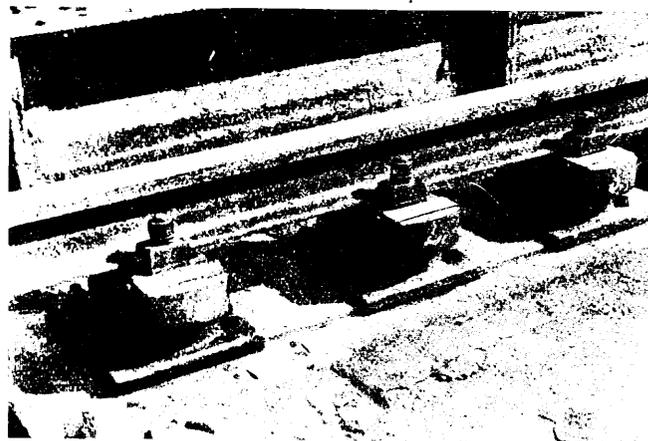


Abb. 7. Schienenpuffer auf einer Stahlbrücke. Teilansicht.

es zeigte sich, daß diese Erschütterungen durch die Federung des Gleises um 19 bis 36% gedämpft werden. Diese Erscheinung kann für Stahlbrücken in der Nähe von Hochhäusern oder für Untergrundbahnen bei der Unterfahrung hoher Gebäude von Bedeutung sein.

Nach 3½ Jahren Betriebszeit wurden die Schienenpuffer ausgebaut und einer genauen Durchsicht unterzogen. In diesen 3½ Jahren waren rund 1,2 Millionen Achsen über das Versuchsgleis gegangen. Zunächst zeigte sich bei der Untersuchung, daß sämtliche Befestigungsschrauben, die seit dem Einbau unberührt geblieben waren, einen gleichmäßig festen Sitz aufwiesen. Die Federung hat demnach zweifellos Rüttelbewegungen von den Befestigungsschrauben ferngehalten. Die Federringe waren sämtlich unversehrt. Sie zeigten zwar blanke Druckstellen, aber dank der sehr gut erhaltenen Schmierung keine Abnutzungen. In die Puffertöpfe war zwar etwas Wasser eingedrungen (einige Kubikzentimeter je Topf), wahrscheinlich durch Schlagregen oder auftauenden Schnee. Die Güte der Schmierung wurde aber offensichtlich dadurch nicht beeinträchtigt. Übrigens ließe sich das Eindringen von Wasser dadurch wirksam verhindern, daß an dem Pufferdeckel eine Traufnase vorgesehen wird, die den oberen Rand des Schutzbleches schützend abdeckt.

<sup>7)</sup> Dr. Ing. Krabbe, Neuere Ergebnisse der Versuchsforschung auf dem Gebiet der Schwingungsmeßtechnik bei Eisenbahnbrücken, Stahlbau 1937, Heft 26.

Um das Verhalten der Schienenpuffer auf Eisenbetonbrücken oder Betonunterbau zu prüfen, wurde eine kurze Eisenbetonbrücke der neuen Vollspurbahn Heidenau—Altenberg mit dem gefederten Oberbau versehen (Abb. 8 und 9). Die Schienen-

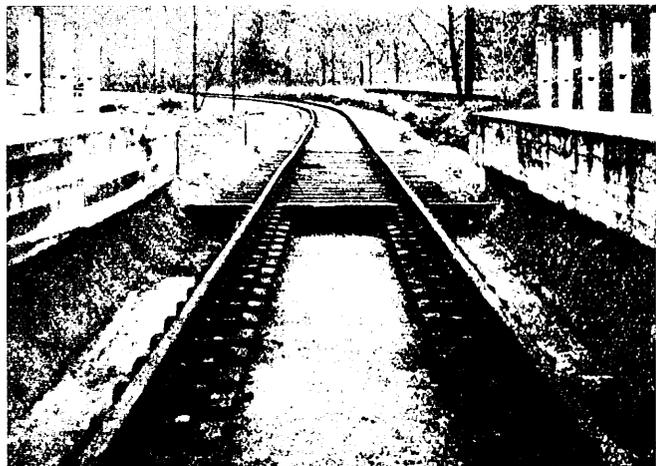


Abb. 8. Schienenpuffer auf einer Eisenbetonbrücke. Gesamtansicht.

puffer sind die gleichen wie die der Versuchsbrücke in Hainsberg. Sie ruhen auf etwas erhöhten Betonklötzen, damit ihre Befestigungsteile nicht zu tief in den Eisenbetonträger eingreifen. Der Abstand der Stützen wurde auf 72 cm bemessen.



Abb. 9. Schienenpuffer auf einer Eisenbetonbrücke. Teilansicht.

damit jeder Schienenpuffer für sich herausgenommen und untersucht werden kann. Die Möglichkeit hierzu bietet die Vertiefung zwischen den erhöhten Betonklötzen. Auf diese Anordnung ist bei der Versuchsbrücke in Hainsberg verzichtet worden, sie ist jedoch auch für Stahlbrücken erwünscht. Die Schienenpuffer der Versuchsbrücke der Linie Heidenau—Altenberg sind mit den Lagerklötzen durch Schwellenschrauben

verbunden, die in Dübelhülsen mit Einschlagdübeln sitzen. Die Dübelhülsen sind in ein eisenbewehrtes Kissen aus elastischem Zementbeton eingebettet. Diese Befestigung läßt volle Zuverlässigkeit erwarten, da sich bei der Versuchsbrücke in Hainsberg gezeigt hat, daß die Federung des Gleises die für den festen Sitz der Befestigungsmittel schädlichen Rüttelbewegungen dämpft. Die Versuchsbrücke auf der Linie Heidenau—Altenberg befährt sich geradezu auffällig weich, auch ist das Fahrgeräusch geringer als bei anderen Eisenbetonbrücken.

Daß die Schienenpuffer auch an Sonderformen des Oberbaues angepaßt werden können, zeigt Abb. 10, die den Leitschienenoberbau der Deutschen Reichsbahn im Holzmodell (ohne die Schutzbleche der Schienenpuffer) darstellt. Diese Form kann für große Brücken allgemein, für kleine in Krümmungen erwünscht werden.

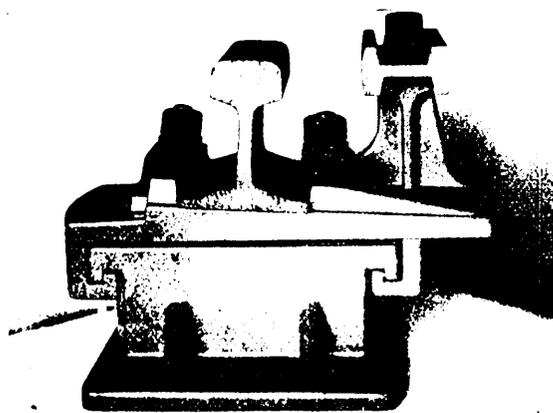


Abb. 10. Schienenpuffer mit Leitschienen (Modell).

Die Abneigung des Bauingenieurs gegen Federn gründet sich auf die Besorgnis, daß Ermüdungen und Ermüdungsbrüche eintreten können. Für den Maschineningenieur sind Federn durchaus gewohnte Bauglieder, von den kleinsten bis zu den größten, sowohl nach der Belastung wie nach dem geforderten Federspiel. Eine geregelte Überwachung hilft Schäden verhüten. Die regelmäßige Durchsicht ist natürlich auch für Gleisfedern nötig. Möglich, daß dabei gelegentlich ein Federsatz ausgewechselt werden muß. Das entspricht aber dann einfach der gewöhnlichen Unterhaltungsarbeit am Regelgleis im Schotterbett. Denn auch die Federung des Regelgleises, die in der Nachgiebigkeit der Bettung und des Untergrundes besteht, ist der Ermüdung unterworfen und muß durch Nachstopfen wiederhergestellt werden.

Das dankbarste Anwendungsgebiet für die Schienenpuffer stellen vielleicht innerstädtische Untergrundbahnen dar. Das Schotterbett wirkt hier etwas wesensfremd, sein Wegfall gestattet eine wesentliche Einschränkung an Bauhöhe und damit an Massenaushub. Der größte Vorteil dürfte aber in der Dämpfung der Erschütterungen liegen, die von der Federung des Gleises zu erwarten ist.

## Die stoßfreie Krümmungseinfahrt.

Von Ing. Dr. Robert Hanker, Wien.

Beim Übergang der Fahrzeuge aus der Geraden in eine Krümmung zeigten sich seit je Mängel in der Fahrbahngestaltung, und zwar treten diese Mängel um so mehr in Erscheinung, je größer die Fahrgeschwindigkeit ist. Bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten und kleinsten Bogenhalbmessern von etwa 200 m genügt es vollständig, die Gerade und den Kreisbogen unmittelbar aneinander zu schließen. Für das Befahren

der Krümmung hat sich auch bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten die Überhöhung der Außenschiene als nützlich erwiesen. Diese Überhöhung führte man dann so aus, daß die erforderliche Rampe entweder ganz in die Gerade oder z. T., ja sogar ganz in die Krümmung gelegt wurde (das namentlich dann, wenn für die erste Lösung der Platz fehlte). Wie man die Anordnung aber auch trifft, immer sind unausgeglichenere

Seitenkräfte vorhanden (die Überhöhung entspricht nicht der Fliehkraft), die entweder nach der Bogeninnenseite oder nach der Bogenaußenseite wirken und die

erste Ursache

heftiger Seitenstöße sind, wenn diese Kräfte bei Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit im Zusammenhang mit dem unstetigen Krümmungsverlauf zu plötzlich auftreten. Eine

zweite Ursache

des Auftretens von Seitenstößen sind die Kräfte, die ausgelöst werden, um dem Fahrzeug eine Drehbeschleunigung um die lotrechte Achse zu erteilen. Wenn der Kreisbogen unmittelbar an die Gerade anschließt, muß dem Fahrzeug die Drehbewegung in einer Zeitspanne erteilt werden, die zum Durchfahren des Achsstandes nötig ist. Bei kleinen Achsständen und größeren Fahrgeschwindigkeiten sind dies nur Bruchteile einer Sekunde, was als stoßartige Eindrehung empfunden wird.

Dieser Mangel führte dazu, zwischen Geraden und Kreisbogen einen Bogen mit stetig zunehmender Krümmung einzuschalten, in dem einerseits die Überhöhung der Krümmung angepaßt werden konnte, so daß bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit keine unausgeglichene Fliehkraft mehr vorhanden sind, andererseits das Eindrehen der Fahrzeuge auf einen größeren Zeitraum erstreckt wird, so daß der Eindrehstoß gemildert wird.

Die kubische Parabel mit näherungsweise geradliniger Krümmungszunahme und damit zusammenhängender geradliniger Gestaltung der Überhöhungsrampe leistete in dieser Hinsicht für mittlere Fahrgeschwindigkeiten durch Jahrzehnte ausgezeichnete Dienste. Theoretische Mängel, die der kubischen Parabel und ihrer geübten

Handhabung anhaften, traten bei kleinen Übergangsbogenlängen bis etwa 40 m, die für mittlere Fahrgeschwindigkeiten genügten, nicht in Erscheinung. Erst als die sprunghafte Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit zu einer Vergrößerung der Übergangsbogenlänge führte, traten diese Mängel stärker hervor und gaben Anlaß, einer

dritten Ursache

von Stoßwirkungen zwischen Fahrzeug und Gleis, die sich jetzt zeigte, durch Verbesserung der Übergangsbogengestaltung entgegenzuwirken. Wenn das Fahrzeug die Überhöhungsrampe befährt, muß es sich auch um eine Längsachse drehen und zugleich wegen der windschiefen Lage seiner Endachsen verwinden. Die Verwindung der Fahrzeuge hat zur Folge, daß die Tragfedern an den Stützpunkten verschieden stark angespannt werden, also die Raddrücke schon rein statisch verschieden groß ausfallen. Der durch diese Verwindung der Fahrzeuge bedingte Raddruckunterschied hängt nur von dem Neigungsunterschied der beiden Schienen (Rampenneigung) ab und ist unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit.

Dagegen beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit die zulässige Änderung der Neigung der beiden Schienen, so daß mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit zunächst die Neigung der Rampen immer flacher gemacht wurde, um den Winkel  $\alpha_1$  auf  $\alpha_2$  zu verkleinern (Abb. 1) und dadurch das Eindrehen der Fahrzeuge in die windschiefe Lage sanfter zu gestalten. Denn die Kräfte, die dem Fahrzeug die Drehbeschleunigung erteilen, sind um so kleiner, je kleiner der Winkel  $\alpha$ , je größer die Fahrzeuglänge und je kleiner die Fahrgeschwindigkeit ist. Für

größere Fahrgeschwindigkeiten muß man somit den Winkel  $\alpha$  verkleinern, um diese Drehkräfte nicht unzulässig anwachsen zu lassen. Ist aber das Fahrzeug bereits vollkommen auf die Neigung  $\alpha$  aufgefahren, dann bewegt es sich auf der Strecke  $A_2C_2$  mit gleichbleibender Drehgeschwindigkeit; Kräftewirkungen treten (außer den früher erwähnten statischen Verwindungskräften) nicht mehr auf.

Es liegt daher nahe und es besteht kein Hindernis, nach dem ersten Knickpunkt einen zweiten zwischen zu schalten und so fort ( $A_2, A_3$  usw.), wodurch man zwanglos zur „geschwungenen“ Rampe kommt, die bedeutend kürzer sein kann als die gleichmäßig geneigte, flache Rampe und fahrtechnisch bezüglich des Eindrehstoßes dieser vollkommen gleichwertig ist. In einer solchen Rampe dürfen somit viel größere Teilneigungen vorkommen, als die einheitliche Neigung der geradlinig verlaufenden Rampe beträgt, und zwar müßte bei der geschwungenen Rampe wenigstens jene Größtneigung anwendbar sein, die für kleine Fahrgeschwindigkeiten (wo der Eindrehstoß keine Rolle spielt) wegen der Verwindung der Fahrzeuge als zulässig erkannt worden ist.

Es ist sogar anzunehmen, daß man bei Verwendung der geschwungenen Rampe noch steilere Größtneigungen wird anwenden können, besonders dann, wenn die zulässige Neigungs-

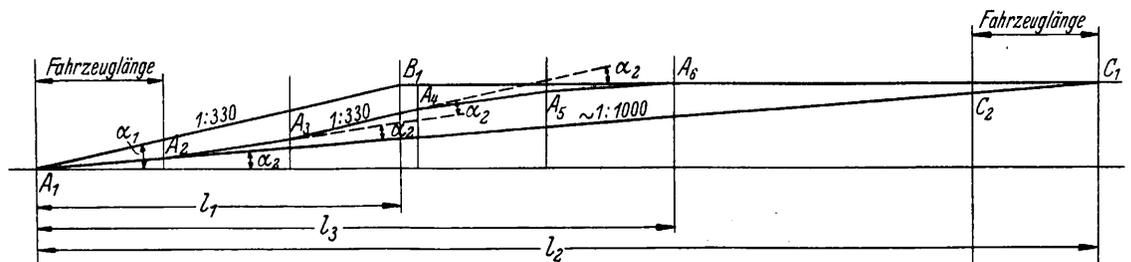


Abb. 1. Vergleich der geradlinigen Anrampungen  $A_1B_1$  und  $A_1C_1$  mit der geschwungenen Rampe  $A_1A_6$ .  
 $A_1B_1$ : große Neigung, große Stoßwirkungen; kurz ( $l_1 < l_3$ ).  
 $A_1C_1$ : kleine Neigung, kleine Stoßwirkungen; sehr lang.  
 $A_1A_6$ : kleine Anfangsneigung, kleine Stoßwirkungen, unschädliche große mittlere Neigung; mäßige Länge ( $l_3 < l_2$ ).

grenze nicht durch Verwendung von Fahrzeugen mit großem gebundenen Achsstand heruntergedrückt wird. Große Rampenneigungen werden daher trotz hoher Fahrgeschwindigkeit bei Bahnen zulässig sein, die nur mit Drehgestellfahrzeugen befahren werden.

Zu der geschwungenen Rampe gehört im Grundriß, wie zuerst Schramm gezeigt hat und von Petersen, Findeis und Klein näher ausgeführt worden ist, eine Parabel vierter Ordnung, die an ihrem Beginn auf eine lange Strecke von der Geraden nur wenig abweicht. (Nach Petersen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, Heft 22, entfällt bei einem Halbmesser von 1000 m auf 40 m Übergangsbogenlänge nur eine Abweichung von 10,7 mm).

Diese kleine Abweichung von der Geraden auf eine so große Länge des Übergangsbogens lenkt den Blick auf die notwendige Beeinflussung einer

vierten Ursache

der Stoßwirkungen zwischen Fahrzeug und Gleis: den Spielraum des Radsatzes im Gleis und die damit zusammenhängende Schlingerbewegung der Fahrzeuge zufolge der Kegelform der Radreifen.

Wenn auf 40 m Länge das Bogengleis nur rund 10 mm von der Geraden abweicht, so heißt das, daß sich der Radsatz zufolge seines Spielraumes im Gleis auf diese Länge noch ganz willkürlich bewegen kann, also in keiner Weise gezwungen wird, irgendeine als theoretisch richtig erkannte Bahn zu beschreiben, auch dann nicht, wenn das Gleis auf den Millimeter genau verlegt worden ist. Das Fahrzeug kommt schlingernd durch

die Gerade und fährt schlingernd in den flachen Bogenanfang hinein; weiter aber hängt es vom Zufall ab, wann und mit welchem Ablenkwinkel, also mit welcher Größe des Seitenstoßes schließlich die Außenschiene die Führung des Radsatzes übernimmt.

Um also diese vierte Ursache der Seitenstöße bei der Krümmungseinfahrt wirksam beeinflussen zu können, müßte man trachten, das Fahrzeug vor der Einfahrt in die Krümmung so zu führen, daß bei dem Beginn der Krümmung die führende Achse an der Außenschiene Anlehnung hat.

Diese Bedingung soll durch die Führung des Schwerpunktes der Fahrzeuge in einer schwachen Gegenkrümmung vor Beginn der eigentlichen Hauptkrümmung erfüllt werden.

Wenn in einem geraden Gleis die eine Schiene in einer Rampe hochgeführt wird, und zwar wie in der Folge immer angenommen werden soll, in einer geschwungenen Rampe, dann wird der Schwerpunkt des Fahrzeuges aus der Gleisachse abgelenkt und eine gekrümmte Linie beschreiben, wie Abb. 2 zeigt. Nimmt man an, daß der führende Radsatz im Querschnitt I (Beginn der Überhöhung der linken Schiene) an der rechten Schiene anliegt, so löst er sich während der Fahrt von I nach II von der rechten Schiene, um im Querschnitt II an der linken Schiene zum Anliegen zu kommen. Diese Bewegung kommt dadurch zustande, daß der Schwerpunkt des Fahrzeuges das Bestreben hat, geradeaus zu laufen und beim Anheben in einer lotrechten Ebene verbleiben will. Dies hat zur Folge, daß der führende Radsatz nach links läuft, bis er an der linken Schiene anliegt. (Hat der Radsatz im Querschnitt I eine andere Stellung als die gezeichnete, so wird er aus jeder Stellung zufolge des Beharrungsvermögens des Schwerpunktes zuerst die Anlage an die linke Schiene suchen: hat er sie erreicht, wird er sich im weiteren Verlauf der Bewegung so verhalten, wie Abb. 2 zeigt.)

Abb. 2. Schwerpunktsweg beim Überhöhen der linken Schiene in einem geraden Gleis.

Zwischen Querschnitt II und III wird nun der Schwerpunkt des Fahrzeuges nach rechts abgelenkt und beschreibt einen Rechtsbogen; der führende Radsatz wird daher an die linke Schiene gedrückt und behält dort Anlehnung, bis der Schwerpunkt des Fahrzeuges zufolge Gegenkrümmung der Überhöhungsrampe ebenfalls beginnt, in die Gegenkrümmung einzulenken. Dadurch verschwindet der Druck des führenden

Radsatzes gegen die linke Schiene, der Radsatz löst sich von ihr und läuft zufolge dem Bestreben des Schwerpunktes, sich in der Richtung m n geradeaus weiterzubewegen, an die rechte Schiene an (Querschnitt IV).

Der Schwerpunkt beschreibt nun weiter einen Linksbogen, der führende Radsatz wird daher an die rechte Schiene gedrückt, und zwar auf der ganzen Fahrt zwischen Querschnitt IV, V und VI: dies um so mehr, als auch noch eine kleine Teilkraft vom Fahrzeuggewicht zufolge der Querneigung nach rechts drückt.

In Querschnitt VI beginnt für die Schwerpunktbahn wieder eine Linkskrümmung, der führende Radsatz läuft gegen die linke Schiene zurück und bleibt an ihr angedrückt bis zum Rampenende.

Bedingung für die Bewegung des Fahrzeuges in der angegebenen Art ist die Verwendung so schwach kegelliger bis ganz walzenförmiger Radreifenformen, daß die Wirkung der Reibungskräfte zwischen Rad und Schiene, die ein anderes Abrollen erzwingen würden, zurücktritt, oder daß durch eine besondere Abstimmung der Rampenlänge zu den Fahrzeug- und Radreifenabmessungen eine entsprechende Überlagerung der Wirkungen eintritt, so daß damit die Fahrzeugbewegung gegenüber der in Abb. 2 dargestellten keine wesentliche Änderung erfährt.

Wenn nun im Bereich zwischen Querschnitt IV und VI eine Linkskrümmung des Gleises beginnt, so liegt der führende Radsatz an der Außenschiene an und der Einlauf des Fahrzeuges in den Bogen wird trotz des Spielraumes des Radsatzes im Gleis möglichst stoßlos erfolgen, womit die gestellte Aufgabe gelöst ist.

Es fragt sich jetzt noch: Wie sollen die Überhöhungsrampen des „Vorbogens“ und des Hauptbogens zueinander liegen, daß die Schwerpunktsbahn des Fahrzeuges möglichst stetig wird? Wo soll der Vorbogen aufhören und wo soll der Hauptbogen beginnen: sollen sie unmittelbar aneinander schließen, soll ein Zwischenraum zwischen ihnen liegen oder sollen sie einander übergreifen?

Diese Frage wurde in den Abb. 3 bis 6 zeichnerisch untersucht, das Ergebnis der Untersuchung ist in Abb. 7 dargestellt.

Die Abb. 3 bis 6 sind maßrichtige Zeichnungen, lediglich Höhen und Breiten sind verzerrt: Abb. 7 ist nicht maßrichtig, sie soll das Ergebnis der Untersuchungen möglichst gut veranschaulichen. Aus Abb. 7 ist auch ersichtlich, daß Abb. 5 (und auch die anderen genannten Abbildungen) nur einen Teil des Überganges darstellen, weil sie sonst zu lang geworden wären, daß aber jener Teil des Überganges dargestellt ist, in dem „Vorbogen“ und Hauptbogen einander beeinflussen.

Der Schwerpunkt der Fahrzeuge wurde 1,5 m über Schienenoberkante angenommen, so daß einem Millimeter Überhöhung des einen Schienenstranges auch ein Millimeter seitliche Abweichung des Schwerpunktes aus der Gleisachse entspricht.

Die geschwungenen Überhöhungsrampen sind in allen Fällen aus zwei quadratischen Parabeln gebildet von der Gleichung

$$y = \frac{b}{a^2} x^2 \quad (\text{Abb. 7}).$$

b ist die Rampenhöhe am Wendepunkt, wo die beiden Parabeläste aneinanderstoßen:

a ist die Länge der Anrampung von ihrem Beginn bis zum Wendepunkt.

Mit Ü A als Ursprung des Achsenkreuzes, b = 7 cm und a = 10000 cm hat die Rampe von Ü a bis Ü M die Gleichung

$$y = \frac{7}{10000 \cdot 10000} \cdot x^2.$$

Für die Rampe DE ist  $b = 2$  cm und  $a = 5000$  cm; da der Scheitel dieser Parabel vom Ursprung  $\ddot{U}A$  um 7000 cm abgerückt ist, hat diese Parabel die Gleichung

$$y = \frac{2}{5000 \cdot 5000} \cdot (x - 7000)^2.$$

Der Schnittpunkt dieser beiden Parabeln liegt in

$$x_1 = 3617 \text{ cm} = 36,17 \text{ m}$$

$$y_1 = 0,915 \text{ cm} = 9,15 \text{ mm}.$$

Die Übergangsbogen selbst sind den beiden Beispielen in der Abhandlung von Petersen: Der Übergangsbogen im Eisenbahngleis. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, S. 421,

bogen. Der „Vorbogen“ wird bei allen Ausführungsarten durch Überhöhung der „Innenschiene“ („innen“ auf den Hauptbogen bezogen) um 40 mm erzielt. Das Maß von 40 mm für die Überhöhung wurde gewählt, weil dabei die Mittelkraft aus Fahrzeuggewicht und Fliehkraft an allen Punkten der Schwerpunktbahn auch dann, wenn das Fahrzeug im Sinne des Hauptbogens „verkehrt“ (entgegengesetzt als es der Fliehkraft entspricht) geneigt ist, noch in erträglichen Grenzen von der richtigen Lage abweicht. Andererseits dürfte der Überhöhung von 40 mm, der auch 40 mm seitlicher Verschiebung des Schwerpunktes entsprechen, genügen, die Schwerpunktbahn so zu krümmen, daß im Übergangsbogenanfang ( $\ddot{U}A$ ) Anlehnung des führenden Radsatzes an der Außenschiene gewährleistet ist.

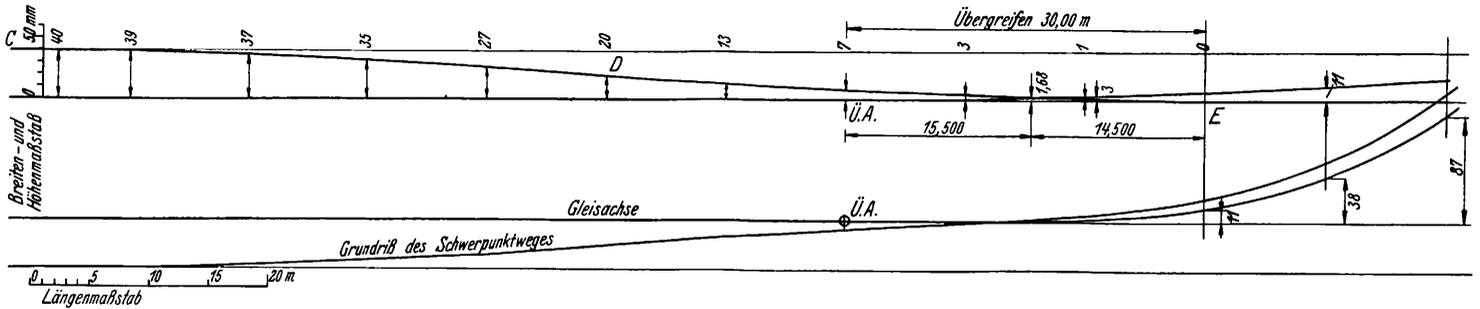


Abb. 3. Schwerpunktsweg und Übergreifen der Anrampungen um 30 m bei der Einfahrt in einen Bogen von 300 m Halbmesser.

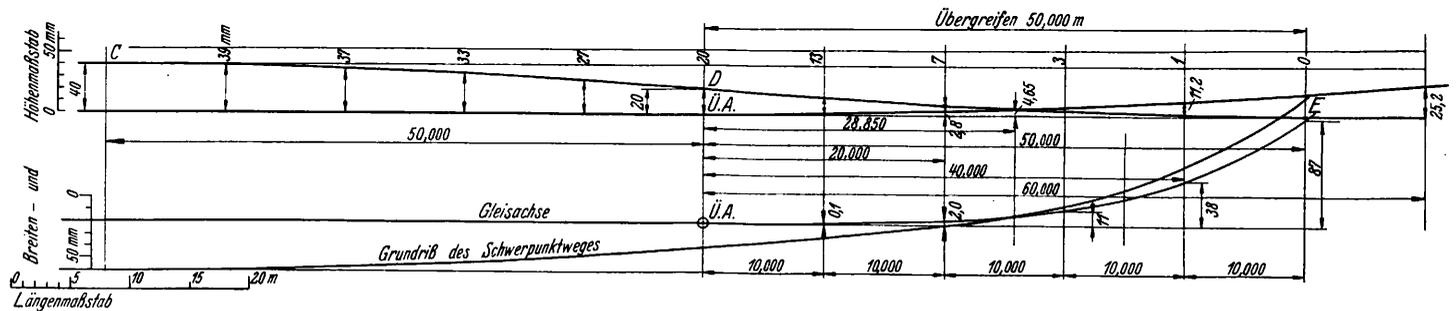


Abb. 4. Schwerpunktsweg und Übergreifen der Anrampungen um 50 m bei der Einfahrt in einen Bogen von 300 m Halbmesser.

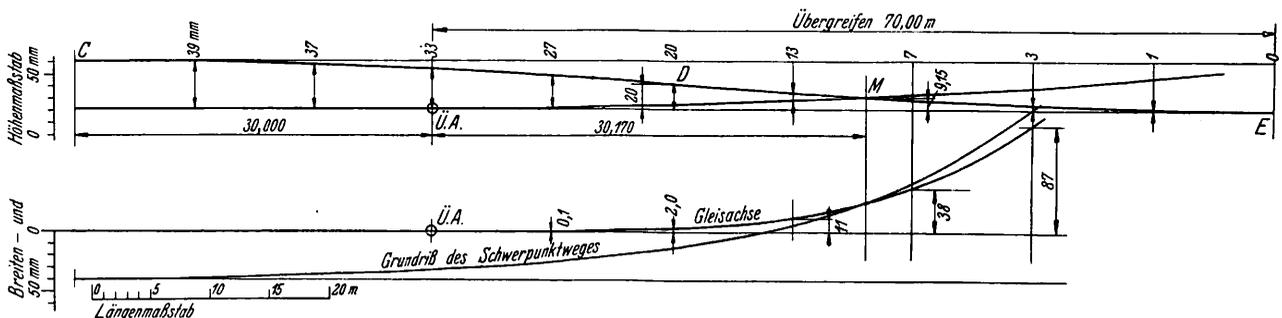


Abb. 5. Schwerpunktsweg und Übergreifen der Anrampungen um 70 m bei der Einfahrt in einen Bogen von 300 m Halbmesser.

entnommen, wo sowohl für den Halbmesser  $R = 300$  m als auch für den Halbmesser  $R = 1000$  m die halbe Übergangsbogenlänge mit 100 m gewählt wurde. Zu dieser Wahl ist noch zu bemerken, daß bei Platzmangel für  $R = 300$  m auch eine kürzere Übergangsbogenlänge fahrtechnisch noch ebenso gute Dienste leisten würde, denn ein Bogen von 300 m Halbmesser kann mit den heutigen Fahrzeugen höchstens mit etwa 80 km/h befahren werden, für welche Fahrgeschwindigkeit nach Petersen eine Übergangsbogenlänge von 80 m genügen würde. Bei geschwungener Überhöhungsrampe wäre dann der größte Neigungsunterschied der beiden Schienen zwar rund  $\frac{1}{300}$ , was aber in Anbetracht der geringeren Drehbeschleunigungen und besseren Fahrzeugführung, die durch die neue Fahrbahngestaltung erreicht werden soll, höchstwahrscheinlich noch zulässig sein würde.

Die Abb. 3, 4 und 5 zeigen nun den Grundriß des Schwerpunktsweges bei verschiedener Lage des Vorbogens zum Haupt-

bahn so zu krümmen, daß im Übergangsbogenanfang ( $\ddot{U}A$ ) Anlehnung des führenden Radsatzes an der Außenschiene gewährleistet ist.

Vergleicht man den Grundriß der Schwerpunktswege in den Abb. 3, 4 und 5, so sieht man, daß in Abb. 3 mit einem Übergreifen des Vor- und Hauptbogens um 30 m der Schwerpunktsweg knapp vor  $\ddot{U}A$  eine kleine Gegenkrümmung macht: der Verlauf der Krümmung ist „flatterig“ geworden, was nicht zur Ruhe der Fahrt beitragen kann.

In Abb. 4 mit einem Übergreifen des Vor- und Hauptbogens um 50 m ist dieser Gegenbogen schon verschwunden, die Krümmung der Schwerpunktbahn im Bereich von  $\ddot{U}A$  ist aber noch sehr schwach.

Dagegen zeigt Abb. 5 mit einem Übergreifen des Vor- und Hauptbogens um 70 m bereits einen schön geschwungenen Krümmungsverlauf. Bis zu dem Punkte M, wo die beiden Überhöhungsrampen einander kreuzen, die Überhöhung also

Null ist, ist die Krümmung der Schwerpunktsbahn noch so gering, daß der Mangel an Überhöhung noch nicht störend empfunden werden kann, während von M an die Überhöhung rasch zunimmt, um bei E bereits den theoretisch richtigen Wert erlangt zu haben, weil dort der „Vorbogen“ zu Ende ist.

Ein weiteres Vortreiben des Übergreifens von Vor- und Hauptbogen auf 90 m und mehr würde zwar die Krümmung

Abb. 6 zeigt die Anordnung des Vor- und des Hauptbogens bei einem Halbmesser des Hauptbogens von 1000 m. Der Vorbogen A B C D E ist hier 400 m lang (der halbe Vorbogen hat die Länge des Übergangsbogens) wegen der größeren Fahrgeschwindigkeit, mit der dieser Bogen befahren werden kann. Das günstigste Übergreifen von Vor- und Hauptbogen ist mit rund 120 m ermittelt worden, um dem Schwerpunktsweg eine schön geschwungene Krümmung zu geben.

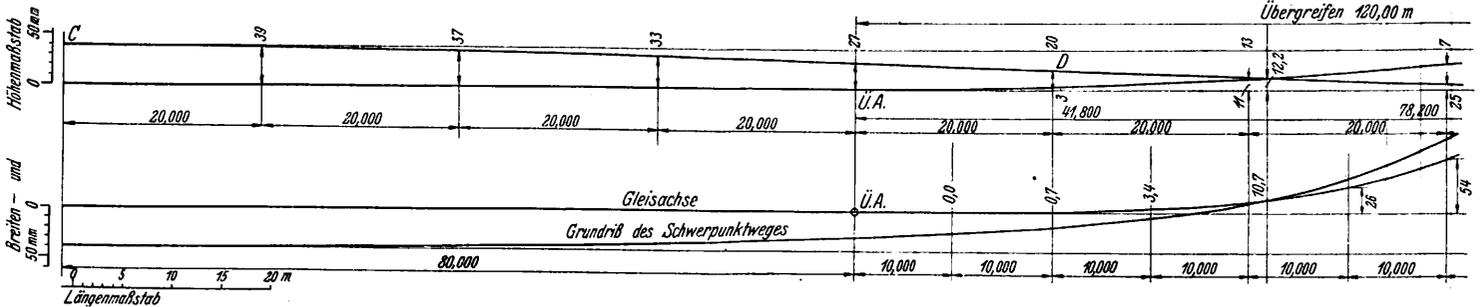


Abb. 6. Schwerpunktsweg und Übergreifen der Anrampungen um 120 m bei der Einfahrt in einen Bogen von 1000 m Halbmesser.

des Schwerpunktsweges weiter verbessern, aber auch die Abweichungen der Mittelkraft von Fahrzeuggewicht und Fliehkraft aus der Gleisachse immer mehr vergrößern, was auch

Für Bogen mit anderen Halbmessern und anderen Übergangsbogenlängen wären Zwischenwerte zu verwenden, wobei als Regel gelten kann, daß der Übergangsbogenanfang Ü.A. zwischen dem Scheitel C und dem Wendepunkt D der Überhöhungsrampe des „Vorbogens“ liegen soll.

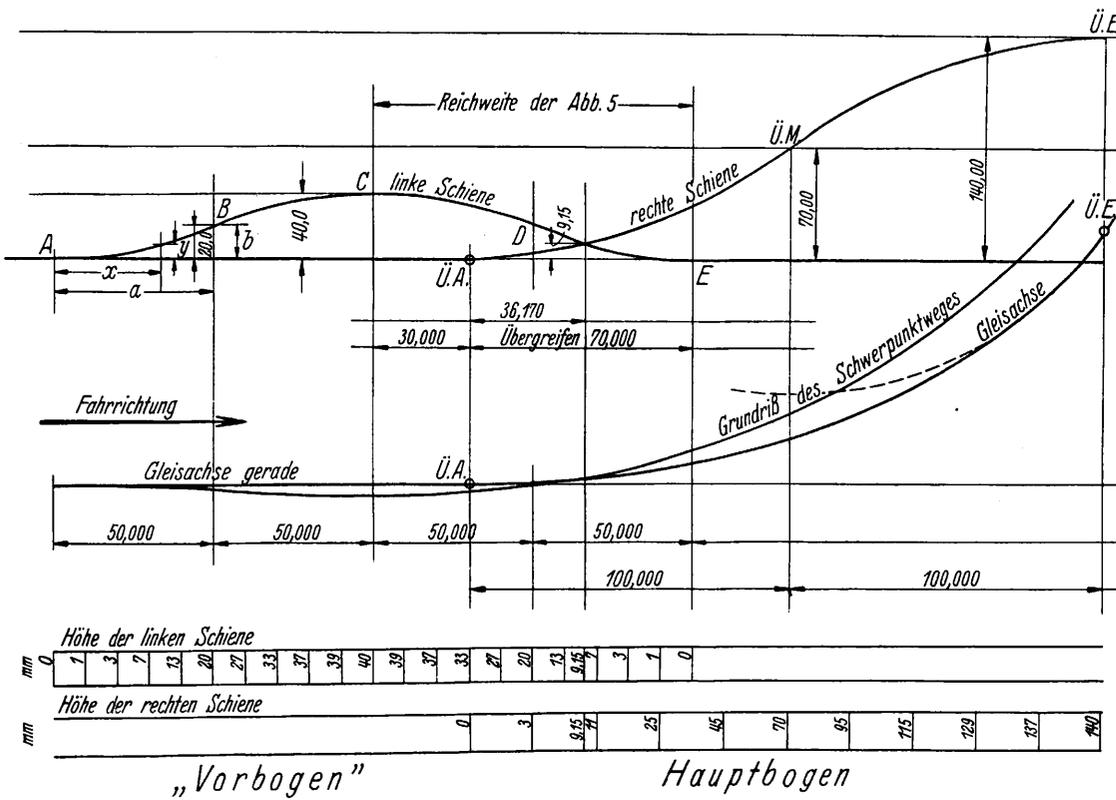


Abb. 7. Ausführungsbeispiel einer stoßfreien Krümmungseinfahrt.

nicht wünschenswert ist. Ein Übergreifen von Vorbogen und Hauptbogen in der Größe von rund 70 m dürfte bei einem Bogen von  $R = 300$  m und 200 m Übergangsbogenlänge den richtigen Ausgleich getroffen haben.

Bemerkt sei noch, daß die Schwerpunktsbahn in allen drei Fällen eine stetige Linie ist, da sie immer durch Übereinanderlagerung zweier stetiger Bogen erhalten wird. Die Anordnung nach Abb. 3 oder einer Anordnung, bei der Vorbogen und Hauptbogen noch weniger übergreifen würden, könnten aber den angestrebten Zweck des Vorbogens, die führende Achse an die Außenschiene heranzuführen, wegen des flatterigen Krümmungsverlaufes der Schwerpunktsbahn nicht erreichen, so daß eine solche Anordnung jedenfalls ausscheidet.

die Unmöglichkeit, die Lage des Gleises in der genau vorgeschriebenen Form dauernd zu erhalten, die immer wieder Anlaß zu Seitenstößen geben wird. Jedenfalls aber sollte versucht werden, ob man mit dieser neuen Gleisgestaltung der idealen, stoßfreien Fahrt wieder ein Stück näher kommen kann.

Die Durchführung solcher Versuche verursacht keine besonderen Kosten, auch ist bei jedem Gleisumbau die Verlegung der Rampen nach den in Abb. 7 angegebenen Maßzahlen leicht ausführbar. Dann wäre durch Erprobung festzustellen, ob sich der Bogen nicht ruhiger befährt und ob man im Hinblick auf die größere Ruhe der Fahrt für eine bestimmte Krümmung nicht höhere Fahrgeschwindigkeiten zulassen kann.

## Entwässerung und Abdichtung von Stütz- und Futtermauern.

Von Dipl.-Ing. Lothar Pohlenz, Reichsbahnrat.

Bei Stützmauern mit lotrechter oder nach vorn geneigter Rückfläche bietet weder eine ordnungsgemäße Abdichtung der Rückfläche noch die Abführung des hinter der Mauer auftretenden Wassers wesentliche Schwierigkeiten. Hinter der Mauer wird genügend Arbeitsraum vorhanden sein, der sowohl eine einwandfrei durchführbare Abdichtung der gesamten Rückfläche jedes Mauerabschnittes als auch saubere Hinterpackung der Mauer einschließlich Wasserfassung und -ableitung gestattet. Die Ausführungsarten sind grundsätzlich einander ähnlich; sie werden als bekannt vorausgesetzt.

Wenn dagegen Stützmauern mit überhängender Rückfläche erforderlich werden, läßt sich eine wirksame Abdichtung mit Pappe und Anstrich oder mit Anstrich allein nur auf besonderer Betonunterlage oder dergl. herstellen, die es wiederum schwierig macht, eine ordentliche Entwässerung hinter der Mauer (und hinter der Betonunterlage) herzustellen. Dasselbe gilt für Futtermauern (Verkleidungsmauern), die keinen Erd- oder Gebirgsdruck aufzunehmen haben, sondern lediglich solchen Felseinschnitten als Schutz dienen, deren Gestein stark zur Verwitterung neigt, sobald es offen daliegt und daher in steilen Böschungen nur durch den Schutz einer mit gesundem Stein hergestellten Mauer beständig wird.

Da die meisten tieferen Einschnitte in Klüften Wasser führen, sind bisher verschiedene Verfahren zur Entwässerung der Rückflächen angewandt worden, die aber sämtlich nicht vollauf befriedigten. Am wenigsten kann befriedigen, die Mauer satt an das Gebirge anzumauern. Das Wasser dringt dann wahllos auf dem Wege des geringsten Widerstandes, der mit Rücksicht auf Baufugen und ungleichmäßige Betongüte durchaus nicht immer der kürzeste ist, durch die Mauer. Selbst wenn das Wasser nicht betonschädlich ist, sind solche nasse Mauerteile zunächst ein Schönheitsfehler, später aber unter Umständen doch eine Gefahr für den Bestand der Mauer, besonders wenn der Frost in den nassen Fugen oder womöglich sogar hinter der nicht genügend starken Mauer zu wirken beginnt.

Beim vollspurigen Ausbau der Nebenbahn Heidenau—Altenberg (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. Heft 8/9, 1939) sind zahlreiche wasserführende Felsanschnitte angetroffen worden. Im folgenden wird näher erläutert, welche Maßnahmen zur Ableitung des Wassers getroffen worden sind und wie sie sich bewährt haben.

### 1. Sickerschlitze in Verbindung mit Steinpackung.

Die weitverbreitete, einfachste Art mit Sickerschlitzen in der Mauer und Steinpackung hinter jedem Sickerschlitz, durch die eine Verstopfung verhindert werden soll, wurde nicht angewandt.

Bei dem in fast allen Felseinschnitten zahlreichen wasserführenden Klüften hätten die Schlitze zu dicht aneinander angeordnet werden müssen. Störend ist weiter, daß dann das Wasser vor jedem Sickerschlitz an der Maueransichtsfläche herabläuft. Auch bei vorzogenem Auslauf mit Tropfnase läßt sich das infolge der meist geneigten Mauervorderseite und bei Wind nicht vermeiden.

### 2. Sickerschlitze in Verbindung mit Sammelrohren hinter der Mauer.

Im südlichen Voreinschnitt des Geisingtunnels und in dem 1936 hergestellten Teil der Bruchstein-Futtermauer im Tiefeinschnitt oberhalb Geising (Abb. 1) ist hinter der Mauer, die satt an das Gebirge angemauert worden ist, ein Netz flach in 1:10 geneigter Sammelstränge aus Dränrohren von 5 cm bis 10 cm Durchmesser mit senkrechten Absturzsträngen an-

geordnet. Die flach geneigten Stränge liegen in rund 2 m Abstand und sind in eine Splittpackung von etwa 10 cm Mantelstärke eingebettet. Die senkrechten Stränge in 8 bis 10 m Abstand bestehen im Tunnelvoreinschnitt aus Dränrohren von 10 cm Durchmesser. Im Tiefeinschnitt oberhalb Geising sind hierzu übereinandergesetzte, am Bauplatz angefertigte Würfelsteine aus Grob beton, 30 . 30 . 30 cm groß, verwendet worden, in denen parallel zur Mauerrückfläche waagerechte und senkrechte zylindrische Hohlräume von 10 cm Durchmesser ausgespart sind. An die senkrechten Stränge schließen sich die Sickerschlitze (Sickerentwässerungsrohre) durch den Mauerfuß an, die in den offenen Bahngraben ausmünden.

Die Ausführung hat nicht restlos befriedigt. Das Wasser sucht sich an vielen Stellen seinen Weg noch unmittelbar durch die Mauer (Abb. 1). Der Weg durch die Mörtelfuge hinter der Mauer in die Sickerstränge ist dem Wasser also unbequemer als durch die Mörtelfugen der Mauer selbst. Auch als die waagerechten Stränge daraufhin enger gelegt wurden, war der Erfolg nicht grundlegend besser.

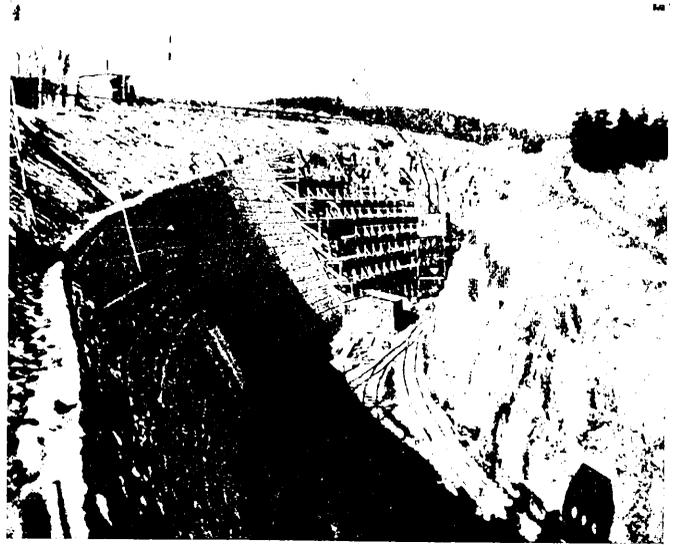


Abb. 1. Bruchstein-Futtermauer im Tiefeinschnitt oberhalb Geising (Bauzustand November 1936).

### 3. Durchgehende Sickerpackung mit Sammelrohren hinter der Mauer.

Bei dem 1937 ausgeführten Teil der Mauer im Tiefeinschnitt Geising wurden die Sammelrohre wie vorstehend beschrieben beibehalten. Die Mauer selbst wurde aber nicht mehr satt an das Gebirge gemauert. Zwischen Gebirge und Mauer liegt eine rund 10 cm starke Sickerschicht, die dadurch entstanden ist, daß die Fuge zwischen Bruchsteinmauer und Fels und die Fugen zwischen den Bruchsteinen im hinteren Teil der Mauer hohl belassen wurden (Abb. 2).

Die Mauer ist im großen ganzen gut trocken geblieben. Lediglich bei starkem Wasserzutritt nach länger dauernden Niederschlägen tritt an einigen, anscheinend nicht ganz sorgfältig hergestellten Mörtelfugen in geringem Maße Feuchtigkeit aus.

Ähnlich, jedoch mit besonderer, etwa 30 cm starker Sickerschicht, die nach Art von Trockenmauerwerk ohne Fugenfüllung hergestellt worden ist, ist eine Futtermauer unterhalb des Piltunnels entwässert. Sie bietet eine völlig trockene Ansichtsfläche dar.

4. Sickerbeton mit Sammelrohren und Abdichtung hinter der Mauer.

a) Sickerbeton.

Bei den Futter- und Flügelmauern der Portale des Pilztunnels und des Gleisbergtunnels bei Glashütte ist die 25 bis 40 cm starke Sickerschicht hinter der Mauer aus Sickerbeton hergestellt worden (Abb. 3). Kiesel oder Splitt von 15 bis

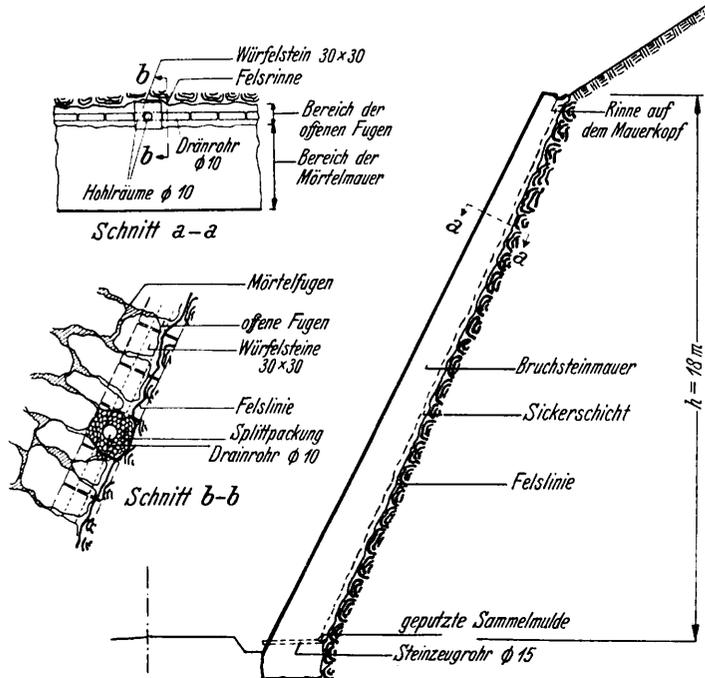


Abb. 2. Schnitte durch die Bruchstein-Futtermauer im Tiefeneinschnitt oberhalb Geising (Bauteil 1937).

30 mm Korngröße (je einförmiger das Korn, desto besser die Wirkung) wird mit Sand-Traßzementschlempe 1:1 in solcher Steife hergestellt, daß die Gesteinsteile allseitig benetzt werden, die Zwischenräume aber frei bleiben. Der hierbei erforderliche Wasserzusatz wird nach wenigen Versuchen einwandfrei getroffen (Abb. 4). In den Sickerbeton wird bei stärkerem

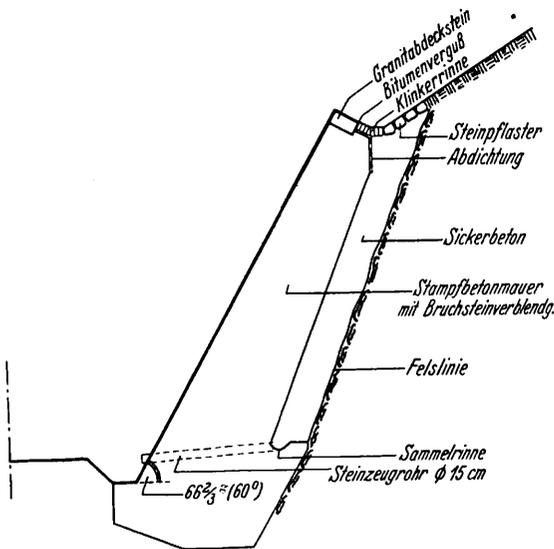


Abb. 3. Futtermauer am Pilztunnel. Nordostportal.

Wasserzutritt zweckmäßig ein Sickerstrangnetz wie unter 3 eingelegt. Die Sickerschicht steht nach dem Erhärten selbst mit lotrechtem vorderen Abschluß anstandslos 4 bis 5 m hoch frei (Abb. 4 und 5). Bei entsprechend größerer Stärke der Schicht lassen sich noch größere Höhen erreichen. Selbst

größere Mauern können so in einem einzigen oder wenigen Abschnitten aufgeführt werden.

b) Abdichtung.

Die vorstehend unter 4a und 3 beschriebene Ausführung befriedigt, wenn das Gebirgswasser nicht betonschädlich ist. Greift es aber Beton an, so wird die Mauer von der Rückseite her langsam zersetzt, obwohl die Zerstörung zweifellos beträchtlich langsamer vor sich gehen wird als bei der Ausführung nach 1 und 2.

Um die Mauerrückfläche dagegen zu schützen, könnte man auf die lose Steinpackung nach 3 eine Ausgleich- und Schutzschicht aus Beton aufbringen, die als Grundlage eines Bitumenanstrichs oder einer Papp- lage dient. Hinderlich ist dabei, daß die Stein- packung und die Beton- schicht nur in niedrigen Abschnitten standfest sind und die ganze Ab- dichtung nur in Stück- und Flickwerk ausführbar

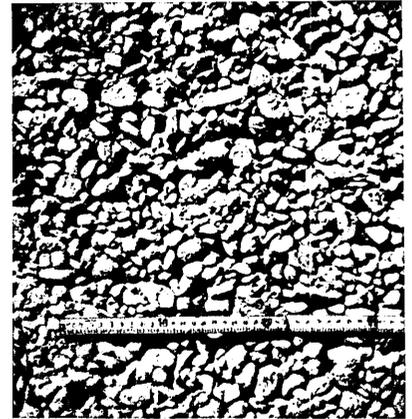


Abb. 4. Ausschnitt aus einer lot- rechten Abschlußfläche von Sicker- beton (Gleisbergtunnel-Südportal).

ist. Diese Art der Ausführung ist daher nicht angewandt worden. An die Sickerbetonschicht nach 4a kann dagegen ohne weiteres eine Feinschicht als Träger von Schutz- anstrichen oder Dichtungsbahnen angebracht werden. Der Mauerbeton kann auch durch eine Klinkerschicht in Bitumen- mörtel geschützt werden. Bei hochwertigen Bauteilen, z. B. Tunnelwiderlagern, kann beides (Klinkerschutz und Papp- dichtung) angeordnet werden. Diese Art der Entwässerung und des Betonschutzes stellt das höchstwertige der hier beschriebenen Verfahren dar. Es vermeidet schwer zu über- wachende Abdichtungsarbeiten in engem Arbeitsraum, spart den Felsausbruch hierfür (damit auch Bauzeit) und gewähr- leistet einwandfreien Schutz des Bauwerks- betons vor Wasser. Trotz der verkürzten Bauzeit ist der Aufwand für Schalung usw. nicht größer als bei hinter- packten Mauern, da so- wohl Sickerbeton als auch Mauerwerk nureinhauptig geschalt werden.



Abb. 5. Gleisbergtunnel. 5 m hoch freistehende Wand von Sickerbeton am Südportal.

An den Portalflügeln (Abb. 3) ist zwischen Sickerbeton und Mauer keine Abdichtung eingebaut. Die Mauern sind trotzdem ganz trocken geblieben. Im Pilztunnel, der leicht angreifende Gebirgswasser aufweist, sind die Widerlager gegen die Sickerschicht hin abgedichtet.

Bei der Entscheidung, wo Sickerschichten anzuordnen sind, ist maßgebend, daß tiefe Einschnitte mit wasserführenden Klüften wie auch Tunnelröhren genau wie Dränleitungen wirken und das Wasser im Laufe der Zeit gleichsam ansaugen. Stellen, die bei gewöhnlicher Witterung dauernd glänzend naß sind oder sogar laufen, müssen stets eine Sickerschicht erhalten.

Zweifelhaft können jene Stellen sein, die nach nassem Wetter gerade nur leicht feucht sind. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß selbst solche, geringfügige Wasserzutritte durch das Mauerwerk hindurchdringen, wenn keine Sickerschicht hinter der Mauer vorhanden ist. Als Grundsatz muß daher gelten, daß auch beim geringsten Wasserzutritt der Wink der Natur verstanden und die Sickerschicht angeordnet wird.

Mit der Stärke der Futtermauern, hinter denen Sickerschichten eingebaut sind, geht man keinesfalls unter 0,80 m bis 1,00 m, damit man vor jeder Frostgefährdung sicher ist. Die Mauer im Tiefeinschnitt Geising ist bei rund 18 m größter Höhe am Fuß i. M. 1,60 m, am Kopf i. M. 0,80 m stark. Das letztgenannte Maß erscheint bei der Gebirgslage Geising (600 m über NN) noch knapp. Die Neigung der Futtermauern wird im allgemeinen zwischen den Grenzen 2:1 (rund 75 g) und 1:1 (50 g) liegen. Bei steileren Mauern besteht die Gefahr des Ausknickens und im Grenzfall der senkrechten Mauer des Umkippen, weil die Mauer infolge der verhältnismäßig geringen Stärke wenig steif ist. Das gilt für satt an den Fels anbetonierte Mauern ebenso wie für die mit hinterer Entwässerungsschicht, weil auch bei satt anbetonierte Mauern die Fuge zwischen Fels und Mauer, besonders bei Wasserzutritt, keine Belastungen verträgt. Bei steilerer Neigung als 2:1 wird man in jedem Falle entweder auf besondere Verankerung der Futtermauern oder aber auf in sich standfeste Ausführungen (Stützmauern) zukommen.

Bei flacheren Neigungen als 1:1 wird im allgemeinen der Bereich des Böschungspflasters erreicht. Auch hier gilt bei Wasserzutritt die Forderung, entweder unter dem Zementmörtelpflaster eine Sickerschicht anzuordnen oder aber das Pflaster mit beweglichen Fugen trocken zu verlegen.

## Die Weiterentwicklung des Drehscheiben-Rollschemels „System Marjolle“ zur Kreisschiebebühne.

Von Oberreichsbahnrat Dr. Ing. Köhle, Mitglied der Reichsbahndirektion Saarbrücken.

In meinem Aufsatz über den Drehscheiben-Rollschemel zum Umsetzen von Eisenbahnwagen „System Marjolle“ im Heft 18 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. vom 15. September 1938, Seite 341 bis 345, hatte ich am Schluß erwähnt, daß Herr Marjolle beabsichtige, den fahrbaren Drehscheiben-Rollschemel, dessen Zweck, Anordnung, Bauart, Betriebsweise und Vorteile als bekannt vorausgesetzt werden, weiter zu entwickeln, so daß man den Rollschemel als selbständiges Gerät ohne Drehscheibe wie eine Schiebebühne zum Umsetzen von Wagen verwenden kann. Die bisherige einwandfreie und wirtschaftliche Betriebsweise des Drehscheiben-Rollschemels, von denen die ersten beiden auf dem Güterbahnhof Paris-La-Villette schon seit über drei Jahren und drei weitere in staatlichen Gleisanschlüssen seit einem Jahr in Betrieb sind, berechtigt zu der Annahme, daß man durch Verlängerung des Achsstandes des Rollschemels von bisher 3,45 m auf 6,7 oder bis zu 10 m die teuren ortgebundenen Wagendrehscheiben vollständig ersetzen und außerdem einen solch vergrößerten Rollschemel gleichzeitig auch wie eine Schiebebühne zum Umsetzen von Wagen zwischen gleichlaufenden Gleisen mitverwenden kann, wie dies die nachstehenden drei Abbildungen veranschaulichen.

Im Hinblick auf die erweiterte Verwendungsmöglichkeit des Rollschemels als Schiebebühne hat Herr Marjolle dem vergrößerten Rollschemel den Namen „Kreisschiebebühne“ (Chariot transbordeur circulaire) beigelegt.

### A. Beispiele für die Anlagen.

Im einzelnen ist aus den drei Abbildungen folgendes zu ersehen:

I. Abb. 1. Diese zeigt, wie ein Verkehrsgleis A mit einem

Wesentlich ist auch, daß man alles oberhalb der Mauer oberflächlich anfallende Wasser von der Sickerschicht dadurch fernhält, daß eine Rinne auf der Mauer gut in das anschließende Gelände eingebunden wird. Man vermeidet so unnötige Belastung und Verschmutzung der Sickerschicht hinter der Mauer.

Ist das zudringende Gebirgswasser betonangreifend, so wird der Sickerbeton später zur Sickerkieselschicht. Hieraus können irgendwelche Gefahren nicht entstehen, weil ja die Kiesel schon dicht aneinander sitzend eingebracht und gestampft werden.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für Sickerbeton ergibt sich, wie eingangs bereits angedeutet, für unterschrittene Stützmauern. Wenn eine Entwässerung nötig ist, hat man bisher den Arbeitsraum des Bodenaushubs für Schalung und Abdichtung unnötig weit treiben müssen. Neben erhöhten Aushubkosten entstehen dergestalt oft hohe Kosten für die Aussteifung der Baugrube. Beide werden vermindert, wenn eine verhältnismäßig schwache Sickerbetonschicht hinter der Mauer angeordnet wird, auf die die Abdichtung wie beschrieben aufgebracht wird (Abb. 6).

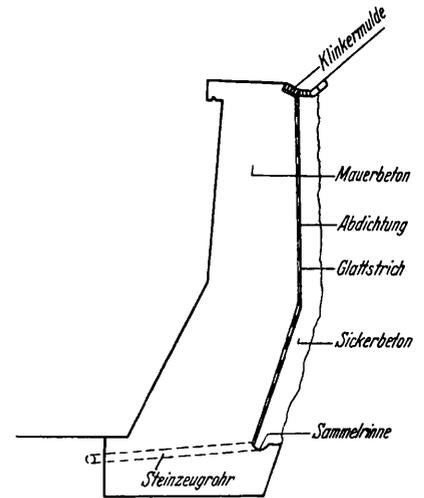


Abb. 6. Stützmauer mit Abdichtung und Sickerbeton-Entwässerung.

Gleis B, das es in Schienenhöhe unter schieferm Winkel schneidet, ohne Drehscheibe oder Weiche in der Kreuzung X lediglich durch eine „Kreisschiebebühne“ in Verbindung gebracht werden kann. Diese Kreisschiebebühne rollt wie der Drehscheiben-Rollschemel auf den in Schienenhöhe verlegten Eisenplatten c und ist mittels zweier Führungsarme geführt, die in der Zwangrinne (Schlitzkanal) n laufen, sie beschreibt beim Rollen einen Kreisbogen um den Mittelpunkt (Schnittpunkt o der Achsen der Gleise A und B), dessen Halbmesser so groß sein muß, daß einerseits das Rollen leicht geht und andererseits die Kreisschiebebühne nach der Drehung eine Ruhelage a'—a auf ihrem Rollweg einnehmen kann, ohne den Verkehr auf den Gleisen A und B durch die Auflaufschienen a' zu behindern.

II. Abb. 2. In dieser Abbildung ist eine Lage angenommen, bei der das Nachbargleis B die Verkehrsgleise A und A' nicht schneiden, dagegen in einer Sackgasse (stumpf) auslaufen kann. In diesem Fall kann man auf die Auflaufschiene a' verzichten, die Kreisschiebebühne kann in der Ruhelage auf dem Gleis B verbleiben.

Die beiden Abb. 1 und 2 genügen, um zu zeigen, daß die Beispiele beliebig verändert werden können.

III. Abb. 3. Man kann wie in Abb. 3 dargestellt, auch zwei sich senkrecht schneidende Verkehrsgleise A und B annehmen, die mittels der Kreisschiebebühne die Nachbargleise C, D, E bedienen, die in Sternform auf den Achsschnittpunkt o zulaufen.

### B. Vorteile der „Kreisschiebebühne“.

Die Kreisschiebebühne bringt folgende Vorteile:

1. Wirtschaftlicher Ersatz einer Drehscheibe an Punkten, wo der Verkehr die Aufrechterhaltung eines solchen Gerätes

nicht erlaubt, durch eine Kreisschiebebühne, die überdies die Möglichkeit bietet, Wagen größeren Achsstandes aufzunehmen, als es eine Drehscheibe gestatten würde.

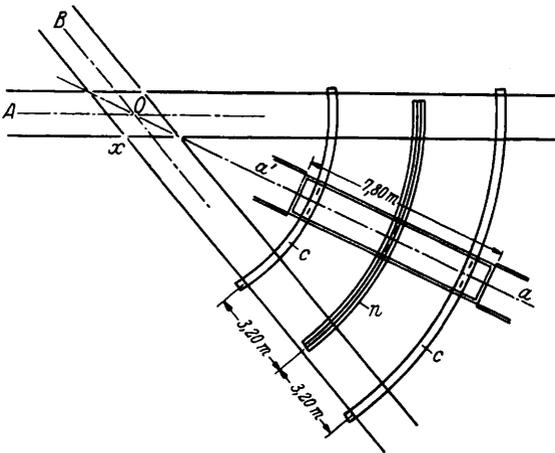


Abb. 1.

2. Die Möglichkeit, ein Gleis B an einem Punkt anzulegen, wo dies bisher nicht verwirklicht werden konnte (siehe Abb. 2), da das Gleis A wegen des Verkehrs nicht mit einer Drehscheibe ausgerüstet werden kann, die ständigen Hindernisse sich dem

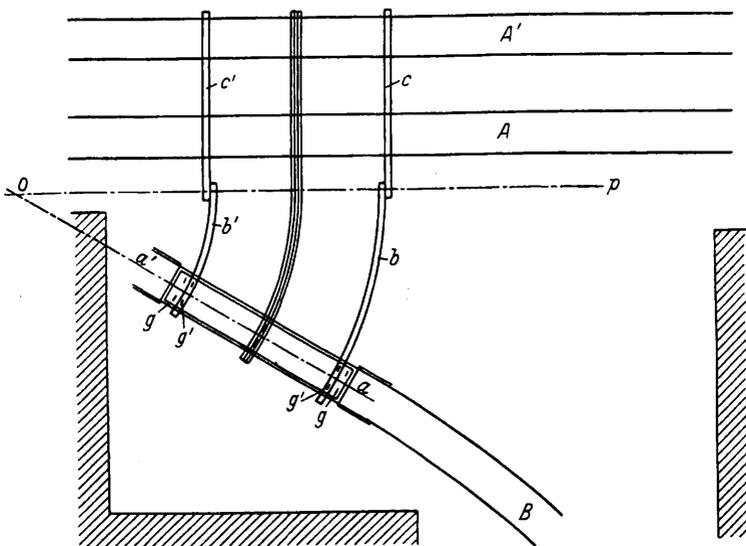


Abb. 2.

Einbau einer Weiche mit dem erforderlichen gekrümmten Verbindungsgleis entgegenstellen und eine gewöhnliche Schiebebühne nicht verwendet werden kann, weil das Gleis B gar nicht mit dem Gleis A gleichlaufend angelegt werden kann.

3. Die Möglichkeit im Fall der Abb. 2, die Kreisschiebebühne als gewöhnliche Schiebebühne zu benutzen, um Wagen

von Gleis A' auf Gleis A und sogar von Gleis A' auf Gleis B zu leiten dadurch, daß man die Schiebebühne mit zusätzlichen 15 mm erhöhten Laufrollen g' ausrüstet, die auf kreisrunden Rollwegen b und b' zwischen den Gleisen A und B von der Linie o p bis auf das Gleis B rollen.

Solche Zusatzrollen hat auch schon der Drehscheiben-Rollschemel, wenn er zwischen gleichlaufenden Gleisen seine Ruhelage erhält (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. Heft 18 vom 15. September 1938, S. 343, Abb. 4, „Fahrstellung P“).

Eine Kreisschiebebühne der vorbeschriebenen Art ist bis jetzt noch nicht ausgeführt, sie ist jedoch dem Herrn Marjolle im deutschen Patentbrief schon geschützt. Zweifellos gibt es in der Praxis z. B. in Fabriken, Hafengleisanschlüssen, Reichsbahnausbesserungswerken, Gas- und Elektrizitätswerken, Oberbaustofflagern, Wehrmachtarsenalen, Werften, Lagerplätzen

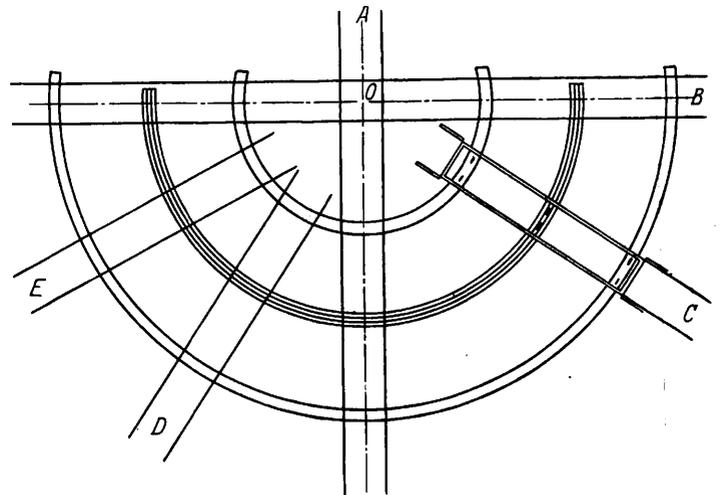


Abb. 3.

Örtlichkeiten, wo es sehr vorteilhaft und bequem wäre, einen Rollschemel zu besitzen, der in der Lage ist, in senkrechter Richtung und im Kreisbogen zu rollen, um sowohl gleichlaufende wie auch sich schneidende Gleise bedienen zu können. Es bedarf dann außer der Beschaffung der Kreisschiebebühne nur der besonderen Anlage der Zwangrille für die Führungsarme und der ebenen eisernen Rollbahnen gemäß Org. Fortschr. Eisenbahnwes. Heft 18 vom 15. September 1938, S. 343, Abb. 4 (Schnitt EF).

Wie der Drehscheibenschemel, so kann auch die Kreisschiebebühne die Eisenbahnen in den Stand setzen, ihre eigenen Anlagen leistungsfähiger auszugestalten, alte Kunden zurückzugewinnen und neue Anschließer zuzuführen, die bisher die hohen Kosten für Drehscheiben und Weichen und den damit verbundenen Abbruch von Gebäuden gescheut haben. Die Kreisschiebebühne ermöglicht dem Anschließer die höchste Ausnutzung des Geländes und den billigsten Gleisanschluß.

## Rundschau.

### Rauchgasschäden an Bauwerken.

Die Schäden, die die Lokomotivrauchgase an Betonbauwerken und Eisenteilen verursachen, die ihnen ungeschützt ausgesetzt sind, konnten an dem großen Chicagoer Postgebäude besonders handgreiflich bemerkt werden, das sich in einer Breite von rund 110 m bei einer Länge von über 240 m über die 14 Gleise des Union-Bahnhofs erstreckt. Die Rauchgase von rund 2000 täglich durchfahrenden Zügen werden gesammelt durch große Rauchabzüge innerhalb des Riesengebäudes über Dach geführt. Nach einem vierjährigen Betrieb konnten 750 t Ruß und Flugasche entfernt werden, gleichzeitig wurden aber sehr schwere Schäden an den Teilen der mechanischen Rauchgasabsaugungsanlage, dem Beton-

mauerwerk und allen freiliegenden Eisenteilen festgestellt. Das Postgebäude liegt unmittelbar südlich des Union-Bahnhofs und wurde 1931/32 so erbaut, daß es den für die 14 Einfahrgleise benötigten Raum genau überdeckt. 1936 wurden bereits die schweren Schäden entdeckt, an deren Beseitigung bis jetzt gearbeitet wurde. Dabei erwies sich, daß die bauliche Lösung nicht glücklich getroffen war. Unterhalb des ersten Stockwerkes des zwölf Stockwerke hohen Postgebäudes ist unmittelbar über einer Zwischendecke ein durchgehendes Rauchsammelgeschoß eingebaut. Seine Decke ist wegen der starken Unterzüge des Gebäudes, die in sie eingebaut sind, stark zerklüftet; sie trägt außerdem an freihängenden Zugstangen die genannte Zwischendecke, die unmittelbar über dem Fahrzeug-

profil eingebaut ist, und die Rauchgase der Lokomotiven durch gußeiserne Abzugskästen über den Schienen in das Rauchsammelgeschöß übertreten läßt. Dadurch wurde zwar erreicht, daß in dem Kellergeschöß, in dem die 14 Gleise liegen, verhältnismäßig erträgliche Luftverhältnisse und einigermaßen brauchbare Sicht auch bei regem Zugverkehr herrschen, aber in dem Rauchsammelgeschöß stauten sich die Rauchgase, gaben ihre Flugasche und Ruß ab, die schwefligen Dämpfe schlugen sich nieder, und durch die zerklüftete Deckenform und die nach architektonischen, nicht strömungstechnischen Gesichtspunkten angeordneten acht Rauchabzugsschächte, deren Rauchgassauger außerdem zu klein bemessen worden waren, blieb die Entlüftung einerseits unbefriedigend, während andererseits die Zerstörungen an Eisenteilen und Beton schnell fortschritten. Dazu trug insbesondere der Niederschlag der schwefligen Dämpfe bei, der nicht abfließen konnte, sich auf der Zwischendecke ansammelte und äußerst schnell zerstörend wirkte; die stählernen Zugstangen der Zwischendecke, obwohl aus einem hochwertigen 14%igen Chromstahl gefertigt, wurden schnell durch Korrosion zerstört. Dabei handelte es sich um nicht weniger als 14 000 solcher Hängestangen! Zunächst zeigten sich schwere Korrosionserscheinungen an den Rauchgassaugern, die deren Leistung stark herabsetzten. Dadurch wurde die Wirkung der ganzen Anlage unbefriedigend; an Tagen geringen Luftdruckes und hoher Luftfeuchtigkeit gelang es nicht mehr, die Gleise von Lokomotivqualm zu befreien. Die Besichtigung des Rauchgassammelgeschosses zeigte bereits Anhäufungen von Ruß, Flugasche und Niederschlagsmengen bis 400 mm Dicke, deren Beseitigung während des Bahnbetriebes nur jeweils in wenigen Nachtstunden mühevoll möglich war und erschreckende Zerstörungen an den Eisenteilen und am Beton freilegte. Die feuerhemmende Betonumhüllung der schweren Unterzüge des Gebäudes war auf große Längen zerstört, viele der Hängestangen gebrochen oder ganz aufgezehrt. Während der Erneuerungsarbeiten mußten vielfach Gleise wegen der Einsturzgefahr gesperrt werden, obwohl dies den Eisenbahnbetrieb empfindlich störte. Prüfungen an den Hängestangen zeigten ein Zurückgehen der Zerreißeigenschaft auf den vierten Teil des Wertes im Einbauzustand, verursacht durch falsche Feuerbehandlung bei der Zurichtung an der Einbaustelle und durch Gefügezerstörung. Daraufhin mußten fast 7000 dieser Hängestangen ersetzt werden; es wurde nunmehr ein gewöhnlicher Baustahl geringerer Zerreißeigenschaft verwendet, aber die Stangen auf die ganze Länge durch Umkleiden mit einer plastischen Masse gegen weitere Angriffe geschützt. Gleichzeitig wurde die ganze Zwischendecke umgestaltet, die über den Gleisen liegt: Sie erhielt zunächst unterteilt allseitige ausreichende Neigung und häufige Entwässerungen, um die Niederschlagsmengen sicher abzuleiten; nach langwierigen Versuchen wurde für die Oberfläche eine Mischung gefunden, die aus einem Teil Portlandzement, drei Teilen emulgiertem Asphalt und elf Teilen verschiedenen anderen Beimischungen besteht, und die einesteils begehbar ist, andernteils gute Widerstandsfähigkeit gegen Wasser- und Säureangriff aufweist. Nach der Auswahl der Mischung selbst bereitete noch die Frage ihrer Aufbringung erhebliche Schwierigkeiten; eine ortsfeste Mischanlage konnte im Gleisgeschöß neben den Gleisen aufgestellt werden, und die einzelnen Bestandteile der Mischung wurden durch Leitungen bis zu 200 m Länge der augenblicklichen Arbeitsstelle durch Druckluft zugeführt und dort durch eine Zementkanone gemischt und aufgebracht. Dann begannen die Arbeiten zur Ausbesserung der feuerhemmenden Umhüllung der Unterzüge, die gleichfalls sehr starke Zerstörungen aufwies. Gleichzeitig wurde die Rauchgasabsaugung erheblich verbessert. Gegenüber den zunächst vorhandenen 15 Saugzuganlagen, die in der Hauptsache in Schornsteine in den vier in den Ecken des Gebäudes liegenden Türmen förderten und die Rauchgase über Dach drückten, wurden jetzt fast durchweg leistungsfähigere Saugzuganlagen eingebaut und ihre Zahl außerdem um drei vergrößert, so daß die gesamte Leistungsfähigkeit auf das rund zweieinhalbfache stieg. Bei den Neuanlagen wurde mit Hilfe von Beobachtungen der Luftströmung festgestellt, wo tote Räume oder Stockungen aufgetreten waren, und hier die Neuanlagen angesetzt. Zum Schutze gegen weitere Angriffe erhielten alle Saugzuganlagen einschließlich der Luftzuführungskanäle einen metallischen Bleiüberzug. Die ganzen Arbeiten konnten zunächst nur mit Hilfe von Gasmasken ausgeführt werden; später wurde es möglich, einzelne Abteilungen durch Zwischenwände abzugrenzen, so daß in ihnen

ohne besondere Atmungsbeschwerden gearbeitet werden konnte. Dabei wurde für eine reichliche Frischluftzuführung durch fahrbare, auf Eisenbahnwagen eingebaute elektrische Lüfter gesorgt, die mit biegsamen Rohrleitungen angeschlossen wurden. Die gesamten Wiederherstellungsarbeiten erforderten einen Zeitraum von über zwei Jahren.

Günther-Gleiwitz.

(Rly. Age, Sept. 1938.)

### Bremsversuche auf französischen Verschiebebahnhöfen.

Bei der großen Bedeutung des Verschiebedienstes für die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes haben die französischen Eisenbahnverwaltungen diesem Dienstzweig in den letzten Jahren ihre besondere Aufmerksamkeit zugewendet, wobei namentlich die Ausführungen in Deutschland (System Fröhlich und Jordan) und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika als Vorbilder gedient haben. Zwei französische Verschiebebahnhöfe sind am Ablauffberg mit den anschließenden Ablauffgleisen durch Ausgestaltung der Gleisneigungen und Einbau von Bremsvorrichtungen unter stetigen Versuchen vervollkommen worden. Zur Ausführung der Versuche wurde das Nordende des Verschiebebahnhoofs Saint-Germain-au-Mont-d'Or gewählt, der 20 km nördlich von Lyon liegt und eine durchschnittliche Tagesleistung von 900 bis 1000 Wagen hat. Es wurden dort folgende Anlagen ausgeführt:

1. Erhöhung des Ablauffrückens.
2. Anbringung von zwei Gleisbremsen Muster 27 Westinghouse je 11,50 m lang auf der Gefällstrecke des Ablauffberges.
3. Anbringung von zwei Gleisbremsen Muster 27 je 6,70 m lang auf dem Zuführungsgleise zu einem der Gleisbündel.
4. Anbringung einer Hemmschuhbremse (Muster Deloison) mit einer Wirkungslänge von 25 m auf dem vorgenannten Gleise vor den beiden Gleisbremsen.
5. Anbringung je einer Ablenkvorrichtung für Hemmschuhe auf den übrigen Zuführungsgleisen zu den Gleisbündeln.

Abb. 1 zeigt diesen Zustand im Lage- und Höhenplan. Obgleich die Neigung des Ablauffrückens in Rücksicht auf sonstige Anlagen nicht so steil wie erwünscht gestaltet werden konnte, waren die Ergebnisse im Verschiebedienst auch beim Fehlen der Gleisbremsen dann befriedigend, wenn starker Südwind (Gegenwind) wehte. Bei ruhigem Wetter erreichten die ablaufenden Wagen jedoch eine so hohe Geschwindigkeit, daß die mit Hand aufgelegten Hemmschuhe vielfach auf eine Entfernung von 120 bis 150 m mitgeschleppt wurden, wofür der erforderliche freie Raum nicht vorhanden war. Außerdem wurden die Hemmschuhleger hierbei starker Ermüdung ausgesetzt.

Die ersten Gleisbremsen wurden auf der Gefällstrecke des Ablauffrückens eingebaut. Die Ergebnisse waren zunächst bei ruhigem Wetter zufriedenstellend, jedoch war die Geschwindigkeit der Wagen in den Gleisbündeln immer noch sehr stark. Dieser Übelstand wurde durch Bremsvorrichtungen auf den vier Zuführungsgleisen zu den Gleisbündeln behoben. Auf dreien der Zuführungsgleise wurde die Bremsung dadurch bewerkstelligt, daß Hemmschuhleger Bremschuhe auflegten, die dann in üblicher Weise aus den Gleisen abgeworfen wurden. Auf dem vierten Zuführungsgleis wurden versuchsweise zwei Gleisbremsen Westinghouse von je 6,70 m Länge Muster 27 und ein elektrischer Hemmschuh Deloison, der schon seit einigen Jahren auf anderen französischen Eisenbahnen im Gebrauch ist, eingebaut. Da es Schwierigkeiten machte, den Hemmschuh bei verstärktem Wagenablauf zwischen zwei sich folgenden Wagen aufzulegen, wurde der Gebrauch bald aufgegeben. Dagegen schienen die Gleisbremsen die Geschwindigkeit der Wagen nach Wunsch zu regeln. Da für diesen Zweck die beiden vorhandenen Gleisbremsen noch keine genügende Geschwindigkeitsermäßigung hervorriefen, wurde eine dritte Gleisbremse gleicher Bauart und gleicher Länge eingelegt in dem Bestreben, eine Bremsung der Wagen auf den Gleisbündeln ganz entbehrlich zu machen. Bei Wagenablauf in längeren Zeitabständen waren die Ergebnisse befriedigend und das Eingreifen der Hemmschuhleger beinahe ausgeschaltet. Wenn jedoch der Ablauf drei Wagen in einer Minute überschritt, so wurde die Bedienung der Weichen des Gleisbündels wegen langsamen Laufes der Wagen schwierig oder sogar unmöglich. Diese Schwierigkeit konnte durch Änderung der Neigungen der Ablauffgleise beseitigt werden, wie sie auf Abb. 1 punktiert dargestellt ist. Hiernach ist am Ende der Gleisbremsen in die Rangiergleise eine Horizontalstrecke von etwa 100 m Länge eingelegt, so daß die

ablaufenden Wagen die Rangiergleise mit einer Geschwindigkeit unter 4 km/h erreichen, bei welcher ein Stoß auf eine stehende Wagengruppe nicht von Nachteil sein kann. Die erwähnte

etwas verschärft und dadurch eine zu große Geschwindigkeitsermäßigung der Wagen am Fuß des Ablaufberges vermieden wird, was ein schnelleres Freiwerden der Verzweigungsweichen zur Folge hat. Die so erzielten Erfolge im Ablaufdienst waren sehr befriedigend. Hemmschuhleger (je einer für fünf Gleise) brauchten selbst dann nicht einzugreifen, wenn die Lauffolge der Wagen 7 oder 8 in der Minute erreichte.

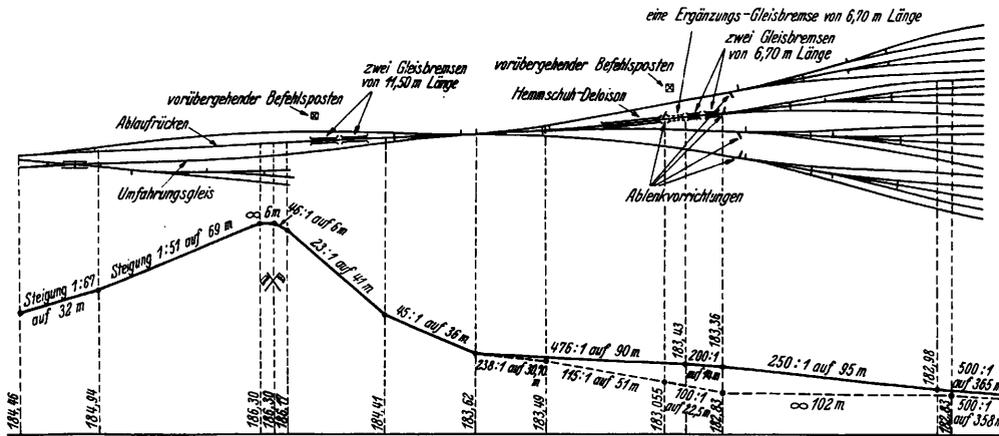


Abb. 1.

Neigungsänderung bringt außerdem die Vorteile, daß die Neigung innerhalb der Gleisbremsen vergrößert und dadurch ein etwa in

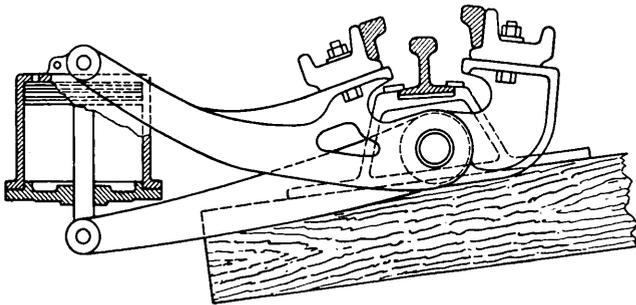


Abb. 2.

ihnen zum Stehen gekommener Wagen schon bei Lösen der Gleisbremse wieder in Bewegung gerät, daß ferner die Neigung der unmittelbar an den Fuß des Ablaufberges anschließenden Weichen

Seiten der Schiene nebeneinander und sind gelenkartig miteinander verbunden. Die Gewichtsverteilung der einzelnen Teile der Gleisbremse ist so bemessen, daß im Ruhezustand die Bremsbacken von der Schiene abstehen. Die Druckluft kann den Zylindern in vier festen Druckstufen zugeführt werden, nämlich 2, 3.5, 5.5, und 8 kg/cm<sup>2</sup>, wobei jeder Zylinder für sich geregelt werden kann. Mit den in den vier Zuführungsgleisen zu den Gleisbündeln verlegten Gleisbremsen kann die lebendige Kraft eines zweiachsigen Wagens von 100 tm und eines Drehgestellwagens von 170 tm aufgenommen werden. Die Hebel zur Bedienung der Gleisbremsen sind in einer kleinen reichlich mit Fenstern ausgestatteten Bude untergebracht. Bei Besetzung mit zwei Bediensteten kann ein Wagenablauf von acht in der Minute erreicht werden, bei Besetzung mit nur einem Mann können fünf Wagen ablaufen. Die letztgenannten Gleisbremsen haben sich mehrere Jahre auf beste bewährt, so daß noch ein anderer Verschiebebahnhof, nämlich Chasse im südlichen Frankreich, in ähnlicher Weise wie Saint-Germain ausgestattet wurde. Sr.

(Revue générale.)

## Verschiedenes.

### Reichsbahn-Omnibus-Fernlinie Berlin—München eröffnet.

Die Reichsbahn eröffnete kürzlich eine neue Fernomnibuslinie, die von der Hauptstadt des Reiches zur Hauptstadt der Bewegung und zurück führt. Der Verkehr wird auf dieser Strecke mit einem von den Gaubschat-Fahrzeugwerken in Berlin-Neukölln gebauten zweiteiligen Omnibuszug bedient. Seine Besonderheit liegt in der starrgekuppelten Verbindung mit dem selbstspurenden Anhänger mit Allradlenkung. Ein Faltenbalg ermöglicht ähnlich wie im D-Zug den ungehinderten Übergang zwischen dem Antriebswagen, der mit einem 150 PS-Dieselmotor ausgerüstet ist, und dem Anhänger. Trotz seiner erheblichen Länge von 21 m kann der Zug auch enge Straßenkrümmungen ohne Schwierigkeiten durchfahren, da der Anhänger fast genau der Spur des Triebwagens folgt. Der kleinste Wendekreisdurchmesser des Triebwagens beträgt rund 24 m, der kleinste Wendekreisradius 9,5 m, so daß innerhalb dieses Raumes der ganze Zug wenden kann. Die starre Kupplung ermöglicht Höchstgeschwindigkeiten, ohne daß der Anhänger schleudert oder pendelt. Hervorzuheben sind die bequeme Sitzanordnung und die ruhige Straßenlage des Anhängers. Starren Anklang wird auch die Bauart als Aussichtswagen mit breiten Fenstern, Oberlichtscheiben und Schiebedach finden, die einen ungehinderten Blick nach allen

Seiten frei gibt. Der Gaubschat-Zug bietet für 78 Personen Platz. Außerdem können noch 17 bequeme Notsitze eingebaut werden.

Die Bedeutung der neuen Omnibuslinie liegt zunächst darin, daß die Reichsbahn, mit ihrem Schnellreiseomnibusverkehr dem fortschreitenden Ausbau der Reichsautobahnen folgend, hier erstmalig eine Entfernung von 600 km überbrückt, während die bisher längste Linie nur etwa 300 km lang war.

Der Zug verkehrt vorerst nur einmal wöchentlich. Er verläßt Berlin (Anhalter Bahnhof) jeden Sonnabend 7.30 Uhr, trifft 15.25 Uhr in Nürnberg und 18.30 Uhr in München (Starnberger Bahnhof) ein. Auf dem Rückweg fährt er jeden Sonntag 7.30 Uhr in München ab, ist 10.08 Uhr in Nürnberg und 18.30 Uhr in Berlin. Unterwegs sind zwei Halte vorgesehen, und zwar an der Reichsautobahn-Raststätte Rodaborn (später Hermsdorf), die mitten im Thüringer Wald sehr reizvoll liegt, und am Hauptbahnhof Nürnberg. In Rodaborn beträgt die Aufenthaltszeit 45 Min., so daß bequem Zeit zur Aufnahme einer Mittagsmahlzeit ist. Während in Rodaborn nur Rastaufenthalt ist, werden in Nürnberg Fahrgäste abgesetzt und aufgenommen. Die Fahrpreise sind niedriger als auf der Eisenbahn, namentlich durch die Ausgabe billiger Rückfahrkarten.

Aus der „Reichsbahn“.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.