

Fundamentlose Drehscheiben.

Von Direktor b. d. Reichsbahn Abteilungsleiter Fiedler, RBD. Karlsruhe.

Hierzu Tafel 1.

Die Vergrößerung des Lokomotivgewichtes und die Verlängerung des Radstandes der Lokomotiven in den letzten Jahrzehnten brachte bei den bis kurz nach dem Weltkrieg bei den europäischen Eisenbahnverwaltungen allgemein verwendeten starren Drehscheiben Träger mit Abmessungen, die sich insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Grubentiefen ungünstig auswirkten und unverhältnismäßig hohe Kosten für die Fundamente und die Gruben selbst bedingten.

Mit der Länge der Träger wuchsen die Schwierigkeiten eines zweckmäßigen Antriebs der Scheiben und einer allen Ansprüchen gerecht werdenden Ausgestaltung der Traglager des Königsstockes sowie der Auf- und Abfahrten, die erfahrungsgemäß auch bei sorgfältigster Einregelung der Höhenlage der Trägerenden durch die auftretenden Stöße immer wieder zu Beanstandungen aller Art führten. Aus diesen Gründen hat sich die unterteilte Bauart, die erstmals in Amerika ausgeführt wurde, in Deutschland jedoch durch die Gelenkbauart Klensch bekannt wurde, auch so rasch bei den europäischen Eisenbahnverwaltungen eingeführt.

Die Hauptvorteile der geteilten Bauart der Drehscheiben, auch Gelenkdrehscheiben genannt, bestehen darin, daß an Stelle des starren, nur auf einer Stütze (dem Königsstock) ruhenden Trägers, zwei auf zwei Stützen gelagerte, durch Gelenk oder elastische Platte verbundene Träger mit niedriger Bauhöhe verwendet werden, die geringere Grubentiefen erfordern und für den Antrieb die Ausnützung des Reibungsgewichtes der Laufräder ermöglichen.

Die meisten, bei der Reichsbahn in den letzten Jahren eingebauten unterteilten Drehscheiben mit 23 m Länge sind als sogenannte N-Drehscheiben mit 350 t Tragfähigkeit und zwecks Erzielung möglichst geringer Laufradbelastung mit acht Laufrädern ausgeführt worden; trotzdem waren bei ungünstigen Untergrundverhältnissen, wie bei aufgeschüttetem oder sumpfigem Gelände sehr kostspielige Fundamente nötig, für die oft das Vielfache der Kosten des beweglichen Teiles der Drehscheibe aufgewendet werden mußte.

Auch im Weltkrieg waren unterteilte Drehscheiben als Geschützdrehscheiben im Gebrauch und die Reichsbahndirektion Karlsruhe erstand zwei derartige Gelenkdrehscheiben von der Militärverwaltung und baute sie in den Bahnhöfen Lauda und Neckarelz ein, wo sie jetzt noch, allerdings mit umgebauten Laufringunterlagen, Dienst tun.

Die beiden Drehscheiben hatten Betonfundamente für den Königsstock, der aus einem mit zwei C-Eisen verstärkten Flacheisen bestehende Laufring war auf Blechplatten von 1,5/180/180 cm Abmessung befestigt und, um seine kreisförmige Lage gegenüber der Einwirkung der Bremskräfte zu gewährleisten, mit dem Königsstock durch Strahlisen verbunden. Diese Konstruktion ruhte auf einem 15 bis 20 cm starken Schotterbett, eine Bauart und Lagerung des Laufrings, die anfänglich allen Anforderungen entsprach.

Allerdings zeigte sich bald, zuerst bei dem Laudaer Unterbau die Notwendigkeit, eine Änderung der Laufringlagerung vorzunehmen, weil bei den wechselnden Belastungen unter den Platten sich Hohlräume bildeten, die sich mit

Wasser und Schlamm anfüllten und die Erhaltung einer waagerechten Lage des Laufringes durch Unterstopfen unmöglich machten und dadurch zu unhaltbaren Zuständen führten.

In Lauda wurde deshalb ein Betonfundament statt der Laufringlagerung auf Platten eingebaut und für Neckarelz, wo die Untergrundverhältnisse etwas günstiger lagen, regten wir bei der Firma Vögele an, die Platten durch eine Unterlage zu ersetzen, die ein zeitweises Nachstopfen wie beim Gleisoberbau ermöglicht und damit die für einen ungestörten Betrieb unerläßliche waagerechte Lage des Laufringes besonders bei den Auf- und Abfahrstellen gewährleiste.

Die Firma schlug vor, als Unterlage für den Laufring radial gelagerte, 1,20 m lange Eichenschwellen auf einem mit gewalzter Gestückunterlage hergestellten Schotterbett zu verwenden und den auf Platten von 30 mm Stärke befestigten

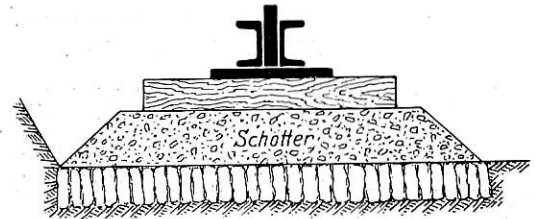


Abb. 1. Querschnitt des Laufrings mit Unterlage der Drehscheibe Neckarelz.

Laufring sowie die zur Erhaltung der Kreisform des Laufringes eingebaute Versteifung zwischen diesem und dem Königsstock heizubehalten. Dieser Vorschlag wurde angenommen. Die Ausführung des Laufringes (s. Abb. 1) mit der vorstehend beschriebenen Unterlage hat sich derart bewährt, daß bei der Ende 1934 vorgenommenen Überprüfung der Höhenlage des Laufringes lediglich Unterschiede von 6 mm, allerdings in unbelastetem Zustand, festgestellt werden konnten, obwohl in den rückliegenden zwei Jahren keine Regelungsarbeiten an den Schwellen des Laufringes vorgenommen worden waren.

Auch die im Februar 1935 vorgenommene Nachprüfung der Laufringlage bei belasteter Drehscheibe hat so günstige Ergebnisse gezeitigt, daß sie uns veranlaßten, die fundamentlose Bauart bei allen Neubeschaffungen in Wettbewerb mit den älteren Bauarten treten zu lassen, und als es sich darum handelte, im Bahnhof Kehl eine vorhandene Drehscheibe durch eine solche größeren Durchmessers und größerer Tragfähigkeit zu ersetzen, die hälftig auf angeschüttetes Gelände gelegt werden mußte, trug der Entwurf einer fundamentlosen Drehscheibe der Firma Jos. Vögele, Mannheim, den Sieg davon; denn da die Scheibe in längstens drei bis vier Jahren wegen des schon beschlossenen Bahnhofumbaus wieder entfernt werden muß, konnten die Kosten für 5 bis 6 m tiefe Fundamente in Höhe von ~ 45000 RM erspart werden. Die fundamentlose Drehscheibe wird einschließlich Gestück und Schotter der Laufringunterlage und des Königsstockes bei Verlegung an die endgültige Stelle wieder verwendet, so daß die Verlegung an die neue ebenfalls auf aufgefülltem Gelände gelegenen Stelle

mit einem Kostenaufwand von nur 2500 *RM* durchgeführt werden kann.

In einem weiteren Fall, im Personenbahnhof Mannheim, mußte die Drehscheibe auf sumpfiges und teilweise aufgefülltes, ehemaliges Festungsgelände verlegt werden, so daß auch hier für Betonfundamente noch höhere Kosten als im Bahnhof Kehl hätten aufgewendet werden müssen.

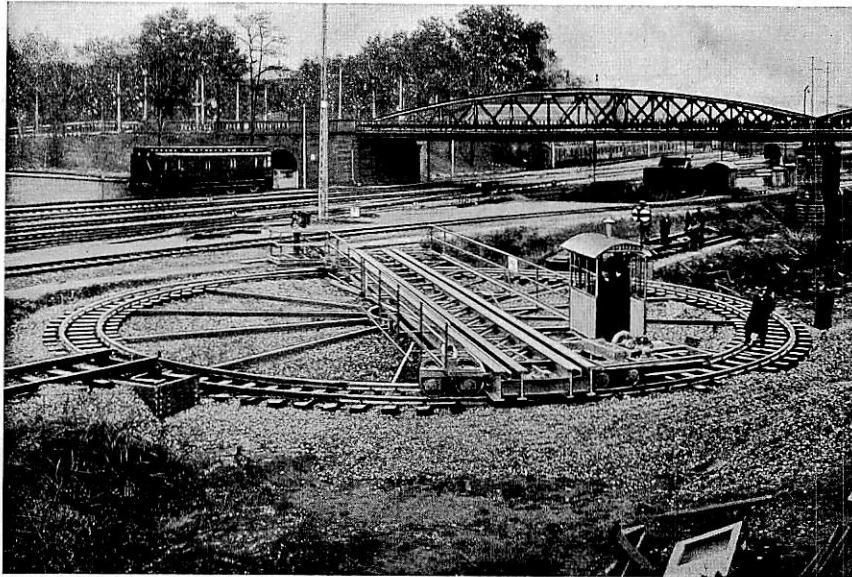


Abb. 2. Gesamtansicht.

Auch im Personenbahnhof Basel, Reichsbahn, wo die letzte unserer fundamentlosen Drehscheiben eingebaut worden ist, war die Rücksicht auf die Notwendigkeit einer späteren Verlegung bei Erweiterung des Bahnhofs auf einen jetzt noch nicht zur Verfügung stehenden Platz für die Wahl der fundamentlosen Bauart bestimmend.

Nicht aber nur bei neuen Drehscheiben wurde die fundamentlose Bauart gewählt, sondern es wurden auch vorhandene Scheiben mit starren Trägern und Betonfundamenten in solche

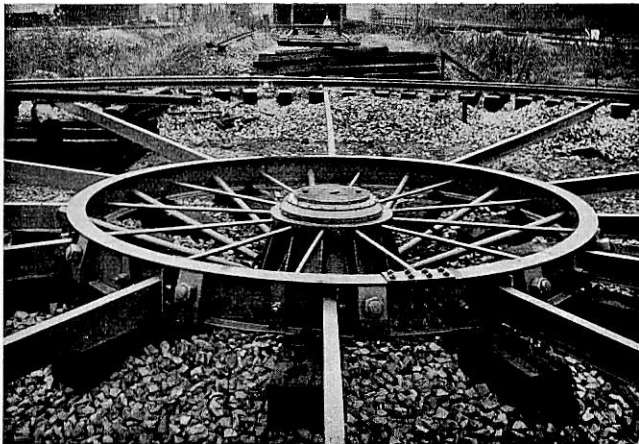


Abb. 3. Königsstock mit Radsternunterstützung.

geteilter, fundamentloser Bauart umgeändert, und zwar im Bahnhof Neustadt i. Schw. Auch diese hat sich bis jetzt gut bewährt. Überall da, wo vorhandene Drehscheiben starrer Bauart durch solche mit größerem Durchmesser und höherer Tragfähigkeit ersetzt werden müssen, wird die geteilte Bauart ohne Fundament den Vorzug verdienen, und zwar nicht nur aus finanziellen Gründen.

Die drei Gelenkdrehscheiben in Kehl, Mannheim Pbf. und Basel sind für den Lastenzug $N = 350$ t und ein Eigenge-

wicht des beweglichen Teiles von ~ 50 t berechnet und unterscheiden sich nur in unwesentlichen Einzelheiten voneinander.

Die allgemeine Anordnung ihrer Hauptbestandteile geht aus Abb. 2 hervor. Die beiden Hauptträger sind als Zwillingsträger ausgebildet und bestehen aus gewalztem Normalprofil. Zwischen die T-Träger der Hauptträger sind Querträger eingesetzt; sie tragen die mittelst der normalen Reichsbahn-oberbaustoffe auf ihnen befestigten Fahrschienen S 49. Die beiden Hauptträgerhälften verbindet ein Federgelenk, das um ein geringes Maß aus dem Drehscheibenmittel versetzt ist. Zur Absteifung der Hauptträger ist neben dem erforderlichen Diagonalverband über der Mitte der Drehscheibe ein kräftiger Querträger eingebaut, der auf einem als Spurlager ausgebildeten Mittelstück ruht, das wiederum die aus Eigengewicht und Belastung entstehenden senkrechten Kräfte auf das Spurlager des Königsstockes überträgt, während die waagerechten, in der Fahrriichtung beim Bremsen der Lokomotive auftretenden Schubkräfte mittelst eines am Mittelstück vorgesehenen Halslagers aufgenommen werden. Durch besondere Ausgestaltung des Königsstockes wird die nachteilige Auswirkung der beim Auffahren der Lokomotive auftretenden Kippmomente verhindert. Der Königsstock ist an einer in Gestalt eines Radsterns hergestellten Eisenkonstruktion aufgehängt, welche die im Königsstock auftretenden Kräfte auf zwölf in einem Schotterbett radial eingelagerte Holzschwellen überleitet.

Durch Ausgestaltung der Radsternunterstützung nach Abb. 3 wurde die Möglichkeit geschaffen, die Radsternschwellen so zu lagern, daß sie unbehindert durch die darüber liegenden Teile der Drehscheibe und ohne Erschwernis durch das Bahnmeisterpersonal in Ordnung gehalten werden können.

Wie bereits angedeutet, ist die Mittelunterstützung als Spurlager ausgebildet, das wesentlich einfacher in Bauart und Unterhaltung als die jetzt vielfach bei Drehscheiben verwendeten Kegelwalzenlager ist und keinen höheren Energieaufwand beim Drehen wie diese erfordert. Ein solches Lager hat sich in achtjähriger Betriebszeit unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen im Bahnhof Immendingen bei einer N-Gelenkdrehscheibe mit 23 m Durchmesser in jeder Beziehung bewährt.

Die Enden der Hauptträger sind auf einem Kopfträger in Barrenform gelagert, der an zwei breit auseinander gezogenen vierradrigen Wippen aufgehängt ist, die sich raumbeweglich den Unebenheiten der Gleise anpassen können. Die Achslager der Laufrollen sind mit einer Vorrichtung versehen, mit der sich die Achsen der Laufrollen genau radial einstellen lassen.

Während die neueren Drehscheiben in der Regel wegen der hohen Lokomotivgewichte zur Erzielung möglichst niedrigen Raddruckes mit acht Laufrollen ausgeführt sind, hat die Firma Jos. Vögele die fundamentlosen Drehscheiben mit 16 Laufrollen und zwei Laufringen ausführen zu müssen geglaubt. Diese meines Erachtens nach den bisherigen Erfahrungen nicht unbedingt nötige Verdoppelung der Laufrollen erhöht Gewicht und Preis und bedingt einen höheren Energieaufwand beim Drehen der Scheibe.

Die eine der Wippen besitzt elektrischen Antrieb ihrer beiden Rollachsen, die ihr diagonal am anderen Trägerende gegenüberliegende Wippe ist mit einer Handwinde versehen, die auch mit Preßluft von der Lokomotive betrieben werden kann. Beide Antriebe sind derart auf den Wippen gelagert, daß sie mit diesen gemeinsam ausgefahren werden können. Der 19 PS starke Drehstrommotor, der seinen Strom über den Königsstock erhält, überträgt sein Drehmoment mittelst

Schnecken- und Zahnradgerichte auf die Laufrollen und gibt der Drehscheibe im leeren und belasteten Zustand eine Umlaufgeschwindigkeit, die rund einer Umdrehung in der Minute entspricht (Abb. 4 und 5).

Um die Drehscheibe an beliebiger Stelle anhalten zu können, ist eine Getriebe-Fußbremse eingebaut, die einen kurzen Bremsweg erzielt.

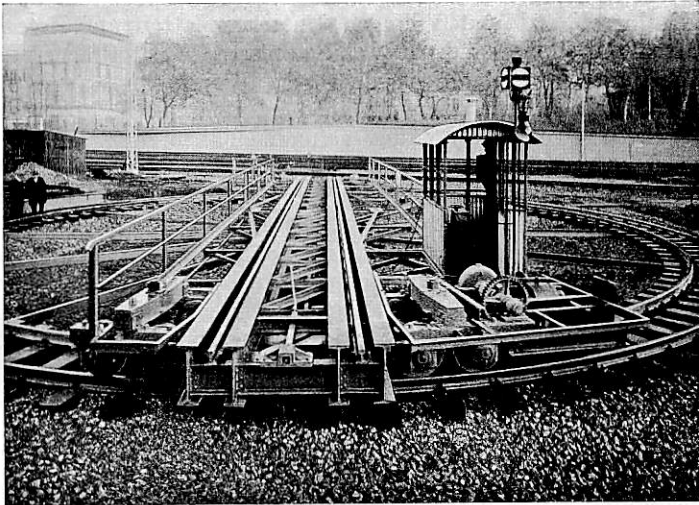


Abb. 4. Hauptträgerteil, Laufwerk mit Motorantrieb.

Die Laufrollen stützen sich auf zwei Laufschiene mit einem Durchmesser der inneren Schiene von 19500 mm und 1000 mm Schienenabstand von Mitte zu Mitte bei einer durch die radiale Führung der Rollen bedingten Erhöhung der äußeren Schiene. Schienen und Material für ihre Befestigung auf den Schwellen sind die gleichen wie die des neuen Reichs-oberbaues, die 2 m langen eichenen Schwellen, 100 an der Zahl, sind mit einem Abstand von 644 mm von Mitte zu Mitte

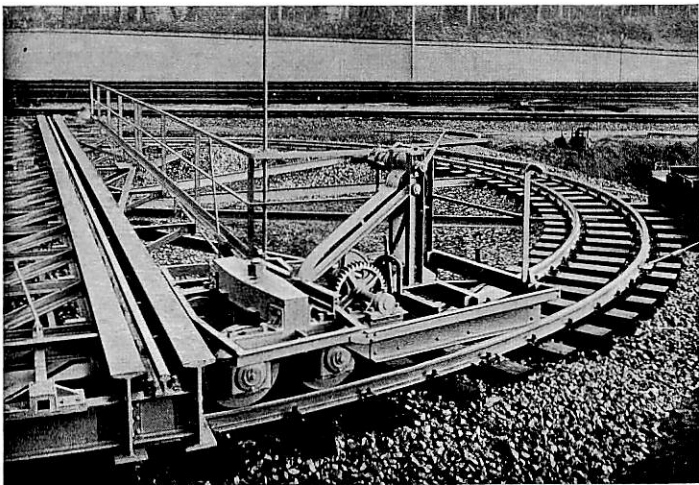


Abb. 5. Hauptträgerteil, Laufwerk mit Handantrieb.

verlegt, der bei 260 mm Schwellenbreite ein Nachstopfen ohne besondere Hilfsmittel in wirksamer Weise noch zuläßt.

Zur Erhaltung der Kreisform der Laufschiene ist der Schwellenrost mittelst radial verlegtem Gestänge mit dem Ringträger des Königsstockes verbunden, wodurch das ganze Tragsystem wesentlich versteift wird.

An den Auf- und Abfahrstellen sind die Schwellen der Laufschiene nach außen derart verlängert, daß sie auch die Randauflagerstützung aufnehmen können. Diese besteht aus einem Rahmen aus Profileisen (Abb. 6), der auf den ver-

längerten Schwellen verankert ist. Auf diesem sind die Schwellen der Auf- und Abfahrtsgeleise gelagert und gegen Verschiebung durch Bremskräfte besonders gesichert.

Das Schotterbett der Königsstock- und Lauffringschwellen ist auf einem gut eingewalzten mit besonderer Sorgfalt hergestellten Gestück gelagert, durch dessen Güte die Höhe der Unterhaltungskosten des Unterbaues sehr stark beeinflußt wird.

Die Grube wird nur so weit vertieft, als es die beweglichen Teile der Scheibe verlangen; für ihre Böschung genügt Graswuchs.

Befürchtungen, daß bei der Lagerung der Schwellen des Lauffrings auf einem Schotterbett sich nach kurzer Zeit Gleis-unebenheiten bilden würden, die den geregelten Betrieb der Drehscheibe stören oder zur Verwendung unverhältnismäßig großer Motoren mit unwirtschaftlichem Stromverbrauch und zu häufigem kostspieligem Nachstopfen zwingen würden, sind nach den im Bezirk der Reichsbahndirektion Karlsruhe bis jetzt gemachten Erfahrungen ungerechtfertigt. Die in den ersten Wochen nach Inbetriebnahme bei allen drei fundamen-losen Drehscheiben festgestellten Gleisunebenheiten zeigten geringe Ausmaße und traten hauptsächlich bei der Kehler

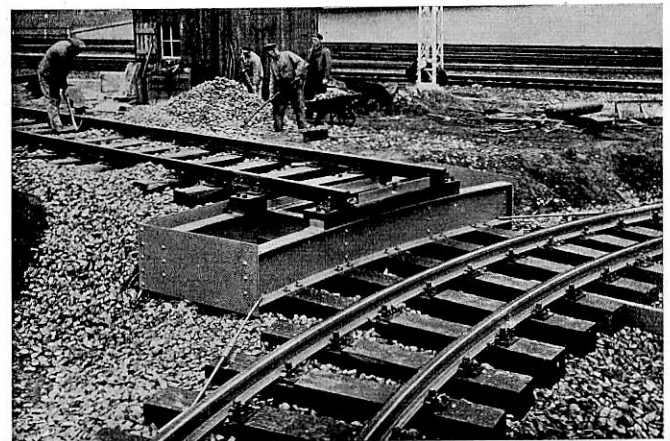


Abb. 6. Auf- und Abfahrt.

Drehscheibe bei dem auf dem aufgeschütteten Boden verlegten Teil der Laufschiene ein.

Auch bei der Mannheimer fundamentlosen Drehscheibe ergaben sich im ersten Betriebsjahr Einsenkungen von 22 bis 38 mm, bei der anfangs 1936 vorgenommenen Untersuchung jedoch nur noch solche von 5 bis 12 mm. Die großen Einsenkungen des ersten Jahres sind auf die Nachgiebigkeit des weniger sorgfältig und ohne genügendes Einwalzen ausgeführten Gestückes zurückzuführen.

Wenn das Gestück des Unterbaues mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt wird und die Schwellen des Königsstockes und des Lauffrings mit der hinsichtlich der Höhenlage gebotenen Genauigkeit im Schotterbett verlegt und unterstopft werden, werden sich nach Ansicht der die Unterhaltung seit der Inbetriebnahme besorgenden Baudienststellen bei der Art der Beanspruchung der Laufschiene nennenswerte Gleisunebenheiten nicht einstellen.

Auch haben sich bei allen drei fundamentlosen Drehscheiben keine Anzeichen ergeben, die auf ein Verschieben des Königsstockes oder eine Verformung der Kreisgestalt des Lauffrings durch die beim Bremsen auffahrender Lokomotiven auftretenden Schubkräfte schließen lassen und die in allererster Linie sich in einer Veränderung der Schienenabstände an den Auf- und Abfahrtsstellen bemerkbar gemacht hätten. Die zwischen Königsstock und Lauffring eingebauten Radialstreben haben

der ganzen Konstruktion die gegen Verschiebung und Verformung erforderliche Steifigkeit gegeben.

Schon die Tatsache, daß die Gleise der freien Strecke den gleichen Unterbau erhalten, wenn es sich um ungünstige Untergrundverhältnisse handelt, diese Gleise aber durch die bewegten Massen schnellfahrender Lokomotiven im Verein mit dem Federspiel und den auch bei bester Gleisunterhaltung nicht ganz zu vermeidenden Gleisunebenheiten sehr viel stärker beansprucht werden als die Gleise der fundamentlosen Drehscheiben, wo Beanspruchungen durch dynamische Kräfte so gut wie fehlen.

Daß man bei fundamentlosen Drehscheiben etwas stärkere Motoren wählt und der Betrieb einen etwas höheren Aufwand an elektrischer Energie erfordert, hängt z. T. mit der Durchbiegung der Schienen zwischen den Schwellen und der dieser Durchbiegung entsprechenden Hebung der Laufrollen, in der Hauptsache wohl aber mit Verwendung von 16 Laufrollen mit verhältnismäßig kleinen Durchmessern zusammen.

Da sich die vorhandenen Einsenkungen der Laufschiene beim Drehen zunächst in einem Fallen und einem darauffolgenden Ansteigen der Stromverbrauchskurven des Motors kenntlich machen müssen, wurden bei den in Taf. 1 aufgenommenen Drehscheiben Stromverbrauchskurven durch schreibende Wattmeter sowie die Drehzeiten, letztere mit der Stoppuhr, festgestellt, wobei die zur Belastung verwendeten Lokomotiven G 12, 85, und T₁₆ mit dem vordersten Rad (Kamin) bis an den Rand der das Triebwerk tragenden Hälfte der Scheibe vorgeschoben und so die ungünstigste einseitige Belastung erzielt wurde. Auf diese Weise war es möglich, über die Durchbiegungen bei den einzelnen Bauarten der Laufschieneinträger der in den letzten zehn Jahren von der Reichsbahndirektion Karlsruhe beschafften bzw. umgebauten Drehscheiben ein annäherndes Bild zu bekommen.

Die aufgenommenen Leistungskurven selbst lassen aber nur bei gleicher Zahl, Anordnung und Belastung der Laufrollen einen Vergleich unter sich zu, eine Bedingung, die nur bei den Drehscheiben in Kehl, Mannheim Pbf. und Basel in vollem Umfang erfüllt ist, bei den beiden umgebauten Drehscheiben Offenburg Nord und Neustadt i. Schw., jedoch nur hinsichtlich Anordnung und Zahl zutrifft.

Wenn nun auch die Kurven, die in Taf. 1 aus zeichnerischen Gründen nur in Bruchteilen ihrer Längen dargestellt sind und demnach für einen Vergleich der Tragfähigkeit der Fundament- bzw. Unterbauarten nicht benützt werden können, so geben doch die bei den einzelnen Scheiben in zeitlichen Abständen bei gleicher Art der Belastung aufgenommenen Kurven die Möglichkeit, die etwa in der Zwischenzeit eingetretene Verschlechterung in der Gleislage in Gestalt stärkerer Einsenkungen und höheren Stromaufwandes festzustellen, wenn man die selbstverständlich in größerem Maßstab erstellten Kurven zur Deckung bringt.

Aus derartigen Kurven, in die die Lage der Schwellen eingezeichnet werden kann, lassen sich die unebenen Gleisstellen ohne viel Mühe annähernd bestimmen.

Baukosten.

Die Baukosten einer fundamentlosen Drehscheibe belaufen sich unter den heutigen Löhnen und Stoffkosten auf ~ 42000 *R.M.*

Aushub, Gestück und Schotterbett für den Schwellenrost des Königsstockes und Laufringes einschließlich des erforderlichen Materials werden in der Regel keinen höheren Betrag als ~ 5500 *R.M.* erfordern. Dagegen erforderten die Fundamente der in den letzten zehn Jahren, im Reichsbahndirektionsbezirk Karlsruhe ausgeführten Drehscheiben je nach Güte des Baugrundes Beträge zwischen 18 und 32000 *R.M.*

Betriebskosten.

Es wurden die Kosten einer Umdrehung um 180° in der Annahme ermittelt, daß auf jeder der Vergleichsdrehscheiben täglich 30 Lokomotiven gedreht und daß die Scheiben ein Alter von 30 Jahren erreichen würden. Zur Untersuchung wurden die Drehscheiben im Bahnhof Offenburg Nord und Süd, Villingen, Kehl und Mannheim gewählt. Diese fünf Drehscheiben besitzen verschiedene Unterbauarten, und zwar Offenburg Nord und Villingen Unterlagsplatten auf Betonsätteln, Offenburg Süd einen einbetonierten Kastenträger und Kehl und Mannheim Schwellenroste, alles Bauarten, wie sie bei den vorhandenen Drehscheiben im Reichsbahndirektionsbezirk Karlsruhe Anwendung gefunden haben.

Die jährlichen Betriebskosten *K* einer Drehscheibe setzen sich zusammen aus den Kosten für Verzinsung und Tilgung der Baukosten *K_f*, den Kosten aus Erhaltung des betriebsfähigen Zustandes *K_e*, den Kosten der elektrischen Energie zum Drehen *K_b* und den Personalkosten *K_p* für die Bedienung des Motors und der Signalanlage. Die jährlichen Gesamtkosten *K* betragen somit $K = K_f + K_e + K_b + K_p$; sie sind aus Zusammenstellung 1 ersichtlich.

Die Kosten *K_f* wurden nicht nach den von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn vorgeschriebenen Sätzen für Verzinsung und Tilgung ermittelt, weil die für diese Sätze maßgebenden Gründe bei der durchgeführten Vergleichsrechnung nicht in Betracht kommen und das Ergebnis unklar gestalten würden, sondern es wurden die für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals erforderlichen jährlichen Beträge mit dem auf diesem Gebiet allgemein angewendeten Formeln berechnet (siehe Hütte I, 26. Auflage, S. 67).

Die Kosten *K_e* für den Laufring und das Fundament sind bei den Drehscheiben Offenburg Nord und Villingen ganz gering und betragen jährlich 12 bis 15 *R.M.*, die durch Auswechslung einer Anzahl zwischen Unterlagsplatten und Betonsätteln eingeschobener hölzerner Plättchen entstehen. — Bei der Drehscheibe in Offenburg Süd sind an den vorgenannten Teilen seit ihrer Inbetriebnahme 1928 noch keinerlei Unterhaltungskosten entstanden; sie werden erst erforderlich werden, wenn der einbetonierte Kastenträger erneuert werden muß und diese Erneuerung muß nach den mit dieser Art von Laufschieneinträgern bei einigen norddeutschen Drehscheiben gemachten Erfahrungen in zehn bis zwölf Jahren nach Inbetriebnahme vorgenommen werden. Dann müssen für den Ausbau des unbrauchbaren Kastenträgers, Herrichtung des Betonkörpers Lieferung und Einbau eines neuen Kastenträgers nach Abzug seines Altwertes noch rund 7800 *R.M.* aufgewendet werden, ein Betrag der unter Berechnung von Zinseszinsen bei 5% Zins auf zwölf Jahre verteilt eine jährliche Belastung des Betriebskostenteiles *K_e* von 489 *R.M.* bedeuten würde, wenn man nicht vorzieht, das Fundament in gleicher Weise wie das der Scheiben von Offenburg Nord und Villingen mit Unterlagsplatten auf Betonsätteln auszugestalten. Für diese Änderung würde nach überschläglicher Berechnung ein Betrag von rund 3500 *R.M.* aufgewendet werden müssen, aus dem sich für die bis zur Ausmusterung der Scheibe noch verbleibenden Jahre eine jährliche Belastung von *K_e* in Höhe von 306 *R.M.* ergeben würde.

Die Unterhaltungskosten des Laufringes einschließlich des Unterbaues sind bei den drei eingebauten fundamentlosen Drehscheiben Kehl, Mannheim und Basel geringer als erwartet wurde. Sie hängen von der Zahl der gedrehten Lokomotiven und der Güte der Ausführungen des Gestückes des Unterbaues ab, dem natürlich bei ungünstigen Untergrundverhältnissen wie in Kehl und Mannheim erhöhte Sorgfalt bei der Ausführung gewidmet werden muß.

Für den beweglichen Teil sind bei diesen drei Drehscheiben seit Inbetriebnahme keine Kosten entstanden.

Zusammenstellung 1.
Betriebskosten der Drehscheiben einschließlich der Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals
aber ausschließlich Personalkosten.

1 Ziffer	2 Bahnhof und Durchmesser der Scheibe in Meter, Jahr der Inbetriebnahme	3 Gesamte Anlagekosten in $\mathcal{R}\mathcal{M}$	4 Kf Jahrestreffnis für Verzinsung und Tilgung bei 5% und 30 Jahre Lebensdauer in $\mathcal{R}\mathcal{M}$	5 Ke Unterhaltungskosten des beweglichen Teils und des Unterbaues in $\mathcal{R}\mathcal{M}$		6 Kb Jahreskosten für elektrischen Strom bei täglich 30 Umdrehungen zu 180° in $\mathcal{R}\mathcal{M}$	7 $K = K_f + K_e + K_b$ Gesamtkosten im Jahr in $\mathcal{R}\mathcal{M}$	8 Gesamtkosten einer Umdrehung um 180° in $\mathcal{R}\mathcal{M}$ (Stromkosten einer Umdrehung in $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	9 Kostenverhältnis der Drehscheiben
				beweglich	Unterbau				
1	Offenburg N 22 m 1935	49 620	3 228	123	15	44,710	3 411	0,312 (0,4 $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	1,245
2	Offenburg S 23 m 1925	69 630	4 540	197	306	34,03	5 077	0,464 (0,32 $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	1,672
3	Villingen 23 m 1926	58 140	3 782	181	15	23,70	4 001	0,365 (0,21 $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	1,387
4	Kehl 23 m 1934	42 178	2 744	149	130	67,30	3 090	0,284 (0,55 $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	1,1017
5	Mannheim Pbf 23 m 1934	41 668	2 711	149	125	50,60	3 036	0,275 (0,46 $\mathcal{R}\mathcal{P}\mathcal{f}$)	1,00

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen wird man in den ersten Jahren nach der Inbetriebnahme 120 bis 130 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ im Jahre für die Unterhaltung fundamentloser Drehscheiben rechnen müssen, ein Betrag, der sich aber nach Meinung der mit den einschlägigen Arbeiten befaßten Stellen nach Ablauf der ersten drei bis vier Jahre um ein Beträchtliches senken dürfte. Die in den ersten Jahren nach der Inbetriebnahme durch Unterstopfen entstandenen Kosten müssen meines Erachtens bis zu einem gewissen Teil den Baukosten zugerechnet werden, weil sich eben bei derartigen Unterbauten die sich auch bei sorgfältigster Ausführung in den ersten Monaten des Betriebs bildenden Unebenheiten beim Bau nicht vermeiden lassen.

Um aber den im Laufe der Jahre insbesondere durch die Witterungseinflüsse am beweglichen Teil der Anlage entstehenden kleineren Schäden Rechnung zu tragen, sollen die sich daraus ergebenden Erhaltungskosten mit 0,5% der Kosten des beweglichen Teils Spalte 5 der Zusammenstellung 1 berücksichtigt werden.

Der Energieverbrauch kann aus den mit schreibenden Wattmeter aufgenommenen Leistungsschaulinien ermittelt werden, wenn dieser als mittlere Leistung aus einer großen Anzahl von Leistungskurven, getrennt für den Anfahr- und Beharrungsabschnitt gewonnen wurde.

Bei Aufnahme der Leistungskurven (Abb. 7 und 8) wurde bei den Drehscheiben Ziff. 1 bis 4, Zusammenstellung 2, eine Lokomotive P 10 (Dienstgewicht 175,5 t) bei der Scheibe Ziff. 5 eine K-Lokomotive (Dienstgewicht 154,7 t), und zwar in Regelleistung verwendet.

Die Kurven für den Beharrungszustand wurden jeweils von einem bestimmten Bezugspunkt (Auffahrtstelle) und nach Erreichung konstanter Geschwindigkeit v für eine volle Umdrehung aufgenommen. Um Zeit und Wegpunkt des Eintrittes dieses Zustandes tunlichst genau bei der Aufnahme der Anfahrkurven festzustellen, wurde mit einem am Wellenstumpf des

Drehstrommotors angesetzten Drehzahlmesser Zeit und Wegpunkt, an dem der Motor und die mit ihm starr gekuppelte Drehscheibe die am Motor angeschriebene Drehzahl erreicht hatte, festgestellt.

Da die Schaltung des Motors im Betriebe abwechselnd durch einen Elektriker und den Wärter ausgeführt wurde, ergaben sich für Anfahrwinkel α_1 und Anfahrzeit t_1 Streuungen, die aber durch die große Anzahl der aufgenommenen Kurven im Endergebnis ihren Ausgleich finden. Neben den sich aus der Bedienung der Schaltung ergebenden Ursachen der Streuung der Versuchsergebnisse einer Drehscheibe werden die Ergebnisse noch durch Ursachen beeinflusst, die bei den untersuchten Drehscheiben der einzelnen Bauarten verschieden sind, wie z. B. Zahl der täglichen Umdrehungen, Wirkungsgrad von Motor und Getriebe, Temperaturen der Tages- und Jahreszeiten.

Die günstigste Stromaufnahme zeigen von allen für diese Zwecke aufgenommenen Kurven die Kurven der Villingen und Mannheimer Drehscheibe, wohl davon herrührend, daß der Laufwiderstand der vierrädrigen Villingen Drehscheibe als Folge der geringen Zahl der Räder mit großem Durchmesser unverhältnismäßig niedriger ist und daß die Mannheimer Drehscheibe bei der häufigen Benützung, die die Drehung von täglich 90 Lokomotiven mit sich bringt, sich gut einlaufen konnte, was bei der Kehler Drehscheibe mit täglich nur acht Lokomotiven nicht möglich war; dazu kam für Mannheim die Verwendung einer um 20,8 t leichteren Versuchslokomotive.

Das Anhalten der Drehscheibe an den Abfahrstellen geschieht derart, daß man zunächst den Laufwiderstand zur Geschwindigkeitsverzögerung ausnützt und dann erst auf kurze Entfernung vor der Haltestelle die Bremse einsetzt.

Die Unterlagen für Berechnung der elektrischen Arbeit A für das Drehen der Lokomotiven sind für jede Drehscheibe aus den Ergebnissen einer größeren Anzahl von Versuchen gewonnen worden. Die Stromkosten Spalte 6 der Zusammen-

Zusammenstellung 2.

Versuche an Drehscheiben zur Feststellung der elektrischen Arbeit für eine halbe und ganze Umdrehung.

- a) Meßwerte für Anfahrt (ϵ unveränderlich); b) Meßwerte für eine Umdrehung im Beharrungszustand;
- c) Auslaufwinkel für ϵ -konstant bei betriebsmäßigem Halten; d) Elektrische Arbeit für eine Umdrehung.

Drehscheibe	Ziff.	Zustand	Anfahrzeit t Sek.	a			b			c	d	
				Winkel α_1	N_m kW	A Wh	Zeit/Umdr. in t Sek.	N_m kW	A Wh	Winkel α_3	um 180°	um 360°
											A Wh (gesamt)	
Offenburg Nord 22 m Gelenkdrehscheibe R Meßkreis = 11,01 m	1	mit P 10	20,66	58° 55'	11,04	63,40	62,5	5,15	89,37	48° 46'	81,66	126,36
Offenburg Süd 23 m Gelenkdrehscheibe R Meßkreis = 11,52 m	2	mit P 10	22,47	66° 28'	7,91	50,00	76,3	3,96	80,10	59° 03'	62,05	102,15
Villingen 23 m Gelenkdrehscheibe R Meßkreis = 11,52 m	3	mit P 10	9,45	26° 29'	13,37	35,95	69,3	2,45	47,16	90° 02'	43,38	66,95
Kehl fundamentlose 23 m Gelenkdrehscheibe. R Meßkreis = 10,75 m	4	mit P 10	21,00	50° 17'	15,53	90,80	63,0	7,18	125,60	37° 26'	122,93	185,73
Mannheim Hbf. fundamentlose 23 m Gelenkdrehscheibe. R Meßkreis = 10,75 m	5	mit K	14,10	46° 44'	15,57	61,08	62,8	6,78	118,45	38° 0'	92,42	158,58

Villingen. 23 m Gelenkdrehscheibe, belastet mit Lok P 10 Drehsinn C.

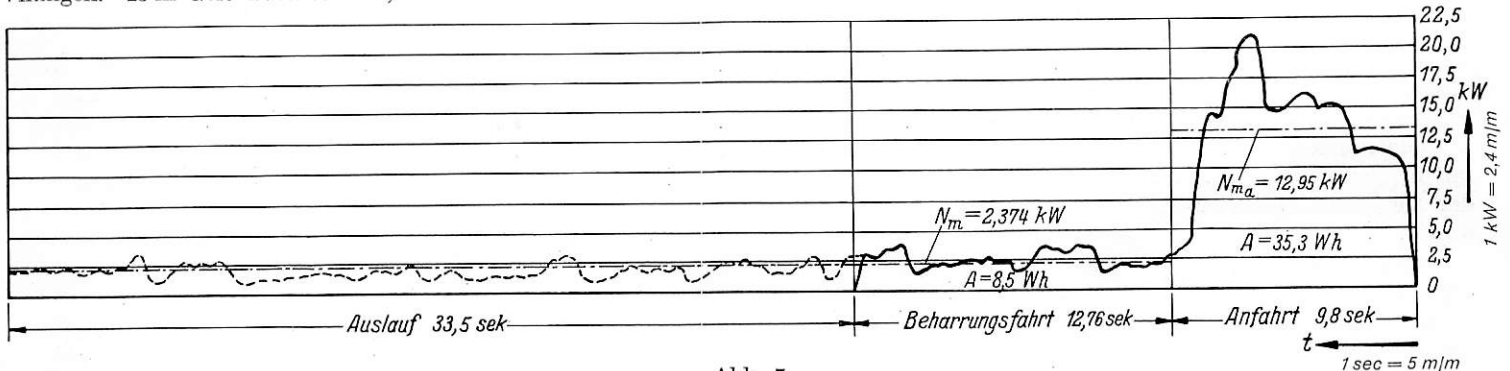


Abb. 7.

Mannheim Hbf. Fundamentlose 23 m Gelenkdrehscheibe, belastet mit K-Lok Drehsinn C.

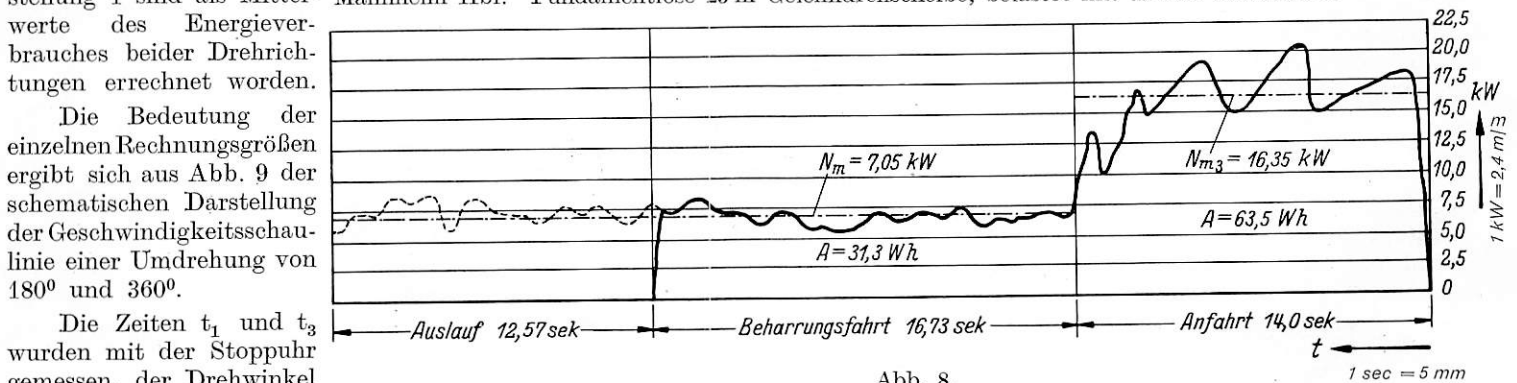


Abb. 8.

stellung 1 sind als Mittelwerte des Energieverbrauches beider Drehrichtungen errechnet worden. Die Bedeutung der einzelnen Rechnungsgrößen ergibt sich aus Abb. 9 der schematischen Darstellung der Geschwindigkeitsschau- linie einer Umdrehung von 180° und 360°.

Die Zeiten t_1 und t_3 wurden mit der Stoppuhr gemessen, der Drehwinkel α_1 mit Hilfe der zugehörigen Sehne ermittelt, der Drehwinkel α_3 aus der der Umdrehung $n/\text{Min.}$ der Scheibe entsprechenden Winkelgeschwindigkeit ω_0 und den Beziehungen zwischen ω_0 , t_3 , ϵ und $\text{arc } \alpha_3$ festgestellt und dabei die Annahme gemacht, daß die Zeit des Auslaufes mit Bremsung gleich $t_b = \frac{2}{3} t_3$ und die Verzögerung ϵ im Auslauf mit Bremsung konstant ist.

Auf diese Weise sind die mittleren Werte des Auslaufwinkels α_3 in Zusammenstellung 2, Spalte c und d errechnet, die zusammen mit α_1 von π oder 2π in Abzug gebracht, die mittleren Werte der Drehwinkel α_2 des Beharrungsabschnittes ergeben. Die Drehzeiten t_2 ergeben sich als Unterschied der für eine halbe oder ganze Umdrehung erforderlichen Zeit $t - (t_1 + \frac{2}{3} t_3)$.

Die Werte der elektrischen Arbeit Wh einer Umdrehung werden durch Planimetrierung der Leistungskurven der Anfahr- und Beharrungsabschnitte gewonnen und die entsprechenden N_m in kW_m aus den so ermittelten Flächen und den mit der Stoppuhr festgestellten Zeiten t_1 oder t_2 gefunden.

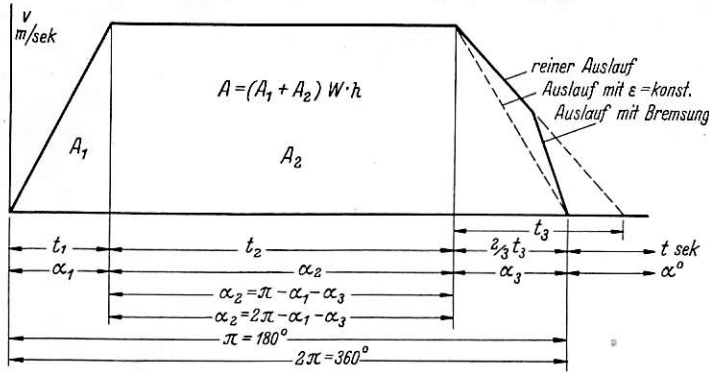


Abb. 9. Geschwindigkeitsschaulinie einer Umdrehung von 180 bis 360°.

Unter der Annahme eines mittleren Strompreises an den Motorklemmen von 0,05 $\mathcal{R}M/kWh$ ergeben sich bei 30 täglichen Umdrehungen von 180° Jahreskosten für elektrische Arbeit bei den fünf Drehscheiben nach Zusammenstellung 1, Spalte 6 noch Beträge zwischen 23 und 67 $\mathcal{R}M$ und somit Kostenunterschiede, die die Ergebnisse der Vergleichsrechnung

Steifigkeit des Oberbaues, Verschleiß und Krümmungswiderstand.

Von Zentralinspektor Dr. Ing. E. Feyl und Maschinenoberkommissär Ing. K. Pflanz, Wien,

Auf verschiedenen Strecken der Österreichischen Bundesbahnen hat sich gezeigt, daß unter ungefähr gleichen Verhältnissen der Verschleiß der Schienen der Form „B“ mit einem Metergewicht von 49 kg in Krümmungen größer ist als der Verschleiß der etwas leichteren Schienen der Form „A“ mit einem Metergewicht von 44,35 kg. Besonders auffallend war dieser Unterschied in zwei Versuchsstrecken auf dem Arlberg*) **).

Beide Versuchsstrecken liegen in einem Bogen mit dem Halbmesser 250 m. Die Strecke mit der schwereren Form liegt in einer Neigung von 25°/00, die Strecke mit der schwächeren Form in einer Neigung von 27,5°/00. Die chemische Zusammensetzung der Schienen, die aus gewöhnlichem Siemens-Martin-Stahl erzeugt worden sind, ist eher eine solche, daß auf größeren Verschleißwiderstand der schwereren Schiene Form B geschlossen werden könnte, denn diese Schienen weisen gegenüber den leichteren Schienen der Form A einen größeren Kohlenstoffgehalt auf, während die übrigen Bestandteile der beiden Schienen in ungefähr gleicher Menge vorhanden sind. Auch dürften die Schienen der Form B wegen ihres größeren Querschnittes in der Regel eine etwas höhere Endwalzwärme gehabt haben, was gleichfalls größere Verschleißfestigkeit der schwereren Form hätte vermuten lassen. Trotzdem ist aber das Umgekehrte eingetreten, wie aus den Darstellungen in Abb. 1 hervorgeht.

Die Schienen der Form A, die eine mittlere Zerreiβfestigkeit von 72,3 kg/mm^2 hatten, wiesen einen mittleren Höhenverschleiß von 2,0 mm und einen mittleren Seitenverschleiß von 4,3 mm auf, während die Schienen der Form B, die eine mittlere Zerreiβfestigkeit von 76,4 kg/mm^2 hatten,

*) Dr. W. Titze: Berichte der 2. Internationalen Schienentagung Zürich 1932, herausgegeben vom Schweizerischen Verband für die Materialprüfungen der Technik, Seite 29 bis 43.

**) Prof. Dr. R. Walzel: Einige Beobachtungen zum Schienenverschleiß. Gleistechnik und Bahnbau, Jahrgang 11, Nr. 5 vom 1. März 1935, Seite 49 bis 52.

nicht zugunsten der Bauart mit Fundament beeinflussen können.

Schließlich soll noch darauf hingewiesen werden, daß bei manchen Drehscheiben zu dem errechneten Leistungsverbrauch einer Umdrehung, Spalte 8 der Zusammenstellung 1, ein von der vielfach mangelnden Geschicklichkeit des Wärters in der Bedienung der Bremse verursachter Mehrverbrauch an Wh tritt, der durch ein oft wiederholtes stoßweises Anfahren an die Abfahrstellen hervorgerufen wird, um die Drehscheibe in die zur Bedienung der Verriegelung und Signalanlage erforderliche Stellung zu bringen.

Zusammenfassend kann nach den vorstehenden Ausführungen gesagt werden:

Die fundamentlose Drehscheibe ist im Bau und Betrieb bei gleicher Betriebssicherheit billiger als die bisher angewendeten Bauarten mit gemauertem oder Betonfundament und besitzt gegenüber diesen noch den Vorteil im Bedarfsfalle an einer anderen Stelle unter Weiterverwendung sämtlicher Teile, selbst des Schotters und des Stückmaterials mit geringen Kosten wieder eingebaut werden zu können; ferner den finanziell ebenfalls nicht gering einzuschätzenden Vorzug, daß die in der Hauptsache für die betriebsfähige Erhaltung erforderlichen Arbeiten am Unterbau ohne längere Betriebsunterbrechung durchgeführt und dadurch kostspielige Umlenkungen der Lokomotiven über in den meisten Fällen weit abliegende Drehscheiben oder Gleisdreiecke erspart werden können.

einen durchschnittlichen Höhenverschleiß von 2,4 mm und einen durchschnittlichen Seitenverschleiß von 6,2 mm besaßen.

Es war naheliegend, den größeren Verschleiß der Schiene des kräftigeren Oberbaues auf dessen größere Steifigkeit zurückzuführen, besonders den Verschleiß an der seitlichen Schienenkopfflanke in den Bögen, in denen mehr Arbeit notwendig ist als in der Geraden, um ein bestimmtes Fahrzeug — gleiche Geschwindigkeit, gleiche Neigung und gleichen Oberbau vorausgesetzt — durchzuziehen. Der Arbeitsmehrverbrauch ist durch den Krümmungswiderstand verursacht, der aus einer Reihe einzelner Widerstände zusammengesetzt ist. Einen Teil bilden die Widerstände, die ihre Ur-

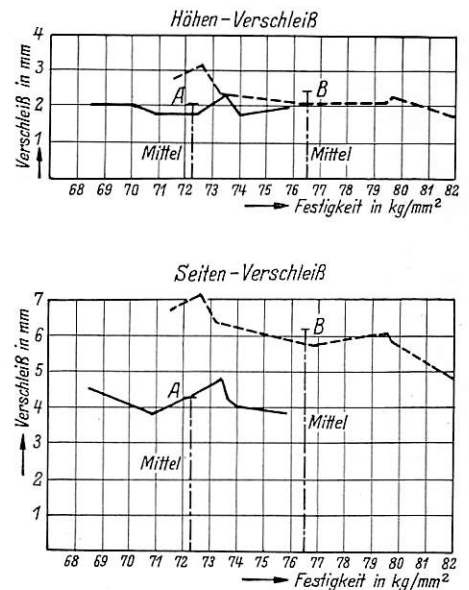


Abb. 1. Verschleiß der Schienen Form A und B in Versuchsstrecken auf dem Arlberg.

sache im Fahrzeug haben (Drehen des Fahrzeuges, Reibung zwischen Spurkranz und Schiene, Deformation und Verschleiß einzelner Teile des Fahrzeuges usw). Aber auch der Oberbau liefert einen Anteil zum Krümmungswiderstand, und zwar wird in Krümmungen für die Deformation des Oberbaues (der Schiene, der Befestigungsmittel, des Schwellenholzes und des Schotterbettes) mehr Arbeit verbraucht als in der Geraden und auch die Verschleißarbeit ist in Krümmungen größer als

in der Geraden. Wird nun das gleiche Fahrzeug mit annähernd gleicher Geschwindigkeit durch zwei Bogen gleichen Halbmessers und gleicher Neigung gezogen und liegt in beiden Bogen verschiedener Oberbau gleichen Erhaltungszustandes, so kann angenommen werden, daß der Anteil der Widerstände, die ihre Ursache im Fahrzeug haben, in beiden Fällen ungefähr gleich ist. Da auch der Achsdruck und der Führungsdruck in beiden Fällen annähernd gleich groß sind, die Deformation des steiferen Oberbaues aber kleiner sein wird als die des nachgiebigeren, wird auch die Deformationsarbeit im steiferen Oberbau kleiner sein als im weniger steifen. Ergäbe sich nun in den beiden Bögen der gesamte Krümmungswiderstand gleich groß, oder ist er im Bogen mit dem steiferen Oberbau größer als im Bogen mit dem nachgiebigeren Oberbau, so kann geschlossen werden, daß im steiferen Oberbau mehr Arbeit für den Verschleiß verbraucht wird, als im nachgiebigeren.

Um nun festzustellen, ob und inwieweit es berechtigt ist, der Steifigkeit des Oberbaues einen Einfluß auf den Verschleiß der Schiene zuzuschreiben, haben die Österreichischen Bundesbahnen über Anregung des Herrn Prof. Dr. Walzel (Leoben) besondere Versuche durchgeführt.

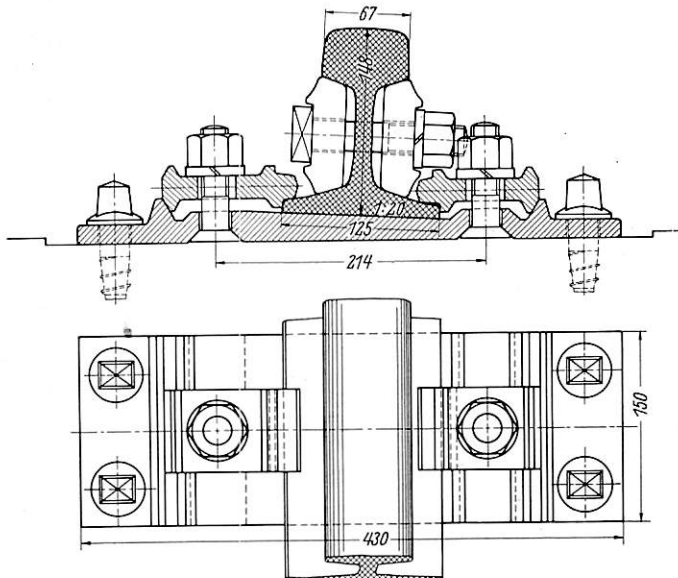


Abb. 2. Oberbau Form B. Schnitt und Grundriß.

Die Versuche wurden z. T. in Strecken mit Oberbau Form B, z. T. in Strecken mit Oberbau Form A angestellt. Der in der Versuchsstrecke verlegte Oberbau der Form B hat 25 m lange Schienen auf 39 Lärchenschwellen, Doppelschwellenstoß mit Flachaschen und auf jeder Schwelle zwei Spannplatten (Abb. 2). Die Befestigung der Schiene auf den Spannplatten und der Spannplatten auf den Schwellen ist eine sehr feste. Die Schiene ist mit Klemmplättchen niedergehalten. Die diese Plättchen mit der Spannplatte verbindende Schraube hat ihren Kopf in einer Nut der Platte und ist durch einen besonders kräftigen Federring angespannt. Die Spannplatte ist durch vier reichlich bemessene Schwellenschrauben mit der Holzschwelle verbunden.

Der Oberbau der Form A hat in den Versuchsstrecken 15 m lange Schienen auf 22 oder 23 Schwellen. In einem Fall sind Eichenschwellen, in den anderen Fällen Lärchenschwellen verwendet worden. Der Oberbau der Form A hat schwebenden Stoß mit Z-Laschen. Die Schiene ist auf den Schwellen in zwei Versuchsstrecken abwechselnd mit Spannplatten (Abb. 3) und gewöhnlichen Keilplatten (Abb. 4) befestigt. In einer der Versuchsstrecken ruhen die Schienen des Außenstranges auf allen Schwellen auf Spannplatten. Der Oberbau der Form A widersteht gegenüber dem Ober-

bau der Form B äußeren Kräften nicht nur deswegen weniger, weil die Schiene ein geringeres Widerstandsmoment hat, sondern auch deswegen, weil die Befestigung nicht so starr ist. Die Spannplatte der Form A ist schwächer und biegsamer als die der Form B. Auch ist die Spannplatte der schwächeren Form nur mit drei Schwellenschrauben auf der Schwelle befestigt, während die Spannplatte der schweren Form mit vier Schwellenschrauben niedergehalten ist (Abb. 2 und 3). In den Versuchsstrecken mit der Form A, in denen die Schienen z. T. auch auf gewöhnlichen Keilplatten aufliegen, ist der

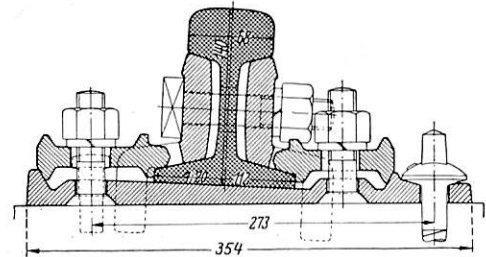


Abb. 3. Oberbau Form A. Spannplattenbefestigung.

Widerstand des Oberbaues gegen Verdrückungen noch mehr herabgesetzt.

Die Angaben über die durchschnittliche Abnutzung der Schienen, über die verwendeten Stahlsorten, über die Werkmarken und über die in den Versuchsstrecken zugelassenen Höchstgeschwindigkeiten sind aus Zusammenstellung 1 zu ersehen.

Die Versuche wurden mit elektrischen Lokomotiven der Reihen 1080 (und zwar mit und ohne Kuppelstangen), 1570, 1029 und 1100 durchgeführt. Die Bauart dieser Lokomotiven ist in Abb. 5 übersichtlich dargestellt. Außerdem ist die für den Lauf durch Gleiskrümmungen maßgebende Ausbildung des Laufwerkes kurz angegeben.

Der Fahrwiderstand wurde durch Ablaufversuche bestimmt. Das Gewicht G eines auf einer geeigneten Strecke befindlichen Fahrzeuges kann in zwei Teilkräfte zerlegt werden, und zwar G_1 senkrecht zum Gleis und G_2 in der Richtung der Bewegung. Ist W der — vorderhand noch unbekannte — Fahrwiderstand und wird das Fahrzeug sich selbst überlassen, so setzt die freie Kraft P das Fahrzeug nach der Beziehung

$$P = G_2 - W = \frac{G}{g} \cdot b \dots \dots \dots 1)$$

in gleichförmig beschleunigte Bewegung, wobei b die Fahrzeugbeschleunigung und g die Erdbeschleunigung bedeutet. Mit zunehmender Geschwindigkeit wächst der Widerstand W . Wenn seine Größe den Wert G_2 erreicht hat, ist keine Kraft zur Beschleunigung mehr frei, das Fahrzeug läuft mit gleichmäßiger Geschwindigkeit bergab.

Wird bei einem nach Gl. 1) ablaufenden Fahrzeug in jedem Augenblick der Fahrt die Geschwindigkeit gemessen, so ergibt sich eine Zeitgeschwindigkeit-Schaulinie ($v t$).

Die Tangente an diese Schaulinie ist unmittelbar die Beschleunigung b . Die Größe G_2 ist aus der Neigung der Versuchsstrecke bekannt. Es kann somit aus Gl. 1) für jeden Punkt der ($v t$) Schaulinie — und somit auch für jede beim Ablauf gefahrene Geschwindigkeit — der Wert W gefunden werden.

Von großem Einfluß auf den Verlauf des Versuches sind die tatsächlichen Neigungs- und Richtungsverhältnisse der

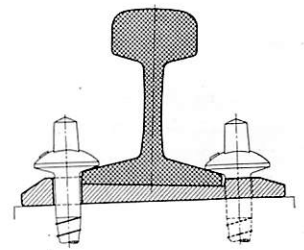


Abb. 4. Oberbau Form A. Keilplattenbefestigung.

durchfahrenen Strecke. Die auch bei bestunterhaltenem Oberbau unvermeidlichen Fehler in der Höhenlage und in der Richtung beeinflussen stark die Ablaufgeschwindigkeit, so daß die erhaltenen Schaubildpunkte stark streuen. Es empfiehlt sich, jeden Ablauf mindestens vier- bis sechsmal zu wiederholen, um einigermaßen verlässliche Mittelwerte zu erhalten.

Zur Gewinnung der (v t) Schaulinie kann man in verschiedener Weise vorgehen. Gewöhnliche Lokomotiv-Geschwindigkeitsmesser sind im allgemeinen wenig geeignet, weil ihre Angaben der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit zu stark nachhinken. Bei der angewendeten Meßweise befand sich auf dem Führerstand der Lokomotive ein Schreibwerk, dessen Papier — ähnlich den selbstschreibenden Geschwindigkeitsmessern — nach der Zeit, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 6 mm sec^{-1} vorgeschoben wurde. Auf den Streifen wurde die Vorbeifahrt an den in den Versuchsstrecken befindlichen Fahrleitungsmasten aufgezeichnet. Ein von Hand aus betätigter Morsetaster ermöglichte die Zeichenangabe. Ist e der Markenabstand in mm, dann ist die Zeit des Durchlaufens der Strecke zwischen zwei Masten e:6. Aus dem bekannten Mastabstand p und der aus e:6 gefundenen Zeit t ergibt sich die mittlere Fahrgeschwindigkeit v für das Durchlaufen eines Mastabstandes in m sec^{-1} .

Bedeutet G das Gewicht der Lokomotive in kg, b die gemessene Beschleunigung in m sec^{-2} und P die beschleunigende Kraft in kg, so gilt die Beziehung

$$P = \frac{G(1+n)}{9,81} b, \dots \dots \dots 2)$$

wenn n der scheinbare Massenzuwachs durch die umlaufenden Teile der Lokomotive ist und nach Gl. 1) die Beziehung

$$P = G_2 - W \dots \dots \dots 3)$$

besteht.

Es ist zu beachten, daß sich bei einem Ablauf im Bogen der gesamte Widerstand W aus dem eigentlichen Fahrwiderstand F und dem zusätzlichen Krümmungswiderstand K zusammensetzt.

$$W = F + K \dots \dots 4)$$

oder aus 2) und 3)

$$W = G_2 - \frac{G(1+n)}{9,81} b \dots \dots 5)$$

Es ist üblich, den Fahrwiderstand auf eine Tonne ruhendes Fahrzeuggewicht zu beziehen, so daß sich aus 5) die Beziehung

$$w = \left[G_2 - \frac{G(1+n)}{9,81} b \right] \cdot \frac{1000}{G} \dots \dots 6)$$

ergibt.

Um die Unterteilung des auf eine Tonne Fahrzeuggewicht bezogenen Gesamtwiderstandes w in den Fahrwiderstand f und den Krümmungswiderstand k vornehmen zu können, wurden mit jeder Lokomotive in gerader Strecke noch Auslaufversuche unternommen. Außerdem stand für jede Lokomotivreihe eine aus früheren Versuchen gewonnene, und für die ganze Reihe gültige Fahrwiderstandslinie zur Verfügung.

Die Untersuchung wurde mit den Lokomotiven 1080.020, 1570.003, 1029.03, 1100.106 und 1080.105 (mit der letzten ohne

Kuppelstangen) durchgeführt. Die Lokomotive 1080.020 hatte seit der letzten Ausbesserung rund 12000 km, die Lokomotive 1570.003 rund 54.500 km, die Lokomotive 1029.03 rund 47.600 km, die Lokomotive 1100.106 rund 113.180 km und die Lokomotive 1080.105 rund 16.300 km zurückgelegt. Die Spurkranzabnutzung war bei allen Lokomotiven gering. Die Spurkranzschmierung war an keinem der Versuchsfahrzeuge in Betrieb.

Die Untersuchung umfaßte Abläufe in drei Gleisbogen von 250 m Halbmesser und verschiedener Oberbauform. Den drei Gleisbogen entsprechend bestehen die Versuchsgruppen I, II und III. Die Versuchsgruppen I und II umfaßten je sechs Abläufe, die Versuchsgruppe III hatte vier Abläufe. Die Versuchsgruppe IV umfaßte vier Abläufe, und zwar in gerader Strecke zur Bestimmung des reinen Fahrwiderstandes ohne Krümmungswiderstand.

Wie schon erwähnt, zeigt sich erfahrungsgemäß, daß die beim Ablauf entstehende (v t) Schaulinie sehr stark von der Neigung und Richtung der Strecke und ihren Ungenauigkeiten abhängt und demgemäß die einzelnen Meßpunkte stark streuen. Das gefühlsmäßige Verbinden der einzelnen, der mittleren Fahrgeschwindigkeit je Markenabstand entsprechenden Meßpunkte zu einer Linie und das Legen der Berührende an diese, stellen weitere, schwer vermeidbare Fehlerquellen dar. Man muß sich daher damit begnügen, wenige Punkte mit einigermaßen verlässlicher Genauigkeit zu bestimmen und im übrigen die gesuchte Widerstandslinie der Widerstandslinie ähnlicher aber schon bekannter Fahrzeuge anzupassen.

In Abb. 6 ist die (v t) Schaulinie dargestellt, die sich für die Lokomotive 1080.020 und die Versuchsgruppe I, und zwar für den Ablaufversuch ...V₂ ergibt. Diese Schaulinie weist innerhalb der Versuchsgruppe I die geringste Streuung der einzelnen Meßpunkte auf. Da das Nivellement des Versuchsbogens zwischen einzelnen Masten starke Unregelmäßigkeiten zeigte, war es nicht zulässig, an verschiedenen Punkten der (v t) Schaulinie den Tangentenwert zu bestimmen. Man mußte sich mit dem mittleren Wert der Neigung begnügen. In Abb. 7

Zusammenstellung 1.

Anlage der Versuchsstrecken. (Siehe hierzu Abb. 5.)

Versuchsgruppe	I	II	III	IV
Bogenhalbmesser in m	250			Gerade
Neigung in ‰	28,09	29,08	14,3	6,69
Oberbauform	A	B	A	
Schienenlänge in m	15	25	15	
Schwellenzahl	23	39	23	22
Schwellenholz	Lärche		Eiche	Lärche
Befestigungsart	Spannplatten und Keilplatten	nur Spannplatten	Spannplatten und Keilplatten, im Außenstrang nur Spannplatten	Spannplatten und Keilplatten
Höhenabnutzung in mm	3,5 (1,5)	2	8	1,5
Seitenabnutzung in mm	9,5 (3,0)	10	3	—
Schienenstoff	Siemens-Martin-Stahl (Elektromanganstahl)			
Verlegungsjahr	1926	1931	1926	
Zulässige Geschwindigkeit in km/h bergwärts talwärts	55 50		60 60	

Lokomotive Nr.	Typenbild	Antriebsform und Laufwerksanordnung
1080.020		<p>Drei Motoren in Tramaufhängung. Alle Achsen gekuppelt. Erste und letzte Achse um ± 33 mm seitenschiebbar</p>
1570.003		<p>Einzelachsantrieb Bauart Siemens Schuckert mit senkrecht stehenden Motoren. Zwei Drehgestelle mit je einer Lauf- und Triebachse. Feste Drehzapfen. Triebachsen im Hauptrahmen ± 32 mm seitenschiebbar und um 10 mm rückgedrehte Spurkränze</p>
1029.03		<p>Antrieb durch Vorgelegewelle und Parallelkurbelgetriebe. Gekuppelte Achsen seitlich fest. Laufachsen Bauart Adam ohne Rückstellfedern. Seitenschieblichkeit ± 54 mm</p>
1100.106		<p>Antrieb durch Vorgelegewelle und Parallelkurbelgetriebe. Zwei Drehgestelle. Gekuppelte Achsen seitlich fest. Laufachsen Bauart Adam ohne Rückstellfedern. Seitenschieblichkeit ± 65 mm</p>

Abb. 5.

sind alle aus den Versuchen V_1 bis V_6 erhaltenen (v t) Schaulinien dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die Neigung der Berührenden an alle sechs Schaulinien annähernd die gleiche ist. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 75300 kg, die mittlere Neigung der Strecke ist 28‰ und der scheinbare Massenzuwachs 47% . Es ergibt sich somit die Schwerkraftkomponente zu $G_2 = 28 \cdot 75,3 = 2108$ kg. Im Punkte A der (v t) Schaulinie nach Abb. 6 beträgt die Fahrgeschwindigkeit $8,1$ m sec^{-1} oder $29,2$ km/h. Für die Beschleunigung gilt allgemein

$$v_1 - v_2 = b t \dots \dots \dots 7)$$

Verlegt man die Tangente in den Achsenursprung, so ergibt sich $v_1 = 0$, $v_2 = 1$ m sec^{-1} und $t = 10''$ oder $b = v_2 : t = 0,1$ m sec^{-2} . Nach Gl. 6) wird somit für eine Fahrgeschwindigkeit von $29,2$ km/h der Fahrwiderstand

$$w = \left[2108 - \frac{75300 \cdot 1,47}{9,81} \cdot 0,1 \right] \frac{1000}{75300} = 13,0 \text{ kg/t.}$$

Für die Lokomotive 1080,020 und Versuchsgruppe II ergab sich auf ähnlichem Weg $17,8$ kg/t, für die Versuchsgruppe III $11,75$ kg/t.

Die Versuchsgruppe IV umfaßt die Ausläufe in gerader Strecke zur Bestimmung des reinen Fahrwiderstandes ohne zusätzlichen Krümmungswiderstand.

Wie schon erwähnt, bewegt sich ein auf einer Gefällstrecke frei rollendes Fahrzeug dann mit gleichbleibender Geschwindigkeit, wenn die treibende Schwerkraftkomponente dem dieser Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Fahrwiderstand gleich ist. Gelingt es, mit der richtigen Geschwindigkeit in eine geeignete Gefällstrecke einzufahren und ergibt sich demzufolge der Beharrungszustand, so liefert dieser einen für die Fahrwiderstandsbestimmung außerordentlich verlässlichen Wert, weil einfach $W = G_2$ gesetzt werden kann. In Abb. 8 ist die regelmäßigste der erhaltenen (v t) Schaulinien dargestellt. Zwischen den Masten Nr. 11 und 13 bestand eine Unregelmäßigkeit in der Höhenlage, die in der (v t) Schaulinie ab Sek. 45 deutlich erkennbar ist. Im vorhergehenden Teil kann die Fahrgeschwindigkeit aber als gleichbleibend angesehen werden, es besteht also Gleichgewichtszustand zwischen Fahrwiderstand und Schwerkraftkomponenten.

Der aus den Versuchen ... V_{17} bis V_{20} errechnete Mittelwert der Fahrgeschwindigkeit ist $31,18$ km/h, das Gefälle in der Versuchsstrecke $6,63\text{‰}$; es ergibt sich also der Fahrwiderstand bei $V = 31,18$ km/h zu $6,63$ kg/t.

In Abb. 9 sind die für die Lokomotive 1080.020 erhaltenen Widerstandswerte übersichtlich zusammengestellt. Die Schau-

linie a ist die aus früheren Versuchen gewonnene und für die ganze Lokomotivreihe allgemein gültige Widerstandslinie.

Aus der Versuchsgruppe IV hat sich für eine Fahrge-
schwindigkeit von 31,18 km/h der Widerstandswert des
Punktes A der Schaulinie IV ergeben. Die Gefällsverhältnisse
der Versuchsgruppe IV gestatteten nicht die Auffindung von
Widerstandswerten bei anderen Geschwindigkeiten, weil im
Beharrungszustand abgerollt wurde. Der Punkt A liegt
etwas tiefer als der zur gleichen Geschwindigkeit gehörige
Wert A' der allgemeinen Widerstandslinie. Es ist aber anzu-

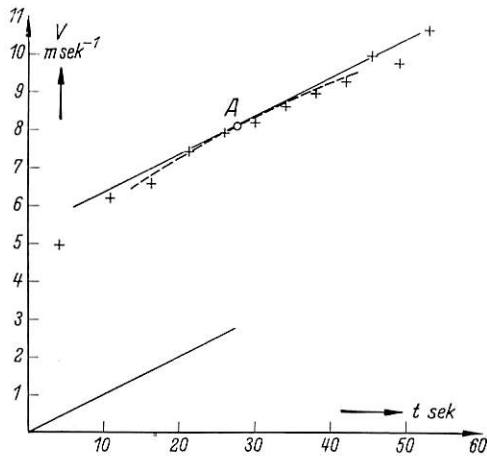


Abb. 6.

nehmen, daß die Art der Widerstandslinie für die untersuchte
Lokomotive der Art der allgemeinen Linie „a“ gleich ist, es
wurde daher die Linie „a“ parallel verschoben und durch den
Punkt A gelegt.

Die Linien I, II und III wurden — den Versuchsgruppen
I, II und III entsprechend — in gleicher Art gefunden. Wie

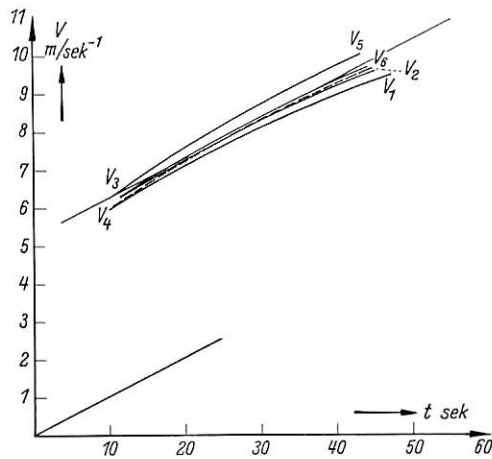


Abb. 7.

früher gezeigt worden ist, waren die erhaltenen (v t) Schau-
linien zu ungenau, um an verschiedenen Punkten die Be-
rührende legen zu können. Es wurde daher jeweils der gerechnete
Punkt in die Abb. 9 übertragen und die Neigung der Wider-
standslinie der Linie a entnommen.

Um über die Einstellung des Fahrzeuges im Gleisbogen
während des Ablaufes ein wenigstens annäherndes Bild zu
bekommen, wurden die Spurkränze während der Vorüberfahrt
von der Strecke aus beobachtet. Die vergleichsweise geringe
Fahrgeschwindigkeit ermöglichte diese Art der Beobachtung.
Es ergab sich statische Einstellung, d. h. Führung durch die
zweite Achse, während das Seitenspiel der ersten Achse nicht
vollkommen ausgenützt ist. Die dritte, vierte und fünfte

Achse läuft frei zwischen den Fahrkanten. Diese Beobachtung
stimmt mit der Erfahrung überein, daß dynamische Ein-
stellung, d. h. Anliegen aller Achsen an der äußeren Schiene
nur bei Geschwindigkeiten von etwa 40 km/h aufwärts statt-
findet.

Die gleichen Überlegungen wurden für die anderen unter-
suchten Lokomotiven angestellt. Die Versuchsergebnisse sind
in der Zusammenstellung 2 übersichtlich zusammengestellt.
Im besonderen sind die Versuchsergebnisse dargestellt für
die Lokomotive

	1080.020 in Abb. 9
	1570.003 „ „ 10
	1029.03 „ „ 11
	1100.106 „ „ 12
	1080.105 (ohne Kuppelstangen) „ „ 13.

Zusammenstellung 2.
Krümmungswiderstand in kg/t.

Lokomotive Nr.	Versuchsgruppe			Anmerkung
	I	II	III	
1080.020	6,6	11,7	6,3	Ohne Kuppelstangen
1570.003	1,0	0,05	0,4	
1029.03	1,5	4,9	2,2	
1080.105	3,4	4,0	2,1	
1100.106	2,5	1,2	—	

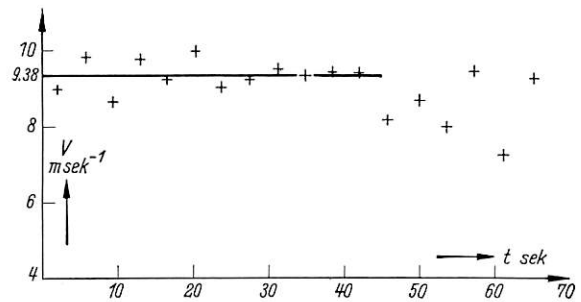


Abb. 8.

Mit der Lokomotive 1570.003 wurden außerdem sechs
Abläufe auf einem Bogen der Form B von 250 m Halbmesser
und 28,5‰ Gefälle vorgenommen. Der Bogen war neu ver-
legt und erst wenige Tage für die zulässige Streckenhöchst-
geschwindigkeit freigegeben; es bestand also praktisch noch
keine Abnutzung. Der sich ergebende Wert für Fahr- und
Krümmungswiderstand ist in Abb. 10 mit Ob. F. B. (Neulage)
bezeichnet.

In Abb. 14 sind die Werte des Krümmungswiderstandes
für alle untersuchten Lokomotiven zusammengestellt.

Es war bisher noch nicht möglich, das Wesen des Krüm-
mungswiderstandes physikalisch zu erfassen, weil die auf
diesen Wert Einfluß übenden Nebenumstände bzw. Störungs-
quellen zu wenig bekannt sind*). Man ist daher zur Be-
stimmung des Krümmungswiderstandes vorwiegend auf den
Versuchsweg angewiesen.

Für Wagen wurde bisher die Formel von Röckl ver-
wendet, welche als veränderliche Größe nur den Krümmungs-
halbmesser enthält. Für Lokomotiven gültige Formeln oder
Versuchsergebnisse, welche Besonderheiten der Bauform wie
Achsstand, Seitenverschieblichkeit oder dergl. enthalten, sind
bisher nicht näher bekannt geworden, ein Grund weshalb
auch im Lokomotivbau oftmals nach der Formel von Röckl
gerechnet worden ist.

*) Z. VDI, Jahrgang 1935, Heft 28, Seite 851.

Die in Abb. 14 dargestellten Werte haben selbstverständlich nur eine begrenzte Gültigkeit und dürfen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Aus den Versuchen war es nicht möglich den Zusammenhang zwischen Fahrwiderstand und Fahrgeschwindigkeit näher zu erkennen. Es sind daher nur kurze Gerade wiedergegeben, welche über einen Geschwindigkeitsbereich von etwa 10 km/h reichen.

Die schon erwähnte Formel von Röckl

$$w = \frac{650}{R - 55} \dots \dots \dots 8)$$

würde bei dem hier untersuchten Bogenhalbmesser von 250 m den Widerstandswert $w = 650 : (250 - 55) = 3,33 \text{ kg/t}$ liefern. Im

Vergleich hierzu sind die Werte der Lokomotive 1080.020 außerordentlich hoch. Es ist auch besonders auffallend, daß der Widerstand auf Oberbau Form B beinahe doppelt so hoch ist als auf Oberbau Form A.

Die Lokomotive 1029.03 hat Werte geliefert, die von der Formel von Röckl nicht allzu weit abliegen. Es ist aber auch hier der Unterschied zwischen den Ergebnissen auf Oberbau der Form A und der Form B auffallend.

Für die Lokomotive 1570.003 ergaben sich Werte, die unter 1 kg/t liegen.

Für die Lokomotive 1100.106 haben sich Werte ergeben, die als gering bezeichnet werden können. Sie sind für Oberbau Form B kleiner als für Oberbau Form A. Es muß hierzu bemerkt werden, daß an dieser Lokomotive die Spurkränze der führenden Achsen — zum Unterschied von den vorher untersuchten — leicht ölfleucht waren, die Widerstandswerte also nicht so verlässlich sind wie die vorher gewonnenen.

Die an der Lokomotive 1080.020 beobachteten, vergleichsweise hohen Werte des Krümmungswiderstandes

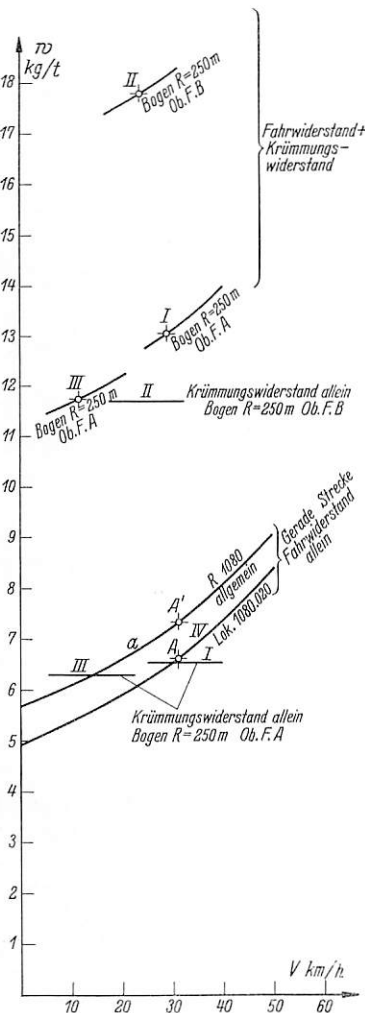


Abb. 9.

ließen eine Untersuchung angezeigt erscheinen, durch welche aufgeklärt werden sollte, ob der hohe Krümmungswiderstand auf den Anchnittwinkel zurückzuführen ist oder ob der durch die Kuppelstangen erzwungene Gleichlauf aller Achsen die Ursache bildet. Es wurde zu diesem Zweck die im Laufwerk mit der Reihe 1080 vollständig gleiche Lokomotive 1080.105 nach Entfernen der Kuppelstangen nach der gleichen Art wie die Lokomotive 1080.020 untersucht. Die Anzahl der Abläufe, die Versuchsstrecken und die Nebenumstände waren ebenfalls gleich. Die für den Krümmungswiderstand erhaltenen Werte sind wesentlich niedriger als für die Fahrten mit eingehängten Kuppelstangen und liegen von der Formel von Röckl nicht allzu weit ab. Es ist aber immerhin auch hier bemerkenswert, daß der Oberbau Form B den größten Widerstand ergibt. Im Vergleich mit der Lokomotive 1080.020 läßt sich klar erkennen, daß der von den Kuppelstangen erzwungene Gleich-

lauf der Achsen von entscheidendem Einfluß auf die Größe des Krümmungswiderstandes ist.

Die großen Unterschiede des Krümmungswiderstandes — etwa 12 kg/t bei Reihe 1080 und etwa 1 kg/t bei Reihe 1570 — dürften vorwiegend in der Bauart der Lokomotive ihre Erklärung finden. Es waren absichtlich Lokomotivreihen gewählt worden, die lauftechnisch große Unterschiede aufweisen. Die Reihe 1080 mit 4,75 m festem Achsstand hat einen großen Anchnittwinkel, während die Lokomotive Reihe 1570 eine günstige Bogeneinstellung und einen sehr kleinen Anchnittwinkel aufweist. Zweifellos trägt bei der Reihe 1080 die fünffache Kupplung viel zu den hohen Widerstandswerten bei, während bei der Reihe 1570 der Einzelachsenantrieb günstig wirkt. Die Lokomotiven der Reihen 1029 und 1100 nehmen hinsichtlich des Krümmungswiderstandes eine Mittellage ein. Auffallend ist aber auch bei diesen Lokomotiven der Unterschied beim Befahren der beiden verschiedenen Oberbauformen.

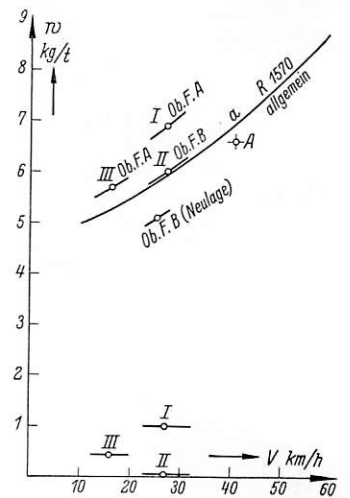


Abb. 10.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen noch die Werte der Lokomotive 1570.003. Sie sind an sich sehr gering, ein wesentlicher Unterschied des Einflusses der Oberbauform ist nicht feststellbar. Der in Abb. 10 mit Ob. F. B. (Neulage) bezeichnete und in Abb. 14 gestrichelt dargestellte Wert ergibt sogar einen negativen Krümmungswiderstand, d. h. die Lokomotive läuft im Bogen der neuerlegten Strecke leichter als in der Geraden mit älterem Oberbau mittleren Erhaltungszustandes.

In Abb. 14 sind die Versuchsfahrzeuge nach der Größe des Widerstandes geordnet, eine Reihenfolge, die — wie zu erwarten war — mit der Anpassungsfähigkeit an Gleiskrümmungen übereinstimmt. Hingegen konnte eine Abhängigkeit zwischen Steifigkeit des Oberbaues und Krümmungswiderstand nicht eindeutig festgestellt werden. Wie bereits früher erwähnt worden ist, hat der Oberbau der Form B eine viel kräftigere

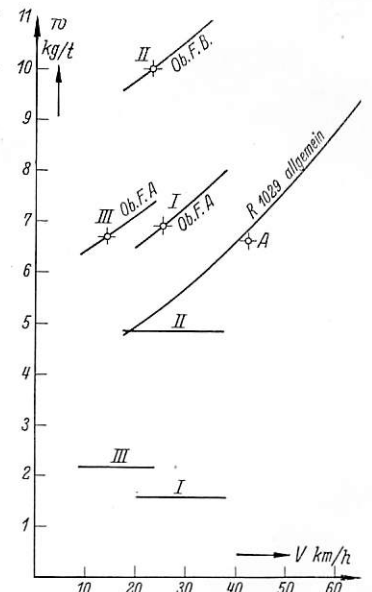


Abb. 11.

Durchbildung und damit größere Widerstandsfähigkeit als der Oberbau der Form A. Vom Oberbau der Form A sind zwei Ausführungen untersucht worden (vergl. Zusammenstellung 1). In der Versuchsgruppe I liegen Lärchenschwellen, die Schienen sind z. T. auf Spannplatten und z. T. auf Keilplatten befestigt. In der Versuchsgruppe III sind Eichen-schwellen eingebaut; die Schienen des Innenstranges liegen z. T. auf Spannplatten, z. T. auf Keilplatten, die Schienen des Außenstranges ruhen ausschließlich auf Spannplatten. Es ist also der Oberbau der Form A der Versuchsgruppe III

viel unnachgiebiger als der der Versuchsgruppe I. Für den Grad der Steifigkeit der untersuchten Oberbauformen gilt — fallend geordnet — sonach die Reihenfolge II, III, I. Die gleiche Reihenfolge sollte sich für die Größe des Krümmungswiderstandes ergeben, wenn der Unterschied der Verschleißarbeit im steifen und weniger steifen Oberbau größer ist als der Unterschied der Deformationsarbeit im weniger steifen und im steifen Oberbau.

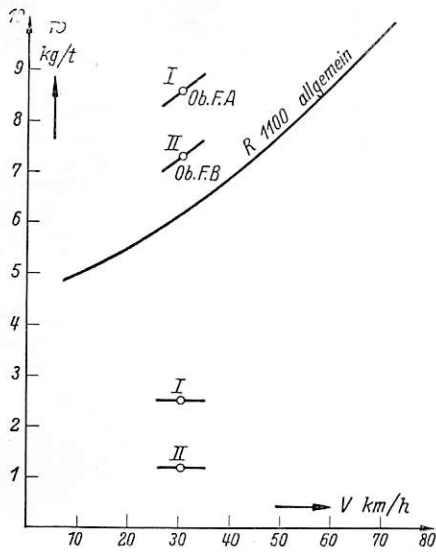


Abb. 12.

Krümmungswiderstand der steiferen Form B größer als der der nachgiebigeren Form A. Hingegen bestätigte sich bei diesen Lokomotiven nicht, daß der Krümmungswiderstand im Bogen mit der steiferen Ausbildung der Form A (Versuchsgruppe III) größer ist als im Bogen mit der nachgiebigeren Ausführung (Versuchsgruppe I).

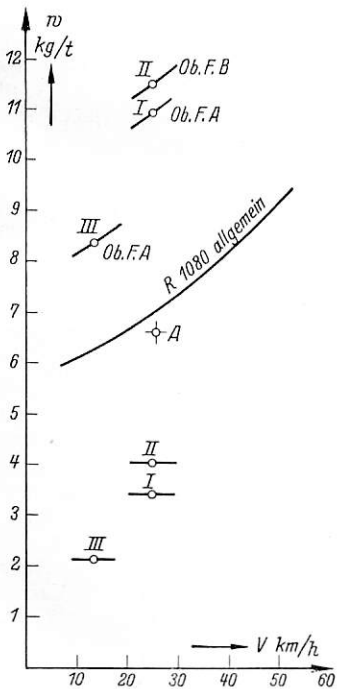


Abb. 13.

Bei den krümmungsbeweglichen Lokomotiven 1100.106 und 1570.003 zeigt sich sogar, daß der Krümmungswiderstand bei der steiferen Oberbauform am kleinsten ist. Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen kann sonach ein wesentlicher Einfluß der Steifigkeit des Oberbaues auf den Verschleiß des Oberbaues nur bei Lokomotiven vermutet werden, die keine besondere Anpassungsfähigkeit an Krümmungen besitzen. Für gut bogenläufige Lokomotiven verschwindet dieser Einfluß. Das Bestreben, den Oberbau seitlich wieder nachgiebiger zu gestalten, als es heute bei den schweren Oberbauformen der Fall ist, wäre daher nur dann am Platz, wenn es aus irgendwelchen Gründen nicht möglich sein sollte, nur gut krümmungsbewegliche Fahrzeuge einzustellen.

Zusammenfassend kann demnach für die untersuchten Lokomotiven und Oberbauarten gesagt werden, daß der Krümmungswiderstand vor allem wesentlich von der Bauart der Lokomotive (Achsstand, Seitenverschieblichkeit der Achsen, Kupplungs- und Antriebsart) beeinflußt wurde. In dieser Hinsicht ungünstige Lokomotiven haben auf dem steiferen Oberbau Form B höhere Widerstandswerte als auf dem weniger steifen Oberbau Form A ergeben. Bei Lokomotiven die sich an Gleisbogen gut anpassen und bei Lokomotiven, die mit Einzelachsantrieb ausgestattet sind, sind die Ergebnisse umgekehrt oder es verschwindet dieser Unterschied.

Jedenfalls weisen die Versuchsergebnisse darauf hin, daß in krümmungsreichen Strecken elektrische Lokomotiven mit Stangenantrieb, besonders solche mit mehr als drei angetriebenen Achsen soweit wie möglich vermieden werden sollen

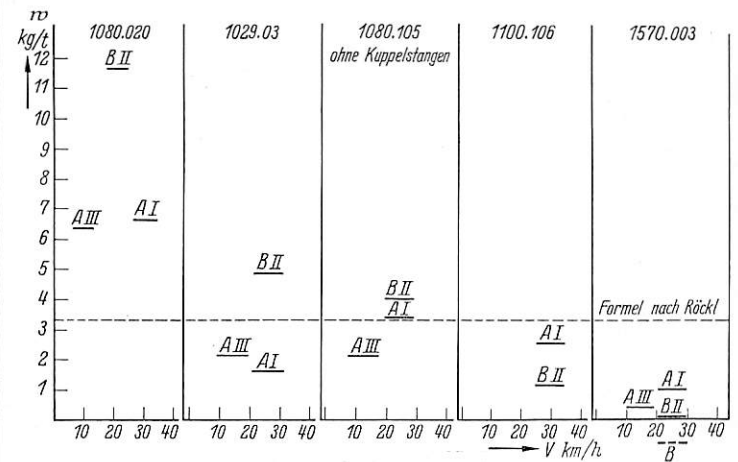


Abb. 14.

und daß für solche Strecken den Lokomotiven mit Einzelachs-antrieb der Vorzug zu geben ist. Lokomotiven mit diesem Antrieb werden in krümmungsreichen Strecken nicht nur geringeren Kraftbedarf aufweisen, es dürften auch die Spurkränze der Lokomotiven und die Schienen vor allzu starkem Verschleiß bewahrt bleiben. Aber auch für alle anderen Fahrzeuge gilt, daß größte Krümmungsbeweglichkeit anzustreben ist.

Es bestand ursprünglich die Absicht, den Krümmungswiderstand durch Messen der Leistungsaufnahme der Triebmotoren für die auf Steilstrecken allein fahrende Lokomotive zu bestimmen. Nach der bisher bestandenen Auffassung (Röckl) hätte der Krümmungswiderstand etwa 10% der Summe aus Lauf- und Steigungswiderstand betragen. Dieser vergleichsweise kleine Unterschied des Gesamtwiderstandes für Fahrt in gerader Strecke und in Gleisbogen bei gleichbleibender Steigung und Fahrgeschwindigkeit ließ aber kein einwandfreies Ergebnis erwarten. Tatsächlich hat sich nun für die Lokomotive Reihe 1080 der Krümmungswiderstand zu 12 kg/t ergeben, also etwa das Vierfache des erwarteten Wertes. Es ist daher geplant, die Untersuchungen durch Leistungsmessung der Triebmotoren zu erweitern.

Rundschau.

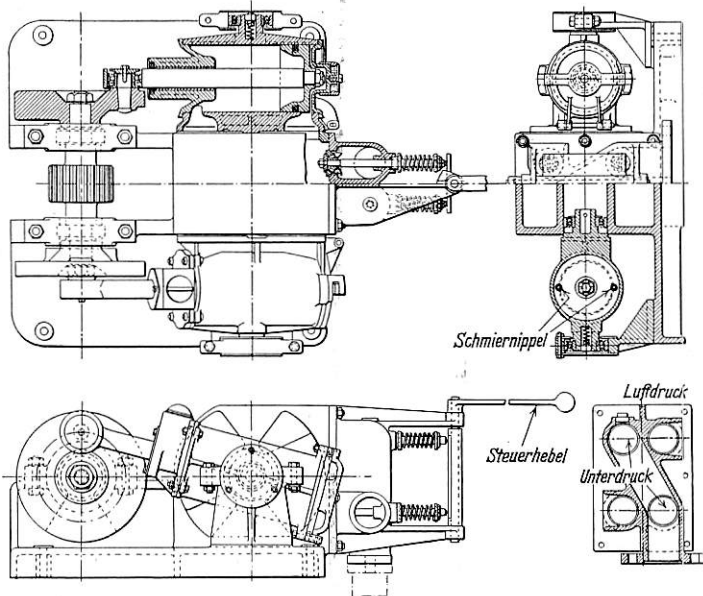
Bahnhöfe nebst Ausstattung; Lokomotivbehandlungsanlagen.

Drehscheibenantrieb mit Saugluftmotor.

Die London and North Eastern-Bahn verwendet seit einigen Jahren Saugluftmotore für den Antrieb solcher Drehscheiben, bei denen ein Ersatz des Handantriebs durch elektrischen

Antrieb nicht möglich ist. Die Einrichtung wird von der Firma Cowans, Sheldon and Co. in Carlisle geliefert und soll sich nach verschiedenen kleineren Verbesserungen bis jetzt gut bewährt haben.

Der in der Textabbildung dargestellte Saugluftmotor besitzt zwei bewegliche Zylinder von 114 mm Durchmesser und 152 mm Hub, die zu beiden Seiten eines gemeinsamen Steuerkastens waagrecht angeordnet sind. Die Leichtmetallkolben dieser Zylinder arbeiten mit ihren Kolbenstangen unmittelbar — um 90° versetzt — auf eine gemeinsame Welle. Zum Umsteuern dienen vier federbelastete Ventile, die mittels eines Hebels betätigt werden, wobei sie die Luft und den Unterdruck je nach der gewünschten Drehrichtung in die beiden Kammern des Steuerkastens eintreten lassen. Eine Bremse ist bei dieser Anordnung nicht erforderlich und die ganze Bedienung ist so einfach, daß sie von jedermann sofort vorgenommen werden kann. Zur Übertragung des Antriebs auf die Drehscheibe ist eine doppelte Zahnradübersetzung vorgesehen, deren Zwischenwelle in Kugellagern läuft. Außerdem ist ein Hilfsantrieb für Handbedienung vorhanden.



Saugluftmotor zum Antrieb von Drehscheiben.

Die erforderliche Saugluft wird von der zu drehenden Lokomotive entnommen in der Weise, daß ein an einem etwa 3 m hohen Standrohr hängender Verbindungsschlauch mit dem vorderen oder hinteren Saugluftbremsanschluß derselben verbunden wird. Um auch die leere Drehscheibe und kalte Lokomotiven, deren Sauglufteinrichtung nicht arbeitet, drehen zu können, sind beiderseits der Drehscheibe zwei große Saugluftspeicher angeordnet, die von einer Lokomotive aus luftleer gepumpt werden können.

Anlagen dieser Art haben den Vorteil, daß sie von einer örtlichen Kraftanlage völlig unabhängig sind. Aus diesem Grund finden sie auch bei der Deutschen Reichsbahn Verwendung als Notbehelf, wenn der elektrische Antrieb versagt. An die Stelle des Saugluftantriebs tritt aber hier — entsprechend der Verwendung der Druckluft für die Fahrzeugbremsen — der Antrieb mittels Preßluft, der zudem den Vorteil geringer Abmessungen und geringeren Platzbedarfs aufweist. R. D.

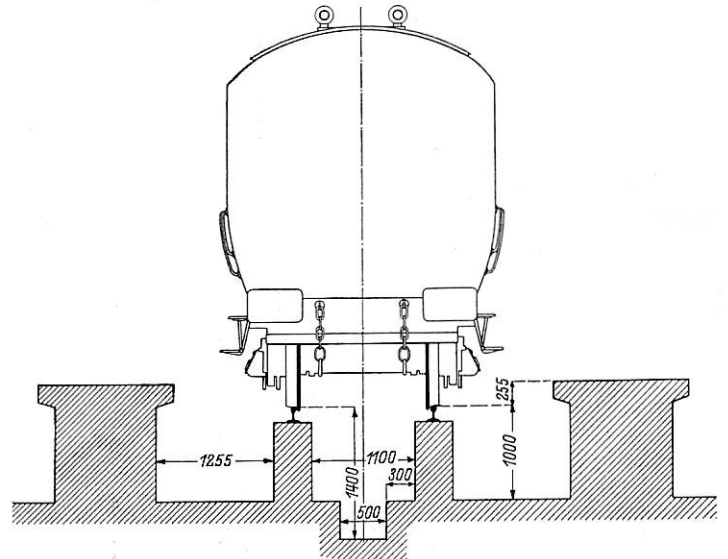
Die neue Personenwagen-Behandlungsanlage der französischen Nordbahn in Landy.

Die französische Nordbahn hat in Landy bei Paris eine neue Anlage zur Behandlung von Personenwagen geschaffen, die in ihrer Gesamtanordnung und in Einzelheiten bemerkenswert ist und den neuesten Gesichtspunkten für die Erstellung solcher Anlagen Rechnung trägt. Die Wagen sind auf den neuen, zweckmäßig angeordneten Gleisanlagen einfacher zu behandeln als bisher; ihr Unterhaltungszustand und damit auch ihre Betriebssicherheit hat sich gebessert, weil eine bessere Untersuchung möglich ist und schließlich sind die Wagenuntersuchungsbediensteten weniger unfallgefährdet und können wirtschaftlicher ausgenutzt werden.

In Landy werden täglich im Durchschnitt 53 Zugausrüstungen behandelt; im Sommer und an Festtagen steigt diese Zahl bis auf 65 an.

Der neue Personenwagen-Behandlungsbahnhof gliedert sich in vier Gruppen. In der Einfahrgruppe 1 mit zehn Gleisen werden die Wagen untersucht, in der Gruppe 2 — der Umstellgruppe — mit acht Gleisen wird die Zusammensetzung der Zugausrüstungen nach Bedarf geändert. Gruppe 3 mit neun Gleisen dient zur Reinigung und für Unterhaltungsarbeiten und Gruppe 4 mit 24 sägeförmig nach beiden Seiten angeordneten Gleisen ist für die Aufnahme der Bereitschaftswagen vorgesehen.

In der ersten Gruppe liegen sechs von den insgesamt zehn Gleisen über Untersuchungsgräben. Diese Gräben ziehen sich aber nicht nur zwischen, sondern — wie aus der Textabbildung zu ersehen ist — nach dem Entwurf des früheren Direktors der Bahn, M. Javary, auch zu beiden Seiten der Gleise hin und gestatten so eine eingehende und bequeme Untersuchung des Laufwerks der Wagen nicht nur von unten her, sondern auch von beiden Seiten. Die Seitenkanäle sind in gewissen Abständen mit dem zwischen den Schienen liegenden Teil mittels Durch-



gängen verbunden. Sämtliche Kanäle sind 260 m lang und aus Beton aufgeführt; die Schienen sind — abweichend von der Textabbildung — in den oberen, eisenbewehrten Teil der tragenden Mauern eingebettet und an den Stößen verschweißt. Zur Beleuchtung der Wagen von unten her sind neben der allgemein auf dem ganzen Bahnhof verwendeten Flutlichtbeleuchtung besondere Lampen in Abständen von etwa 6 m in den Mittel- und Seitenkanälen vorgesehen.

Die neun Gleise der Gruppe 3 liegen zur Vornahme von größeren Unterhaltungsarbeiten ebenfalls über Arbeitsgräben, die ebenfalls 260 m lang sind und auch denselben Querschnitt aufweisen wie die Mittelgräben der Gleisgruppe 1. Die Seitengräben fehlen hier. Die ganze Bodenfläche dieser Gruppe 3 einschließlich des Raums zwischen Gleisen und Gräben ist mit Teer befestigt und erleichtert so die Reinigungsarbeiten mit Wasser und den Verkehr mit Karren und Geräten. Anschlüsse und Zapfstellen sind vorhanden für Heißdampf, für Preßluft, für Wasser, für elektrischen Strom, und zwar für Gleichstrom von 30 V zum Laden der Sammler, für Wechselstrom von 220 V für die elektrischen Arbeitsmaschinen, Staubsauger usw. und für Gleichstrom von 110 V für die Zugausrüstungen mit durchgehender elektrischer Beleuchtung. Die am zahlreichsten vorgesehenen Wasserzapfstellen sind in Abständen von 20 bis 25 m angeordnet. Die Kesselanlage für die Heißdampfversorgung kann stündlich 5000 bis 7000 kg Dampf von 12 at Überdruck liefern. Sie ist unmittelbar neben der Gleisgruppe 3 — der Verbrauchsstelle — angeordnet.

Von der übrigen Anlage ist bemerkenswert, daß neben der Gleisgruppe 4 eine 24 m-Drehscheibe vorgesehen ist, um gewisse Wagen bei Bedarf drehen zu können. Daneben befindet sich ein Kran zum Aufladen der im durchgehenden Schnellzugverkehr mit England an Stelle der Packwagen gebräuchlichen Gepäckbehälter auf ihre Untergestelle.

Für die Allgemeinbeleuchtung des ganzen Abstellbahnhofs

wird Flutlicht verwendet. Die insgesamt 16 Scheinwerfer von je 1000 W sind auf vier Eisenbetonmassen von 32 m Höhe angeordnet. Daneben wurden, wo dies erforderlich ist, noch örtliche Beleuchtungsstellen vorgesehen; so vor allem bei der Gleisgruppe 3.

Bei der Schaffung der neuen Anlagen wurde vor allem auch auf die Sicherung gegen Betriebsunfälle besonders geachtet. Die Untersuchungs- und Unterhaltungsgleise werden an beiden Enden von Stellwerken aus überwacht und bei Belegung mit Zugausrüstungen durch Haltsignale gesperrt. In der Unterhaltungsgruppe 3, wo an den Wagen regelmäßig gearbeitet werden muß, werden die Weichen der besetzten Gleise verriegelt.

Jeder Zug wird nach seinem Eintreffen von einer Gruppe von drei Wagenmeistern und einem Elektroschlosser unter Aufsicht eines Wagenwerkmeisters untersucht. Dieser sperrt zunächst das Untersuchungsgleis und stellt die erforderlichen Untersuchungszettel aus. Die drei Wagenmeister verteilen sich auf den Mittel- und die Seitengräben. Nach Beendigung der

Untersuchung stellt der Wagenmeister dann den Befund zusammen und leitet ihn an die Arbeitsverteilungsstelle. Hierfür soll noch eine Rohrpostanlage geschaffen werden. Eine solche Untersuchung dauert 20 bis 25 Min.; in einer achtstündigen Schicht soll eine Gruppe etwa 20 Ausrüstungen untersuchen.

Von der Untersuchungsgruppe gelangen die Ausrüstungen nach Bedarf zuerst zur Umstellgruppe 2 oder unmittelbar zur Unterhaltungsgruppe 3. Während der Verschiebezeit stellt der Arbeitsverteiler an Hand des übersandten Befunds die Auftragszettel aus. Die Unterhaltungsarbeiten werden dadurch erleichtert, daß über den Zustand jedes einzelnen Wagens genau Buch geführt wird, wie dies den neueren Bestrebungen auf diesem Gebiet entspricht.

Der neue Bahnhof ist im November 1934 in Betrieb genommen worden und soll bisher den Erwartungen voll entsprechen haben.

R. D.

(Rev. gén. Chem. de Fer. 1935.)

Lokomotiven und Wagen.

1'E 1'(h 2)-Tenderlokomotive der Polnischen Staatsbahnen.

Die von der Lokomotivfabrik H. Cegielski in Posen entworfene und gebaute Lokomotivbauart soll Schnell- und Personenzüge über Gebirgsstrecken befördern, die größte Steigungen von 26 ‰ und Krümmungshalbmesser von 190 m aufweisen.

Die in der Textabbildung dargestellte Lokomotive besitzt einen Barrenrahmen mit 90 mm starken Wangen. Die zwischen den Zylindern liegende Verstrebung ist als Stahlgußstück hergestellt und dient zugleich als Rauchkammerträger und als Lager für den Zapfen des vorderen Krauß-Drehgestells. Auch der hintere Drehgestellzapfen liegt in einem Stahlgußstück; an diesem greift außerdem die hintere Zugvorrichtung an. Über den Kuppelachsen bis zum Stehkesselträger ist der Rahmen durch eine

beiden Fahrtrichtungen größte Füllungen von 80%. Um die Abnutzung der Lagerschalen und des Kreuzkopfs, die durch schräge Einstellung auftreten kann, zu vermindern, hat man an den Kreuzköpfen Kugelzapfen vorgesehen.

Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen von 18 mm Blechstärke; der vordere davon trägt den Dom. Die vordere Rohrwand ist 26 mm, die hintere 28 mm stark. Die 40 Rauchrohre des Schmidt-Überhitzers haben 125/133 mm Durchmesser und sind in fünf Reihen angeordnet. Die Naß- und Heißdampfkkammern des Überhitzers sind getrennt gegossen. Der Stehkesselmantel besteht aus einem einzigen Stück von 16 mm Blechstärke. Die Stehkesselrückwand steht senkrecht. Zwei Friedmann-Strahlpumpen speisen den Kessel über einen Schlammabscheider deutscher Bauart mit Schlamm sack.

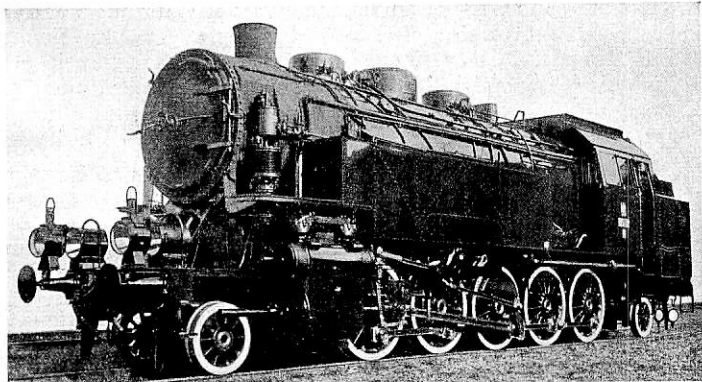
Der Wasservorrat von 10 m³ ist in zwei seitlichen Kästen sowie hinter dem Führerhaus untergebracht. Die seitlichen Kästen sind nach dem Vorbild der bekannten bulgarischen F-Tenderlokomotive so weit nach vorn gerückt, daß der Stehkessel frei zugänglich bleibt und die Belastung möglichst gleichmäßig über alle Kuppelachsen verteilt wird. Die Deckel der Einfüllöffnungen können vom Führerhaus aus mittels Drahtseilen geöffnet werden, die über Rollen laufen. Der Kohlenkasten liegt verhältnismäßig tief, um das Bekohlen von Hand zu erleichtern.

Bei der Bremse sind an Stelle der sonst üblichen schweren Bremsbalken nur Bremsdreiecke verwendet worden, wie solche im Wagenbau gebräuchlich sind. Dadurch ist das Gewicht der Bremsausrüstung ganz außerordentlich verringert worden.

Von der übrigen Ausrüstung sind zu erwähnen zwei Friedmann-Schmierpressen, die beiderseits vor dem Führerhaus sitzen und von der vierten Kuppelachse angetrieben werden. Jede Pumpe schmiert die Zylinder und Schieber sowie mittels einer zweiten, besonderen Kammer auch die Achslager ihrer Lokomotive. Außerdem besitzt die Lokomotive noch elektrische Beleuchtung mit einer Turbo-Lichtmaschine von 0,5 kW Leistung. Aus zwei auf dem Kesselrücken sitzenden Sandkästen kann der Sand von Hand oder mit Druckluft vor und hinter die vier vorderen Kuppelradsätze gestreut werden.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	15 at
Zylinderdurchmesser	2 × 630 mm
Kolbenhub h	2 × 700 „
Kesseldurchmesser, kleinster, innen	1802 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3200 „
Heizrohre, Anzahl	154 Stück
„ Durchmesser	45/50 mm
Rauchrohre, Anzahl	40 Stück
„ Durchmesser	125/133 mm
Rohrlänge	4500 „
Heizfläche der Feuerbüchse	13,5 m ²
„ „ Rohre	168,5 „
„ des Überhitzers	66,0 „
Heizfläche — im Ganzen — H	248,0 „
Rostfläche R	3,8 „
Durchmesser der Treibräder D	1450 mm



1'E 1'(h 2)-Tenderlokomotive der Polnischen Staatsbahnen.

waagrecht liegende Blechverstrebung versteift. Außerdem sind zwischen den Kuppelachsen noch Querverbindungen aus Stahlguß vorgesehen. Der Kessel ist durch den Zylindersattel und zwei Pendelbleche in der üblichen Weise fest mit dem Rahmen verbunden; hinten ist er mittels Rollen verschiebbar gelagert, so daß er den Wärmedehnungen leicht nachgeben kann.

Die erste und letzte Kuppelachse sind je mit den anschließenden Laufachsen zu zwei völlig gleichen Krauß-Drehgestellen vereinigt. Die Laufachsätze haben jederseits 130 mm, die beiden Kuppelradsätze jederseits 25 mm Ausschlag. Der feste Achsstand der Lokomotive beträgt somit nur 3200 mm; dabei sind die Spurkränze der in der Mitte liegenden Treibachse noch um 15 mm schwächer gedreht. Zur Gewichtsersparnis sind die Achswellen sämtlicher Kuppelradsätze auf 100 mm und die der beiden Laufachsätze auf 70 mm Durchmesser durchbohrt. Die Tragfedern der vorderen drei und der hinteren vier Radsätze sind unter sich je durch Ausgleichhebel verbunden; die Lokomotive ruht also auf vier Punkten. Die Federn der Kuppelachsen liegen unter, die der Laufachsen über den aus Stahl geschmiedeten Achslagern.

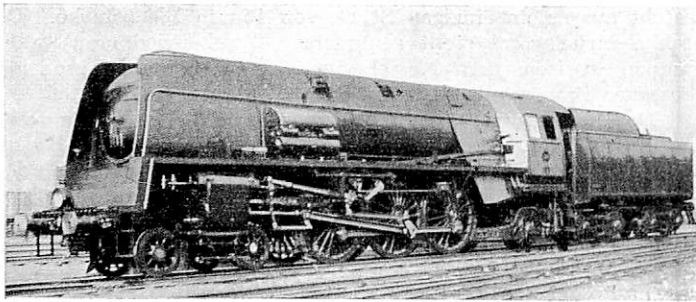
Die beiden Zylinder sind gleich; sie besitzen selbsttätigen Druckausgleich mit einem freien Querschnitt von 120 mm Durchmesser. Die Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher Schleife gibt in

Durchmesser der Laufräder vorn und hinten	860 mm
Fester Achsstand	3200 „
Achsstand der Kuppelachsen	6400 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	11700 „
Ganze Länge der Lokomotive	15320 „
Reibungsgewicht G_1	83,8 t
Größter Achsdruck	16,9 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	116,6 „
Leergewicht „ „	94,0 „
Vorrat an Wasser	10 m ³
„ „ Brennstoff	6 t
H:R	65
H:G	2,13 m ² /t
H:G ₁	2,96 „
Metergewicht	7,6 t/m

Die ersten zehn Lokomotiven dieser Bauart sind im ersten Halbjahr 1934 gebaut worden; weitere zehn sind im Bau. Bei Versuchsfahrten sollen sich die Lokomotiven gut bewährt haben. (Rly. Gaz. 1935.) R. D.

2' C 1' (h 4)-Schnellzuglokomotive der Nationalen Gesellschaft der Belgischen Eisenbahnen.

Die Nationale Gesellschaft der Belgischen Eisenbahnen hat vor kurzem eine neue 2' C 1' (h 4)-Schnellzuglokomotive in Dienst gestellt. Die in der Textabbildung dargestellte Lokomotive gehört zu einer Reihe von 15 Lokomotiven, die die schweren Schnellzüge mit größeren Geschwindigkeiten befördern sollen, während die vor einigen Jahren beschafften 1' D 1' (h 2)-Lokomotiven*) für die langsamer fahrenden Züge bestimmt sind.



2' C 1' (h 4)-Schnellzuglokomotive der Nationalen Gesellschaft der Belgischen Eisenbahnen.

Die neue Lokomotive besitzt einen Barrenrahmen mit hinterem Stahlguß-Schleppgestell nach der amerikanischen sogenannten Deltabauart. Die vier Stahlgußzylinder liegen mit einer Neigung von 3% in Drehgestellmitte. Die beiden äußeren treiben die zweite, die inneren die erste Kuppelachse an. Die außenliegende Heusinger-Steuerung bewegt über waagerechte Hebel, die vorn an den verlängerten Schieberstangen angreifen, auch die Schieber der Innenzylinder. Diese Ausführung hat Flamme, der bekannte frühere maschinentechnische Leiter der Belgischen Staatsbahnen schon vor 30 Jahren an den 2' C (h 4)-Lokomotiven der Bahn, Klasse 9, eingeführt. Alle Lauf- und Tenderachsen laufen in Rollenlagern.

Der Kessel ist aus Nickelstahl hergestellt. Er ist nach dem Vorbild der neuesten 1' D 1'-Schnellzuglokomotive der London and North Eastern-Bahn zur Verminderung des Luftwiderstandes so verkleidet, daß alle Aufbauten, wie Dom und Sandkasten, mit verdeckt sind. Auch das Führerhaus ist windschnittig durchgebildet. Jedoch weist die Lokomotive keine eigentliche Stromlinienform auf, wie sie etwa bei den neuen 2' C 2'-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn zu finden ist. Schornstein und Blasrohr sind wie bei allen neueren belgischen Lokomotiven doppelt ausgeführt. Vor dem Schornstein sitzt die Dampfpeife. Zum Vorwärmen des Speisewassers dient ein Abdampfvorwärmer der Bauart A C F J samt Pumpe; außerdem ist eine Friedmann-Strahlpumpe vorgesehen. Von der übrigen Ausrüstung ist der Druckluftsandstreuer zu erwähnen, der sämtliche Kuppelachsen von vorn sandet, sowie ein Rußbläser der amerikanischen Bauart

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, S. 163.

Superior und die elektrische Beleuchtung mit Turbolichtmaschine der Bauart Pyle.

Die Lokomotive gehört mit ihrem größten Achsdruck von über 23 t zu den größten und leistungsfähigsten Schnellzuglokomotiven der europäischen Bahnen. Ihr vierachsiger Tender mit einem Dienstgewicht von 84 t läuft auf zwei Stahlgußdrehgestellen. Nach Gewicht und Fassungsvermögen ist er zur Zeit der größte Regelspurtender in Europa. Die Hauptabmessungen von Lokomotive und Tender sind:

Kesselüberdruck p	18 at
Zylinderdurchmesser	4 × 420 mm
Kolbenhub	4 × 720 „
Rohrlänge	6000 „
Feuerberührte Verdampfungsheizfläche	235 m ²
Heizfläche des Überhitzers	112 „
Rostfläche R	5,0 „
Durchmesser der Treibräder	1980 mm
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	20980 „
Ganze Länge der Lokomotive einschl. Tender	30480 „
Gewicht auf 1 m Länge	6,84 t/m
Reibungsgewicht G_1	70 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	124 „
„ „ des Tenders	84 „
Vorrat an Wasser etwa	40 m ³
„ „ Brennstoff etwa	10 t

(Rly. Gaz.) R. D.

Zugheizung der Französischen Staatsbahn, Bauart „Etat-Moreau-Febvre“.

Die bekannten Nachteile der bisherigen Zugheizungs-Bauarten haben die Französische Staatsbahn veranlaßt, eine neue Bauart einzuführen, die zugleich zur regelmäßigen Erneuerung der Luft im Wageninnern dienen soll, und zwar nicht nur während der Heizzeit, sondern auch unabhängig von der Heizung während der warmen Jahreszeit. Die von der Bahn gewählte Bauart „Etat-Moreau-Febvre“ zeichnet sich durch Einfachheit und kräftige Ausbildung aller Teile aus und soll in der Beschaffung und im Betrieb billig sein. Die bisher bekannt gewordenen Einrichtungen nordamerikanischer Bahnen, die demselben Zweck dienen, hat die Bahn abgelehnt, weil sie diese Vorzüge nicht aufweisen.

Wesentlich an der neuen Zugheizungs-Bauart ist, daß die Wagenabteile nicht unmittelbar von unten her — also mit Anordnung von Heizkörpern unter den Sitzen — erwärmt werden, sondern daß die Luft in einer besonderen, unter dem Wagenkasten liegenden Kammer erwärmt und dann von oben her mit Überdruck in die Abteile eingeblasen wird. Man will auf diese Weise zunächst einmal vermeiden, daß die Luft schon bei ihrer Erwärmung und vor der Ausbreitung im Abteil mit dem Schmutz und Staub des Bodens und der unteren Abteilhälfte durchsetzt wird. Außerdem soll damit der Einfluß der kalten Wandungen ausgeschaltet werden, der sich tatsächlich in Eisenbahnabteilen — vor allem natürlich bei tieferen Außenwärmegraden — oft sehr unangenehm bemerkbar macht, was ja auch ohne weiteres erklärlich ist, wenn man sich vor Augen hält, daß sich der Fahrgast nur etwa 50 cm vom kalten Fenster oder nur 1,5 m von einem wenig wärme geschützten Dach entfernt befindet. Die Bahn glaubt, daß dieser Gesichtspunkt der Wandflächenbeheizung, der im Bauwesen schon lange Berücksichtigung findet, beim Wagenbau bisher zu sehr vernachlässigt worden sei. Der an sich naheliegende Gedanke, hierfür Doppelwände und Doppelfenster vorzusehen und deren Zwischenräume zu beheizen, läßt sich baulich schwer verwirklichen und würde auch den Einbau der neuen Heizung in vorhandene Wagen verhindern.

Die tatsächlich gewählte Anordnung ist aus der Textabbildung ersichtlich. Die Heizluft steigt aus der Heizkammer durch Steigrohre in eine Warmluftleitung von beträchtlichem Querschnitt, die über dem Seitengang liegt und sich durch den ganzen Wagen hindurchzieht. Von dieser Leitung führen nach jedem Abteil Abzweige zu einer Einblasekammer, die die ganze Länge der Abteilseitenwand einnimmt. Von diesen Kammern wird die Luft mit einer Wärme von etwa 30° C zunächst der Decke entlang und dann durch eine Art von Leitschaukel am Außenfenster hinabgeblasen, bis sie sich an der Fensterbrüstung stößt und nach dem

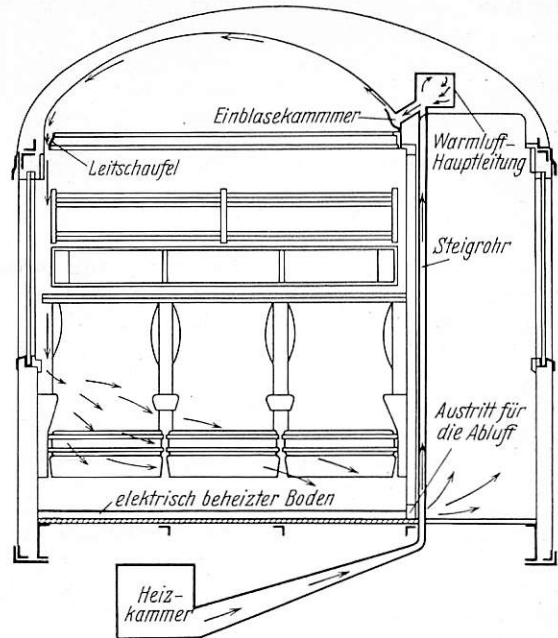
unteren Teil des Wageninnern verteilt wird, um schließlich wieder unten gegen den Seitengang zu auszutreten. Der Fußboden selbst, der bei dieser Heizungsart nicht genügend erwärmt werden würde, wird zusätzlich elektrisch beheizt. Den erforderlichen Strom liefert die Lichtmaschine.

Wenn die Warmluft nur mit der gewünschten Raumwärme eingeblasen würde, so könnte sie wenig Wärme abgeben und müßte etwa 20 bis 30mal in der Stunde umgesetzt werden, so daß der Wärmeverbrauch ohne Rückgewinnung der austretenden Luft schließlich zu groß würde. Der Wiederverwendung dieser Luftmengen steht aber die Schwierigkeit entgegen, die ihre Reinigung macht; man braucht beispielsweise nur an die sich ergebende Vermischung der Luft aus den Raucher- und Nichtraucherabteilen zu denken. Die Französische Staatsbahn hat diese Schwierigkeit dadurch vermieden, daß sie die Luft mit einer Überwärme von 30° C einbläst; es wird auf diese Weise dauernd ein großer Teil der Luftwärme an die der Abkühlung am meisten ausgesetzten Wandungen abgegeben und der Wärmeverbrauch wird auch ohne Rückgewinnung der Abluft nicht allzu hoch. Die Bahn rechnet nur mit einer etwa zwölfmaligen Lufterneuerung in der Stunde; damit belüftet sich der Verbrauch an Frischluft je Abteil zu etwa 120 m³/h oder bei sechs Sitzplätzen zu je 20 m³/h für ein Fahrgast.

Aus dem Umstand, daß die Warmluft verhältnismäßig rasch eingeführt und im Abteil verteilt werden kann, glaubt die Bahn außerdem noch einen weiteren Vorteil ziehen und die Vorheizzeiten herabsetzen zu können. Auch soll das Öffnen der Fenster keinen so unangenehmen Einfluß auf die Heizwirkung haben wie bei den bisherigen Zugheizungen. Diese Vorzüge — wenn sie wirklich vorhanden sein sollten — würden die neue Heizungsart vor allem auch für Vorortzüge geeignet erscheinen lassen.

Die Erwärmung der Abteile wird selbsttätig für eine gewisse, gewünschte Innenwärme festgelegt mittels besonderer Regler, über deren Bauart aber die Quelle keinerlei Angaben macht. Die Regler sollen die Außenwärme, die Zugs- und Windgeschwindigkeit, den Einfluß von Sonne und Schatten, die Wärme der Außenwände sowie schließlich die Luftwärme im Abteil unter dem Fenster und an der Stelle des Austritts der Abluft berücksichtigen

und scheinen sehr zuverlässig zu arbeiten. Bei Versuchsfahrten zwischen Paris und Rennes konnte die Wärme im Wagen, wie aus Schaubildern in der Quelle hervorgeht, trotz erheblicher Unterschiede in der Außenwärme ziemlich gleichmäßig gehalten



Französische Zugheizung.

werden. Über die Wirkungsweise im Sommer liegen nähere Angaben ebenfalls nicht vor; dagegen wird noch angegeben, daß die Heizung sowohl für Dampfbetrieb wie auch für elektrischen Betrieb entworfen ist und daß sie beim Übergang von der einen Betriebsart zur andern selbsttätig umschaltet. R. D.

(Rev. gén. Chem. de Fer.)

Bücherschau.

Von dem vierbändigen Werk „Die Korrosion metallischer Werkstoffe“ ist der erste Band „Die Korrosion des Eisens und seiner Legierungen“ nunmehr im Verlag S. Hirzel in Leipzig erschienen. Herausgeber Prof. Dr. Ing. e. h. Oswald Bauer, Prof. Dr. phil. Otto Kröhnke und Prof. Dr. Georg Masing, Mitarbeiter mehrere anerkannte Fachleute dieses Gebietes. Preis 39 *R.M.*, brosch. 37,50 *R.M.*

Wenn es nun endlich auch in Deutschland zu einer Gemeinschaftsarbeit auf dem Gebiete der Korrosionsbekämpfung gekommen ist, so ist doch heute noch die Durcharbeit der großen technisch-wissenschaftlichen Literatur über Korrosion sehr schwierig, weil sie zum Teil sehr schwer zugänglich, oder auf Sondergebiete oder Sonderinteressen zu sehr zugeschnitten ist.

Es muß als das große Verdienst der Bearbeiter dieses Werkes bezeichnet werden, daß sie in klarer und verständlicher Systematik alle wichtigen Fragen dieses für den Praktiker und den Forscher gleich bedeutsamen Gebietes zu einem organisch aufgebauten Sammelwerk zusammengefaßt haben. In der Vielzahl der Mitarbeiter an dem Werke, wie auch in dem nun einmal nicht zu beschränkenden Umfange desselben kommt die kaum einem Zweige der Technik entbehrliche Vielgestaltigkeit der Korrosionsforschung und -bekämpfung zum Ausdruck.

Im ersten Teil des vorliegenden ersten Bandes erklärt Dr. G. Masing die grundsätzlichen Fragen der Theorie der Korrosion in dem Umfange, wie sie das Verständnis der folgenden Ausführungen erfordert. Der Praktiker findet sich leicht darin zurecht, auch der Forscher schöpft daraus die wirkliche Grundlage für erfolgreiche Arbeit, wenn er sich eingehend mit den dargestellten Einzeltatsachen befaßt. An solchen sind angeführt der Angriff von Metallen und Legierungen in Elektrolyten, in Gasen und in einem Anhang noch der Angriff der Metalle in flüssigen Nichtelektrolyten. Die elektrochemischen Grundvorgänge sind übersichtlich erläutert. Die technische Wichtigkeit der Schutz-

schichten auf Metallen, auch deren Passivität werden beschrieben. Allgemeine Vorbemerkungen, eine klare Darstellung aller bekannten Gesetze, die Anführung vieler Beispiele und Zahlentafeln vermitteln jedem, der gegen die wirtschaftlich so bedeutenden Verluste durch Korrosionsschäden ankämpfen will, wertvollstes Rüstzeug.

Der zweite Teil dieses Bandes ist der Korrosion des Eisens und deren Bekämpfung gewidmet. Die Einwirkungen der verschiedenen Angriffsmittel sind in ihrer Einwirkungsweise und deren Folgen anschaulich geschildert. Eine Fülle wissenschaftlicher Fragen, die der Angriff von Gasen, natürlichen und salzhaltigen Wassern mit sich bringt, werden eingehend besprochen und aus ihnen treffend die Maßnahmen zur Abwehr der Rostbildung weiterentwickelt. Auch der gefügetechnische Aufbau des Eisens, dessen Oberflächenbeschaffenheit, sowie der Einfluß statischer Vorspannung und dynamischer Wechselbeanspruchungen sind in ihrer Auswirkung auf den Umfang der Korrosionsneigung des Eisens sehr interessant dargestellt.

Ein weiterer Abschnitt unterrichtet über das Verhalten der praktisch wichtigen legierten Stähle, wie sie als nichtrostende, witterungs-, hitze-, säure- und zunderbeständige Sonderstähle sich den verschiedenartigsten oberflächen- und gefügezerstörenden Einflüssen gegenüber bewähren. Die verschiedenen Angriffsmittel mit ihrer verschiedenen Wirkung, auch der Einfluß der chemischen Zusammensetzung dieser Stähle und der wichtigsten bewußt zulegierten und unvermeidbaren Beimengungen werden an Hand zahlreicher charakteristischer Beispiele gründlich erörtert.

Insgesamt werden in diesem Bande die Ursache der Korrosion, deren zerstörende Wirkung und die Mittel zu ihrer Verhütung an Stahl und dessen Legierungen im vollen Ausmaß des derzeitigen Erkenntnisstandes zu einem dem Praktiker nutzbringenden Überblick und zu einer den Forscher fördernden Sammlung aller grundsätzlich bestehenden Tatsachen dieses wichtigen Gebietes vereint dargestellt.

Der zweite Band soll die Korrosion der Nichteisenmetalle aus der Hand berufener Fachleute behandeln. Der dritte Band soll den Maßnahmen zum Schutze gegen Korrosion gewidmet sein und der vierte die geschlossene Darstellung praktischer Erfahrungen auf den wichtigsten Anwendungsgebieten der Technik bringen.

Das Gesamtwerk wird nach seiner Vollendung ein wirklich vollständiges Unterrichtswerk über die mit dem Fortschritt der Technik so wichtig gewordene und gerade jetzt im Kampfe um unsere Nationalwirtschaft nicht zu vernachlässigende Korrosion und deren Bekämpfung sein. Es wird die so bitter empfundenen Lücken der wissenschaftlich-technischen deutschen Literatur dieses Gebietes schließen helfen. B-r.

Verkehrsgeographie von Dr. Ing. Otto Blum, ordl. Professor an der Technischen Hochschule Hannover. Berlin: Julius Springer 1936. Preis 6,90 *R.M.*, geb. 8,40 *R.M.*

Der Zeitpunkt für das Erscheinen des vorliegenden Werkes ist besonders glücklich gewählt. Der Reichs- und Preußische Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung hat nämlich vor nicht allzu langer Zeit einen Erlaß herausgegeben, nach dem es erwünscht ist, daß den Fragen der Verkehrswissenschaft und der Verkehrsgeographie im Unterrichtsbetrieb der Hochschulen erhöhte Bedeutung beigemessen wird. Nach diesem grundlegenden Erlaß, der noch ins einzelne gehende Weisungen enthält, wird die Verkehrsgeographie nicht etwa einer bestimmten Kategorie von Hochschulen, sondern ganz allgemein den Hochschulen, also praktisch den Universitäten, Technischen Hochschulen und Handelshochschulen zugewiesen.

Neben den Geographen haben vor allem die Volkswirtschaftler und Verkehrstechniker ein Interesse an der Behandlung verkehrsgeographischer Probleme und ein Recht darauf. Wenn die Verkehrsgeographie nach ihrer Entstehung naturgemäß ein Teilgebiet der Geographie ist, so kann man sie heute bei dem ständig wachsenden Umfang und der zunehmenden Bedeutung der Probleme des Verkehrswesens wohl mit gleichem Recht als ein Teilgebiet der noch im Aufbaustadium befindlichen „Verkehrswissenschaft“ ansprechen. Niemals aber ist die Verkehrsgeographie, worauf Blum in seiner Einführung ausdrücklich hinweist, ein Teilgebiet der Wirtschaftsgeographie, sie steht vielmehr selbständig und gleichberechtigt neben ihr.

Während nun bisher in der Literatur die Verkehrsgeographie überwiegend von Geographen behandelt worden ist, liegt im vorliegenden Werk eine Arbeit aus der Feder eines Ingenieurs vor, der gleichzeitig als akademischer Lehrer auf Grund seiner jahrzehntelangen Arbeit im Verkehrswesen wohl Anspruch auf hervorragende Kenntnis dieser Materie und ihrer Zusammenhänge erheben darf.

Eine umfassende, annähernd ein Viertel des Werks (ohne Anhang) beanspruchende Einführung befaßt sich mit Fragen der Verkehrswirtschaft, deren Erörterung als Grundlage für die nachfolgenden, der Verkehrsgeographie im engeren Sinne gewidmeten Abschnitte besonders zu begrüßen ist. Diese Einführung, die in gedrängter Weise und in einer überaus prägnanten Systematik, die im übrigen dem ganzen Werk eigen ist, das Wesentliche der Dinge herauschält, könnte man durchaus mit Recht als „Abriß der Verkehrswirtschaft“ bezeichnen.

Wenn Blum in dem Kapitel „Die Verkehrsmittel“ bei dem Vergleich zwischen Eisenbahn und Kraftwagen sagt, der Kraftwagen stehe der Eisenbahn für zahlungskräftigen Verkehr, kleine Mengen und kurze Entfernungen gleich, so sei hier der Hinweis gestattet, daß man bei dieser Betrachtung die „Stärke“ des Haus-Haus-Verkehrs nicht unberücksichtigt lassen sollte, der gerade für die angeführten Verkehrsbedingungen dem Kraftwagen gegenüber der Schienenbahn eine bestimmte Überlegenheit gibt.

Nicht unbeachtlich ist die Bemerkung des Verfassers zu dem Begriff des Trassierens. Blum versteht unter „Trassieren“ von höherer Warte betrachtet die richtige Gestaltung des Gesamtverkehrsnetzes. Hiermit wird, ohne daß es besonders zum Ausdruck gebracht wird, der Unterschied zwischen dem sogenannten „wirtschaftlichen“ und „technischen“ Trassieren, wie er in der Literatur unter dem Kapitel „Vorarbeiten“ vereinzelt noch zu finden ist, mit Recht abgelehnt.

Der Verfasser warnt vor der von Laien häufig überschätzten Bedeutung des Personenverkehrs und damit vor der Bedeutung der Geschwindigkeit. Er kommt hierbei zu dem gerade für die Verkehrsgeographie wichtigen Schluß, daß die Linienführung der Hauptverkehrswege und die Gesamtgestaltung der Verkehrsnetze in erster Linie von den Belangen des Güterverkehrs, der ja überhaupt im Verkehrswesen das Primäre ist, abhängen, also nach dem Gebot der billigsten Beförderung zu formen sind.

Und wenn die Blumschen Untersuchungen vornehmlich auf den Schienenweg abgestellt sind und die übrigen Verkehrswege, vor allem die Straßen dabei scheinbar zu kurz kommen, so dürfte das nicht als Mangel empfunden werden. Der Schienenweg, der geschichtlich gesehen das Zeitalter des Verkehrs eingeleitet und ihm sein Gepräge verliehen hat, besitzt ganz zweifellos den Vorzug einer außerordentlich exakten Betrachtungsweise grundlegender verkehrstechnischer Probleme. Auch wenn man sich z. B. einmal vor Augen hält, daß die Straße in ihrer Linienführung weit weniger „empfindlich“ ist als die Eisenbahn, kann man in dieser Verkehrsgeographie auf eine Parallelbehandlung der Straße verzichten. Und, um noch ein Wort zum Luftverkehr hinzuzufügen, fallen bekanntlich seine Verkehrsknotenpunkte mit den mit den im Leben der übrigen Verkehrsmittel entstandenen Knotenpunkten zwangsläufig zusammen.

Es würde über den Rahmen dieser Besprechung hinausgehen, Einzelheiten aus der Fülle der behandelten anregenden Fragen der Hauptabschnitte (1. Die Erde als Ganzes, 2. Die Verkehrsräume, 3. Die verkehrlich wichtigen Linien. Die „Bänder“. 4. Die Verkehrspunkte, -siedlungen) zu bringen.

Nicht unerwähnt bleiben darf aber der Anhang, der an Hand konkreter Beispiele — es sind Schulbeispiele aus Deutschland, Italien, Nordamerika und der Mandchurei gewählt — in instruktiver Weise die vorher behandelten Probleme praktisch belegt und damit dem Leser das Verständnis für die Zusammenhänge ganz wesentlich erleichtert. Wohl kein Beispiel führt die überragende Bedeutung der Eisenbahnen als Instrument der Politik in Krieg und Frieden überzeugender vor Augen, als das Kapitel der Mandchurei, weil man hier die von den beteiligten Interessenten von Ost, Nord und Süd her sozusagen auf einem neutralen Boden betriebene Eisenbahnpolitik über einen jahrzehntelangen Entwicklungsgang in Wirkung und Gegenwirkung beobachten und studieren kann.

Wenn auch die einzelnen Kapitel dieses Anhangs bereits früher als Einzelaufsätze erschienen sind, so war es aus den genannten Gründen ein glücklicher Gedanke, sie hier in entsprechend zusammengedrängter Form anzuhängen.

Die zahlreichen Abbildungen sind ebenso wie der Text frei von überflüssigem und ermüdendem Beiwerk, in ihrer Form als Prinzipskizzen erleichtern sie dem Leser das Erkennen dessen, worauf es im einzelnen ankommt.

Jedem, der sich mit Verkehrsproblemen beschäftigt, vor allem aber den Studierenden der Verkehrswissenschaft kann dieses vortreffliche Buch, das sich im übrigen noch durch eine vorbildliche Frische im Text auszeichnet, wärmstens empfohlen werden. Zusammenfassend möchte ich dem Werk die Überschrift geben: **Praktische Verkehrsgeographie.** Dr. Reingruber.

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

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

Als Herausgeber verantwortlich: Direktor bei der Reichsbahn Dr. Ing. Heinrich Uebelaeker in Nürnberg. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.