

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

87. Jahrgang

15. Oktober 1932

Heft 20

## Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

### Zur Nachricht.

Nach dem Beschluß der Vereinsversammlung in Köln am 14./15. September 1932 führt der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen künftig den Namen:

#### „Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen“.

Die bisherige Abkürzung „VDEV“ wird in „VMEV“ geändert.

Die seit Jahren bereits erwogene neue Bezeichnung ist, wie bei der Vereinsversammlung zum Ausdruck gebracht wurde, notwendig geworden, um den heutigen geographischen Wirkungsbereich des Vereins — der ja seit Jahrzehnten schon auch nichtdeutsche Eisenbahnverwaltungen umfaßte und im Jahre 1929 durch den Beitritt der Schweizerischen Bundesbahnen, der Dänischen, Schwedischen und Norwegischen Staatsbahnen einen weiteren Zuwachs an nichtdeutschen Eisenbahnverwaltungen erfuhr — auch äußerlich zum Ausdruck zu bringen und um seine Internationale Bedeutung und sein Internationales Ansehen zu stärken.

Das „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ wird daher künftig den Zusatz führen „Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen“.

### Vereinsversammlung in Köln am 14. und 15. September 1932.

Der diesjährigen Vereinsversammlung kam eine besondere Bedeutung zu, da in ihr der Beschluß gefaßt wurde, entsprechend dem erweiterten Wirkungskreis den seit alters bestehenden Namen des Vereins zu ändern in die neue Bezeichnung „Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen“, und sie stellt sich damit der grundlegenden im Jahre 1847 ebenfalls in Köln abgehaltenen Versammlung an die Seite, in der der Beschluß gefaßt wurde, alle deutschen Eisenbahnverwaltungen zur Mitgliedschaft zuzulassen, ein Beschluß, der den Namen „Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen“ für den bereits vorliegenden früheren Zusammenschluß nach sich zog. Diesem Ereignis entsprach auch der äußere Rahmen der Veranstaltung sowie die starke Beteiligung auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens leitender Persönlichkeiten. So war diesmal von der Deutschen Reichsbahn der oberste Leiter Generaldirektor Dr. Dorpmüller selbst erschienen.

Eröffnet und geleitet wurde die Versammlung durch den Leiter der geschäftsführenden Verwaltung Präsident Dr. Marx der Reichsbahndirektion Berlin. Er wies darauf hin, daß vor der diesjährigen Versammlung die Frage eine Rolle gespielt habe, ob in der gegenwärtigen schweren Notzeit die Abhaltung einer Vollversammlung des Vereins am Platze sei, daß aber die Arbeitsfreudigkeit des Vereins und die Notwendigkeit im Interesse der Ausbildung und Erleichterung des Verkehrs die Beziehungen der Verwaltungen untereinander zu pflegen und wieder auf ihren normalen Stand zu bringen, doch dazu führen mußte, die Frage zu bejahen.

Generaldirektor Dr. Dorpmüller, der daraufhin das Wort ergriff, wies auf die Leistungen des Vereins innerhalb der acht Jahrzehnte seines Bestehens hin und bezeichnete es als zweckmäßige Gestaltung der Mitgliedverhältnisse des Vereins, daß auch nach dem Zusammenschluß der Eisenbahnverwaltungen im Deutschen Reich zu einem einheitlichen Staatsbetrieb die einzelnen Eisenbahndirektionen die Mitgliedschaft beibehielten, denn hierdurch sei der Vorteil, daß wichtige Entscheidungen von einer größeren Anzahl Mitarbeitender statt von einzelnen wenigen Persönlichkeiten

behandelt würden, vereinigt mit dem Vorteil eines großen zentralen Organismus, der auch weiter gespannte Probleme und Großversuche anzupacken erlaubt. Er versicherte, dem Verein stets möglichste Förderung seiner Interessen angedeihen zu lassen. Seine Sympathie beruhe auf den reichen Erfahrungen, die er während seiner langen Eisenbahnerzeit aus den Arbeiten des Vereins und seinem Vereinsorgan geschöpft habe.

Nach diesen für den Verein ehrenden Ausführungen begrüßte Oberbürgermeister Dr. Adenauer der Stadt Köln als der Gaststätte der Tagung sowie der Präsident der Reichsbahndirektion Köln von Guérard die Versammlung mit herzlichen Worten.

Im Anschluß an diese Ansprachen trat die Versammlung in den geschäftlichen Teil ein und ließ sich zunächst den Geschäftsbericht der geschäftsführenden Verwaltung erstatten. Den Hauptteil der Verhandlungen bildeten die Berichte der Ausschußvorsitzenden über die Tätigkeit der ständigen Ausschüsse. Den Bericht über den Verwaltungsausschuß erstattete Ministerialrat Dr. Steyrer (Österreichische Bundesbahnen). Der Bericht bezog sich unter anderem auf die Gruppenbildung von Privatbahnen, die einzeln eine Streckenlänge von unter 1000 km umfassen, und die Regelung des Stimmrechts in diesen Fällen, auf die Geschäftsordnungen der ständigen Ausschüsse, die zur Erleichterung einer einheitlichen Geschäftsführung mit der Geschäftsordnung des Verwaltungsausschusses möglichst in Einklang gebracht wurden, auf die Gestaltung der Vereinsstatistik. Auf Antrag der Königlich Ungarischen Staatsbahnen sei ein Beamtenaustausch zwischen den Eisenbahnverwaltungen eingerichtet worden, der durch möglichstes Entgegenkommen der Vereinsmitglieder in weitgehendem Maß zu fördern sei. Ebenfalls auf Antrag der Ungarischen Staatsbahnen sollen gewisse Fragen der allgemeinen Verwaltung der Eisenbahnen durch einen planmäßigen Erfahrungsaustausch gefördert werden und auch bei den übrigen Ausschüssen wird ein solcher Erfahrungsaustausch angeregt.

Den Bericht über die Tätigkeit des Personenverkehrsausschusses erstattete namens der Reichsbahndirektion

Stuttgart Präsident Dr. Sigel, über den Güterverkehrsausschuß Direktor Schwarz vom Zentraltarifamt bei der Gruppenverwaltung Bayern.

Aus dem Bericht über die Geschäfte des Wagenaussschusses, den der Vorsitzende Präsident von Guérard selbst erstattete, sei hervorgehoben, daß das Studium über die Bildung einer Wagengemeinschaft im Gebiet des Vereins zu der Erkenntnis führte, daß einer solchen Gemeinschaft bei der großen Verschiedenheit des Wagenparks der einzelnen Verwaltungen (Bauart, Alter, Druckluftbremseinrichtungen) leider noch große Hemmnisse entgegenstehen und die gegenwärtige Zeit für die Einführung einer solch großzügigen Neuerung nicht geeignet sei.

Aus dem hier besonders einschlägigen Bericht des Technischen Ausschusses (T. A.), den Staatssekretär von Samarjay, Präsident der Königlich Ungarischen Staatsbahnen, erstattete, sei folgendes hervorgehoben: Als wichtigste und bedeutendste Arbeit hat der T. A. die Neubearbeitung der T. V. und der „Grundzüge“ vorgenommen. Die einzelnen Abschnitte wurden in ihren bedeutsamen Veränderungen vom Berichtler erläutert. Eine weitere wichtige Angelegenheit aus dem Arbeitsgebiet des T. A. war die Frage einer einheitlichen Berechnung des Oberbaues, deren Lösung nun soweit fortgeschritten ist, daß der Ausschuß dem Verein eine Berechnungsart empfehlen konnte, die zwar keine Absolutwerte liefert, aber wenigstens gute Vergleichswerte. Ähnlicher Natur ist die Frage der Abnutzung der Schienen und Radreifen: es wurde angestrebt, die Frage zu klären, wie sich Schienenstahl und Radreifenstahl verschiedener Härte und Verschleißfestigkeit hinsichtlich der

gegenseitigen Abnutzung verhalten. Endgültig erledigt wurden in der Berichtszeit unter anderem die Frage der Überhöhung in Gleisbögen, die neuen Bestimmungen über die Ausladung der Gepäcknetzträger und über die Übergangsbriicken und Faltenbälge der Wagen. Auch wurden Richtlinien für die Verladung langer Schienen und langen Betonrundeisens auf zwei oder mehreren Wagen ohne Drehschemel im Benehmen mit dem Wagenaussschuß ausgearbeitet. Von dem dem T. A. überwiesenen Anträgen sei noch erwähnt: Ermittlungen zur Erforschungen der Ursachen der Schwingungen von Dampflokomotiven, Überprüfung des Umrisses der Lauffläche und des Spurkranzes für Radreifen. An Verwaltungsangelegenheiten erwähnte der Berichtler die Ergänzungswahlen für den Beirat der Schriftleitung des Technischen Vereinsorgans.

Als markanter Punkt, der der Vereinsversammlung, wie schon erwähnt, ein besonderes Gepräge gab, wurde schließlich die Namensänderung des Vereins behandelt, deren Notwendigkeit eingehend von Ministerialrat Dr. Steyrer begründet wurde. Er erwähnte dabei ausdrücklich, daß die Namensänderung in keiner Weise einen Bruch mit den Überlieferungen des Vereins bedeute, deren Pflege die Größe und das Ansehen des Vereins begründet habe.

Daß eine Veranstaltung von solcher Bedeutung in einer Stadt wie Köln, der Stadt des rheinischen Humors und der selbstbewußten, in stets positiver Richtung eingestellten Lebensauffassung auch in äußerlicher Beziehung einen wohlglänzenden Verlauf nehmen mußte, ist selbstverständlich.

### Technischer Ausschuß des Vereins.

Die diesjährige Tagung des Technischen Ausschusses fand am 23./24. Juni in Budapest statt. Die Tagung hatte dadurch eine besondere Weihe erhalten, daß 50 Jahre vergangen sind, seitdem die Direktion der Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen ununterbrochen den Vorsitz im Technischen Ausschuß führt. Aus diesem Grunde waren auch eine Reihe von Ehrengästen erschienen, die der Festsitzung in der Technischen Hochschule beiwohnten. Es waren anwesend: In Vertretung Seiner Exzellenz des Königl. Ungarischen Handelsministers Staatssekretär-Stellvertreter Tóry, Oberbürgermeister Hofrat Dr. Ripka, Architekt Professor Dr. Hüttl, Rektor Magnificus der Technischen Hochschule, sowie mehrere Professoren der Technischen Hochschule. Von ehemaligen Mitarbeitern im Technischen Ausschuß seien genannt Ministerialrat Baudirektor i. R. Dr. e. h. v. Geduly, der den Vorsitz im Technischen Ausschuß und in den Techniker- versammlungen in den Jahren 1903 bis 1914 geführt hat, sowie Ministerialrat Staby München und Sektionschef Dr. Trnka, ehemaliger Baudirektor der Österreichischen Bundesbahnen Wien. Den Vorsitz führte Staatssekretär v. Samarjay, der die Gäste und die Vertreter der Mitgliedverwaltungen herzlich begrüßte. Staatssekretär-Stellvertreter Tóry begrüßte die Versammlung auch im Namen der ungarischen Regierung. Ebenso hießen Oberbürgermeister Hofrat Dr. Ripka und Architekt Professor Dr. Hüttl als Rektor der Technischen Hochschule die Teilnehmer in Budapest herzlich willkommen.

Direktor Nägele, Stuttgart, gedachte in einer längeren Ansprache des 50jährigen Jubiläums der Direktion der Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen. Er warf einen Rückblick auf die Tätigkeit des Technischen Ausschusses in den letzten 50 Jahren und führte aus der Fülle der Probleme, die den Technischen Ausschuß seit 1882 beschäftigten, die hauptsächlichsten Arbeiten an. In Anerkennung der großen Verdienste, die sich die Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen um die Führung des Technischen Ausschusses erworben haben und als äußeres Zeichen der Dankbarkeit überreichte Direktor Nägele eine künstlerisch ausgeführte Adresse mit dem Wunsch:

Möge diese Adresse der heutigen Direktion der Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen und ihrem hochverehrten Leiter ein Zeichen der dankbaren Verehrung, den kommenden Geschlechtern in dieser Verwaltung ein Ansporn zu gleich treuer Mitarbeit sein. Diesen Wunsch verbinden wir mit der Hoffnung, daß der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen weiterhin wachsen, blühen und gedeihen möge, und daß in ihm die Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen auch in den kommenden Jahrzehnten wie bisher den Vorsitz im Technischen Ausschuß zum Nutzen und Ansehen des Vereins führen mögen.

Den gleichen Wunsch hatte auch Reichsbahndirektionspräsident Dr. Ing. e. h. Marx als Präsident der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in einem Schreiben übermittelt und der Direktion der Königl. Ungarischen Staatseisenbahnen für die Treue und aufopfernde Tätigkeit während der langen Jahre des Vorsitzes im Technischen Ausschuß den Dank des Vereins ausgesprochen.

Sektionschef Dr. Ing. Trnka, ehemaliger Baudirektor der Österreichischen Bundesbahnen, gedachte in warm empfundenen Worten aller aus den Reihen des Technischen Ausschusses schon geschiedenen bau- und betriebstechnischen Kollegen und des Einflusses, den ihre Tätigkeit auf das Eisenbahnwesen selbst vereinsfremder Länder genommen hat, im gleichen Sinne gedachte Ministerialrat Staby der Verdienste der ehemaligen Mitarbeiter auf maschinentechnischem Gebiet.

Namens der Schriftleitung des „Organs“ sprach Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Uebelacker den Ungarischen Staatseisenbahnen seine Glückwünsche aus und wies darauf hin, daß das technische Fachblatt den Technischen Ausschuß in seinen Aufgaben insbesondere dadurch zu unterstützen habe, daß es zerstreute Forschungsergebnisse wissenschaftlicher Körperschaften und Institute, Erfahrungen anderer Eisenbahnverwaltungen verfolge und sammle, und all dies wertvolle Gut der Allgemeinheit vermittele, um dadurch zu belehren und weiter zu bilden, zum Meinungsaustausch anzuregen, die Verwertung des Gewonnenen zu fördern und fruchtbringend weiter zu verbreiten.

Nachdem dann Staatssekretär Präsident v. Samarjay für die vielfachen Ehrungen seinen Dank und den Dank der Ungarischen Staatseisenbahnen ausgesprochen und den festlichen Teil der Sitzung damit abgeschlossen hatte, wurde in die Beratung der Tagesordnung eingetreten.

Als wichtigste Verhandlungsgegenstände sind Änderungen der „Technischen Vereinbarungen“ zu nennen. Für Gepäckhalter in den Abteilen der Personenwagen soll als § 95a folgende Bestimmung neu aufgenommen werden:

„Gepäckhalter in der Querrichtung der Wagen müssen soweit ausladen, daß ein Gepäckstück mit rechteckigem Querschnitt und einer Höhe von 260 mm in der Tiefe mindestens 300 mm aufliegt. Die Gepäckauflage muß eine Neigung von mindestens 1:8 haben.“

Die Bestimmungen über Übergangsbrücken und Faltenbälge sollen in den Absätzen 2, 3, 4 und 5 des § 88 wie folgt neu gefaßt werden:

„<sup>2</sup> Übergangsbrücken von Wagen ohne Faltenbälge müssen nach Blatt 36 Bild 1\*) ausgeführt sein.

Nicht ausschwenkbare Übergangsbrücken von Wagen mit Faltenbälgen müssen nach Blatt 36 Bild 2 ausgeführt sein. Es wird empfohlen, die Übergangsbrücken nach Blatt 36 Bild 2 im Abstände  $b + 15$  (mm von der Stoßebene der nicht eingedrückten Puffer nicht schmaler als 650 mm auszuführen.

Übergangsbrücken von Wagen mit Faltenbälgen müssen ausschwenkbar sein, wenn die Größe des Überhanges des Wagens das durch die Schaulinie auf Blatt 35a gegebene Grenzmaß überschreitet; die Brücken müssen nach Blatt 36\*) Bild 3 ausgeführt sein.

Die Ausschwenkbarkeit der Übergangsbrücke aus der Mittelstellung muß so groß sein, daß die Faltenbalgrahmen aus ihrer Grundstellung (Wagen im geraden Gleis) 150 mm ausschwenken können. Für die Ermittlung der Ausschwenkbarkeit muß eine lichte Weite des Faltenbalgrahmens von 825 mm und ein Abstand des ausgeschwenkten Faltenbalgrahmens von dem hinteren Rande des nicht eingedrückten gewölbten Puffers von 60 mm zugrunde gelegt werden (vergl. Blatt 36 Bild 3).

Ausschwenkbare Übergangsbrücken müssen eine Rückstellvorrichtung haben, die so eingerichtet sein muß, daß sie, auch wenn sie schadhaf ist, die Brücke nicht aus der Mittellage herauschwenkt.

<sup>3</sup> Die Übergangsbrücken müssen so breit sein, daß zwischen den Seitenkanten der Brücken und den nach außen aufschlagenden geöffneten Stirnwandtüren oder den festgestellten Teilen der Schutzvorrichtungen kein Spalt vorhanden ist (vergl. Abs. 6).

<sup>4</sup> Die Faltenbälge müssen sicher an dem Wagen befestigt sein und, wenn sie gekuppelt sind, zwanglos den Bewegungen der Wagenenden folgen können.

\*) Die Abbildungen sind hier nicht wiedergegeben.

<sup>5</sup> Der Faltenbalgrahmen muß mindestens im oberen Teile und in den senkrechten Teilen aus Winkeleisen bestehen oder in anderer Weise biegesteif ausgebildet sein. Faltenbalgrahmen, Vorreiber, Paßstift und Bohrungen müssen nach Blatt 36a ausgeführt sein.

<sup>6</sup> Der bisherige Abs. 5 ist als Abs. 6 anzufügen.“

Die Blätter 35a „Grenzmaße für die Größe des Überhanges von Drehgestellwagen mit Faltenbälgen mit nicht ausschwenkbaren Übergangsbrücken“, 36a „Faltenbälge“ sind neu aufgestellt. Nach schriftlicher Abstimmung unter den Vereinsverwaltungen werden diese Bestimmungen sowie verschiedene weitere kleinere Berichtigungen der „Technischen Vereinbarungen“, über die der Ausschuß Beschluß gefaßt hat, als Nachtrag II zu den „Technischen Vereinbarungen“ von der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereins herausgegeben werden.

Weiterhin wurden einige Gutachten über Bestimmungen des VWÜ. aufgestellt, die an den Vereinswagenausschuß weitergeleitet wurden. Sie betrafen: Wiederherstellungskosten für schwerbeschädigte oder vorsätzlich beschädigte Wagen (§ 16 Ziff. 9<sup>2</sup> des VWÜ.), Bedingungen für die Beschaffenheit der Wagen zur Zeit des Überganges (§ 12 Ziff. 1 des VWÜ.), Anrechnungswert nicht zurückgesandter beschädigter Bremskupplungsschläuche (§ 16 Ziff. 2<sup>8</sup> des VWÜ.).

Sodann wurden Berichte des Oberbau- und Bahnbau-Fachausschusses, des Wagenbau-Fachausschusses und des Wagenübergangs-Fachausschusses zur Kenntnis genommen, die folgendes betrafen: Einfluß der Unterlageziffer bei der Berechnung des Oberbaues, Frage der Abnutzung der Schienen und Radreifen, die Frage, ob für Lokomotiven ein kleinster Raddurchmesser festzulegen ist, erleichterte Wagenbenutzung im Vereinsgebiet, Einbau von Schwallblechen in Kessel von mehr als 3 m Länge, Ausrüstung der Privatgüterwagen mit Handbremse, Neubearbeitung der Drucksache „Benennung von Wagen und Wagenteilen in deutscher, französischer und italienischer Sprache“ sowie Fragen der Schwachstromtechnik. Schließlich behandelte der Ausschuß noch Angelegenheiten des Technischen Vereinsorgans, insbesondere die Ergänzung des Beirates im Hinblick auf das Ausscheiden einiger Mitglieder. Es wurden gewählt die Herren:

Reichsbahnoberrat Dr. Ing. e. h. R. P. Wagner, Reichsbahnzentralamt für Maschinenbau, Berlin.

Reichsbahnoberrat Hörmann, Zentralmaschinenamt bei der Gruppenverwaltung Bayern, München.

Baudirektor Seifert, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen, Wien.

Zentralinspektor Lehner, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen, Wien.

Auf Einladung der Niederländischen Eisenbahnen wird die nächste Sitzung des Technischen Ausschusses im Jahre 1933 in Holland abgehalten werden.

## Über das Aufschumpfen von Radreifen.

Von Ing. Rudolf Scheck, Oberbaurat der Österr. Bundesbahnen.  
(Schluß.)

### c) Auswirkung der Versuchsergebnisse auf die theoretischen Ergebnisse.

Aus Gl. 22b) wird sodann bei  $\varphi = 0$ :

$$p_1 = \frac{0,5 \varepsilon E_1}{1,3 + \frac{d_2^2}{2s(d_2+s)}} \quad (\text{gilt nur für } s = 8 \text{ cm}),$$

$$p_1 = 178,7 \cdot \varepsilon \cdot 10^3.$$

Da nach Gl. 20'):  $\varepsilon_2 = -0,7 \cdot \frac{\varphi p_1}{E_2}$ , ergibt sich:

$$\varphi = \frac{E_2}{0,7 E_1} \cdot \left[ 1,3 + \frac{d_2^2}{2s(d_2+s)} \right] \dots \text{für } s = 8 \text{ cm},$$

und nach Einsetzung der Werte  $E_1, E_2, s$  und  $d_2$  für die untersuchten Wagenräder:  $\varphi = 8,594$ .

Nach Gl. 22b) ist:

$$p_1 = \frac{\varepsilon E_1}{1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2s(d_2+s)}}$$

oder nach Einsetzen der Werte:

$$p_1 = \frac{2,200000 \varepsilon}{7,4555 + \frac{d_2^2}{2s(d_2+s)}} \dots 22') \quad (\text{gilt für alle Werte von } s),$$



ferner:  $\epsilon_1 = \epsilon - \epsilon_2$ ,  
demnach:

- bei  $s = 3$  cm  $\epsilon_2 = 0,291 \epsilon$ ,  $\epsilon_1 = 0,709 \epsilon$
- „  $s = 4$  cm  $\epsilon_2 = 0,349 \epsilon$ ,  $\epsilon_1 = 0,651 \epsilon$
- „  $s = 5,5$  cm  $\epsilon_2 = 0,418 \epsilon$ ,  $\epsilon_1 = 0,582 \epsilon$
- „  $s = 8$  cm  $\epsilon_2 = 0,5 \epsilon$ ,  $\epsilon_1 = 0,5 \epsilon$ .

Aus den vorstehenden Berechnungen ergibt sich, daß für die untersuchten Wagenscheibenräder die maximale Tangentialspannung  $\sigma_{tR}$  des Radkörpers bei dem angewendeten Schrumpfsitzübermaße von  $1,5\%$  die Stauchgrenze ( $2300 \text{ kg/cm}^2$ ) des Materials erreichen würde, während die maximale Tangentialspannung  $\sigma_{tF}$  für den Radreifen erst bei dem Schrumpfsitzübermaße von  $2,2\%$  der Streckgrenze ( $3500 \text{ kg/cm}^2$ ) nahekommt.

Bei den hier untersuchten Wagenrädern zeigt sich also, daß das angewendete Schrumpfsitzübermaß  $\epsilon$  kleiner als  $1,5\%$  gewählt werden muß, um der Stauchgrenze ( $2300 \text{ kg/cm}^2$ ) des Radkörperbaustoffs bei neuen Reifen nicht zu nahe zu kommen, während der Radreifenbaustoff bei diesem Schrumpfsitzübermaße für den dünnsten Reifen noch nicht bis zur Streckgrenze beansprucht wird. Die angegebenen Grenzschrumpfsitzübermaße gelten jedoch nur für Bauteile, die frei von Innenspannungen sind.

**d) Errechnung optimaler Verhältnisse.**

Da es gegen das Loswerden der Reifen von Vorteil ist, ohne die Elastizitätsgrenzen zu überschreiten, mit dem Schrumpfsitzübermaße so hoch wie irgend möglich zu gehen, so wirft sich die Frage auf, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, um das Optimum des Schrumpfsitzübermaßes zu erreichen, und wie groß letzteres gewählt werden kann, ohne daß die Tangentialspannungen  $\sigma_{tR}$  max. und  $\sigma_{tF}$  max. die Streckgrenzen überschreiten.

Dieses Optimum liegt zweifellos dann vor, wenn die Tangentialspannung  $\sigma_{tF}$  für den 25 mm dicken Reifen und jene  $\sigma_{tR}$  für den Radkörper bei 75 mm dicken Reifen bei diesem optimalen Schrumpfsitzübermaße gleichzeitig die den gewählten Baustoffen entsprechende Streck- (z. B.  $3300 \text{ kg/cm}^2$ ) bzw. Stauchgrenze (z. B.  $2300 \text{ kg/cm}^2$ ) erreichen.

Das ist hier aber dann der Fall, wenn die Gleichung erfüllt wird:

$$\frac{\sigma_{tF} (f \cdot s = 3 \text{ cm})}{\sigma_{tR} (f \cdot s = 8 \text{ cm})} = \frac{3300}{2300} \dots \dots \dots 26).$$

Durch Anwendung der Gl. 23), 24) und 26) folgt:  
 $\varphi = 5,6$ .

Die auf diese optimalen Verhältnisse bezüglichen Werte für  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $p_1$ ,  $\sigma_{tF}$  und  $\sigma_{tR}$  sind:

für $s = 8$ cm	für $s = 3$ cm
$\epsilon_1 = 0,605 \epsilon$	$0,789 \epsilon$
$\epsilon_2 = 0,395 \epsilon$	$0,211 \epsilon$
$p_1 = 216 \cdot 10^3 \epsilon$	$116 \cdot 10^3 \epsilon$
$\sigma_{tF} = 1276 \cdot 10^3 \epsilon$	$1699 \cdot 10^3 \epsilon$
$\sigma_{tR} = 1211 \cdot 10^3 \epsilon$	$648 \cdot 10^3 \epsilon$

Es zeigt sich, daß bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen der Radkörper so verstärkt werden müßte, daß er bei neuen, 75 mm dicken Radreifen bloß eine Einpressung von ca. 40% (gegenüber früher 50%) des angewendeten Schrumpfsitzübermaßes  $\epsilon$  erfährt. Der gleiche Erfolg kann auch erzielt werden, wenn Radreifen geringer Festigkeit verwendet werden, die den Radkörper weniger stark einpressen.

Das optimale Schrumpfsitzübermaß, bei dem Reifen- und Körperbaustoff gleichzeitig ihre Streck- bzw. Stauchgrenze erreichen, ist sodann  $1,9\%$ .

**e) Innere Spannungen im Radreifen und im Radkörper.**

*a) im Radreifen.*

An gesprungenen Wagenradreifen konnte bei den Österreichischen Bundesbahnen wiederholt festgestellt werden, daß

sich die Bruch-Enden nach dem Abziehen des Reifens am Spurkranz und in der Lauffläche kraftschlüssig aneinanderlegten, während sie an der Innenfläche klafften.

Nach dem Herausschneiden eines Reifenstückes an einem Bruchende durch Radialschnitt zeigte sich, daß die Enden noch weiter zusammengingen. Der Reifen erreichte nach dem Zusammenfedern annähernd wieder kreisrunde Form.

Ist allgemein:  $e$  in cm das Maß des Zusammenfederns des Reifens, bezogen auf die Schwerpunktsfaser des Querschnittes.

$D$  in cm der Durchmesser der Schwerpunktsfaser des Reifens vor.

$d$  in cm desgleichen nach dem Zusammenfedern (siehe Abb 7), so ist, wenn  $E_1$  den Elastizitätsmodul des Reifenbaustoffes und  $c$  in cm den Abstand der Innenfaser des Reifens vom Schwerpunkt bedeuten, die innere Biegespannung annähernd gegeben durch:

$$\sigma_b = \frac{2 e}{\pi D^2} \cdot E_1 \cdot c \dots \dots \dots 27).$$

Die Versuche ergaben:

$e$  Mittel = 0.7 cm

$e$  Max = 1.4 cm,

woraus sich mit Gleichung (27) errechnet:

$\sigma_b$  Mittel = 500  $\text{kg/cm}^2$

$\sigma_b$  Max = 1000  $\text{kg/cm}^2$ .

Durch diese von

Haus aus im Radreifen

vorhandenen Biegespannungen wird die

Innenfaser des Reifens

auf Zug beansprucht.

Diese Zugbeanspruchung ist daher für die

Gesamtbeanspruchung

des aufgeschumpften

Reifens als zusätzlich

anzusehen und wäre bei der Berechnung des zulässigen

Schrumpfsitzübermaßes entsprechend zu berücksichtigen.

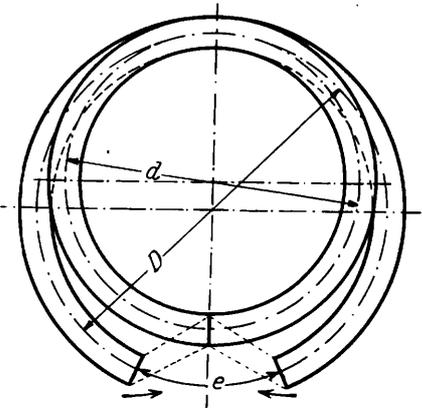


Abb. 7. Zusammenfedern des aufgeschumpften Radreifens.

*$\beta$ ) im Radkörper*

Auch an einem normalen Scheibenradkörper für Wagen wurde bei den Österreichischen Bundesbahnen (Werkstätte Simmering) ein Versuch durchgeführt, der den Zweck verfolgte, die etwa vorhandenen inneren Spannungen zu ermitteln.

Ein noch nicht in Verwendung gestandener Scheibenradkörper Type N/08 der Österreichischen Bundesbahnen wurde zeichnungsgemäß fertig bearbeitet und genau ausgemessen, wobei besonderer Wert gelegt wurde auf die Lage der einzelnen Punkte der Felgenstirnfläche (Maß  $f$ ) und der Scheibenwölbung (Maß  $w$ ) zu der als Bezugsebene angenommenen spurkranzseitigen Nabenstirnfläche NN (siehe Abb 3d). Sodann wurden an drei gleichweit von einander abstehenden Stellen des Umfangs die Felge und einen Teil der Scheibe bis zum Kreise der Mitnehmerlöcher durchsetzende radiale Schlitzte eingefräßt und der Radkörper hierauf wieder genau ausgemessen.

Es zeigte sich, daß die Felgenpunkte an den Schlitzstellen spurkranzseitig im Mittel 0,3 mm aus der ursprünglichen Felgenstirnebene herausgetreten, während die Wölbungspunkte an den Schlitzstellen und die Felgenpunkte in der Mitte zwischen je zwei Schlitzten im Mittel 0,1 mm zurückgetreten waren. Die Schlitzte selbst hatten sich spurkranzseitig an der Felge im Mittel um 0,1 mm zusammengezogen, laufkreisseitig im Mittel um 0,4 mm erweitert. Die mittlere Erweiterung der Schlitzte an der Felge betrug daher 0,15 mm pro Schlitz. Nahe der Wölbung ergab sich eine Verengung der Schlitzte im Mittel um 0,18 mm pro Schlitz. Die ursprünglich

zylindrische Felgenaußenfläche war nach der Spurkranzseite zu abfallend schwach konisch geworden. Der mittlere Felgenaußendurchmesser war kaum merklich größer geworden.

Aus diesen Messungen ergibt sich im Mittel eine innere tangentielle Zugspannung für die Felge:

$$\sigma_z = 400 \text{ kg/cm}^2,$$

für die Scheibe in der Nähe der Wölbung eine innere tangentielle Druckbeanspruchung:

$$\sigma_d = 600 \text{ kg/cm}^2.$$

Hierzu kommen noch Biegebeanspruchungen in der Scheibe durch das Austreten des Felgenkranzes nach der Spurkranzseite und die Vertiefung der Wölbung, die sich rechnermäßig mit:

$$\sigma_b = 400 \text{ kg/cm}^2$$

ergeben und sich auf der konkaven Seite der Wölbung als innere Zug-, auf der konvexen Seite als innere Druckspannungen auswirken.

Für den Radkörper ergibt sich demnach, daß die von Haus aus in der Scheibe vorhandene innere Druckspannung  $\sigma_d$  für die Berechnung der Beanspruchungen nach dem Ausschrumpfen als zusätzlich zu werten sein wird, während die innere Zugspannung  $\sigma_z$  in der Felge, sowie die innere Biegespannung  $\sigma_b$  der Scheibe von den rechnermäßigen Schrumpfbearbeitungen dieser Teile in Abzug zu bringen sind. Hier ist noch besonders zu bemerken, daß diese Spannungsverhältnisse bei neuen Radkörpern gefunden wurden. Für in Betrieb gestandene, namentlich durch zu hohes Schrumpfmaß bereits überanstrengte Radkörper liegen derzeit noch keine derartigen Messungen vor. Die Ursachen für das Auftreten von inneren Spannungen in den Radreifen und Radscheiben scheinen in den Herstellungsverfahren, vornehmlich aber in deren Behandlung nach der Herstellung zu liegen.

Bei den nach der Erzeugung besonders vergüteten Radreifen konnte festgestellt werden, daß sie die Erscheinung des Zusammenfederns nur mehr in geringem Maße zeigten, somit praktisch spannungsfrei waren. Sehr wichtig für die Gewinnung spannungsfreier Radreifen und Radkörper dürfte das möglichst gleichmäßige und daher langsame Erkalten nach der Formgebung sein. Wird angenommen, daß ein glühender Reifen an der Außenfläche rascher erkaltet als an der Innenfläche, so werden sich zunächst die äußeren Fasern zusammenziehen und Zugspannungen erfahren, denen gleich große Druckbeanspruchungen der inneren Fasern entsprechen, deren Stauchgrenze wegen der Glühhitze tiefer liegt als die Streckgrenze des erkalteten Materials. Die inneren Fasern werden daher bleibend gestaucht werden, die äußeren nahezu unverändert bleiben. Nach dem Erkalten des ganzen Reifens werden die inneren verkürzten Fasern nunmehr Zugbeanspruchung, die äußeren Druckbeanspruchung aufweisen. Außerdem können durch solche Temperaturdifferenzen, namentlich in Reifen aus härterem Baustoff, Härtenunterschiede zwischen äußeren und inneren Materialschichten auftreten, die gefährliche innere Spannungen im Kleingefüge (Härterisse) auslösen können.

Die bisher angegebenen Berechnungsgrundlagen gelten nur für Scheibenräder. Für Speichenräder ist eine besondere rechnerische Untersuchung und deren Überprüfung durch den Versuch erforderlich.

Diese Arbeiten sind wohl bereits im Zuge, jedoch noch nicht abgeschlossen.

### C. Verhalten lose gewordenen Räder im Betriebe.

#### a) Bremskräfte:

Vielfache Beobachtungen an lose gewordenen und verdrehten Reifen bei Wagenrädern der Österreichischen Bundesbahnen haben zur Erkenntnis geführt, daß an der Verdrehung loser Reifen sicherlich bedeutend größere Kräfte beteiligt sind,

als solche dem maximal bei vollständig losen Reifen überhaupt möglichen Drehmoment  $M = \frac{G}{2} \mu r$  entsprechen würden, worin  $\frac{G}{2}$  den Raddruck,  $\mu$  den Reibungswert zwischen Reifen und Schiene und  $r$  den Laufkreishalbmesser bedeuten.

Bei der bei den Österreichischen Bundesbahnen angewendeten Radreifen-Befestigungsart System Glück-Courant dienen zwei Keile (fester Keil und loser Keil) am Sprengring dazu, den warm aufgezogenen Reifen mit der Felge und dem Sprengring so zu verbinden, daß sich diese Teile gegenseitig nicht verdrehen.

Diese Sprengringe sind für die Beanspruchung durch das Moment  $M$  vollkommen ausreichend dimensioniert.

Die Beobachtungen zeigen jedoch, daß diese Keilverbindungen den beim Loswerden der Radreifen auftretenden Beanspruchungen nicht standhalten, sondern durch Überschreiten der Stauchgrenze deformiert werden. Bei stärkerer Verdrehung der Reifen auf den Felgen werden die Sprengringe samt dem Sprengring aus der Nut herausgewürgt und so die ganze Keilverbindung zerstört.

Da diese Erscheinung aus der verhältnismäßig geringfügigen Beanspruchung der Keilverbindung durch das Drehmoment  $M$  allein nicht erklärt werden kann, so müssen noch

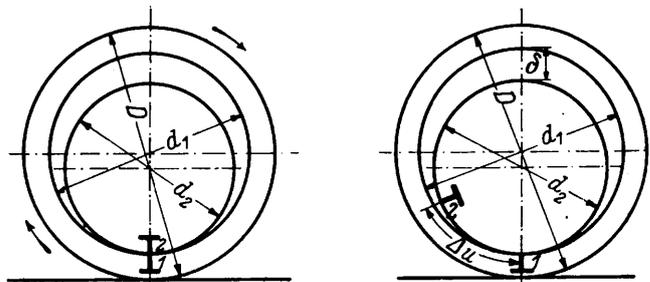


Abb. 8. Verschiebung der Marken  $L^1$  und  $T_2$  nach einer vollen Radumdrehung durch Abwälzen.

andere Ursachen hierfür vorliegen. Der Verfasser glaubt den beim Loswerden von Radreifen tatsächlich auftretenden Vorgängen durch folgende Überlegung näher gekommen zu sein:

Bei freier Beweglichkeit des lose gewordenen Reifens auf der Felge tritt infolge der Reibungskopplung zwischen Felge und Reifen durch die auf das Rad entfallende Wagenlast  $G_2$  reibungsloses Wälzen des äußeren Felgenkreises auf dem größeren Radreifen-Innenkreise ein (Reibungsräder mit Innenberührung). Die bei Beginn der Rotation koinzidierenden Marken  $L^1$  (Reifen) und  $T_2$  (Felge) (siehe Abb. 8) werden nach einer vollen Radumdrehung nicht mehr übereinstimmen, sondern es wird die Reifenmarke  $L^1$  gegenüber der Felgenmarke  $T_2$  um die Differenz  $\Delta u$  der Umfänge von Reifeninnenkreis und Felgenaußenkreis zurückgeblieben sein.

Es hat also ganz den Anschein, als wäre der Reifen auf der Felge durch eine Kraftäußerung (Bremsklotzdruck) zurückgehalten, also durch Gleiten auf der Felge im entgegengesetzten Sinne der Radumdrehung verdreht worden. Die Annahme einer dieser Verdrehung bewirkenden Kraft ist aber zur Begründung der im Vorstehenden auf einen Wälzvorgang zurückgeführten Ortsveränderung des Reifens auf der Felge gar nicht erforderlich.

Bezeichnet  $\delta$  in cm den Unterschied zwischen Felgenaußendurchmesser und Innendurchmesser des Reifens im losen Zustande, so ist die Markenverschiebung für eine volle Radumdrehung:

$$\Delta u = \pi \cdot \delta.$$

Bezeichnet ferner  $D$  den Laufkreisdurchmesser, so ergibt sich bei  $w$  km zurückgelegtem Weg die gesamte Markenverschiebung  $\Sigma \Delta u$  mit:

$$\Sigma \Delta u = \frac{100\,000 w}{\pi D} \cdot \pi \delta = 100\,000 \cdot w \cdot \frac{\delta}{D} \dots (28).$$

Ist z. B.  $\delta = 0,0001$  cm,  $D = 100$  cm und  $w = 20$  km so wäre:

$$\Sigma \Delta u = 100\,000 \cdot 20 \cdot \frac{1}{1\,000\,000} = 2 \text{ cm.}$$

Daraus ist zu erkennen, daß schon ein sehr geringer Durchmesserunterschied  $\delta$  bei vorübergehendem Loswerden der Reifen eine ganz erhebliche Markenverschiebung  $\Sigma \Delta u$  ohne Beeinflussung durch verdrehende Kräfte verursachen kann.

Die Ursache des bei losen Reifen beobachteten Zurückbleibens der Reifen gegenüber der Felge wurde bisher auf das Gleiten des losen Reifens auf der Felge durch die zurückhaltende Wirkung der auf der Reifenauflfläche angreifenden Bremskräfte zurückgeführt, worin auch ein Gefahrmoment wegen Beeinträchtigung der Bremswirkung im Betriebe erblickt wurde.

Die vorstehende Untersuchung zeigt jedoch, daß die Vorstellung des gleitenden Verdrehens des losen Radreifens auf der Felge den in diesem Falle sich tatsächlich abspielenden Vorgängen nicht gerecht wird, wenn auch keineswegs verkannt werden darf, daß die im Betriebe auftretenden Bremsdrehmomente unter Umständen auf Verdrehung der losen Reifen im gleichen Sinne wie bei der Ortsveränderung des Reifens auf der Felge durch Wälzen hinwirken und eine zusätzliche Ortsveränderung des Reifens durch gleitende Verdrehung herbeiführen können.

Wird der Reifen auf der Felge durch starre Verbindungen (wie z. B. die Sprengringeile der Glück-Courant-Befestigung) festgehalten, so wird der Vorgang des reibungslosen Wälzens des lose gewordenen Reifens auf der Felge gestört, so daß zwischen beiden Teilen in den Schrumpfsitzflächen Gleiten eintreten muß.

Besteht zwischen beiden Teilen nur Reibungsschluß durch den Raddruck  $\frac{G}{2}$ , so wird die Keilverbindung mit der Kraft  $\frac{G}{2} \cdot \mu$  beansprucht. Bei zusätzlichen Zwängungen, z. B. ungleichmäßige Verteilung der Schrumpfspannungen (ovale Felgen und Reifen), zu strammes Einbringen der Sprengringe usw., wird die Beanspruchung der Keilverbindung wesentlich erhöht und kann maximal den Wert  $\frac{G}{2}$  erreichen, da Gleiten zwischen

Reifen und Felge nur auftreten kann, wenn der Raddruck  $\frac{G}{2}$  eben noch hinreicht, den Radkörper gegen die Innenfläche des Reifens zu pressen, was dann der Fall ist, wenn die Reibung durch Zwängung den Wert  $\frac{G}{2}$  eben noch nicht erreicht. Wäre

die Reibung durch Zwängung größer, so könnte Reifen und Körper, auch für den Fall des losen Reifens, als starres Ganzes angesehen werden, wobei ein Verschieben des Reifens auf der Felge weder durch Wälzen noch durch Gleiten möglich wäre.

Aus diesen Überlegungen folgt nun, daß alle Mittel, die darauf abzielen, die Verschiebung des losen Reifens auf der Felge zu verhindern, ungünstig wirken, es sei denn, daß es gelänge Reibungszwängungen zwischen Reifen und Felge für jeden Grad des Loswerdens hervorzurufen, die im Sinne der vorstehenden Ausführungen beide Teile als starren Körper erscheinen lassen, was nach der üblichen Anordnung kaum erfüllbar sein dürfte.

Es scheint daher empfehlenswert, die Verschiebung des Reifens auf der Felge möglichst wenig zu behindern. Auch ein unnötig strammes Einbringen des Sprengringes und dessen Anwalzen an die Felge scheint nachteilig zu sein, da die hier-

durch bewirkte Reibungszwängung bei losen Reifen überwunden werden muß und die hierbei auftretenden Kräfte den Sprengring zu lockern und aus seiner Nut herauszudrängen suchen. Günstiger scheint in dieser Beziehung die Reifenbefestigung mit Klammerring zu sein.

Ob es notwendig und zweckmäßig ist, den Sprengring einseitig mit der Felge oder mit dem Reifen fest zu verbinden, müßte die Erfahrung lehren. Es dürfte günstiger sein, den Sprengring mit dem Reifen zu verbinden, da er in diesem Falle bei losen Reifen nicht so leicht aus seiner Nut herausgezogen werden kann; doch sollte eine Verbindung durch Schweißen wegen der Empfindlichkeit des harten, hochbeanspruchten Reifenbaustoffes unbedingt vermieden werden.

Eine im Betriebe vorgefundene Verschiebung eines Reifens gegenüber der Felge zeigt wohl an, daß der Reifen während des Laufes des Fahrzeuges wenigstens vorübergehend lose war (längere Gefällsstrecken), nicht aber daß er zur Zeit der Feststellung noch lose ist.

Das Maß der Verschiebung sollte daher, wenigstens nicht allgemein für das Außerdienststellen eines Fahrzeuges bestimmend sein, es sei denn, daß gleichzeitig auch Losesein der Reifen oder schadhafte Reifenbefestigung festgestellt wird.

#### D. Auf Loswerden der Radreifen hinwirkende Einflüsse.

##### a) Der Einfluß des Raddruckes.

Ein mit dem Preßdruck  $p_1$  kg/cm<sup>2</sup>, bezogen auf die ganze Reifenbreite  $h_1$ , aufgeschumpfter Radreifen erfährt durch den

Raddruck  $\frac{G}{2}$  auf der der

Schiene zugekehrten Hälfte eine zusätzliche Pressung, auf der oberen Hälfte eine Verminderung der spezifischen Pressung um annähernd den gleichen Betrag.

Werden zur Berechnung der resultierenden Pressungen die Verhältnisse für eingelaufene Tragzapfen angenommen, so ergibt sich die vom Raddruck  $\frac{G}{2}$  herrührende

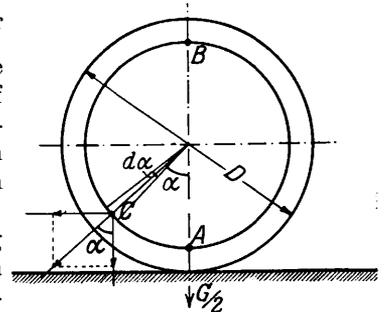


Abb. 9. Verteilung der Pressung des Raddruckes an der Reifeninnenfläche.

Pressung im Fußpunkte A, (siehe Abb. 9) bezogen auf die ganze Reifenbreite  $h_1$ , mit:

$$p = \frac{2 G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1}.$$

Für den Scheitelpunkt B ergibt sich der resultierende Preßdruck mit:

$$p_1 - p = p_1 - \frac{2 G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1}.$$

Wäre also der beim Aufschumpfen des Reifens erzeugte Preßdruck:

$$p_1 = p = \frac{2 G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1},$$

so würde der Reifen unter dem Raddruck  $\frac{G}{2}$  im Scheitelpunkt B gerade lose sein.

Der im Betriebe durch verschiedene Einflüsse (Temperatur) mindest verbleibende Schrumpfpresßdruck  $p_1$  hätte daher je nach dem Grade der verlangten Sicherheit gegen Loswerden des Reifens ein entsprechendes Vielfaches von  $p$  zu betragen, somit:

$$p_1 = \frac{2 G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1} \cdot n \dots \dots \dots (29)$$

worin  $n$  den bezüglichen Sicherheitsfaktor bedeutet.

**b) Einfluß der Temperatur auf das wirksame Schrumpfsitzübermaß.**

Das angewendete Schrumpfsitzübermaß  $\epsilon$  bezieht sich stets nur auf gleichen Temperaturzustand von Radreifen und Radkörper und zwar bei normaler Raumtemperatur und kann praktisch, solange die durch Aufschumpfen hervorgebrachten Beanspruchungen den Streckgrenzen der Baustoffe nicht zu nahe kommen, dem tatsächlich wirksamen Schrumpfsitzmaß gleichgesetzt werden.

Bei höherer Temperatur, jedoch gleichem Temperaturzustand von Reifen und Körper wird sich wohl im allgemeinen eine durch die von der Temperatur abhängigen, verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Teile verursachte Änderung des wirksamen Schrumpfsitzmaßes ergeben, die jedoch praktisch als vernachlässigbar erscheint. Es wird daher genügen, für die folgende Untersuchung nur Temperaturunterschiede zwischen Radreifen und Radkörper in Betracht zu ziehen.

Beträgt dieser Temperaturunterschied  $t^{\circ}\text{C}$ . und war das angewendete Schrumpfsitzübermaß

$$\epsilon = \frac{d_2 - d_1}{d_2}$$

so ist das unter diesen Temperatureinflüssen im Betriebe sich einstellende wirksame Schrumpfsitzmaß  $\epsilon'$ :

$$\epsilon' = \frac{d_2 - d_1(1 + \alpha t)}{d_2} = \epsilon - \frac{d_1}{d_2} \cdot \alpha t$$

worin  $\alpha = 1/80.000$ , den mittleren linearen Ausdehnungskoeffizienten des Reifenbaustoffes bedeutet: demnach ist, da  $\frac{d_1}{d_2} = 1$  gesetzt werden kann:

$$\epsilon' = \epsilon - \frac{t}{80\,000} \dots \dots \dots 30)$$

Das nunmehr wirksame Schrumpfsitzmaß  $\epsilon'$  wird daher Null werden wenn:

$$t = \tau = 80\,000 \epsilon$$

$\tau^{\circ}\text{C}$  soll Aufschumpftemperatur genannt werden, weil es jene Temperatur ist, auf die der Reifen mindestens gebracht werden muß, um diesen bei gegebenem Schrumpfsitzübermaße gerade auf den Radkörper aufbringen zu können.

Überschreitet der im Betriebe auftretende Temperaturunterschied  $t$  zwischen Reifen und Körper die Aufschumpftemperatur  $\tau$ , so ist der Reifen sicherlich lose und Verschiebung desselben auf der Felge durch den geschilderten Wälzvorgang zu gewärtigen.

Soll bei der höchsten im Betrieb auftretenden Temperaturdifferenz  $t_{\max}$  noch  $n$ -fache Sicherheit gegen Loswerden des Reifens herrschen, so muß nach Gl. 30) ein wirksames Schrumpfsitzmaß  $\epsilon'$  bestehen bleiben, das der nach Gl. 29) bestimmten Schrumpfpfession  $p$  entspricht. Mit Gl. 22b) ergibt sich:

$$\frac{(\epsilon - t_{\max}/80\,000) \cdot E_1}{1,3 + 0,7 \frac{E_1}{E_2} \cdot \varphi + \frac{d_2^2}{2s(d_2 + s)}} = \frac{2G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1} \cdot n = p$$

woraus das anzuwendende Mindestschrumpfsitzübermaß  $\epsilon$  sich berechnet mit:

$$\epsilon = \frac{t_{\max}}{80\,000} + \frac{p}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2s(d_2 + s)} \right] \dots 31)$$

(z. B. bei  $n = 1$ ,  $G = 6000 \text{ kg}$ , Wagenrad Bauart N/08 der Österreichischen Bundesbahnen,  $t_{\max} = 110^{\circ}\text{C}$ ,  $s = 3 \text{ cm}$ ;  $\epsilon = 1,375 + 0,034 = 1,410/_{00}$ ).

Die im Betriebe auftretende Temperaturdifferenz  $\tau'$ , bei der bei gegebenem Schrumpfsitzübermaße  $\epsilon$  Loswerden der Reifen gerade eintritt, ergibt sich aus Gleichung (31) mit:

$$\tau' = \tau - 80\,000 \cdot \frac{p}{E_1} \cdot \left[ 1,3 + 0,7 \varphi \frac{E_1}{E_2} + \frac{d_2^2}{2s(d_2 + s)} \right]$$

worin:

$$p = \frac{2G}{\pi \cdot d_2 \cdot h_1}$$

Demnach ist die Temperaturdifferenz  $\tau'$  bei beginnendem Loswerden des Reifens gleich der dem angewendeten Schrumpfsitzübermaße  $\epsilon$  entsprechenden Aufschumpftemperatur  $\tau$  abzüglich einer Größe, die abhängt von:

dem Raddruck  $\frac{G}{2}$ , dem Felgenaußendurchmesser  $d_2$ , der Reifenbreite  $h_1$ , der Reifendicke  $s$ , der Nachgiebigkeit des Radkörpers ( $\varphi$ ) und den Elastizitätsmoduli  $E_1$  und  $E_2$  der Baustoffe. Bei völlig starrem Radkörper ( $\varphi = 0$ ) würde  $\tau'$  sein Maximum erreichen, sich somit am meisten der Aufschumpftemperatur nähern.

Bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen nimmt  $\tau'$  mit abnehmender Reifendicke  $s$  ab, so daß ganz allgemein dünne Reifen mehr zum Loswerden durch Temperaturunterschiede neigen als dicke.

Bei wachsendem Durchmesser, jedoch sonst gleichbleibenden Verhältnissen nimmt  $\tau'$  zu, so daß also kleine Räder mehr zum Loswerden durch Temperatureinflüsse neigen als große.

Hierzu ist jedoch zu bemerken, daß in diesen Belangen nur Räder gleicher Bauart ( $\varphi$ -Konst.) und gleicher Kategorie (G-Konst.) miteinander verglichen werden können.

**E. Grundsätze für die Wahl des Schrumpfsitzübermaßes.**

Für die Wahl des anzuwendenden Schrumpfsitzübermaßes wird es sich empfehlen, die Bestimmung vorzuschreiben, daß bei den in Betracht kommenden Abnutzungsgrenzen der Radreifen die maximalen Tangentialspannungen  $\sigma_{tR} \max$  im Radreifen und  $\sigma_{tK} \max$  im Radkörper die den verwendeten Baustoffen zugehörigen Proportionalitätsgrenzen, äußersten Falles die Streckgrenzen, nicht überschreiten dürfen.

Anzustreben ist jedoch, mindestens jenes Schrumpfsitzübermaß zu erreichen, bei den für den maximal im Betriebe auftretenden Temperaturunterschied  $t_{\max}$  zwischen Reifen und Felge nach Gleichung 31) die Reifen gerade noch fest sitzen ( $n=1$ ).

Nach den bisher für Scheibenräder vorliegenden Erfahrungen und Berechnungen werden bei Erhöhung des Schrumpfsitzübermaßes zuerst die Scheiben bleibend verformt, so daß deren Beanspruchung maßgebend für das höchst zulässige Schrumpfsitzmaß ist. In allen Fällen lassen sich erforderlichenfalls durch Wahl des geeignetsten Reifenbaustoffes oder durch Verstärkung der Scheiben günstigere, bis optimale Verhältnisse erzielen.

Bei bestehenden Rädern dürfte es günstiger sein, eher unter dem aus den Temperatureinflüssen nach Gleichung 31) sich ergebenden Schrumpfsitzübermaße zu bleiben und vorübergehendes Loswerden der Reifen im Betriebe hinzunehmen, als bleibende Verformung des Radkörpers zuzulassen. Besonders bei solider Art der Radreifenbefestigung, erscheint dieser Vorgang unbedenklich.

Nach Gleichung 31) ergeben sich für stark belastete Räder (Lok. und Tend.), um ein Loswerden durch Temperatureinflüsse zu vermeiden, höhere Schrumpfsitzübermaße als für schwächer belastete bei sonst gleichen Verhältnissen. Versuche an Speichenrädern (Tender) haben jedoch ergeben, daß die Radsterne schon bei verhältnismäßig kleinen Schrumpfsitzübermaßen (etwa  $1,20/_{00}$ ) durch Überbeanspruchung der Speichen dauernd verformt werden.

Nach den hier angestellten Untersuchungen fehlt für den mehrfach gestellten Antrag, das anzuwendende Schrumpfsitzübermaß in  $0/_{00}$  annähernd proportional dem Felgenaußendurchmesser zu wählen,

wenigstens in dieser allgemeinen Form, die Begründung.

Es dürfte auch kaum möglich sein, das anzuwendende Schrumpfsitzübermaß einheitlich vorzuschreiben, da die dafür maßgebenden Momente zu verschiedenartig sind und dieses namentlich auch an die Wahl der Baustoffe gebunden ist; wohl aber wäre es möglich und sogar sehr angezeigt, einheitliche Richtlinien für die zweckmäßigste Wahl des anzuwendenden Schrumpfsitzübermaßes festzulegen.

Da schon geringfügige Änderungen des Schrumpfsitzübermaßes bedeutende Änderungen der Schrumpfpfressung und der Beanspruchungen zur Folge haben, erscheint die Schrumpfung nach Austauschbau nicht empfehlenswert. Bei diesem Verfahren werden beide Paßteile innerhalb bestimmter

Abmaße hergestellt, und diese Teile wahllos miteinander verbunden.

Nach dem Verfahren des Austauschbaues, ergeben sich sehr bedeutende Schwankungen der Schrumpfsitzübermaße, die an der unteren Grenze unzureichend sind, an der oberen Grenze zur Überbeanspruchung der Baustoffe führen.

Es erscheint daher nur das Stichmaßverfahren empfehlenswert, wie es in Ausbesserungswerken angewendet wird, bei dem die Einhaltung eines vorgeschriebenen, am zweckmäßigsten befundenen Schrumpfsitzübermaßes am sichersten erreicht wird, sofern nur genügend genaue Meßinstrumente verwendet und diese heiklen Arbeiten nur von geschulten und verlässlichen Arbeitern unter entsprechender Kontrolle durchgeführt werden.

## Die Kordillerenbahnen Südamerikas.

Von Dr. Ing. Ludw. Schneider, München.

Die Ostküste Südamerikas ist der Alten Welt zugekehrt und hat sich infolgedessen rascher entwickelt als die Westküste, obwohl diese von den Spaniern schon früh in Besitz genommen wurde. Die Eröffnung des Panamakanals hat nun wohl einen der Westküste günstigen Wandel geschaffen, der aber vor allem den Vereinigten Staaten Vorteile brachte. Der Seeweg von New York an die Westküste ist nämlich durch den Kanal wesentlich mehr gekürzt worden als jener von den europäischen Häfen. Beispielsweise ist die Entfernung in Seemeilen:

Seemeilen	Von New York nach			Von Hamburg nach		
	Valparaiso (Chile)	Callao (Peru)	Guayaquil (Ecuador)	Valparaiso (Chile)	Callao (Peru)	Guayaquil (Ecuador)
via Magellan	8380	9613	10215	9128	10361	10963
via Panama	4633	3363	2810	726	6456	5903
Kürzung via Panama in %	45	65	71	15	37	42

Es ist somit nicht nur eine Folge des Weltkrieges, daß die Stellung der Vereinigten Staaten an der Westküste Südamerikas sich seit 1914 zum Nachteil der auf Ausdehnung angewiesenen Länder Europas verändert hat. Einzelne der Weststaaten Südamerikas sind nicht mehr weit davon entfernt eine wirtschaftliche Kolonie der Vereinigten Staaten zu werden. Für die europäischen Industrievölker ist die Erhaltung des süd-amerikanischen Marktes aber eine Lebensfrage von steigender Bedeutung.

Die Möglichkeit, die Westküste an verschiedenen Stellen auf dem Schienenweg über die Kordilleren zu erreichen, stärkt nun wiederum die Wettbewerbsfähigkeit der Alten Welt. Man kann an den Stillen Ozean von Buenos Aires heute schon an vier Stellen mit der Bahn gelangen, in Valparaiso, Antofagasta, Arica und Mollendo (Abb. 1). Damit sind allerdings weder die Kordillerenbahnen noch ihre Bedeutung erschöpft. Zu den genannten Bahnverbindungen kommen noch: Callao—Oroya (Peru) mit nördlicher und südlicher Abzweigung, Guayaquil—Quito (Ecuador), Tumaco—Pasto (Columbien) und Buenaventura—Bogotá (Columbien) mit Verlängerung an den See von Maracaibo (Venezuela).

An der ganzen Westküste Südamerikas mündet kein schiffbarer Strom in den Ozean, da die Kordilleren fast unmittelbar von der Küste ansteigen. Die schmale flache Küstenzone ist zudem auf weite Strecken — von Valparaiso bis gegen Ecuador — wüstenartig. Den Kordillerenbahnen kommt so als Einfallsportnen in das Hinterland erhöhte Bedeutung zu. Reiche Bodenschätze, vom Guano und Salpeter in der Randzone abgesehen, liegen oben im Gebirge und paradiesisch

fruchtbare Ländereien befinden sich jenseits der Kordilleren gegen die Niederungen des Amazonas, Cauca, Magdalena und Orinoco zu. Die Kordillerenbahnen bringen diese wertvollen Gebiete den Weltmärkten näher. Endlich sind diese Bahnen, in dem Maße als sie sich wirtschaftlich entwickeln und Anschlußstrecken hinzukommen, ein aufnahmefähiges Absatzgebiet für unsere Fahrzeugindustrie. Eine Anzahl der in Frage kommenden Bahnen ist Staatsbesitz und dadurch in ihren Einkaufsquellen keinen strengen Bindungen unterworfen.

Die Hochkordillere durchzieht Südamerika in seiner ganzen Länge, oftmals in mehreren parallelen Ketten, denen noch an manchen Stellen die niedrigere Küstenkordillere vorgelagert ist (Abb. 2). Im folgenden sind nur die schon in Betrieb (1 bis 8) oder wenigstens in Bau befindlichen Kordillerenbahnen\*) (9 und 10) erwähnt. Mehrere Projekte schweben noch, von welchen voraussichtlich folgende in absehbarer Zeit Gestalt gewinnen dürften: Die Andenquerbahn über den Bariloche-Paß rund 840 m ü. M. zwischen Pto. San Antonio (Argentinien) und Pto. Montt (Chile), die Bahn von Cochabamba nach Santa Cruz (Bolivien) mit Fortsetzung nach Corumbá und Santos (Brasilien) am atlantischen Ozean, die Verbindung von Cuzco mit Huancavelica über Ayacucho (Peru), von Quito (Ecuador) mit Pasto (Columbien) und von Manizales mit Medellín (Columbien). Auch eine Bahn von Antofagasta nach Argentinien wird erörtert.

### 1. Andenquerbahn Buenos Aires—Valparaiso (Abb. 1, 3 und 4).

Die südlichste Andenbahn Südamerikas und die zugleich kürzeste Verbindung der Ost- und Westküste dient dem Verkehr zwischen den Hauptstädten Argentinien und Chiles, Buenos Aires und Santiago, bzw. dem pazifischen Hafen Valparaiso. Von Buenos Aires führt die Pazifikbahn (Ferrocarril de Buenos Aires al Pacifico) in rund 16 Stunden nach Mendoza am Fuße der Kordillere. Die Spurweite ist 1676 mm. In Mendoza beginnt die eigentliche, 251 km lange Andenquerbahn (Ferrocarril Transandino) von 1 m Spurweite; 180 km liegen auf argentinischer, 71 km auf chilenischer Seite. Erstere weisen sechs Zahnradstrecken von 13,4 km Gesamtlänge, letztere fünf von 21,5 km Gesamtlänge auf. Die größten Steigungen sind auf der Reibungsstrecke 1:40, auf der Zahnstange 1:12,1. In Chile ist die Bahn elektrifiziert. Der Grenz-kamm der Zentralkordillere wird von einem 3200 m langen Tunnel durchbohrt, dessen Scheitel 3207 m ü. M. und 753 m unter der Paßhöhe liegt. Zahlreiche Schneegalerien schützen die Strecke vor Lawinen, so daß eine längere Unterbrechung des Verkehrs im Winter selten geworden ist. Die Bahn folgt

\*) Die Verzeichnisse der Stationen mit Entfernungen und Höhenlage mußten wegen Raumangel weggelassen; der Verfasser ist jedoch zu Angaben hierüber auf Wunsch bereit.

ab Mendoza dem Tal des gleichnamigen Flusses, bis Zañon Amarillo als reine Adhäsionsbahn. Von hier bis Las Cuevas, der letzten Station auf der Ostseite der Anden, sind in 42 km Länge 944 m Höhe zu erklimmen, also eine mittlere Steigung von 1:44,5. Auf der Westseite ist der Anstieg steiler, nämlich von Guardia Vieja bis Caracoles auf 29 km Länge 1432 m Höhe, d. i. 1:20,2. Auf der argentinischen Seite liegen das Mineralbad Cacheuta und das Thermalbad Puente del Inca, benannt nach der Felsenbrücke über den Mendozafluß. Letzteres ist der

mit recht verschiedenen Spurweiten, schon bestehen. Von Buenos Aires nach Tucumán können drei Wege benutzt werden: Die breitspurige argentinische Zentralbahn (Ferrocarril Central Argentino) über Rosario und La Rubia, die Zentral-Córdobabahn (Fc. Central Córdoba) über Córdoba und endlich die Zentral-Nordbahn (Fc. Central Norte) ab Santa Fé, die, wie die Vorgenannte meterspurig, über Tucumán und Jujuy bis zur bolivianischen Grenze bei La Quiaca Villazón verläuft. Hinter Jujuy beginnt die Zahnstrecke. Mit der meterspurigen



Abb. 1. Übersichtskarte der südamerikanischen Kordillerenbahnen.



Abb. 2. Relief von Südamerika.



Abb. 3. Andenquerbahn Mendoza—Los Andes von Argentinien nach Chile.

Ausgangspunkt für Besteigungen des Aconcagua. Dieser, fast 7000 m hoch, und der 6550 m hohe Vulkan Tupungato sind von der Strecke aus sichtbar. Zwischen Caracoles und Portillo liegt eine der großartigsten Felslandschaften der Welt. Die Bahn folgt auf der chilenischen Seite dem Aconcaguaflusse. In Los Andes beginnt die 1676 mm spurige chilenische Staatsbahn. Die Schnellzüge brauchen für die 1457 km lange Strecke Buenos Aires—Valparaiso rund 40 Stunden.

2. Die Bahn Buenos Aires—La Paz (Abb. 1, 4 und 5).

Diese 2742 km lange Strecke bildet den südlichsten Teil der 16500 km langen künftigen panamerikanischen Bahn von Buenos Aires nach New York, von der fast 12000 km, allerdings

Bahn der bolivianischen Eisenbahngesellschaft wird die Reise auf einer weiten Hochebene, Puna oder Altiplano genannt, über Uyuni und Oruro bis zur Hauptstadt Boliviens, La Paz, fortgesetzt. Der höchste Punkt ist Rio Mulato, 4110 m ü. M. Vorher mündet bei Uyuni die Antofagasta und Bolivia-Bahn ein. Bei Huari kommt der große Poopó-See in Sicht. Viacha ist Knotenpunkt für die Bahnen nach Arica und an den Titicacasee. Hinter Viacha, wo der majestätische Illimani (6405 m), der Mururata, Caca-Aca und Illampú sichtbar werden, senkt sich die Bahn in den Kessel von La Paz. Die ganze Strecke, von der über 1000 km in mehr als 3000 m Seehöhe liegen, wird von Schnellzügen in drei Tagen zurückgelegt.

Von La Paz führt die Yungasbahn zunächst das Chuquiaguilla-Tal aufwärts, über den Yungaspaß und das Unduavi-Tal hinab an die feuchte, fruchtbare und walddreiche Ostseite der Hauptkordillere. An diese lehnen sich die Stromgebiete des Rio Beni und Rio Marmoré an, die einen Weg ins Amazonas-

3. Die Bahn Antofagasta—La Paz (Abb. 1, 4 und 5).  
Von dieser 1156 km langen meterspurigen Strecke liegen 860 km in über 3000 m Seehöhe. Die Bahn beginnt in Antofagasta, dem 950 km nördlich Valparaiso gelegenen pazifischen Hafen, und quert zwischen El Buitre und Sierra Gorda den

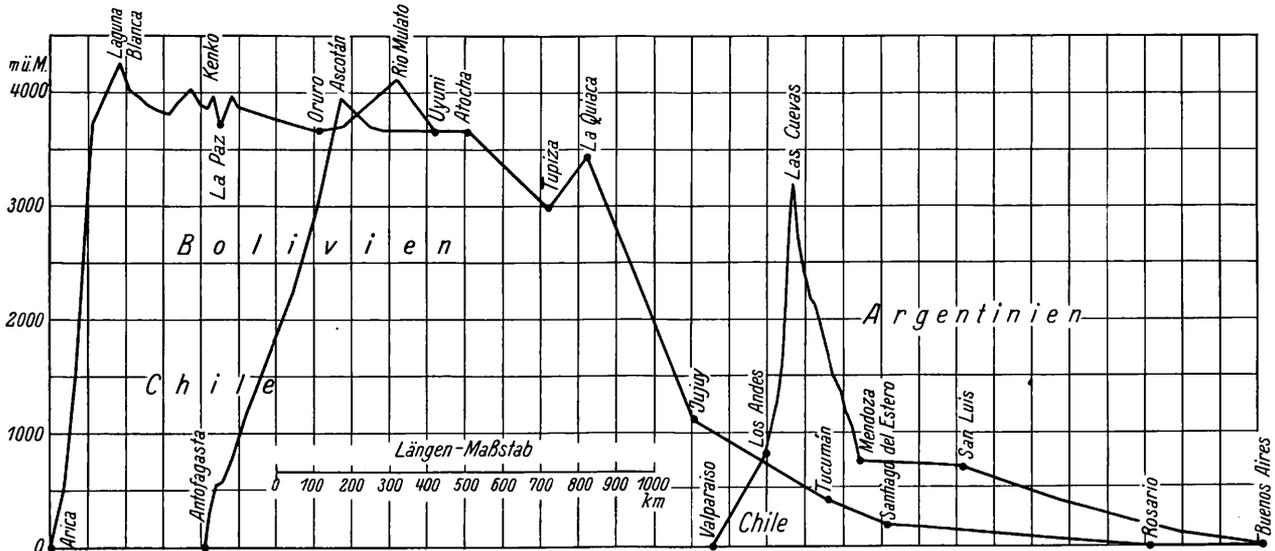


Abb. 4. Meereshöhen der von Argentinien und Chile ausgehenden Kordillerenbahnen.  
Maßstäbe der Abb. 4, 6 und 7: Längen: 200 km = 1 cm, Höhen: 500 m =  $\frac{3}{4}$  cm.

gebiet eröffnen. Im Verein mit der später genannten Arica—La Paz-Bahn überschreitet hier der Schienenstrang die Kordilleren in ihrer ganzen Breite.

Von der Hauptstrecke Villazón—Viacha zweigen folgende Seitenbahnen in der oder über die Kordillere ab: Uyuni—

wichtigsten chilenischen Salpeterbezirk. In der Nähe von Calama liegt das reiche Kupferbergwerk Chuquicamata. Bei Conchi übersetzt die Bahn auf dem 102 m hohen Loa-Viadukt den gleichnamigen Fluß und schneidet bei San Pedro die Lavamassen der Vulkane San Pedro und San Pablo an. Ihr höchster Punkt auf chilenischem Boden ist Ascotán, 3954 m ü. M. Kurz hinter Ascotán tritt sie an den 38,5 km langen Boraxsee von Cebollar, zu Füßen mehrerer mächtiger Vulkane. Die bolivianische Grenze wird kurz nach Ollagüe, 440 km von Antofagasta erreicht, bei km 609 die Stadt Uyuni an der Linie Buenos Aires—La Paz. Bei Viacha, dem schon genannten Knotenpunkt, tritt die Bahn an den Kessel von La Paz heran, in den sie sich von Schnellzügen bergwärts in 42 Std., talwärts in 37 Std. zurückgelegt.

4. Die Bahn Arica—La Paz (Abb. 1, 4 und 5).

Die Arica—La Paz-Bahn zerfällt in einen 207 km langen chilenischen und in einen 238 km langen bolivianischen Teil. Die Spurweite beträgt 1 m. Von dem pazifischen Hafen Arica 69 km entfernt, erreicht die Bahn bei Central die Seehöhe von 1481 m und erklettert dann mittels Zahnstange in weiteren 43 km einen Höhenunterschied von 2247 m, bei einer größten Steigung von 1:12. Die fast vegetationslose Gegend ist so wild, daß man annehmen könnte, sie sei bei der Schöpfung vergessen worden. Der höchste Punkt der Bahn liegt bei Laguna Blanca, 190 km von der Küste entfernt, auf 4270 m ü. M. in der Westkordillere angesichts der schneebedeckten Berge Tacora, Putre und Sajama. Von Viacha steigt die Bahn nach Kenko auf 3981 m, um sich dann mittels Zahnstange nach La Paz 3701 m zu senken. Calacoto und Comanche sind durch ihre Thermalquellen bekannt.

Die Bahn wurde von Chile nach dem Salpeterkrieg 1879—83, wobei Bolivien seinen Zugang zum Meer (Antofagasta) verlor, gemäß Friedensvertrag von 1892, gebaut. Die Schnellzüge legen die 445 km lange Strecke bergwärts in 20 Std., talwärts in 17 Std. zurück.

5. Die Bahn Mollendo—La Paz (Abb. 1, 5 und 6).

Vom pazifischen Hafen Mollendo führt die peruanische Südbahn über Arequipa und Juliaca, wo die Bahn nach Cuzco



Abb. 5. Kordillerenbahnen auf die bolivianisch-peruanische Hochebene.

Huanchaca 42 km, Rio Mulato—Sucre 336 km, Oruro—Cochabamba 200 km und Machacamarca—Uncía 59 km. Uyuni (5000 Einwohner), Potosí (35000 Einwohner) und Oruro (30000 Einwohner) sind bedeutende Bergwerksmittelpunkte, Cochabamba (30000 Einwohner) ein Ackerbau- und Pflanzentrum. Politische Gründe machen für Bolivien die Fortsetzung der Bahn über Cochabamba nach Santa Cruz und nach Corumbá an der brasilianischen Grenze notwendig.

abzweigt, nach Puno am Titicacasee und setzt sich als Guaqui—La Paz-Bahn auf bolivianischem Boden nach La Paz fort. Die ganze 812 km lange Strecke wird bergwärts in 33 Std., talwärts in 28 Std. zurückgelegt. Zunächst verläuft die Bahn bis Ensenada an der sandigen Küste und folgt dann dem Tambotal inmitten reicher Zuckerrohr-, Baumwolle- und Alfalfafelder, die öfters künstlich bewässert werden. Von La Joya ab begleiten wiederum ausgedehnte Sanddünen die Strecke: das enge, tiefeingeschnittene Chiletal kommt in Sicht mit seinen senkrechten gelben Felswänden, die das grüne Tal förmlich in einen Goldrahmen fassen. Arequipa, 172 km, bietet mit dem 5450 m hohen, schneebedeckten Vulkan El Misti und den Vulkanen Chachani und Pichu-Pichu ein entzückendes Bild. Den höchsten Punkt erreicht die Bahn bei Crucero Alto auf 4450 m ü. M. in 360 km von der Küste. Fast eine Stunde lang geht die Fahrt zwischen den beiden Hochseen von Lagunillas und Saracocha hindurch. Bei Juliaca, 476 km, wird die Gegend wieder kultiviert. Nur mehr 60 km sind es von hier an den Titicacasee. Jenseits desselben verläuft die Bahn auf dem Altiplano, berührt die alte Incakulturstätte Tiahuanaco und führt über Viacha und El Alto 4084 m ü. M. nach La Paz hinunter. Die ganze Strecke von Mollendo über La Paz nach Buenos Aires mißt 3554 km. Davon liegen 1600 km in über 3000 m Seehöhe. Eine Bahn längs des Titicacasees ist geplant. Heute vermitteln Dampfschiffe den Verkehr zwischen Puno und Guaqui.

#### 6. Die peruanische Südbahn Mollendo—Cuzco (Abb. 1, 5 und 6).

Die peruanische Südbahn führt, wie vorstehend beschrieben, zunächst bis Juliaca nahe dem Titicacasee und wendet sich dann gegen Norden. Mit der Strecke La Paz—Guaqui bildet jene von Puno nach Cuzco wieder einen Teil der panamerikanischen Bahn. Die ersten 160 km hinter Juliaca berühren primitiv, aber ausgedehnt bebautes Land, gut bewässert von den Gletscherbächen der Kordillere. Herden von Schafen, Lamas und Alpaccas werden von den indianischen Hirtinnen betreut, denn der männliche Aimará-Indianer ist kein Freund regelmäßiger Arbeit. 159 km von Juliaca entfernt wird die Wasserscheide zwischen Titicacasee und Amazonenstrom bei La Raya in 4300 m Seehöhe überschritten. Die Bahn senkt sich jenseits bis auf 3050 m und steigt kurz vor ihrem Ende wieder an. Cuzco ist eine der ältesten Städte der südlichen Halbkugel, der Schauplatz des Aufstieges und Falles der Inca. Seine zahlreichen Bauten aus jener Zeit, darunter 200 m über der Stadt die alte Incafestung Sacsahuamán, haben den Erdbeben und den Anstürmen der Conquistadoren, Kriege, Revolutionen und Schatzgräber widerstanden. Jede Straße von Cuzco hat ihre incaischen oder prae-incaischen Mauerreste und Torbögen. Auf einem Tagesritt in der Umgebung begegnet man so vielen Überresten aus der Incazeit, daß deren Besichtigung Wochen erforderte. Kein Wunder, daß Cuzco immer mehr von Kultur- und Kunsthistorikern, Globetrottern und Abenteurern besucht wird! Im Zusammenhang mit den Incakulturen von Ica-Nasca an der südperuanischen, Trujillo-Chimú an der nordperuanischen Küste, Pachacamac und Tiahuanaco dürften hier noch ungeahnte Wunder der Hochkultur tragisch untergegangener Völker erschlossen werden. Das archäologische Museum von Lima ist heute schon eine noch viel zu wenig beachtete Schatzkammer jener Zeiten. Cuzco, 814 km von Mollendo und 3350 m ü. M., zählt an 30000 Einwohner, vorwiegend Indianer.

#### 7. Die Bahn Callao—Lima—Oroya (Abb. 1 und 6).

Diese Bahn ist so eigenartig, daß man gesagt hat, sie lohne allein die weite Reise von Europa. Sie erschließt die Hochregion der peruanischen Kordillere und ist Ausgangspunkt

für das reiche Hinterland des Amazonasgebietes. Oroya ist mit den bedeutenden Bergwerksmittelpunkten Cerro de Pasco, der höchsten städtischen Siedlung Südamerikas 4370 m ü. M. und Huancayo (Kupfer, Silber) durch Zweigbahnen verbunden. Die Strecke führt vom pazifischen Hafen Callao nach der nahen Landeshauptstadt Lima und erreicht als reine Adhäsionsbahn mit 1:21 Höchststeigung schon rund 170 km von der Küste die Seehöhe von 4820 m. 65 Tunnels, 67 Brücken und 15 Zick-Zack-Kehren sind die hauptsächlichsten Bauwerke der Bahn, die an Kühnheit der Anlage auf der Erde kaum übertroffen werden dürfte. Die Strecke Huancayo—Huancavelica soll über Ayacucho Anschluß an die Südbahn bei Cuzco erhalten als weiteres Glied der panamerikanischen Bahn. Die Bahn Guaqui—La Paz (Bolivien), die peruanische Südbahn und die peruanische Zentralbahn Callao—Huancavelica werden von der Peruvian Corporation Ltd. betrieben.

#### 8. Die Bahn Guayaquil—Quito (Abb. 1 und 7).

Die Hauptstadt Ecuadors, Quito, war zuzeiten der Incas mit Cuzco durch eine Straße verbunden, von der Reste mit

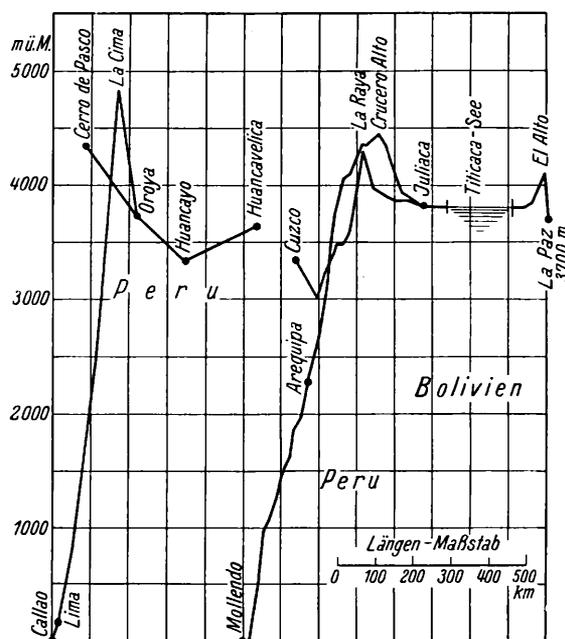


Abb. 6. Meereshöhen der von Peru ausgehenden Kordillerenbahnen.

Befestigungen und Tempeln noch bestehen. Seit 1908 ist Quito von dem pazifischen Hafen Guayaquil aus durch eine Bahn von 1067 mm Spur und 463 km Länge erreichbar. Die Bahn beginnt in Durán, wohin man von Guayaquil mit dem Flußdampfer gelangt. Sie quert an der Küste in 70 km Länge das Delta des Guayaflusses mit reichen Bananen-, Zuckerrohr- und Kakaopflanzungen und ersteigt dann in 95 km eine relative Höhe von 3134 m. Die Täler stehen im Schmucke von Palmen, Bambus, Hibiscus, Rosen und Orchideen. Der Schienenstrang verläuft in der Kordillere zwischen 2560 und 3600 m ü. M. in wiederholten Steigungen und Gegengefällen. Die größte Steigung beträgt 1:18,2. Auch diese Bahn bietet großartige Landschaftsbilder mit den Vulkanen Chimborazo zwischen Luisa und Cajabamba, Cotopaxi zwischen Mocha und Quito, Cayabambe bei Quito usw.

#### 9. Die Nariñobahn Tumaco—Pasto (Abb. 1 und 7).

Der Süden Columbiens, die Provinz Nariño, Teile der Provinz Cauca und die angrenzenden Teile Ecuadors erzeugen Kautschuk, Balata, Tagua, Kaffee, Kakao, Vieh, Häute, Strohhüte usw. Die Hauptstadt von Nariño, Pasto, liegt 2594 m hoch in der Kordillere und wird durch eine staatliche

Bahn von 914 mm Spur, wie sie die meisten columbianischen Strecken aufweisen, mit dem Hafen Tumaco verbunden werden, etwas über 100 km sind davon gebaut. Tumaco liegt auf einer

im Passe von Calarcá in einem 395 m langen Tunnel die Zentralkordillere überschreiten soll. Die noch fehlende Strecke von Armenia bis Ibagué wird auf guter Straße in zwei Stunden mit dem Kraftwagen zurückgelegt. Die Bahn steigt sodann bis auf fast 300 m ü. M. ins Tal des Magdalenaströms hinab und erklettert in schöner, durch alle Klimazonen führender Anlage die Ostkordillere, die sie erst bei Cúcuta verläßt. Ihr westlicher Rand wird bei 2729 m Seehöhe überschritten. Auf der grünen Sabana, die Bogotá wie ein Edelstein schmückt, und der anschließenden, breit dahin ziehenden Kordillere verläuft die Bahn über 200 km in der Höhe von durchschnittlich 2600 m ü. M. Sie wird dann dem Suárezfluß folgen, einem Nebenfluß des schiffbaren Sogamoso, der in den Magdalena mündet. Bei Moniquirá (1764 m ü. M.) kreuzt sie die von Tunja kommende geplante Cararebahn. Die Strecke im Suáreztal ist im Bau und wird den Handel von Bucaramanga sehr beleben. Letzteres ist Stapelplatz für Kaffee, Tabak, Häute, Kautschuk, Edelhölzer und Strohhüte und hat bereits rund 28000 Einwohner. Von Bucaramanga ist die Bahnverbindung mit San José de Cúcuta (40000 Einwohner) geplant und teilweise schon in Betrieb. Sie überschreitet die Ostkordillere letztmals auf dem Plateau von Pamplona in 2340 m ü. M. und senkt

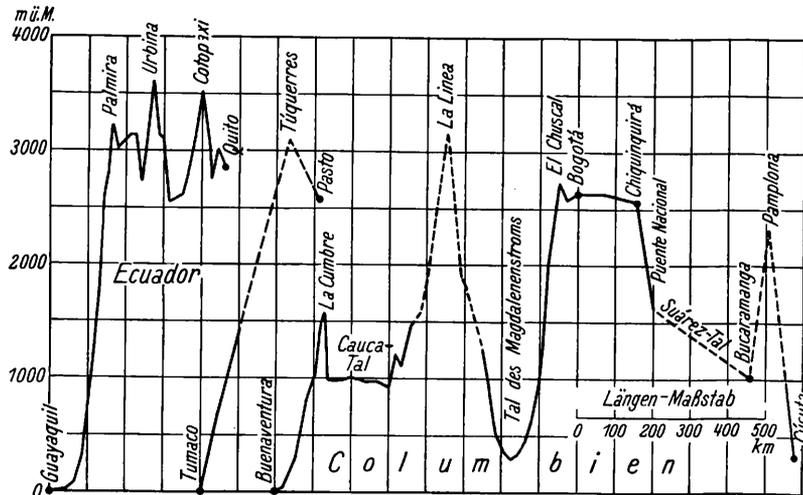


Abb. 7. Meereshöhen der von Ecuador und Columbien ausgehenden Kordillerenbahnen.

sich dann rasch an den Zuliafluß nach Cúcuta, das durch eine 55 km lange Bahn mit Puerto Villamizar am Zuliafluß verbunden ist. Von hier führt die venezolanische Táchirabahn nach Encontrados am Catatumbofluß, der bis zur Mündung in den See von Maracaibo schiffbar ist.

Insel und die Bahn nimmt ihren Ausgang von Aguaclara am gegenüberliegenden Festland. Zunächst zieht sie 80 km über eine mäßig geneigte Ebene, wobei sie zwischen Cajipí und San Bernardo 30 km lang schnurgerade verläuft. Sie tritt dann in die Vorberge ein: bis El Diviso (108 km) überschreitet die Steigung 1:67 nicht. Die Linie wird, wie geplant, weiter den Cañón des Güizaflusses entlang geführt, berührt die Stadt Ricaurte, 1213 m ü. M., überschreitet die Hochfläche von Túquerres auf 3104 m ü. M. mit 1:22 Höchststeigung und endet in Pasto, 313 km. Sie weist nur zwei Tunneln von 180 bzw. 360 m Länge und Kurven von 40 m kleinstem Halbmesser auf. Die Linie Pasto—Popayán ist in Bau, eine Bahn Pasto—Quito geplant.

10. Die columbianische Querbahn Buenaventura—Bogotá—Villamizar (Abb. 1, 7 und 8).

Diese größtenteils staatliche Bahn überschreitet alle drei Ketten der Kordillere und ist bis auf ein kurzes Stück in der Zentralkordillere und eine längere Strecke im Suáreztal und zwischen Bucaramanga und Cúcuta im Betrieb. Vor allem schafft sie dem Cauca und der Landeshauptstadt Bogotá Zugang zum Stillen Ozean sowie den Provinzen Boyacá, Santander und Norte de Santander Zugang zum Golf von Maracaibo. Bis Bogotá ist die Spurweite 914 mm, weiterhin 1 m. Die Strecke zerfällt in folgende Abschnitte:

Bezeichnung	von	bis	Länge km	Eigentümer
Pazifikbahn	Buenaventura	Ibagué	550	Staat
Tolimabahn	Ibagué	Flandes	77	„
Girardotbahn	Girardot	Facatativá	132	„
Cundinamarca-bahn	Facatativá	Bogotá	40	Staat u. Provinz
Zentral-Nordbahn	Bogotá	Bucaramanga	457 ca.	Staat
Cúcutabahn	Bucaramanga	Villamizar	177 ca.	Staat u. Privates.
Gesamtlänge			1433	

Die in Buenaventura beginnende Bahn überschreitet auf 1581 m den Paß von La Cumbre in der Ostkordillere, senkt sich ins Caucaatal, berührt das aufstrebende Cali mit über 70000 Einwohner, folgt dem Caucafluß bis Zarzal, worauf sie

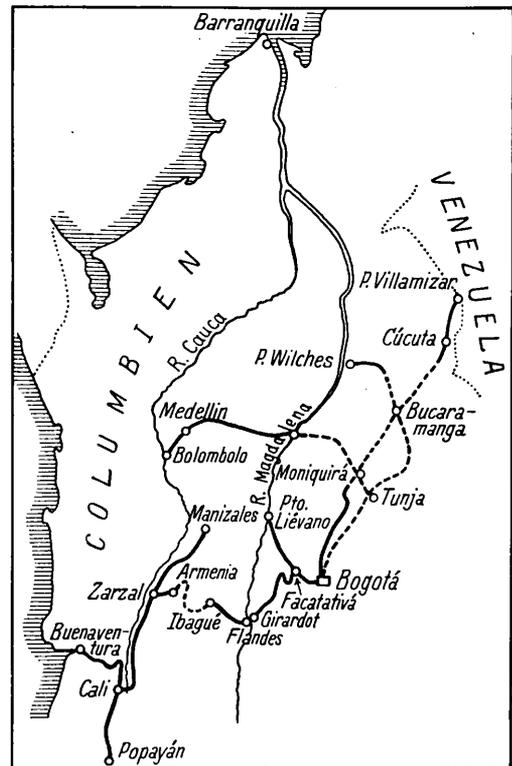


Abb. 8. Columbianische Querbahn und Anschlußstrecken.

Von Bogotá über Tunja, 2700 m ü. M., nach Bucaramanga wird die Nord-Ostbahn führen, von der aber erst rund 120 km in Betrieb sind. Von Facatativá nach Puerto Liévano am Magdalena ist die Cundinarmacabahn fertiggestellt, von Tunja über Moniquirá an den Magdalena die schon erwähnte Cararebahn und von Bucaramanga nach Puerto Wilches am Magdalena die Zentral-Nordbahn in Bau. Cali ist durch eine Bahn mit Popayán (159 km) verbunden, deren Verlängerung nach Pasto (292 km) im Bau ist, so daß in nicht zu ferner Zeit eine

Querverbindung durch ganz Columbien von Ecuador bis Venezuela fertiggestellt sein wird.

Der Betrieb auf den Kordillerenbahnen stellt Aufgaben, die von den in Europa gewohnten vielfach abweichen. Insbesondere gilt dies für die Zuförderung und die rollenden Betriebsmittel. In früheren Jahren haben große Lieferungen den deutschen Namen bei diesen Bahnen bekannt gemacht; in den letzten Jahren aber hat die deutsche Industrie drüben etwas Boden verloren. Es ist nötig, daß sich unsere Fachleute wieder mehr den von dort gestellten Aufgaben zuwenden. Dazu gehört neben langjähriger Facherfahrung die Vertrautheit mit den dortigen Verhältnissen. Nichts wäre falscher als anzunehmen, daß es drüben nicht ebenso erfahrene, kritische und ehrliche Ingenieure und Behörden gäbe, wie bei uns, deren Absichten mit Hingabe gefördert sein wollen, und es können nicht ohne weiteres die bei uns gemachten Erfahrungen auf die südamerikanischen Bahnen übertragen werden. So werden von dort z. B. Dampftriebwagen verlangt, die bei uns bis jetzt keinen Eingang gefunden haben (abgesehen von zurückliegenden Versuchen).

Die Kordillerenbahnen erfordern in erster Linie kurvenbewegliche Gelenklokomotiven und zum Teil auch Zahnradlokomotiven. Die Bauart Garratt hat sich auf vielen Strecken durchgesetzt, so bei argentinischen, chilenischen und peruanischen Bahnen und auf der Strecke Guayaquil-Quito, ebenso die Bauart Meyer-Kitson in Columbien. Schmalspur und beschränkter Achsdruck stellen ebenfalls besondere Anforderungen an die Bauart. Insonderheit sind es die schwierigen Verhältnisse bei der Kohlen- und Wasserversorgung der Strecken, die neue Aufgaben stellen. Der elektrische Betrieb

kommt wegen der geringen Verkehrsdichte nur ausnahmsweise in Frage. Dafür werden wassersparende Dampf- und Diesellokomotiven verlangt. Turbolokomotiven mit Verdunstungskühlern scheiden dabei aus, weil sie fast so viel Kühlwasser verbrauchen wie die Auspufflokomotiven Speisewasser. Die argentinische Staatsbahn hat auf der Strecke Santa Fé—Tucumán, wo Wasser auf 400 km mangelt — ähnliche Fälle liegen auch in Chile und Bolivien vor — eingehende Versuche mit einer Turbolokomotive mit Luftkondensation gemacht. Obwohl der Wasserverbrauch nur 3 bis 4 v. H. einer gewöhnlichen Lokomotive betrug, hat der Versuch nicht voll befriedigt. Eine weitere (Kolben-)Lokomotive, deren Abdampf bei Atmosphärenspannung niedergeschlagen wird, nahm unlängst den Probetrieb auf\*). Die Kitson-Still-Lokomotive mit etwa 90 v. H. Wasserersparnis findet drüben ebenfalls Interesse. Auch für Diesellokomotiven besteht Nachfrage. Wegen der großen Seehöhen eignen sich nur Motoren mit Verdichtung der Luft. Vereinzelt sind dieselektrische Lokomotiven in Südamerika schon in Betrieb. Eine englische Zeitschrift brachte Ende 1931 den Entwurf zu einer 3000 PS 1 E 1 + 1 E 1 dieselektrischen Lokomotive für eine dieser Bahnen. Im Personenverkehr, der sich jetzt auf einige Züge in der Woche beschränkt, besteht ein Bedürfnis nach häufiger verkehrenden, leichten Triebwagenzügen. Kurz, eine Menge von Aufgaben harret in Südamerika der Lösung. — Der deutsche Kaufmann ist in Südamerika rührig und erfolgreich tätig. Möchte der Ingenieur es im gleichen Maße werden; nicht nur vom heimischen Boden aus als Lieferant für die Kordillerenbahnen sondern auch an Ort und Stelle als umsichtiger Betriebsleiter.

\*) Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1932, S. 351.

## Rundschau.

### Allgemeines.

#### Ein amerikanischer Eisenbahnbau.

Der Bau einer Eisenbahn von 327 km Länge ist selbst für amerikanische Verhältnisse ein beachtliches Unternehmen, und wenn ein solcher Bau in fünfviertel Jahren ausgeführt wird, so ist das eine bemerkenswerte Leistung. Es handelte sich dabei um die Herstellung einer Verbindung zwischen dem Netz der Großen Nord-Eisenbahn im Staate Oregon und dem Netz der West Pacific-Eisenbahn in Kalifornien. Sie wurde schon vor dem Kriege geplant, die Ausführung mußte jedoch zunächst wegen Schwierigkeiten bei Beschaffung der nötigen Mittel, dann wegen des Kriegs unterbleiben. Die Genehmigung wurde vom Bundesverkehrsamt im Juni 1930 ausgesprochen; alsbald wurden die Arbeiten vergeben, und im November 1931 wurde der Betrieb eröffnet.

Der Bau zerfiel in zwei Teile: etwa 180 km von Süden her wurden von der West Pacific-Eisenbahn, etwa 148 km von Norden her wurden von der Großen Nord-Eisenbahn, das Mittelstück wurde von beiden gemeinschaftlich gebaut. Der schwieriger zu bauende Teil war der südliche, auf dem sich die Eisenbahn beim Überschreiten der Sierra Nevada auf 80 km Entfernung von 945 m auf 1750 m Seehöhe erhebt; dann verläuft sie auf rund 50 km Länge auf einer Hochebene und steigt schließlich in sanften Neigungen auf 1250 m Seehöhe herab. Die größten Schwierigkeiten boten die ersten 11 km, wo zahlreiche Schluchten zu überschreiten waren und wo infolgedessen acht von den zwölf größeren Brücken und fünf von den neun Tunneln liegen. Die Hälfte der Strecke führt durch Staatsforsten, wo beim Räumen der für den Bau benötigten Flächen das für ihn erforderliche Holz gewonnen wurde.

Die Massenbewegung bei dem südlichen Teil des Bahnbaus Klamath Falls—Keddie umfaßte über 3 Mio m<sup>3</sup>. Die Massen wurden zum größten Teil mit Löffelbaggern gewonnen und mit Lastkraftwagen befördert. Die Dammböschungen erhielten eine Neigung  $\frac{3}{4}$ :1 bis 1:1, die Einschnitte sind unter  $1\frac{1}{2}$ :1 gelöscht. In einem 33,5 m tiefen Einschnitt waren allein fast 200 000 m<sup>3</sup>

zu gewinnen; zu ihrer Abförderung wurden zweirädrige Karren von 9 m<sup>3</sup> Fassungsraum, gezogen von Schleppern, benutzt. An einer anderen Stelle mußten auf einer gegen 140 m langen Strecke 175 000 t Fels gelöst werden; hierzu wurden 45 t Sprengstoff verwendet, die auf einmal abgefeuert wurden.

Beim Bau der Brücken bestand eine Hauptschwierigkeit in der Unzugänglichkeit der Baustellen; sie konnten daher erst gebaut werden, wenn das Gleis die Baustelle erreicht hatte. Es wurde deshalb eine Bauart für die Brücken gewählt, bei der man keine Rüstungen brauchte und bei der die Arbeit sehr schnell vor sich ging. Die meisten Bauwerke sind daher Gerüstbrücken mit 22,9 m langen Trägern und Turmpfeilern. Drei von ihnen sind mehr als 30 m hoch, die eine liegt 68 m über der Talsohle.

Die neun Tunnel haben Längen von 122 bis 300 m und sind zusammen 1730 m lang. Der Querschnitt ist in der Geraden 5,2 m, in Krümmungen 5,5 m breit und 6,7 m hoch. Die meisten von ihnen sind mit Holz ausgezimmert; Binder aus 30.30 cm starken Hölzern stehen in 45 cm bis 90 cm Abstand je nach der Art des Gebirges.

Das Gleis besteht aus 42,5 kg/m schweren Schienen. Die Schwellen wurden mit Lastkraftwagen verteilt; auf ihnen wurden die Schienen zunächst so angeheftet, daß das Gleis befahren werden konnte. Ein weiterer Arbeitertrupp machte dann das Gleis fertig. Die Tagesleistung betrug 900 m Gleis. Alle Hauptgleise haben Unterlagsplatten und sechs Wanderstützen auf die Schienenlänge von 12 m.

Der Abzweigungsbahnhof Keddie liegt an einer Stelle, wo sich das vorher einzige Gleis an einem steilen Hang hinzieht. Hier mußten gegen 320 000 m<sup>3</sup> Massen gewonnen werden, um Raum für die weiteren vier Gleise zu schaffen, die in zusammen 10 km Länge den neuen Bahnhof bilden. Der Bahnhof hat einen Lokomotivschuppen mit vier Ständen, eine Drehscheibe von 36,6 m Durchmesser, eine Werkstatt mit Kesselhaus, Behälter zum Lagern von Öl für die Speisung der Lokomotiven und zur Speicherung von Wasser, ferner Vorratsräume für Schmieröl,

Sand usw. Das Wasser wird auf etwa 2,5 km Entfernung in einer 10 cm weiten Leitung aus einem Fluß herangeführt, der so viel höher als der Bahnhof liegt, daß der natürliche Druck ausreicht, auch wenn das Wasser für Feuerlöschzwecke gebraucht werden sollte. Die Drehscheibe ist auf Pfählen in 90 cm Abstand gegründet; der Königszapfen ruht auf einem Betonklotz von 1,5 × 1,5 m Grundfläche, der 10 m tief bis auf den gewachsenen Felsen hinunterreicht.

An drei anderen Stellen der Strecke sind Wasserversorgungsanlagen für den Lokomotivbetrieb errichtet worden; bei einer davon mußte, um wasserführende Schichten zu erreichen, eine über 200 m mächtige Schicht Basaltlava durchbohrt werden.

Der Bau des nördlichen Teils der Strecke, den die Große Nord-Eisenbahn ausführte, bot erheblich geringere Schwierigkeiten. Hier liegen die beiden Enden ungefähr in gleicher Höhe, und die Eisenbahn erhebt sich nur etwa 90 m über ihre Endpunkte. Immerhin waren auf diesem Teil der Strecke rund

1,5 Mio m<sup>3</sup> Massen zu gewinnen, es gab acht Brücken aus Stahl und eine Anzahl hölzerne Gerüstbrücken zu bauen. Tunnel kamen auf dieser Strecke nicht vor. Der Oberbau wurde mit Schienen von 45 kg/m Gewicht ausgestattet. Der Bau war auch insofern leichter als auf der Südstrecke, als an zwei Stellen Baustoffe und Geräte auf bestehenden Eisenbahnen an die Neubau-strecke herangeführt werden konnten.

Die Arbeiten wurden ähnlich ausgeführt wie auf der Süd-strecke. Zum Vorstrecken der Gleise dient eine Gleislegemaschine, mit der ein Baufortschritt von 2600 m Gleis täglich erreicht wurde. Zum Anziehen der Schrauben dienten Druckluftwerkzeuge.

Die Arbeiten an der Nordstrecke wurden gegen eine Ver-gütung von 5 Mio Dollar an ein aus zwei Firmen gebildetes Unter-nehmen vergeben; dieses teilte den Bau in acht Lose, zu deren Ausführung weitere Unternehmer herangezogen wurden.

Wernecke.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Beseitigung von Rutschungen in einem Bahndamm durch Entwässerung.

Die Atchison, Topeka & Santa Fe-Eisenbahn führt zwischen Chicago und Kansas City auf einer Hochbrücke über den Missouri. Auf der Westseite wird das Flußtal von hohen Felsen begrenzt, auf der Ostseite liegt das Gelände tief, so daß sich an die Brücke ein Damm anschließt, der auf etwa 1,5 km Länge zunächst etwa 18 m hoch war. Nach amerikanischem Gebrauch war er so hergestellt worden, daß erst die übliche hölzerne Bockbrücke — trestle work — errichtet und im Laufe der Zeit mit Massen verfüllt worden war. Schon in diesem Damm bildeten sich Ansammlungen von Wasser, die Anlaß zu Bewegungen gaben, sie wurden aber erst ernstlich bedenklich, nachdem im Jahre 1915 die Brücke umgebaut, die Strecke zweigleisig ausgebaut und dabei die Neigungsverhältnisse verbessert worden waren, wodurch eine Erhöhung des Damms bis zu 6,6 m nötig wurde. Die neue Schüttung, etwa 1,35 Mill. Kubikmeter, bestand zum größten Teil aus tonigen Massen, die von der Dammkrone aus herunter-gekippt worden waren.

Schon bei Herstellung dieser Verbreiterung und Erhöhung des Damms ergaben sich Schwierigkeiten. An einer Stelle rutschten die neuen Massen auf einer 30 m langen Strecke auf der alten Böschung ab, so daß die Schwellenköpfe frei gelegt wurden und neben ihnen die Massen auf 60 cm absackten. Um diese Rutschung aufzuhalten, wurde an ihrem Fuß ein 5 m breiter und 2,5 m tiefer Graben ausgehoben und mit Massen ausgepackt, die einen Halt für den Dammfuß bilden sollten. Aus diesem Graben wurde das Wasser in Sickerdohlen abgeführt. Schließlich wurde an dem höheren Teil des Damms der Fuß durch eine 10 m breite Anschüttung, die sich auf etwa ein Drittel seiner Höhe erstreckt, mit wagerechter Oberfläche nach Art einer Berme verstärkt.

So hielt sich der Damm bis 1927. Dann traten auf einer Strecke von etwas über 1 km Länge zahlreiche Rutschungen auf. Auf der einen Seite des Damms lagen vier, auf der anderen acht solcher Stellen. Die schlimmste Stelle war etwas über 100 m lang, an zwei anderen Stellen war der Damm auf 70 m Länge über die Berme abgerutscht. Diese Vorgänge wiederholten sich im nächsten Jahr; es traten an 21 Stellen Rutschungen auf, deren Ausdehnung in Richtung des Gleises allerdings nicht so groß war wie bei den vorjährigen, die aber dafür bis über die Berme hinunter reichten, und man entschloß sich nun, tatkräftig einzugreifen. Als Ursache der Rutschungen hatte man, wie nicht anders zu erwarten, Wasseransammlungen im Innern des Damms erkannt, und es galt nun, ihn unterirdisch zu entwässern. Zwischen den beiden Gleisen wurde ein 75 cm breiter Graben von 1,85 m Tiefe ausgehoben, von dem in Abständen von 15 m Stichgräben nach beiden Seiten ausgingen. In diese Gräben wurden gelochte und gewellte Eisenrohre von 25 cm Durchmesser verlegt, die in den Stichgräben ein Gefälle von 1:5 erhielten. In Abständen von etwa 150 m erhielt der Längsgraben Auslässe aus ebenfalls verzinkten, aber glatten Eisenrohren, die das Wasser über die Böschung ableiten. Alle Gräben wurden mit Steinen ausgepackt. Die Rohre ruhen auf einem 10 bis 15 cm starken Schotterbett.

Nachdem diese Arbeiten beendet waren, wurde der vor-handene Gleisschotter, durch eine etwa 30 cm starke Schicht aus

Kalkstein-Klarschlag ersetzt. Dieser Kalkstein hat eine beträchtliche Bindefähigkeit und soll infolge dieser Eigenschaft eine Wasser abweisende Decke auf dem Damm bilden.

Die beschriebenen Arbeiten haben, wie Railway Engineering and Maintenance vom Juni 1932 berichtet, den gewünschten Erfolg gehabt. Es haben sich keine weiteren Setzungen gezeigt, das Gleis hat sich nach Höhe und Richtung gut gehalten, der Damm ist also zur Ruhe gekommen. Nur die als Wasser abweisend ange-sehene Decke hat anscheinend nicht den Erfolg, den man von ihr erwartet hat. Die Auslässe führen nämlich nach Regenwetter reichliche Mengen Wasser ab, wodurch sich zeigt, daß die unter-irdische Entwässerung allein genügt, um den Damm vor weiteren Rutschungen zu bewahren.

Wernecke.

### Anstreicherarbeiten an der Brücke über den St. Lorenz-strom bei Quebec.

Die bekannte Eisenbahn- und Straßenbrücke über den St. Lorenzstrom bei Quebec ist 988 m lang; ihr stählernes Trag-werk wiegt 66480 t. Zum einmaligen Anstrich dieser Brücke sind 34370 l Farbe nötig. Daß es besonderer Maßnahmen bedarf, um ein solches Riesenbauwerk im Anstrich zu unterhalten, ist nicht verwunderlich, zumal bei dem Farbenverbrauch und der umfangreichen Handarbeit auch die Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle spielt. Nachdem die Brücke im Jahre 1917 fertig-gestellt worden war, begnügte man sich bis 1926 mit gelegent-lichen kleinen Ausbesserungsarbeiten am Anstrich, dann hielt man es aber doch für nötig, planmäßig vorzugehen, damit die Brücke dauernd in gutem Zustande erhalten würde, und die Pläne für die Unterhaltung und Erneuerung des Anstrichs wurden mit der größten Sorgfalt ausgearbeitet. Es wurde ein Fünfjahresplan aufgestellt; in vier Jahren soll der Anstrich erneuert, im fünften Jahre soll die Brücke eingehend durch-gesehen werden und Wassersäcke sollen beseitigt, schadhafte Stellen ausgebessert werden. Als Arbeitszeit steht bei der Lage der Brücke, etwa 50 m über dem Wasserspiegel des Flusses in einem Lande mit rauhem Klima, alljährlich nur die Zeit von Mitte Mai bis Ende September zur Verfügung.

Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen mußte für die Anstreicherarbeiten dem Spritzverfahren der Vorzug vor dem Arbeiten mit dem Pinsel gegeben werden. Versuche zeigten, daß man 80% der Arbeit mit der Farbspritze ausführen kann. Zu-nächst wurden im Jahre 1927 fünf Einheiten mit je zwei Farb-spritzten beschafft; später wurde noch eine sechste Einheit ein-gestellt. Jede von ihnen besteht aus einem Druckbehälter für die Farbe von 64 l Inhalt mit einer Rührvorrichtung mit Druckluft-antrieb und den nötigen Schläuchen. Die Druckluft wird durch einen Luftverdichter erzeugt, wie er sonst zum Schwellenstopfen verwendet wird.

Die Arbeit beginnt an einem Ende der Brücke und schreitet auf beiden Hauptträgern gleichmäßig fort; Fahrbahnteile und Querverbände werden dabei mitbearbeitet. Zunächst wird einen Monat lang im Frühjahr der Anstrich soweit nötig abgekratzt, und besonders schadhafte Stellen werden von Hand über-strichen, dann folgt der planmäßige Anstrich. Ist dieser auf der vorbereiteten Strecke beendet, so wird wieder einen Monat

vorgearbeitet. Unterlassen werden die Farbspritzen überholt, die Gerüste usw. durchgesehen und ausgebessert. Beim Reinigen klettern und kriechen die Arbeiter auf den Brückenteilen und arbeiten mit Handgeräten, die Gerüste und mechanischen Vorrichtungen treten erst beim Anstreichen in Tätigkeit. Die Rüstungen bestehen zum größten Teil aus Holz und sind so aufgehängt, daß sie in der Höhe eingestellt werden können: diese Arbeit wird von den Anstricharbeitern ausgeführt, zum Versetzen der Gerüste sind besondere Arbeitertrupps vorgesehen. Es ist bezeichnend für die Sorgfalt, mit der die Arbeiten an den Gerüsten ausgeführt werden, daß noch kein Unfall vorgekommen ist, der durch das Gerüst verursacht worden wäre, und auch sonst sind die Arbeiten frei von Unfällen ausgeführt worden.

Beim Arbeiten mit der Farbspritze steht der Luftverdichter auf dem einen Gleis, das nicht befahren wird, und die sechs Einheiten neben, über und unter ihm. Für jeden Spritzenführer wird ein Helfer gestellt, der für die freie Beweglichkeit der Schläuche sorgt und auch den Spritzenführer ablösen kann. Alle Arbeiter sind mit Schutzbrillen und Atemvorrichtungen ausgestattet, sie brauchen aber nur da getragen zu werden, wo in beengter Stellung gearbeitet werden muß. Gesicht und Hände werden mit einer Vaselineschicht geschützt, was namentlich das Reinigen nach der Arbeit erleichtert. Damit die Arbeiten ohne Unterbrechung vor sich gehen können, werden gefüllte Farbbehälter bereit gehalten, die mit Hilfe einer Winde auf dem Luftverdichter an die Arbeitsstelle aufgezogen werden.

Ein gewisses Hindernis für die glatte Ausführung der Arbeiten sind der heftige Wind und der Nebel über dem St. Lorenzstrom. Dem Wind können die Arbeiter zuweilen ausweichen, indem sie an geschützten Stellen oder auf breiten Flächen arbeiten, wo es nichts schadet, wenn der Wind die verstäubte Farbe beiseite weht. Bei den schmaleren Gliedern des Tragwerks muß bei Sturm vom Gebrauch der Farbspritze abgesehen und es muß mit dem Pinsel gearbeitet werden. Größere Schwierigkeiten bereitet der sich auf der Brücke niederschlagende Nebel; da aber alle Brückenglieder der Luft und die meisten der Sonne zugänglich sind, trocknet er schnell auf.

Für die Farbe ist ein olivgrüner Ton gewählt, der sich gut in die Landschaft einpassen soll. Der Farbstoff macht 58 bis 62% an Gewicht der zum Spritzen verwendeten Farbe aus; für das Ausbessern besonders schadhafter Stellen wird eine dickflüssigere Mischung gewählt. Sie besteht im übrigen aus 20 bis 21% rohem und 16 bis 17% gekochtem Leinöl und 5% Sikkativ. Der Farbstoff ist ein Gemisch von Blei-, Zink- und Chromverbindungen mit etwas Ruß.

Der Arbeitstrupp für den Anstrich besteht aus 40 Mann: 2 Aufsehern, 12 Anstreichern mit ihren 12 Helfern, 5 Gerüstarbeitern, einem Mechaniker, der die Farbspritzen und die Luftverdichteranlage unterhält, einem Schmied, der die Vorräte verwaltet und die Werkzeuge zum Abkratzen der alten Farbe schärft, zwei Wächtern und einem Listenführer. Außerdem kreuzt ein Mann mit einem Boot unter der Brücke, um etwa herabfallende Arbeiter zu retten. Damit die Arbeiten von eingelernten Leuten ausgeführt werden, werden alle diese Arbeiter während der Jahreszeit, in der die Anstricharbeiten ruhen müssen, anderweit im Eisenbahndienst beschäftigt.

Das bei der Brücke über den St. Lorenzstrom angewendete Anstrichverfahren hat sich bewährt. Der Anstrich wird ausgezeichnet ausgeführt. Nur bei den schmaleren Gliedern der Brücke geht ein geringer Bruchteil der verstäubten Farbe verloren, dieser Verlust ist aber gering gegenüber der Ersparnis, die die Arbeit mit der Farbspritze gegenüber der Arbeit mit dem Pinsel bedeutet. Genaue Angaben über diese Ersparnis können nicht gemacht werden, weil die Arbeit mit dem Pinsel nur über Teile der Brücke, nicht über die ganze Brücke ausgeführt worden ist, man schätzt aber, daß man mit dem Pinsel dreimal so viel Arbeiter brauchen würde. Die Leistungen beim Anstrich der Brücke mit der Farbspritze sind von Jahr zu Jahr gesteigert worden.

Wernecke.

## Gleisverlegung der polnischen Staatsbahnen.

Die polnischen Bahnen haben jetzt, wie die Zeitschrift Inzynier Kolejowy berichtet, einen Arbeitszug zum Verlegen und Abbrechen ganzer Gleisjoche. Der Zug ist im Verkehrsdepartement entworfen und in der Eisenbahnwerkstätte in Bydgoszezy ausgeführt worden. In seinem Grundgedanken und in Einzelheiten unterscheidet er sich nicht unwesentlich von seinen europäischen Vorläufern. Wie die Abb. 1 zeigt, besteht der Verlegezug aus sechs vierachsigen Plattformwagen mit eisernem Aufbau. An ihrer Spitze steht ein Auslegerwagen mit 11 m Ausladung (Abb. 2). An ihrem Ende, ein gewöhnlicher, gedeckter Güterwagen, der die Kraftstation mit Verbrennungsmotor enthält. Oben in den eisernen Wagenaufbauten läuft auf dem unteren Flansch von

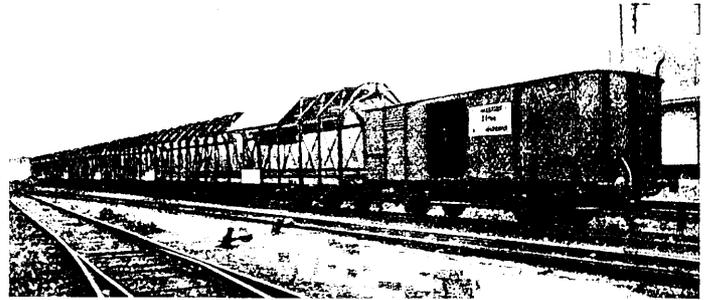


Abb. 1. Verlegezug.

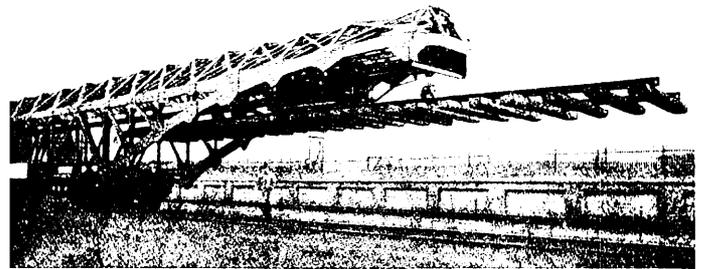


Abb. 2. Auslegerwagen.

I-eisen, die durch den ganzen Zug gehen, ein kleiner Kranwagen mit elektrischem Antrieb. Die I-eisen ebenso wie die elektrische Leitung werden mit besonderen Einrichtungen von Wagen zu Wagen durchgeführt. Der Strom wird mit Kontaktrollen abgenommen. Der eiserne Wagenaufbau ist so eingerichtet, daß unter dem Kranwagen, auf dem der Maschinenführer mit aufgezogenen Beinen sitzt, vier vollständige 15 m lange Gleisjoche, eines auf dem anderen, Platz haben, ja es können bei einer gewissen Verkürzung der herabhängenden Greifer sogar fünf untergebracht werden. Die lichte Weite im Aufbau ist so, daß ein 2,7 m breites Joch sich über die ganze Länge des Zuges frei bewegen kann. Bei Doppelbahnen ist der Ausleger auch noch bei 300 m Krümmung verwendbar, ohne das Nachbargleis zu stören. Der Ausleger wird gegen die Spitze schmaler. Der Verlegezug kann zum Abbrechen, Verlegen und auch zum Auswechseln d. i. gleichzeitigem Abbrechen und Neuverlegen von Gleisen verwendet werden. Im letzteren Falle darf der Zug nur zur Hälfte mit neuen Jochen ausgelastet sein. Die Verwendung des Gleisverlegezugs setzt einen von der Baustelle nicht zu weit entfernten Werkplatz voraus, an dem die Joche, am besten mit mechanischen Einrichtungen und Motorenbetrieb zusammengebaut werden. Der Gleisverlegezug kann in Strecken dichten Verkehrs, in denen der Betrieb nicht unterbrochen werden kann, nicht verwendet werden. Über die wirtschaftliche Seite der Verwendung der ganzen, wohl etwas teureren Einrichtung gibt die Quelle keine Aufschlüsse. Dr. Saller.