

Zweiachsige 120 PS - diesel - elektrische Leichttriebwagen der Deutschen Reichsbahn - Gesellschaft.

Von Reichsbahnrat Norden, Berlin.

Im Jahre 1931 bestellte die Deutsche Reichsbahn versuchsweise acht zweiachsige Leichttriebwagen. Diese Wagen sollten imstande sein, mit einem Anhänger von etwa 9 t Leergewicht bei voller Besetzung Fahrgeschwindigkeiten von 65 km/h noch mit ausreichendem Beschleunigungsüberschuß zu erreichen. Ferner sollten sie eine möglichst hohe Anfahrbeschleunigung haben und in der Lage sein, auch Steigungstrecken noch mit verhältnismäßig hohen Geschwindigkeiten zu befahren. Von diesen Triebwagen erhielten sechs Stück Benzolmotoren und mechanische Getriebe. Die übrigen beiden Wagen wurden zur Anstellung von Vergleichsversuchen mit Dieselmotoren und elektrischer Übertragung ausgerüstet. Die letztgenannte Wagenbauart soll hier näher beschrieben werden. Die Hauptdaten enthält nachstehende Tabelle:

Länge des Wagenkastens über Puffer . . .	12 200 mm
Breite des Wagenkastens (äußere Breite) . .	3 100 „
Fußbodenhöhe über S. O.	1 260 „
Dachoberkante über S. O.	3 560 „
Anzahl der Sitzplätze 3. Klasse	35
Klappsitze	10
Gewicht des leeren betriebsfertigen Wagens	15,5 t
Gewicht des wagenbaulichen Teils	10,2 „
„ „ maschinellen Teils	2,4 „
„ „ der elektrischen Ausrüstung	2,9 „
Achsabstand	6 200 mm
Raddurchmesser	900 „
Spurweite	1 435 „
Größte Geschwindigkeit	65 km/h
Motorleistung	120 PS
	bei 1 700 Umdr./min
Dauerzugkraft des Triebwagens am Radumfang	600 kg
Größte Anfahrzugkraft des Triebwagens am Radumfang	1,4 t

Wagenbaulicher Teil.

Abb. 1 zeigt die Raumeinteilung. Der Wagen enthält nur ein Abteil 3. Klasse, einen Abortraum und einen größeren Raum, in den der eine Einstiegrum mit einem Führerstand einbezogen ist, und der als Gepäckraum oder zur Unterbringung weiterer Personen dienen kann; es sind deshalb Klappbänke vorgesehen. Der andere Einstiegrum enthält den zweiten Führerstand. Die vom üblichen abweichende Bankeinteilung ergibt sich daraus, daß der Dieselmotor quer zum Wagen unter einer Bank untergebracht werden sollte. Damit im Betriebe diese Triebwagen nicht in gewöhnliche Züge eingestellt werden, und damit keine anderen als die hierfür bestimmten Beiwagen angehängt werden können — beides um Beschädigung der leicht gebauten Wagen zu verhindern —, wurden von der gewöhnlichen Form abweichende Zughaken angebracht, über die nur die Kupplungsbügel der genannten Beiwagen passen. Die Zug- und Stoßvorrichtungen konnten deshalb auch bedeutend schwächer gehalten werden, wodurch sich erhebliche Gewichtsersparnisse ergeben. Zum ersten Male ist hier bei einem Reichsbahnfahrzeug in großem Umfange Schweißung zur Anwendung gekommen. Das Kastengerippe ist vorwiegend aus dünnen gepreßten 2,5 mm starken Stahlblechträgern

(St 52) aufgebaut, die unter sich und mit dem Verkleidungsblech ausschließlich durch Schweißung verbunden sind; dieses äußere Verkleidungsblech ist ein 1,5 mm starkes Stahlblech. Die äußere Deckenverschalung ist aus 8 mm starkem Sperrholz gefertigt, die innere aus 3 mm starkem. Der äußere Anstrich ist aus verkehrswerbenden Gründen in der neuerdings für alle Reichsbahntriebwagen üblichen gelbroten Farbtonung gehalten. Die innere Wandverschalung besteht aus polierter Eiche. Der Holzfußboden im Personenraum ist mit Linoleum belegt. Die Fenster des Personenraumes sind besonders breit ausgeführt, nämlich 1200 mm, um einen gefälligen Gesamteindruck des Wagens zu erzielen; sie können mittels kleiner Kurbeln herabgelassen werden. Die Drehtüren der Gepäckraumseite sind doppelflügelig, damit größere Gepäckstücke im Bedarfsfalle eingeladen werden können. Bemerkenswert ist, daß die Sitzgestelle zur Gewichtsersparnis aus Lautalblech hergestellt sind.

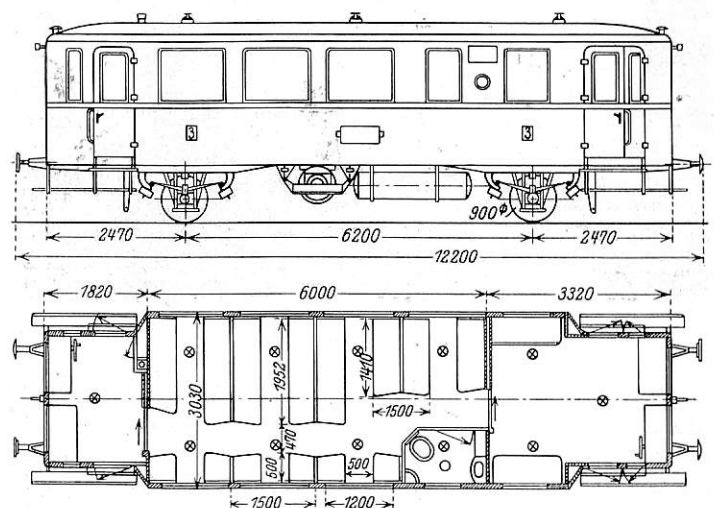


Abb. 1. Hauptabmessungen.

Die mittlere Bank, unter die der Motor gebaut ist, kann hochgeklappt werden. Der Motor selbst ist nochmals durch eine Blechhaube mit herausnehmbaren Klappen verdeckt. Die Gepäcknetze sind längs der Seitenwände angebracht, wodurch der Innenraum ein ansprechenderes und freundlicheres Aussehen erhält (vergl. Abb. 3). Zur Lüftung dienen drei in das Dach eingebaute Wendler-Sauger.

Die Radsätze haben Achsen mit einem Durchmesser von 125 mm. Das Profil der Radreifen entspricht dem normalen Reichsbahn-Profil, jedoch beträgt die Stärke nur 50 mm, so daß nur ein Verschleiß bzw. Abdrehen von 25 mm zulässig ist. Die Achsen sind in Gleitlagern der Bauart „Isothermos“ gelagert. Das Öl wird bei diesen Lagern durch eine am Achschenkel befestigte Ölschleuder den Laufflächen zugeführt. Durch eine besonders konstruierte Abdichtung der Achslagergehäuse wird erreicht, daß eine Ölfüllung für eine Laufleistung von über 100000 km genügt, ohne daß eine Nachfüllung erforderlich ist. Auf den Achsbuchsen ist der Wagenkasten mit langen Blattfedern aufgelagert, wobei jedoch zwischen Blattfedern und Wagenkasten nochmals Gummifederungen geschaltet sind, die in wirkungsvoller Weise vom Gleis her-

rührende Erzitterungen und hochfrequente Schwingungen dämpfen.

Maschinelle Ausrüstung.

Die Kraftquelle des Wagens ist ein 120 PS-Sechszylinder-Dieselmotor Type OM der Daimler Benz A. G. (Abb. 4). Er hat folgende Daten:

Zylinderzahl	6
Bohrung	120 mm
Hub	170 „
Hubvolumen	11530 cm ³
Normale Drehzahl	1700
Leistung bei normaler Drehzahl	120 PS
Drehmoment (über ganzen Drehzahlbereich)	54 mkg
Mittlerer Druck	6 atü
Gewicht	990 kg
Brennstoffverbrauch i. d. PS-Std.	200 g
Schmierölverbrauch i. d. PS-Std.	8 g

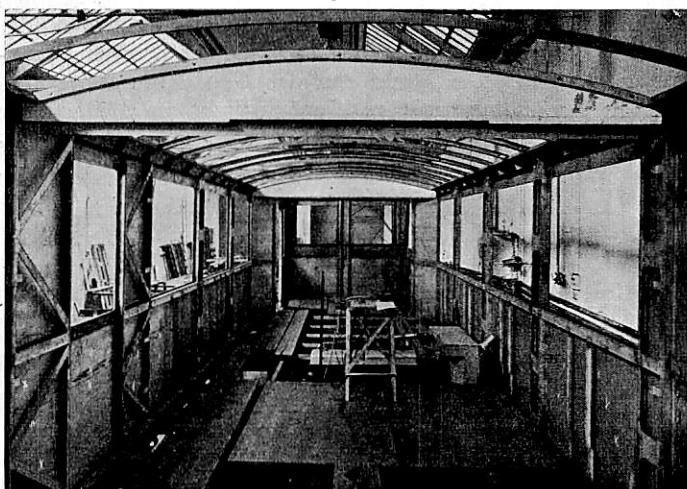


Abb. 2. Kastengerippe.

Der Motor wurde ursprünglich für schwere Lastkraftwagen entwickelt; er ist jedoch seiner verhältnismäßig großen Leistung und seiner geringen Abmessungen wegen für Triebwagen der hier beschriebenen Art besonders geeignet. Er arbeitet nach dem sogenannten Vorkammervorfahren. Seine Kurbelwelle ist siebenmal gelagert. Schwingungen der Kurbelwelle werden durch einen Schwingungsdämpfer verhindert. Der Zylinderblock ist in Grauguss gegossen, während das Kurbelgehäuse aus Leichtmetall besteht. Die Zylinderlaufbüchsen sind austauschbar. Die hängend angeordneten Ventile werden über Rollenstößel, Stoßstangen und Kipphebel von der im Kurbelgehäuseoberteil gelagerten Nockenwelle angetrieben, die selbst ihren Antrieb von der Kurbelwelle über schräg verzahnte Stirnräder aus schalldämpfendem Material erhält. Zur Brennstoffeinspritzung dient eine Bosch-Pumpe, die mit einem Regler zusammengebaut ist und vom großen Zahnrad der Nockenwelle aus angetrieben wird. Der Brennstoff wird der Brennstoffpumpe durch eine besondere Membranzubringerpumpe zugeführt, die wiederum von der Nockenwelle durch Exzenter ihren Antrieb erhält. Es sind sowohl die zugeführte Brennstoffmenge als auch der Einspritzzeitpunkt von Hand verstellbar. Drei in einem Gehäuse zusammengebaute Zahnradpumpen drücken das Schmieröl vom Sammelkasten durch einen außen angebrachten Behälter mit Feinfilter zu allen Lagern und den Kolbenbolzen.

Zum Anlassen ist ein Bosch-Anlasser, der von der 24 Volt-Beleuchtungsbatterie gespeist wird, angebaut. Aus dieser Batterie werden auch die in die Zylinderköpfe eingebauten

Glühkerzen gespeist, die zum Vorwärmen des Dieselmotors vor dem Anlassen notwendig sind.

Den Kühlwasserumlauf bewirkt eine besondere Zentrifugalwasserpumpe, deren Antrieb wie bei der erwähnten Brennstoffpumpe vom großen Zahnrad der Nockenwelle abgeleitet ist.

Der Dieselmotor ist mit dem Generator mittels einer elastischen Kupplung direkt gekuppelt. Der ganze Maschinensatz ist auf einem besonderen Rahmen aufgelagert, der quer am Untergestell unter Zwischenschaltung von Gummipuffern

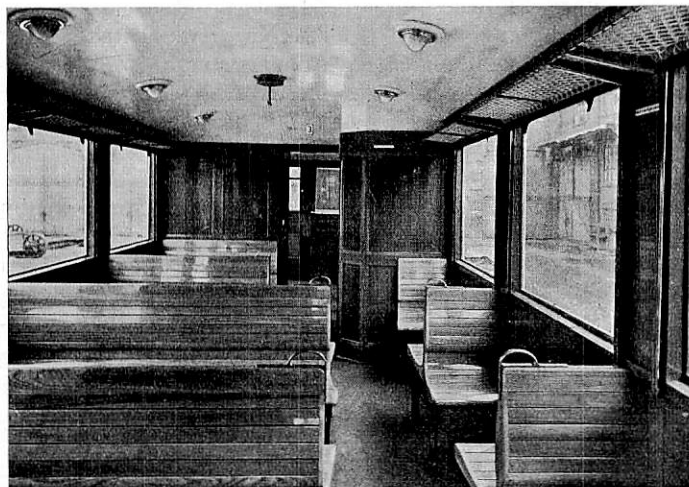


Abb. 3. Innenansicht.

aufgehängt ist (Abb. 5). Dadurch wird in wirksamer Weise die Übertragung von Erschütterungen auf den Wagenkasten verhindert. Der Rahmen trägt außerdem noch den Kühler und den Ölbehälter. Diese Zusammenfassung erlaubt einen schnellen

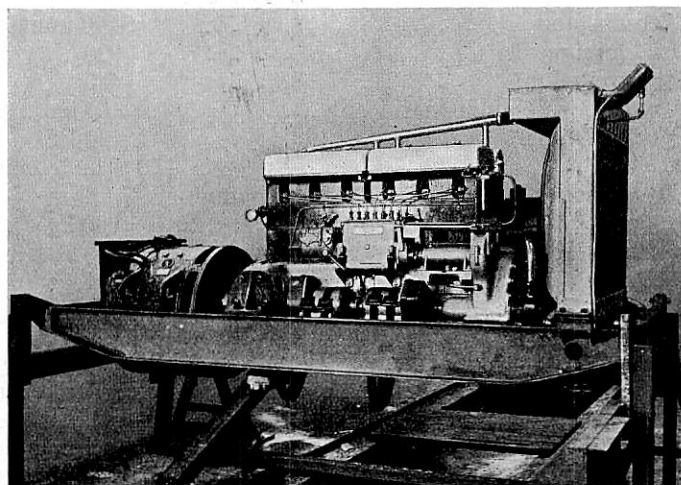


Abb. 4. 120 PS-Dieselmotor mit Generator auf Tragrahmen.

Ausbau der gesamten Maschinenanlage, wodurch die Instandhaltung wesentlich erleichtert wird. Der Kühler steht unmittelbar vor dem Motor an einer Wagenlängswand und wird teilweise von der Seitenwand verdeckt. Es sind deshalb in der Seitenwand Luftschlitze und vor dem Kühler Leitbleche vorgesehen. Durch die seitliche Lage des Kühlers kann der Fahrwind kaum eine Kühlwirkung ausüben, es mußte deshalb ein kräftiges Windrad angebracht werden, das von der Motorwelle mittels Flachriemen angetrieben wird.

Der Brennstoffbehälter mit einem Inhalt von 200 l ist im Personenraum unter einer Bank eingebaut. Die Auffüllung kann nach Einstellen des im Führertisch untergebrachten Dreiwegehahnes mittels eines Trichters durch den an einer Wagen-

stirnwand angebrachten Füllstutzen erfolgen oder durch Aufpumpen mittels einer im Führertisch eingebauten „Allweiler“ Flügelpumpe.

Besondere Beachtung beansprucht die hier erstmalig zur Verwendung gekommene Abgasluftheizung (Abb. 6). Die

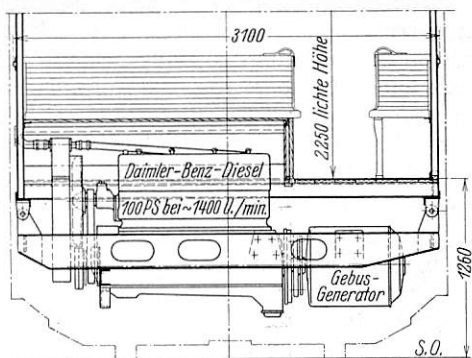


Abb. 5. Aufhängung der Maschinenanlage.

hierfür erforderlichen Apparate sind ein Gebläse mit Elektromotorantrieb, der Heizkörper und der Heißluftverteiler. Das Gebläse saugt mittels eines hinter dem Windrad des Kühlers

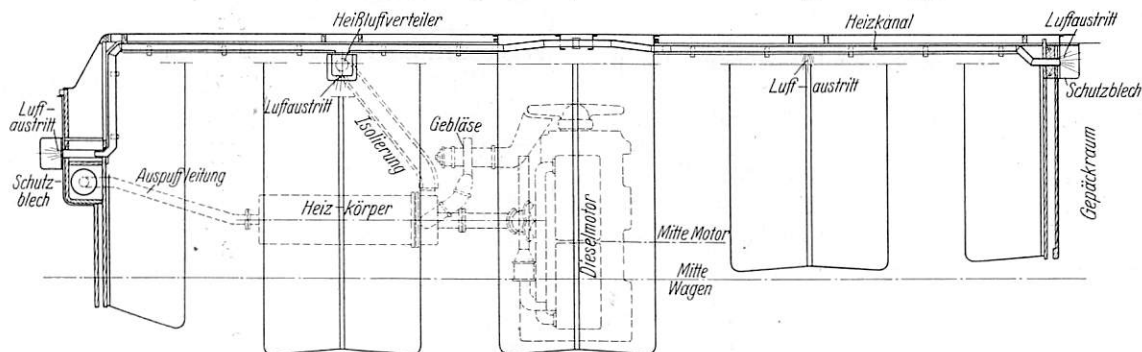


Abb. 6. Abgasluftheizung.

angeordneten Trichters die schon durch den Kühler angewärmte Luft an und drückt diese in den unter dem Wagenfußboden liegenden Heizkörper (Abb. 7). In diesem wird in einem Rohrsystem die Frischluft durch die Abgase des Dieselmotors erwärmt und in den Heißluftverteiler weitergeleitet, während die Abgase durch die an einer inneren Trennwand hochgeführte Auspuffleitung oberhalb des Wagendaches ins Freie entweichen. An den Heißluftverteiler ist der an einer Seitenwand am Fußboden entlang laufende Heizkanal angeschlossen, der die Heißluft den im Wagen verteilten Luftaustrittsöffnungen zuführt. Zur Regulierung des Heißluftverteilers dient ein Hebelschalter im Personenraum. Bei vollkommener Abstimmung der Heizung entweicht die erwärmte Luft durch eine am Verteiler unterhalb des Fußbodens angebrachte Klappe ins Freie.

Steuerung und elektrische Ausrüstung.

Für die elektrische Kraftübertragung wurde das „Gebus-System“) gewählt. Bei diesem Übertragungssystem wird ein Generator mit Nebenschlußwicklung und schwach verstärkter Hauptstromwicklung verwendet. Durch geringe magnetische Sättigung wird erreicht, daß sich die Generatorspannung bei geringen Drehzahländerungen stark ändert. Führt nun z. B. das Fahrzeug aus einer ebenen Strecke in eine Steigung ein, so erhöht sich der Fahrwiderstand und zwangsläufig die vom Fahrmotor aufgenommene Stromstärke, während die Fahrgeschwindigkeit absinkt. Durch die größere Strombelastung erhöht sich aber auch das Gegen-

*) Vergl. Elektrotechn. Z. 1932, Heft 11, S. 263.

drehmoment an der Welle des Generators und wird somit höher als das vom Dieselmotor abgegebene Drehmoment. Die Folge ist, daß der Dieselmotor mit seiner Drehzahl abfällt. Wegen der oben erwähnten Eigenschaft des Generators, nämlich der starken Abhängigkeit seiner Spannung von der Drehzahl, fällt die Generatorspannung sehr schnell, und es stellt sich ein neuer Gleichgewichtszustand ein, bei dem das Produkt von Strom und Spannung wieder der Dieselmotorleistung entspricht. Der dabei aufgetretene Drehzahlabfall — der Dieselmotor läuft ja nun mit etwas niedrigerer Drehzahl — stellt allerdings für das Fahrzeug eine Leistungseinbuße dar. Es ist jedoch möglich, durch entsprechende Bemessung des Generators den größten auftretenden Drehzahl- und Leistungsabfall in erträglichen Grenzen, nämlich etwa 5—10%, zu halten. Fährt das Fahrzeug wieder aus der Steigung in einen ebenen Streckenabschnitt ein, so spielt sich der Vorgang der selbsttätigen Regelung umgekehrt ab, und es stellt sich wieder der anfängliche Gleichgewichtszustand ein. Der Verlauf der Dieselmotordrehzahl in Abhängigkeit von der Wagengeschwindigkeit oder dem Motorstrom zeigt Abb. 9. Man sieht, daß der größte Drehzahlabfall etwa in der Mitte des Regelbereiches, also bei halber Fahrgeschwindigkeit, auftritt. Wird nicht die volle Dieselmotorleistung benötigt, z. B. wenn ein Strecken-

abschnitt mit geringerer Geschwindigkeit befahren werden soll, so muß die Drehzahl der Dieselmotors — unabhängig von dem oben geschilderten selbsttätigen Regelvorgang

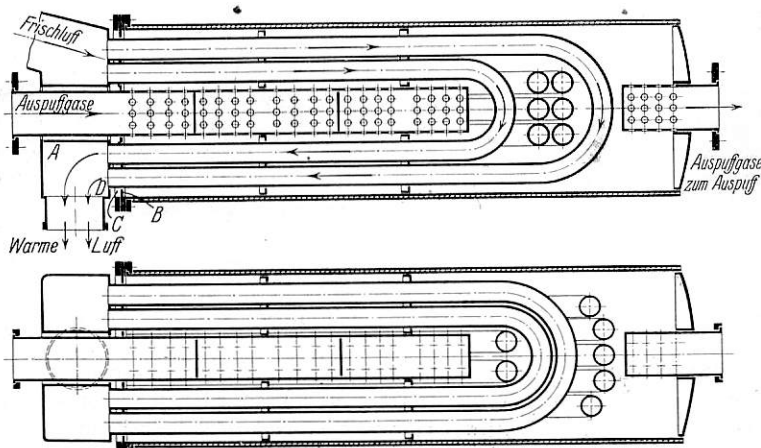


Abb. 7. Abgasheizkörper.

beim Anfahren oder bei Neigungsänderung der Strecke — vom Führer herabgesetzt werden. Die Leistungsregelung erfolgt also nur durch Brennstoffregelung des Dieselmotors. Zu diesem Zweck sind die Brennstoffhebel der beiden Führerstände mittels Gestänge und Ketten mit dem Regler des Dieselmotors verbunden. In Abb. 8 ist die grundsätzliche elektrische Schaltung des Wagens dargestellt. Der Generator kann eine

Stundenleistung von 87 kW bei 350 Volt und 1700 Umdr./min abgeben. Die Höchstspannung bei höchster Geschwindigkeit beträgt 550 Volt. Das Gehäuse besteht aus Stahlguß und hat ganz geschlossene Form mit entsprechenden Öffnungen für die Selbstlüftung. Der Generator ist mit Wendepolen ausgerüstet. Das Generatorgewicht beträgt 853 kg. Zum Ausgleich von Temperatureinflüssen und zur genauen Anpassung der Generatorleistung an die Dieselmotorleistung liegt vor der Nebenschlußwicklung ein verstellbarer Justierwiderstand.

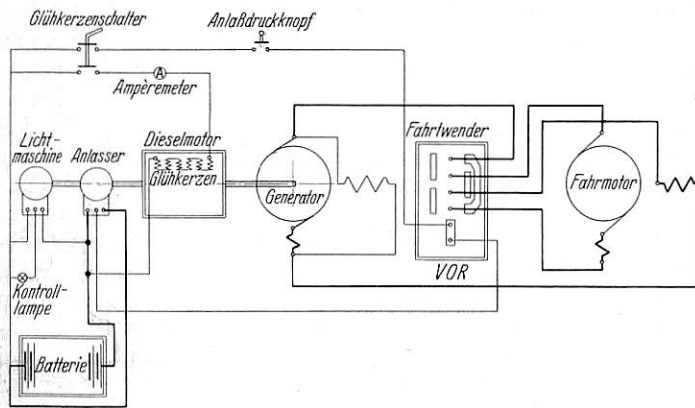


Abb. 8. Grundsätzliche Schaltung.

Der Fahrmotor ist eine normale Straßenbahntyp mit Hauptstromwicklung und Tatzenlageraufhängung. Seine Stundenleistung beträgt 88 kW bei 1300 Umdr./min und 350 Volt. Das Vorgelege hat eine Übersetzung von 1:5,75. Die am Radumfang erhältlichen Zugkräfte zeigt das Z-V-Diagramm (Abb. 9). Ferner ist noch der Verlauf der Dieselmotordrehzahl eingezeichnet. Man sieht, daß der größte Drehzahlabfall, die sogenannte Drückung, etwa 11% beträgt.

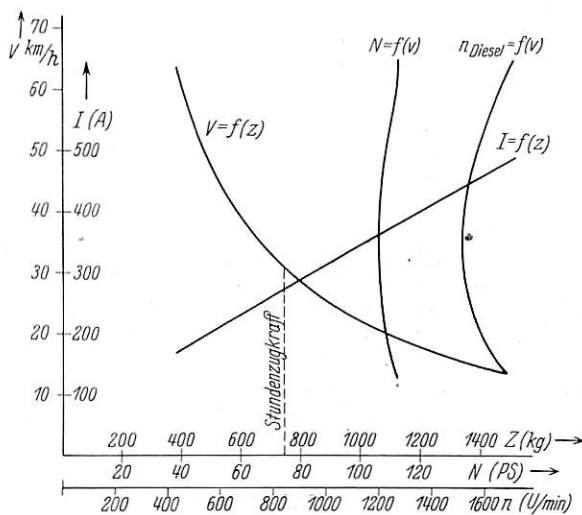


Abb. 9. Leistungskennlinien.

Im Stromkreis zwischen Generator und Fahrmotor liegen als einzige Schaltapparate ein im Dach eingebauter Höchststromausschalter und je eine Fahrtwendewalze in jedem Führerstandstisch. Der Handgriff des Fahrtwenders ist mit dem Brennstoffhebel unter der Tischplatte durch einen Hebel so blockiert, daß ein Schalten des Fahrtwenders nur in der Null- oder Leerlaufstellung des Brennstoffhebels möglich ist. Beim Anlassen des Dieselmotors ist der Fahrtwender in die Null-Stellung zu bringen, da bei den anderen Stellungen der Anlaßstromkreis unterbrochen ist. Die 24 Volt-Anlaßbatterie besitzt eine Kapazität von 400 Amp./h bei fünfständiger Entladung; sie hängt unter dem Wagenkasten und dient auch zur Beleuchtung des Triebwagens und zum Betriebe des Heizungsventilators; sie wird aufgeladen

durch zwei normale 500 Watt Bosch-Lichtmaschinen mit eingebauten Reglern, die unmittelbar am Dieselmotor angebaut sind und ihren Antrieb von der gleichen Welle wie die Kühlwasserpumpe erhalten. Die Sicherungen der Hauptgeneratorstromkreise und der beiden Lichtmaschinen sind auf einer besonderen Sicherungstafel untergebracht, die unterhalb der Wagenseitenwand vor dem Generator angeordnet ist. Bemerkenswerterweise wurde für den Hauptgenerator eine Stöpselsicherung mit einer Patrone von 200 Amp. Nennstrom und träger Abschaltung verwendet. Die Sicherungen der Batteriestromkreise wurden in den Führertischen untergebracht. Zur Überwachung der Maschinenanlage und der elektrischen Ausrüstung dienen folgende Instrumente in den Führerständen:

- je 1 Voltmeter und
- 1 Ampèremeter für den Hauptgenerator
- 1 Batterievoltmeter
- je 1 Öldruckmanometer
- je 1 elektrisches Kühlwasser-Fernthermometer
- je 1 Brennstoff-Uhr
- je 2 Kontrolllampen zur Anzeige der Batterieladung.

Die Beleuchtung des Wagens ist reichlich bemessen. Das Innere des Personenraums wird durch sieben 24 Watt-Lampen erhellt, weitere Lampen sind im Gepäckraum, im Abort und Vorraum angebracht. Die Meßinstrumente in jedem Führerstand werden durch eine Schlitzlampe beleuchtet. Jede Wagenstirnwand trägt schließlich zwei Streckenlampen von je 15 Watt. In Anlehnung an die Anlaß- und Beleuchtungseinrichtung von Omnibussen geschieht die Bedienung der verschiedenen Anlaß- und Lichtstromkreise durch einen normalen Bosch-Lichtschaltkasten. Nur für die Streckenlampen und die Führertischlampen sowie für die Vorraumlampen sind noch besondere Schalter angebracht. Falls ein Beiwagen mitgeführt wird, so erhält er seinen Beleuchtungsstrom ebenfalls vom Triebwagen. An den Stirnwänden ist deshalb je eine dreipolige Lichtkupplung angebracht, so daß im Beiwagen zwei Lichtstromkreise gebildet werden können, die gleichzeitig mit der Triebwagenbeleuchtung mittels des Bosch-Schaltkastens eingeschaltet werden können.

Das Gesamtgewicht der elektrischen Ausrüstung einschließlich Leitungen beträgt 2900 kg.

Bremsausrüstung.

Eingangs wurde erwähnt, daß der hier beschriebene Triebwagen nicht mit normalen Fahrzeugen zusammengeschaltet oder in normale Züge eingestellt werden darf. Aus diesem Grunde konnte auch eine abweichende und einfachere Bremsausrüstung vorgesehen werden, indem man auf die bekannte Carpenter-Zweikammer-Druckluftbremse zurückgriff. Abb. 10 zeigt das Bremsleitungsschema des Wagens. Die Bremsluft wird von einem elektrischen Luftpressor, Bauart Knorr, geliefert, der seinen Strom vom Hauptgenerator erhält. Infolge der Eigenart des Gebus-Generators, erst von einer bestimmten Drehzahl ab Spannung zu geben, kann der Luftpressor nicht arbeiten, wenn der Dieselmotor mit seiner Leerlaufdrehzahl läuft. Soll deshalb bei stillstehendem Fahrzeug Luft gepumpt werden, so muß der Fahrmotor mittels der Fahrtwendewalze abgeschaltet und die Motordrehzahl erhöht werden. Dies ist ein großer Nachteil; deshalb wird man bei kleinen Triebwagen zweckmäßiger den Luftpressor unmittelbar mechanisch mit dem Dieselmotor koppeln. Der Gang des Luftpressers wird in Abhängigkeit vom Hauptbehälterdruck durch einen Druckschalter überwacht. Vom Hauptluftbehälter (6) strömt die Luft über ein Sicherheitsventil (7) und ein Druckminderventil (9) zu dem Überwachungsventil der Sicherheitsfahrtschaltung (23) und weiter in die Niederdruckleitung, bzw. über ein Überströmventil (25) in den Hilfsluftbehälter (18), der zur Speisung der Nebeneinrichtung (Sandstreuer, Läutewerk usw.) dient. Das Führer-

bremsventil (10) läßt in seiner Füllstellung Luft aus der Niederdruckleitung in die Bremsleitung und weiter in die beiden Kammern A und B des Zweikammerbremszylinders (13) und den mit Kammer B verbundenen Hilfsbehälter (14) strömen. Der Kolben nimmt dabei die Lösestellung ein, da der Druck in Kammer A auf eine kleinere

dem elektrischen Überwachungsventil und einem Fliehkraftschalter, der zusammen mit dem Geschwindigkeitsmesser von einer Achse aus angetrieben wird. Solange einer der Brennstoffhebel niedergedrückt ist, kann kein Strom fließen. Läßt der Führer den Brennstoffhebel los, so wird die Spule des Überwachungsventils (23) von der Wagenbatterie erregt; dadurch

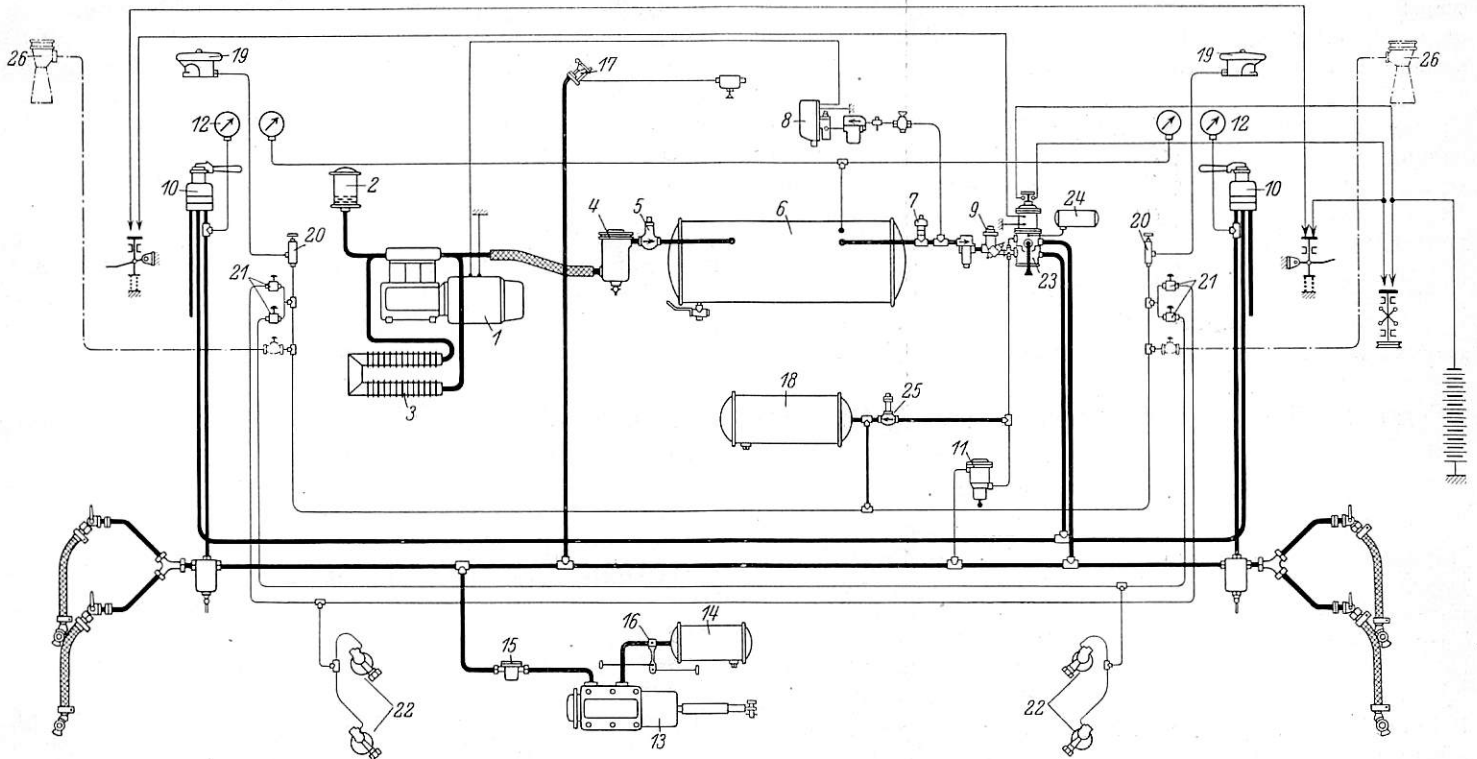


Abb. 10. Übersichtsplan der Zweikammerbremse.

- | | | | |
|----------------------------|---|--|--------------------------------|
| 1 Motorluftpumpe VV 48/75. | 8 Druckschalter. | 14 Hilfsbehälter. | 20 Anlaßventil. |
| 2 Sauger. | 9 Druckminderventil. | 15 Auslaßventil. | 21 Druckknopfventil. |
| 3 Zwischenkühler. | 10 Führerventil. | 16 Auslöseventil mit langen Seitenstützen. | 22 Sandstreuengebläse. |
| 4 Ölabscheider. | 11 Zylinder z. Abstellvorrichtg. und Hauptluftbehälter. | 17 Notbremsventil. | 23 Elektr. Überwachungsventil. |
| 5 Rückschlagventil. | 12 Luftdruckmesser z. Leitung | 18 Sonderbehälter 100 l. | 24 Verzögerungsbehälter. |
| 6 Hauptluftbehälter 400 l. | 13 Bremszylinder. | 19 Kugelschlagläutewerk. | 25 Überströmventil. |
| 7 Sicherheitsventil. | | | 26 Krupp-Typhon. |

Kolbenfläche wirkt als in Kammer B. Wird der Hebel des Führerbremsventils in die Bremsstellung gelegt, so wird die Bremsleitung geöffnet, und die Luft entweicht daraus ins Freie. Durch den eintretenden Druckabfall in der Bremsleitung wird das Auslaßventil (15) geöffnet, und die Luft aus der Kammer A des Bremszylinders kann unmittelbar ins Freie strömen. In der Kammer B dagegen bleibt der Druck gleich dem Betriebsdruck in der Niederdruckleitung. Da nunmehr der Druck in Kammer B größer ist als in Kammer A, geht der Kolben in Bremsstellung und bremst über das Gestänge doppelseitig alle vier Räder. In jedem Führerstand befindet sich außerdem eine Handspindelbremse, die auf dasselbe Gestänge wirkt. Zur Überwachung der Druckluftbremse sind in jedem Führerstand die erforderlichen Manometer angebracht.

öffnet sich nach einer bestimmten Zeit, die von der Größe eines besonderen Zusatzbehälters (24) abhängt, ein Ventil und ver-

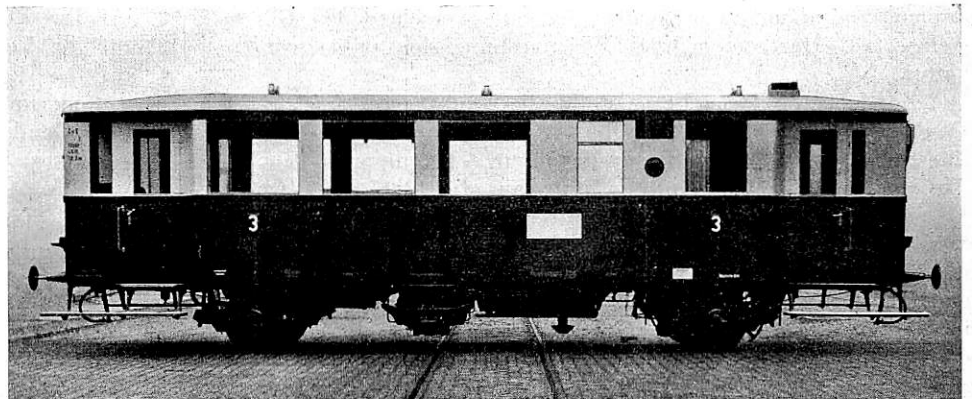


Abb. 11. Außenansicht.

Besondere Beachtung verdient noch die hier zur Anwendung gekommene Sicherheitsfahrhaltung (Totmann-Einrichtung). Als Führerüberwachungs-Einrichtung dient der Brennstoffhebel, der als Knickhebel ausgebildet ist und den Überwachungsschalter betätigt. Die beiden Überwachungsschalter jedes Führerstandes liegen in einem Stromkreis mit

bindet die Bremsleitung mit der Außenluft. Sobald der Druck in der Bremsleitung sinkt, wird eine Bremsung eingeleitet. Die durch den Behälter hervorgerufene Verzögerung des Ansprechens der Bremse gestattet dem Führer, den Überwachungshebel für 10 Sek. loszulassen, ohne daß sofort eine Bremsung eintritt. Der Zweck des erwähnten Fliehkraftschalters liegt darin, den

Stromkreis unterbrochen zu halten, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeuges unter ein bestimmtes Maß sinkt. Bei niedriger Geschwindigkeit oder bei Stillstand ist daher die Überwachungs-einrichtung außer Betrieb gesetzt. Zu erwähnen ist noch, daß das Überwachungsventil gleichzeitig mit dem Auslassen der Luft aus der Bremsleitung die Luftzufuhr zum Führerbremse-ventil unterbricht, um große Luftverluste zu verhindern, die dann entstehen würden, wenn sich das Führerbremseventil gerade in der Lösestellung befindet.

Zur sonstigen Ausrüstung des Wagens gehören noch zwei Typhone und zwei kleine Druckluft-Läutewerke zur Signalgebung und eine Druckluft-Sandungseinrichtung für die Treibachse. Die Geschwindigkeit des Wagens wird durch je einen Deuta-Geschwindigkeitsmesser in jedem Führerstand gemessen, deren Antrieb von der Achsbuchse abgeleitet wird.

Fahrleistung.

Obwohl das Fahrzeug eigentlich nur für eine Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h gebaut ist, zeigten die Versuchs-

fahrten, daß der Triebwagen ohne Beiwagen anstandslos auch mit Geschwindigkeiten bis zu 80 km/h fahren kann, wobei für ein solches zweiachsiges, verhältnismäßig kurzes Fahrzeug ein bemerkenswert ruhiger Lauf erzielt wurde. Die mittlere Anfahrbeschleunigung bis zu einer Geschwindigkeit von 60 km/h beträgt für den vollbesetzten Triebwagen etwa $0,28 \text{ m/sec}^2$. Die Größe der Steigungen, die das Fahrzeug befahren darf, hängt von der Länge dieser Steigungen ab, da die Leistungsfähigkeit des Triebwagens hierbei von der Erwärmung des elektrischen Generators begrenzt wird. Der Triebwagen allein ist noch in der Lage, kurze Steigungen von 1:18 zu befahren. Der vollbesetzte Triebwagen und Beiwagen vermögen noch eine Steigung von 1:40 von etwa 5 km Länge mit etwa 20 km/h Geschwindigkeit zu befahren. Für Strecken, auf denen dieses nicht genügt, ist es möglich, durch Einbau eines Fahrmotors mit größerer Übersetzung die Zugkraft zu steigern, wobei sich natürlich die Höchstgeschwindigkeit ermäßigen würde. Angenehm fällt bei der Mitfahrt mit dem Wagen das außerordentlich sanfte und ruhige Anfahren auf.

Versuche über Zertrümmerung von Bettungsschotter unter den Betriebslasten der Eisenbahnen.

Von Prof. Dr. Ing. Carl Pirath, Stuttgart.

I. Zweck der Untersuchung.

In einer Abhandlung über das Verhalten von Schotter bei Hand- und Maschinenstopfen*) habe ich das Ergebnis eingehender Versuche über die Zerstörung von Schotter verschiedener Gesteinsarten unter den mechanischen Einwirkungen der Stopfarbeit in Betriebsgleisen bekannt gegeben. Es konnte zahlenmäßig der Gewichtsanteil des beim Stopfen anfallenden Kleinschlags von 0 bis 30 mm Korngröße an dem Gesamtgewicht des eingebrachten Bettungsschotters je Schwellenabstand, getrennt nach Hand- und Maschinenstopfen, für Eruptiv- und Sedimentärgestein ermittelt werden. Das Ergebnis der Versuche legte den Gedanken nahe, wissenschaftliche Untersuchungen darüber anzustellen, wie groß die Zertrümmerung des Schotters unter den rollenden Betriebslasten ist, und in welchem Verhältnis sie zu der Zertrümmerung durch die Stopfarbeit für verschiedene Gesteinsarten steht. Es herrscht zwar allgemein in der Praxis die durch Beobachtungen an alten Gleisen begründete Ansicht vor, daß die Zertrümmerung des Bettungsmaterials unter den rollenden Lasten nur sehr gering ist und praktisch keine Rolle spielt. Aber es fehlten bisher verlässliche Zahlen, vor allem auch darüber, wie die verschiedenen Gesteinsarten, Hartgestein und Weichgestein, sich dabei verhalten.

Zur Klärung dieser Frage stellte die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf meinen Antrag Mittel für entsprechende Versuche zur Verfügung. Die ursprüngliche Absicht, in einem sogenannten Kreislauf die betriebsmäßige Belastung des Gleises und des Schotters nachzuahmen und das Verhalten des Schotters zu prüfen, konnte nicht verwirklicht werden, da die Entwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse eine Bereitstellung der hierzu erforderlichen großen Mittel nicht gestattete. Es mußte mit wesentlich geringeren Mitteln der Versuch gemacht werden, die Dinge zu klären. Nach Aufstellung einer im nachfolgenden näher beschriebenen Versuchsmethode konnten die Versuche im letzten Jahre durchgeführt werden, so daß nunmehr über das in mancher Hinsicht neuartige Ergebnis nähere Mitteilungen gemacht werden können. Neben der Feststellung der Zertrümmerung des Schotters unter den Betriebslasten gestattete die neue Versuchsanordnung auch eingehende Messungen über die bleibenden

und federnden oder elastischen Einsenkungen der Holz- und Eisenschwellen in verschiedenen Schotterarten, so daß über die Fähigkeit der Schwellen und Schotterarten, die im Gleis auftretenden dynamischen Kräfte mehr oder weniger günstig zu verarbeiten, neue Aufschlüsse gewonnen werden konnten. Der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gebührt für ihre weitgehende Unterstützung dieser wissenschaftlichen Untersuchungen, die auch allgemein für die Gesteinswirtschaft Deutschlands von Wert sind, besonderer Dank. Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit dem Leiter der Bautechnischen Abteilung der Material-Prüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart, Herrn Professor Otto Graf, in der Material-Prüfungsanstalt in Dauerversuchsmaschinen durchgeführt.

II. Methode der Untersuchung.

1. Bauliche und betriebliche Grundlagen.

Die Versuche verfolgten im einzelnen das Ziel, die verschiedenen Gesteinsarten (Basalt und Jurakalk) zu untersuchen:

1. auf ihre Zertrümmerung unter den rollenden Betriebslasten,
2. auf ihr Verhalten unter Eisen- und Holzschwellen,
3. auf ihr Verhalten gegen Einsenkung der Schwellen,
4. auf das Verhältnis zwischen der mechanischen Zertrümmerung des Schotters durch Stopfen und durch die rollenden Betriebslasten.

Während die von mir früher veröffentlichten Versuche über die mechanische Zertrümmerung von Schotter durch Hand- und Maschinenstopfen ein Bild über das Verhalten von drei Arten Eruptivgestein, zwei Arten Muschelkalk und fünf Arten Jurakalk geben konnten, mußten mit Rücksicht auf die hohen Kosten bei dem vorliegenden Versuch, der als Dauerversuch anzusetzen war, die Gesteinsarten auf zwei beschränkt werden. Es wurde das günstigste Eruptivgestein, Basalt, und das ungünstigste Sedimentärgestein, Jurakalk, in Form von Schotter mit 30 bis 70 mm Korngrößen der Prüfung unterzogen. Die damit gegebene Eingrenzung der voraussichtlich geringsten und größten Zertrümmerung des Bettungsschotters unter den rollenden Lasten wurde dem Ziel der Untersuchung und ihrem praktischen Wert genügend gerecht, da für die sonstigen für Schotter noch in Frage kommenden Gesteinsarten die Zertrümmerung zwischen den Ergebnissen für Basalt und Jurakalk zu suchen ist. Es erschien ferner ausreichend, nur je eine halbe Schwelle auf ihrem unterstopften Teil, also

*) Dr. Ing. C. Pirath, „Prüfung von Bettungsstoffen und das Verhalten von Schotter bei Hand- und Maschinenstopfen“. Verkehrstechnische Woche, 1928, Heft 20.

unter Vernachlässigung des in der Mitte der Schwelle üblichen bettungsfreien Schwellenteils zu prüfen, so daß die Versuchseinrichtung wesentlich vereinfacht werden konnte. Demnach waren vier halbe Oberbaukörper, bestehend aus Schiene, Schwelle, Befestigungsmittel und Bettung vorzusehen, von denen zwei aus Eisenschwellen auf Basalt und Jurakalk und zwei aus Holzschwellen auf Basalt und Jurakalk bestanden. Als Oberbau wurde der neue Reichsbahnoberbau mit Pappelholzzwischenlagen zwischen Schiene und Unterlegplatten auf 30 cm starkem Bettungskörper zwischen Schwellenunterkante und Unterbau verwandt. Die gesamte technische Versuchseinrichtung ist aus Abb. 1 zu ersehen.

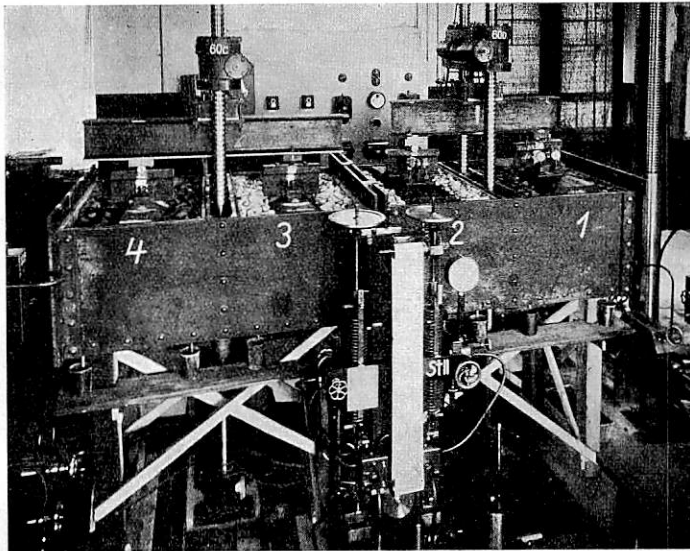


Abb. 1. Versuchseinrichtung.

Zwei Kästen aus starkem Eisenblech nehmen die zu untersuchenden Oberbauteile auf. Sie sind, um das elastische Nachgeben des Unterbaus nachzuahmen, mit 20 mm starken Weichholzbohlen ausgelegt. Zwei unabhängig voneinander arbeitende Kolben von zwei Prüfmaschinen nehmen die Kästen auf und bewegen sich von unten nach oben gegen eine feste Konstruktion im Wechsel der Betriebsbelastung. Die Kästen sind, zwischen den Brettern gemessen, 58 cm breit, 96 cm lang und 43 cm hoch. Der durchschnittliche betriebsmäßige höchste senkrechte Druck eines rollenden Rades auf eine Schwelle beträgt 4,2 t. Auf diesen höchsten Druck von 4,2 t und einen geringsten Druck von 0,25 t wurden die Prüfmaschinen eingestellt, so daß der Oberbau abwechselnd mit 4,2 t und 0,25 t belastet wurde. Die Regelung der Größe dieser Belastungen und der Belastungsgeschwindigkeit erfolgte selbsttätig durch einen Steuerapparat, der ständig automatisch die Belastungskraft und die Zahl der Lastwechsel aufzeichnete. Die Maschine ließ in der Minute 43 Lastwechsel zu. Da diese Zahl durchweg erreicht wurde, entspricht dieser Lastwechsel bei einem durchschnittlichen Achsabstand von 4,5 m einer Geschwindigkeit der rollenden Lasten von

$$V = 11,6 \text{ km/h.}$$

Diese Geschwindigkeit ist zwar geringer als die durchschnittliche Zuggeschwindigkeit auf den Strecken, aber es durfte andererseits nicht an letztere herangegangen werden, da bei dem Dauerversuch fast ununterbrochen der Oberbau den Belastungswechseln ausgesetzt ist, während er im Betrieb in Zugabständen belastet wird, die eine gewisse Erholung des Materials gestatten. Auf Grund von Ergebnissen anderer Dauerversuche der Material-Prüfungsanstalt konnte ein Ausgleich zwischen der Zahl der Lastwechsel des Versuchs und des praktischen Betriebs in einer langsameren Lastwechselfolge

im Versuch erblickt werden, ohne daß die Prüfungsversuche von dem praktischen Betrieb unterschiedliche Ergebnisse mit sich bringen.

In den Dauerversuchsmaschinen war der Oberbau insgesamt einer möglichst großen Zahl von Lastwechseln auszusetzen. Sie wurden zweckmäßig bemessen nach den durchschnittlichen betrieblichen Belastungen im Jahr auf den Hauptgleisen der Deutschen Reichsbahn. Im Jahr 1929 waren die Hauptbahnen der Reichsbahn durchschnittlich täglich belastet mit

$$\begin{aligned} 300 \text{ Personenwagen zu je } 3 \text{ Achsen} & \dots = 900 \text{ Achsen} \\ 1000 \text{ Güterwagen zu je } 2,1 \text{ Achsen} & \dots = 2100 \text{ Achsen} \\ \hline & 3000 \text{ Achsen} \end{aligned}$$

Da von den Hauptbahnen zwei Drittel zweigleisig und ein Drittel eingleisig sind, so beträgt die jährliche Belastung eines Gleises: $\frac{3000}{1,67} = 1800$ Achsen oder Lastwechsel täglich und $1800 \cdot 340 = 610000$ Achsen oder Lastwechsel jährlich.

Da sich im Laufe der Versuche aus der ständigen Beobachtung der Schwelleneinsenkungen in Abhängigkeit von der Zahl der Lastwechsel ergab, daß nach 3 bis 4 Jahren die Einsenkungen immer geringer werden, also die Verdichtung der Bettung zu einem gewissen Ruhézustand gekommen ist, wurden

$4 \cdot 610000 = 2440000$ Lastwechsel aufgebracht. Das entspricht einer durchschnittlichen Belastung auf Hauptbahnen von 4 Jahren.

Unter diesen auf Grund des praktischen Betriebs aufgestellten Bedingungen für die Durchführung der Dauerversuche konnte nun die eigentliche Prüfung vorgenommen werden.

2. Durchführung der Versuche.

Zur Feststellung der Zertrümmerung des Schotters unter den rollenden Betriebslasten mußte vor Beginn der Dauerversuche die Zertrümmerung des Schotters beim betriebsstüchtigen Verlegen des Oberbaus in den Versuchskästen ermittelt werden, da der hierbei entstehende Kleinschlag in Korngrößen von 0 bis 30 mm nicht auf Kosten der Betriebslasten zu rechnen ist. Zu diesem Zweck wurde ein dem heute üblichen Dichtungsverfahren mit Walzen und Stampfen ähnliches Einpreßverfahren angewandt, das dem Gleis eine ähnlich feste Lage auf dem Schotterbett gewährleistet wie das Walzen und Stampfen. Der Schotter wurde in Korngrößen von 30 bis 70 mm in einer von der Reichsbahn vorgeschriebenen Mischung der verschiedenen Korngrößen in den einzelnen Kästen in drei Lagen von je 10 bis 11 cm eingebracht. Jede Lage wurde mit einem hydraulisch bewegten Holzstempel einer Pressung von 3,0 kg/cm² auf eine Dauer von 5 Minuten ausgesetzt, ein Druck, der etwas höher liegt als der Walzdruck beim Einwalzen eines Schotterbetts*). Nachdem auf diese Weise der Schotter auf eine Stärke von 30 cm eingepreßt war, wurde beim Eisenschwellenoberbau die Bettungsrippe für die Schwelle durch das übliche Stampfverfahren hergestellt. Die in dieser Weise in allen Kästen hergerichteten Bettungskörper für Eisen- und Holzschwellen wurden dann herausgenommen, und es wurde für jeden Kasten die Zertrümmerung des Gesteins in Form von Kleinschlag mit Korngrößen 0 bis 30 mm bestimmt. Damit war das Maß der Schotterzertrümmerung, das bei der betriebsstüchtigen Herrichtung des Oberbaus in den Kästen nicht zu Lasten der rollenden Räder zu schreiben ist, festgelegt und konnte am Schluß der Dauerversuche von der dann festgestellten Zertrümmerung abgezogen werden, um die Zertrümmerung unter den rollenden Betriebslasten zu erhalten.

*) Faatz, „Wirtschaftliche Gestaltung der Bettungsverdichtung durch das Walzverfahren“. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1926, Heft 10.

Nach diesen Vorarbeiten wurde für die Durchführung der Dauerversuche neuer Schotter in der oben beschriebenen Weise eingebracht und auf ihm der Oberbau für die Dauerversuche verlegt. Abb. 1 zeigt die gesamte Versuchseinrichtung. Die Meßbühen auf den Schwellenschrauben haben für die Schotterversuche keine Bedeutung, sondern nur für die Messungen des Verlaufs der Spannkkräfte der Schwellenschrauben unter den rollenden Betriebslasten, über deren Ergebnisse später in anderem Zusammenhang berichtet werden wird*).

Zur Ermittlung der bleibenden und elastischen oder federnden Einsenkungen der Schwellen wurden nach einer gewissen Zahl von Lastwechseln bis zur Beendigung der Dauerversuche zwölf Messungen an vier Stellen der verschiedenen Schwellen vorgenommen. Die Messungen erfolgten in der Form, daß an bestimmten Meßstellen jedesmal die Einsenkungen der Schwelle unter der Last $P = 0$ bis $P = 4,2 t$ festgestellt wurden, so daß die bleibenden und federnden Formänderungen hieraus errechnet werden konnten. Die Messungen der Einsenkungen der Schwellen dienen nicht allein zur Feststellung der Nachgiebigkeit des Schotters gegen senkrechte Belastung, sondern auch dem Vergleich des Arbeitsvermögens der beiden Schwellenarten.

Um während der Dauerversuche auch die im praktischen Betrieb auftretenden Wechsel zwischen Trockenheit und Regen mit ihren Einwirkungen auf den Schotter bis zu einem gewissen Grade nachzuahmen, wurde am Anfang des ersten und dritten Betriebsjahrs für die Versuchszeit von je 400000 Lastwechsel oder je 8 Tage lang Wasser dem Schotter in Regenform zugegeben.

In 7 Wochen Laufzeit der Dauerversuchsmaschine wurden 2448000 Lastwechsel auf die einzelnen Versuchskörper eingebracht, so daß rund 4 Betriebsjahre der durchschnittlichen Achsbelastung der Hauptstrecken in der Maschine nachgeahmt wurden.

III. Ergebnisse der Versuche.

In den Abb. 2 und 3 sind die Anteile der Körnungen des Kleinschlags von 0 bis 30 mm Stärke am Gesamtgewicht des im Kasten eingebrachten Schotters aufgezeichnet und zwar getrennt nach der Zertrümmerung durch betriebsfertiges Herrichten des Bettungskörpers, die vor dem Dauerversuch festgestellt wurde, und nach der Zertrümmerung, die durch das betriebsfertige Herrichten des Bettungskörpers und die rollenden Betriebslasten zusammen entstand und nach dem Dauerversuch festgestellt wurde. Die Differenz beider Linien ergibt die Zertrümmerung durch die rollenden Betriebslasten. Der Verlauf der Linien zeigt klar, daß bei beiden Schotterarten eine Zertrümmerung des Schotters durch die Betriebslasten stattgefunden hat, allerdings in geringerem Maße als beim Einpressen. Es zeigt sich weiter, daß die Zertrümmerung unter den Eisenschwellen sowohl bei Jurakalk wie bei Basalt verhältnismäßig größer ist als bei Holzschwellen, was zweifellos auf das elastische Verhalten der Holzschwellen zurückzuführen ist. Der Kleinschlag von 0 bis 30 mm Korngröße, der insgesamt beim Einpressen des Schotters und beim Dauerversuch entstanden ist, beträgt im Mittel beim Jurakalk 1,1% und beim Basalt 0,9% des Gesamtgewichts der Schottermengen der Kästen, ein Unterschied, der wesentlich geringer ist als bei der Zertrümmerung der beiden Gesteinsarten durch Stopfen. Offenbar verursacht die Härte des Basalts unter den rollenden Lasten eine feinere Zermahlung als beim weichen Kalkstein. Das ergibt sich klar aus Abb. 4, in der die Zunahme der Körnung durch die Dauerbelastung, bezogen auf die Zertrümmerung durch Einpressen, in % dargestellt

*) Dr. Ing. C. Pirath, „Verarbeitung der Kraftangriffe in hölzernen Eisenbahnschwellen“. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, Heft 5, Seite 100.

ist und die stärkere Zunahme bei Basalt in den kleinen Korngrößen von 0 bis 20 mm gegenüber dem Jurakalk zu erkennen ist, während in den Körnungen 20 bis 30 mm ein umgekehrtes Verhältnis sich einstellt. Die Art der Zertrümmerung des Schotters unter den Betriebslasten war eindeutig im Bettungskörper und an den Schottersteinen zu erkennen. Während

Absplittierungen größerer Steinteile vorlagen, waren an zahlreichen Steinen Scheuerstellen festzustellen, um die ganz charakteristische Kränze von Gesteinsmehl sich gebildet hatten. Die Zermahlung war dort am stärksten, wo Gesteinsecken auf ebenen Flächen anderer Steine ruhten und sich auf sie abstützten. Beim Jurakalkstein war die Bildung von Gesteinsmehl ausgeprägter als bei Basalt. Die Zertrümmerung des Schotters unter den Betriebslasten äußert sich also in erster

Linie in der Bildung von feinem Gesteinstaub, weniger in einer Zertrümmerung ganzer Steine. Die Schaulinien über das Verhältnis der Zertrümmerung unter den Betriebslasten zu der Zertrümmerung durch Einpressen, wie sie in Abb. 4 enthalten sind, bestätigen dies auch in jeder Richtung. Um aus den vorliegenden Versuchsergebnissen zu ermitteln, in welchem Verhältnis die Zertrümmerung des Schotters durch Stopfen zu derjenigen durch die rollenden Betriebslasten steht, war es notwendig, die Ergebnisse der früheren und der vorliegenden Versuche auf eine gleiche Bettungsmenge für die beiden Gesteinsarten, Basalt und Jurakalk, zu beziehen. Als Äquivalentmenge ließ sich am einfachsten die auf eine Schwellenteilung bei 65 cm Schwellenabstand entfallende Schottermenge der Bettung zugrunde legen. Für eine Schwellenteilung, also einen Bettungskörper von 0,65 m Breite, 0,36 m Höhe und 2,60 m Länge, konnte auf diese Weise der Anteil der Zertrümmerung oder

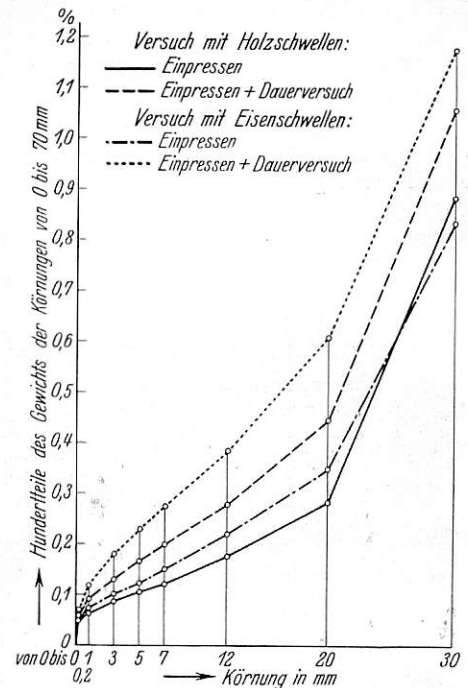


Abb. 2. Zertrümmerung des Schotters aus Jurakalkstein durch Einpressen und Betriebslasten.

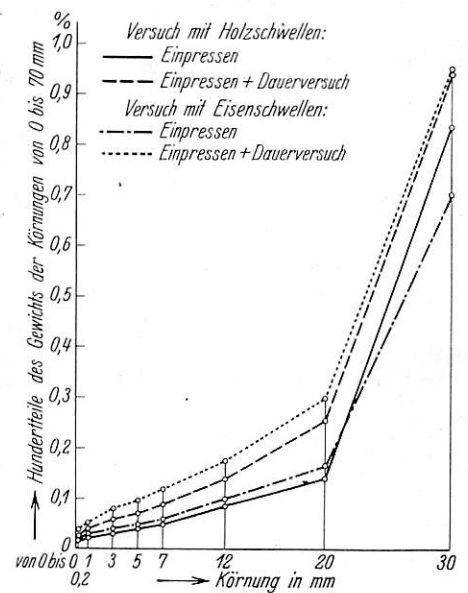


Abb. 3. Zertrümmerung des Schotters aus Basalt durch Einpressen und Betriebslasten.

die rollenden Betriebslasten steht, war es notwendig, die Ergebnisse der früheren und der vorliegenden Versuche auf eine gleiche Bettungsmenge für die beiden Gesteinsarten, Basalt und Jurakalk, zu beziehen. Als Äquivalentmenge ließ sich am einfachsten die auf eine Schwellenteilung bei 65 cm Schwellenabstand entfallende Schottermenge der Bettung zugrunde legen. Für eine Schwellenteilung, also einen Bettungskörper von 0,65 m Breite, 0,36 m Höhe und 2,60 m Länge, konnte auf diese Weise der Anteil der Zertrümmerung oder

des Kleinschlags von 0 bis 30 mm Körnung an dem Gesamtgewicht des Bettungskörpers bei Hand- und Maschinenstopfung aus den früheren Versuchen und bei Einpressen sowie unter den rollenden Betriebslasten aus den vorliegenden Versuchen ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in Zusammenstellung 1

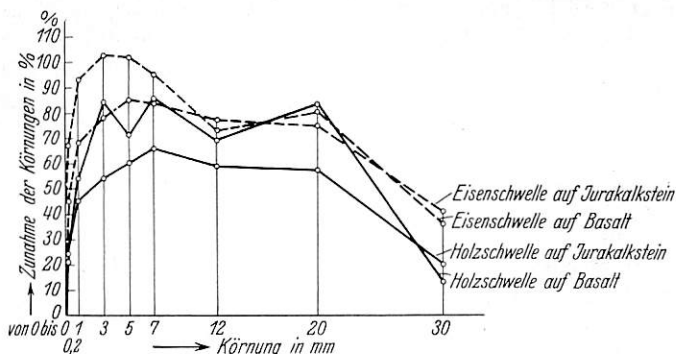


Abb. 4. Zunahme der Zertrümmerung des Schotters durch Betriebslasten bezogen auf die Zertrümmerung durch Einpressen bei Jurakalkstein und Basalt.

für Basalt und Jurakalk für eiserne Schwellen wiedergegeben. Es wurden eiserne Schwellen gewählt, erstens weil bei ihnen sich die größten Zertrümmerungen in allen drei Fällen ergaben, und dann auch, weil die früheren Versuche eingehend nur mit eisernen Schwellen durchgeführt wurden. Bei Holzschwellen wird die Zertrümmerung etwas niedriger liegen.

Bei dieser Sachlage gewinnen die Methoden in England und Frankreich, niedergefahrenen Gleisen aus Holzschwellen nicht durch Hochstopfen sondern durch Unterschaufeln der Schwellen unter Verwendung von Splitt die richtige Höhenlage wiederzugeben, eine gewisse Bedeutung*). Bei diesem Verfahren wird das eigentliche Schotterbett beim Nachstopfen nicht beunruhigt. Die großstückige Schottermenge bleibt in ihrer Lage erhalten und damit auch eine gute elastische Wirkung des Schotters. Wie weit der eingebrachte Splitt diese günstige Wirkung z. T. wieder aufheben kann, darüber liegen mir praktische Erfahrungen nicht vor. Nach übereinstimmenden Mitteilungen der das Verfahren anwendenden englischen und französischen Eisenbahngesellschaften sind mit dem Unterschaufeln gute Erfolge erzielt worden. Allerdings ist zu beachten, daß in beiden Ländern der Eisenbahnschotter nicht so grobkörnig ist wie der bisher in Deutschland gebräuchliche Schotter, so daß ein Durchfallen des Splitts nicht so sehr zu befürchten ist.

Auffallend ist der große Unterschied im Zertrümmerungsanteil für Basalt und Jurakalk beim Stopfen und der wesentlich geringere Unterschied im Zertrümmerungsanfall für beide Schotterarten beim Einpressen und unter den rollenden Lasten. Diese Tatsache legt die Möglichkeit nahe, daß der Kalkstein durch geeignete Behandlung beim Einbringen der Bettung wertvoller als Eisenbahnschotter sein kann, als man ihn gemeinhin einschätzt. Untersuchungen über die Zertrümmerung des Kalkschotters beim Stampfen und Walzen, also bei den praktisch anwendbaren Verdichtungsverfahren, würden hierzu weitere Aufklärungen bringen können. Die Zertrüm-

Zusammenstellung 1.

Zertrümmerung des Schotters durch Stopfarbeit, Einpressen und rollende Betriebslasten bei eisernen Schwellen.

Material	Zerstörung durch Stopfarbeit					Zerstörung durch Einpressen			Zerstörung durch rollende Betriebslasten (während 4 Betriebsjahren)		
	Gewicht des Schotters auf 1 Schwellenteilung (bei 65 cm Schwellenabstand) kg	Kleinschlag (0 bis 30 mm Korngröße), der bei Stopfarbeit entstand				Gewicht des Schotters auf 1 Schwellenteilung (bei 65 cm Schwellenabstand) kg	Kleinschlag (0 bis 30 mm Korngröße), der beim Einpressen entstand		Gewicht des Schotters auf 1 Schwellenteilung (bei 65 cm Schwellenabstand) kg	Kleinschlag (0 bis 30 mm Korngröße), der unter den rollenden Betriebslasten entstand	
		Handstopfarbeit kg	Maschinenstopfarbeit kg	Handstopfarbeit Spalte 3/2 %	Maschinenstopfarbeit Spalte 4/2 %		Spalte 8/7 %	Spalte 10/11 kg		Spalte 11 kg	Spalte 12 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Basalt	910	16,2	14,4	1,78	1,58	920	6,45	0,702	920	1,54	0,176
Jurakalkstein	787	38,9	35,7	4,95	4,54	817	6,82	0,834	817	1,96	0,240

Die einzelnen Zahlen der Zusammenstellung 1 sind nun in bezug auf die mechanischen Einwirkungen wie in bezug auf das Verhalten des harten und weichen Gesteins sehr aufschlußreich. Die Zertrümmerung durch Stopfarbeit ist bei Basalt ungefähr 10mal, bei Jurakalk ungefähr 20mal größer als die Zertrümmerung durch die rollenden Betriebslasten, wenn angenommen wird, daß alle vier Jahre die Gleise gründlich durchgestopft werden. Ist das gründliche Durchstopfen in kürzeren Zeitabständen nötig, so würde die Spanne der Zertrümmerung zwischen Stopfen und rollenden Betriebslasten noch größer werden. Die Zertrümmerung durch Einpressen des Schotters kann zwar nicht unmittelbar mit derjenigen bei Verdichtung des Schotters durch Stopfen oder durch Walzen und Stampfen verglichen werden, da das Einpressen in der Praxis schwer durchführbar ist. Das geringe Maß der Zertrümmerung beim Einpressen zeigt aber doch auch indirekt, wie sehr die Stopfarbeit den Schotter zerstört.

merung unter den rollenden Lasten ist bei Basalt und Kalkstein praktisch gleich. Sollte man in Deutschland ebenso wie in England und den Vereinigten Staaten von Amerika dazu kommen, das Schotterbett im Interesse einer elastischen Verarbeitung der Kräfte stärker zu machen, so würde auch für Hauptgleise der Kalkschotter für die untere, dem Stopfen entzogene Schicht und Basalt für die obere, dem Stopfen unterworfenen Schicht dort in Frage kommen, wo das Gesteinsvorkommen eine solche Verwendungsform wirtschaftlich nahelegt. In Amerika besteht auf stark belasteten Strecken der untere 30 cm starke Teil der Bettung aus geringwertigen Stoffen wie Sand und Schlacke, der obere 30 bis 40 cm starke Teil dagegen aus hochwertigem Material wie Kies und Schotter. Das aber dürften die Untersuchungen ergeben haben, daß für alle Nebengleise, Nebenbahnen, schwach belastete Hauptbahnen und auch die Hauptgleise der Bahnhöfe außer

*) „Track Maintenance by measured Shovel Packing.“ Rly. Engr., April 1932, Seite 156.

den durchgehenden Gleisen der stark belasteten Hauptbahnen der Kalkschotter verwendbar ist in den Gebieten, in denen die Beschaffung von Kalkschotter gegenüber anderen Schotterarten finanzielle Vorteile bietet. Die im nachfolgenden noch zu behandelnde Fähigkeit der beiden Schotterarten zur elastischen Verarbeitung der dynamischen Kräfte spricht besonders für dieses Verwendungsprinzip von Kalkschotter.

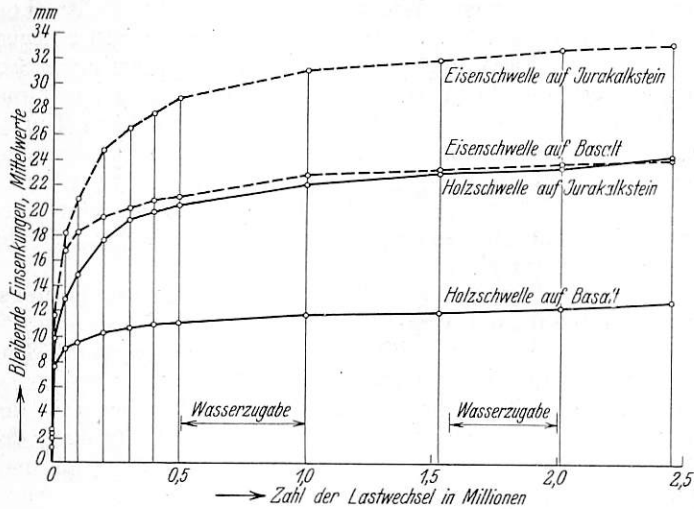


Abb. 5. Bleibende Einsenkungen der Schwellen unter den Betriebslasten.

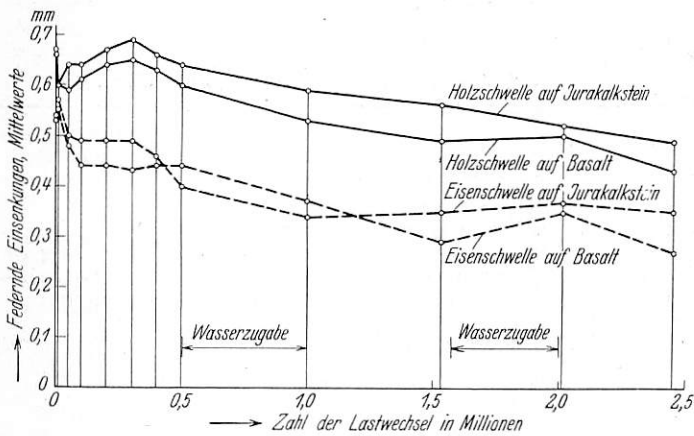


Abb. 6. Federnde Einsenkungen der Schwellen unter den Betriebslasten.

In den Abb. 5 und 6 ist die bleibenden und federnden Einsenkungen der Schwellen veranschaulicht. Es sind deutlich mehrere Verdichtungsperioden des Schotters zu erkennen. Nach 100 000 bis 200 000 Lastwechseln oder 0,25 Betriebsjahren haben sich die stärksten bleibenden Einsenkungen eingestellt, und die federnden Einsenkungen beginnen, einen gewissen gesetzmäßigen Verlauf zu nehmen. Zwischen 200 000 bis 500 000 Lastwechseln, also nach nahezu einem Betriebsjahr nehmen die bleibenden Einsenkungen allmählich immer mehr ab und sind über diesen Zeitpunkt hinaus bei allen Schotterarten nur noch sehr gering. Das Schotterbett ist nach einem Betriebsjahr zu einer gewissen Ruhe gekommen.

Das Maß der Einsenkungen ist bei den Eisenschwellen größer als bei den Holzschwellen. Das ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Höhe der den senkrechten Lasten ausgesetzten Bettung bei Eisenschwellen größer ist als bei Holzschwellen, dann aber auch auf den Umstand, daß das satte Aufliegen der Eisenschwellen auf den Bettungsrippen nicht so genau erreicht werden kann. Sobald diese besonderen Eigenarten des Oberbaus mit Eisenschwellen nach 200 000

bis 300 000 Lastwechseln oder ein Drittel bis ein halbes Betriebsjahr ausgeglichen sind, ist der Verlauf der Einsenkungskurven für Holz- und Eisenschwellenoberbau nahezu gleich. Im Basaltschotter sind die bleibenden Einsenkungen der Schwellen wesentlich geringer als im Juraschotter, was auf die größere Rauigkeit und Härte des Basalts zurückzuführen ist. Aber dieser Unterschied liegt nur im ersten Betriebsjahr vor, während in den weiteren Betriebsjahren die bleibenden Einsenkungen bei beiden Schotterarten nahezu gleich sind. Innerhalb der Versuchszeiten, in denen dem Schotter Wasser zugegeben wurde, zeigten sich im Verlauf der bleibenden Einsenkungslinien keine charakteristischen Änderungen. Der Regen dürfte also ohne wesentlichen Einfluß auf die bleibenden Einsenkungen der Schwellen in den Schotter sein.

Die in Abb. 6 enthaltene Schaulinie für die federnden Einsenkungen der Schwellen zeigen einen charakteristischen Unterschied zwischen Eisenschwellen und Holzschwellen. Der Holzschwellenoberbau weist höhere elastische Einsenkungen der Schwelle auf als der Eisenschwellenoberbau, ein Beweis, daß er die dynamischen Kräfte besser verarbeiten kann. Die federnden Einsenkungen nehmen zwar mit der Zunahme der Lastwechsel im ganzen etwas ab, jedoch in einer Tendenz, die auf einen guten Vorrat an Elastizität noch für eine größere Zahl von Betriebsjahren schließen läßt. Die Unterschiede in den federnden Einsenkungen zwischen Basalt und Jurakalk sind unbedeutend, wenn auch der Juraschotter bei Holzschwellen eine etwas größere, also wirkungsvollere federnde Einsenkung der Schwellen zeigt. Die Wasserzugabe während bestimmter Zeiten des Dauerversuchs scheint einen gewissen Einfluß auf die federnden Einsenkungen auszuüben. Vor allem hat die letzte Wasserzugabe offenbar sowohl beim Basalt wie beim Jurakalk die federnden Einsenkungen erhöht und günstig im Sinne einer guten Verarbeitung der dynamischen Kräfte gewirkt. Nicht so klar, allerdings auch in ähnlichem Sinne, tritt diese Wirkung bei der ersten Wasserzugabe in Erscheinung. Das Maß der federnden Einsenkungen der Schwellen zeigt, daß der Jurakalk in der elastischen Verarbeitung der Kräfte in keiner Weise dem Basalt nachsteht, ihm im Gegenteil mindestens gleichwertig wenn nicht sogar überlegen ist.

IV. Zusammenfassung.

Die Versuche haben das Verhältnis der Zertrümmerung von Basalt- und Jurakalksteinschotter durch Stopfen zu der Zertrümmerung unter den rollenden Betriebslasten bei Oberbau aus Eisen- und Holzschwellen eingehend geklärt. Die Stopfarbeit zerstört den Schotter in wesentlich höherem Maße als die Betriebslasten in gleicher Zeiteinheit. Es liegt daher ganz allgemein im Interesse der Erhaltung eines reinen Schotters und damit eines guten Arbeitsvermögens der Schotterbettung, die Stopfarbeiten auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Die Versuche haben weiter gezeigt, in wie hohem Maße der Holzschwellenoberbau gegenüber dem Eisenschwellenoberbau die dynamischen Kräfte zu verarbeiten vermag. Die Zertrümmerung des Basalts und des Jurakalks unter den rollenden Betriebslasten ist praktisch wenig unterschiedlich. In der günstigen Verarbeitung der dynamischen Kräfte zeigt der Jurakalk ein mindestens gleiches, wenn nicht höheres Arbeitsvermögen wie der Basalt, so daß vom Standpunkt der Schonung von Oberbau und Fahrzeugen beide Schotterarten gleichwertig sind. Dieser Umstand ist für die technische Beurteilung der Güte von Schottergestein ebenso wichtig wie die Härte und Zähigkeit, die beim Stopfen naturgemäß besonders ausschlaggebend sind und bei dem Basalt wesentlich günstiger liegen

als bei dem Jurakalkstein*). Aber auch dieser Unterschied kann unter Umständen bei dem Holzschwellenoberbau gemildert werden durch Unterhaltungsmethoden, die nach dem Beispiel von Frankreich und England das Stopfen auf ein Mindestmaß beschränken. Deutschland weist verschiedene Gebiete mit starkem Vorkommen guten Kalksteins auf, in denen die Verwendung von Kalkstein bei richtiger

*) Stübel, „Einrichtung einer bahneigenen Gesteinsprüfstelle und Prüfung von Gleisbettungstoffen“. Reichsbahn, Heft 25, Jahrgang 1931.

Verbesserung des Wärmeübergangs bei gebremsten Radreifen von Schienenrädern.

Versuche und bisherige Ergebnisse.

Von Reichsbahnrat Kunze, Göttingen.

Die Verhinderung des Loswerdens der gebremsten Radreifen ist für die Eisenbahnbetriebe, welche aufgeschrunpfte Radreifen an ihren Fahrzeugen verwenden, ein altes Problem. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat vor allem in den letzten Jahren umfangreiche Untersuchungen angestellt, um diesem Übelstand zu begegnen, zumal die erhöhten Zuggeschwindigkeiten und Achsdrücke auch erhöhte Bremsklotzdrücke zur Folge haben. Hierdurch ergeben sich zwangsläufig höhere Bremsenerwärmungen der Räder und anschwellende Zahlen für die betriebsunbrauchbaren Fahrzeuge mit losen Radreifen. Durch die kürzlich veröffentlichten sehr aufschlußreichen Untersuchungen des Reichsbahnrats Dr.-Ing. Erich Müller, die unter dem Titel „Die Sicherheit der Radkörperbereifung bei Eisenbahnfahrzeugen“ im Verlag von Glasers Annalen erschienen sind, ist man der Lösung des Problems ganz erheblich näher gerückt. In dieser Arbeit findet man eine Bestätigung für das gefühlmäßige Urteil, daß bei einem bestimmten Unterschied der Mitteltemperaturen des stark erhitzten Radreifens und des kälteren Felgenkranzes ihre Schrumpfungverbindung sich stets löst. Im gleichen Aufsatz wird auch darauf hingewiesen, daß Bestrebungen aufgetaucht sind, „durch Auftragen von wärmeleitenden Stoffen oder Einpressen von Metallegierungen zwischen Radreifen und Felgenkranz den Wärmeübergangswiderstand noch weiter zu verringern bzw. aufzuheben“.

Auch aus diesem Grunde sieht sich der Verfasser dieser Zeilen veranlaßt, seinen Vorschlag aus dem Jahre 1930, der auf die Anbringung einer geeigneten Zwischenlage zwischen Radreifen und Felgenkranz hinzielt, zusammen mit den bisher vorliegenden Versuchsergebnissen bekannt zu geben.

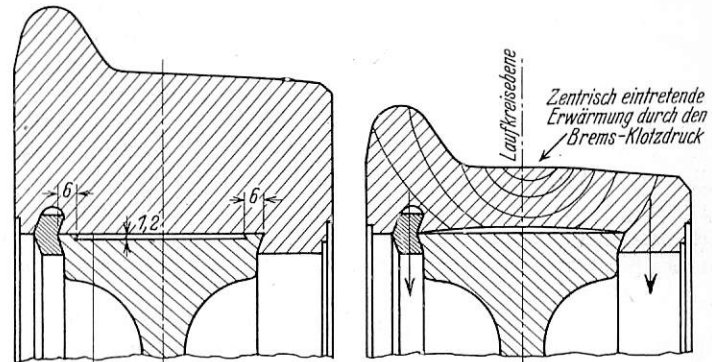
Als sich in den letzten Jahren die Erkenntnis immer mehr durchsetzte, daß man das Wärmegefälle zwischen dem gebremsten Radreifen und dem Felgenkranz verringern müsse, versuchte man einen besseren Wärmeübergang durch Verbesserung der Schrumpfflächenbeschaffenheit zu erzielen. Vorher hatte man schon erkannt, daß man aus Festigkeitsrücksichten und mit Rücksicht auf die Dehnung des Radreifens und Stauchung der Radscheibe ein bestimmtes Schrumpfsitzübermaß zweckmäßig nicht überschreiten sollte und daß man auf diesem Wege eine innigere Haftung und einen besseren Wärmeübergang nicht erreichen kann. Hier vorgenommene Wärmeübergangsversuche an Probestücken mit verschiedenartig bearbeiteten Haftflächen unter Druck bewiesen, daß gut geschlichtete Flächen gegenüber gröber gedrehten den Wärmeübergang begünstigten. Noch mehr war dies bei geschliffenen Flächen der Fall. Da in dieser Zeit die angeregten Versuche mit Aluminiumzwischenlagen von der Reichsbahndirektion Kassel angeordnet wurden, wurde auch dünnes Aluminiumblech von 15 mm Stärke als Zwischenlage zwischen den beiden Probekörpern bei sonst gleichen Bedingungen erprobt. Die Versuchswerte ließen erkennen,

Einschätzung seiner Eigenschaften als Eisenbahnschotter aus wirtschaftlichen Gründen nicht allein für das Land, sondern auch für die Eisenbahnen von Vorteil ist.

Die aus den Versuchen sich ergebende aufschlußreiche Charakteristik der bleibenden und federnden Formänderung des Schotters unter den rollenden Betriebslasten legt den Gedanken nahe, auf gleichem Versuchswege die zweckmäßige Körnung des Schotters für eine möglichst günstige Verarbeitung der dynamischen Kräfte durch Dauerversuche festzustellen.

daß der Wärmeübergangswiderstand durch die Zwischenlage, wie erwartet, verringert wurde.

Wie aus der Abb. 1 hervorgeht, lehnt sich der Vorschlag der Verwendung von Aluminiumzwischenlagen absichtlich aufs engste der jetzigen, bewährten Schrumpfungverbindung von Radreifen und Felgenkranz an. Zur Anbringung des dünnen Aluminiumbleches muß lediglich der Felgenkranz auf eine bestimmte Breite etwa 1,2 mm tief ausgedreht werden. Durch das Stehenlassen der beiden Außenborde soll das Einbringen des Blechstreifens erleichtert und ein Ausweichen des Bleches unter dem hohen Schrumpfdruck verhindert werden.



Al. Blechstärke: 1,5 mm

Abb. 1. Wagenradsatz mit Metalleinlage zwischen Radreifen und Felgenkranz.

Abb. 2. Bleibende Durchwölbung geschwächter Radreifen infolge der Schrumpfspannungen.

Der grundlegend neue Gedanke ist hierbei die Verwendung einer Zwischenlage aus einem gewissermaßen plastischen Werkstoff, der außer einer besseren Wärmeleitfähigkeit als Stahl auch eine größere Ausdehnungsziffer als dieser hat. (Die Wärmeleitfähigkeit λ beträgt bei Aluminium und 100° Temperatur nach Landolt-Börnstein 0,49 gegenüber 0,14 bei Stahl. Die entsprechenden Werte für die lineare Wärmeausdehnung in mm/m bei 100° Temperatur sind 2,38 bzw. 1,17.) Durch diese drei Eigenschaften der Zwischenlage (geringere Härte, größere Wärmeleitfähigkeit und Wärmeausdehnung als Stahl) soll eine satte Auflage der beiden Schrumpfflächen stets gewährleistet und ein Wärmestau im Radreifen verhindert werden. Letzterer tritt besonders auf bei geschwächten Radreifen, die sich infolge der Schrumpfspannungen unter der in der Mitte der Lauffläche beginnenden Erwärmung durch die Bremsklotzwirkung durchwölben — vergleiche Abb. 2 — und bei den Speichenrädern, die häufig infolge Stauchung der Speichen nur zonenweise tragen. Die Stärke des Aluminiumbleches wurde auch zwecks Schonung des Felgenkranzes vorläufig zu 1,5 mm gewählt.

Das Aufbringen des Bleches auf den Felgenkranz macht keinerlei Schwierigkeiten. Nachdem dieser mit einem Schlicht-

span abgedreht ist, wird das saubere Blech in die 1,2 mm tiefe Eindrehung gelegt und dann mit Hilfe zweier gleichartiger Stahlbänder — vergleiche Abb. 3 — eng aufgezogen. Ein Aufwalzen des Blechstreifens erscheint überflüssig, wenn man berücksichtigt, daß der endgültige Sitz doch erst unter dem hohen Schrumpfdruck des warmen Radreifens erzeugt wird. Auch hat sich das Verfahren des Aufspannens als wesentlich einfacher erwiesen. Bei den Versuchen hat sich ein Aluminium vom Reinheitsgrad 99,5, Qualität halbhart und hart, der Vereinigten Aluminiumwerke, Zweigwerk Göttingen, wegen seiner guten Verformungsfähigkeit bewährt. Eine Korrosion des Aluminiumbleches ist kaum zu befürchten, da ein nennenswertes Eindringen von Feuchtigkeit in die Zwischenräume kaum möglich ist. Selbst wenn dies ausnahmsweise der Fall sein sollte, ist die Gefahr der zerstörenden Wirkung elektrolytischer Ströme bei der engen Nachbarschaft zwischen Aluminium und Stahl in der elektrolytischen Spannungsreihe sehr gering.

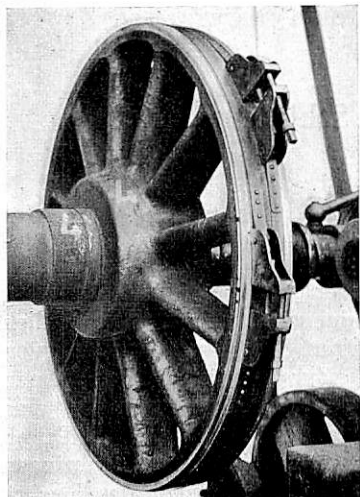


Abb. 3. Einpressen des Aluminiumbleches mit Hilfe zweier Stahlbänder.

Die Kostenfrage soll vorerst nicht näher erörtert werden. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß trotz der zusätzlichen Beschaffungskosten für das Aluminiumblech die Ausrüstung eines Radsatzes mit diesen Zwischenlagen wegen der sonst einfacheren Bearbeitung der Schrumpfflächen nicht mehr Kosten verursachen wird als ein Radsatz mit geschliffenen Anlageflächen.

Die Ergebnisse der praktischen Bremsfahrten, die vom Leiter der hiesigen technischen Abteilung bisher ausgeführt

wurden, sollen wegen der Raumbeschränkung nur kurz angeführt werden. Es wurden zunächst planmäßige Schleppversuche mit Radsätzen mit Scheibenrädern und ungeschwächten Radreifen bei gleichbleibender Geschwindigkeit ($v = 40$ km/h) durchgeführt, und zwar waren an jedem Rad immer zwei Bremsklötze wirksam (Klotzdruck 1400 kg). Das eine Rad des Versuchsradatzes hatte geschliffene Schrumpfflächen, das andere geschlichtete Anlageflächen mit einer Al-Zwischenlage von 1,5 mm Stärke. Während bei ersterem der Radreifen mit einem Schrumpfsitzübermaß von 1,37% aufgezogen war, hatte das Versuchsrad mit der Al-Zwischenlage ein solches von 1,70% erhalten, um der bleibenden Stauchung des Metalles und den Ungleichheiten der Blechstärke Rechnung zu tragen.

Der Bremsdruck wurde durch ein Manometer überwacht, die Temperaturen von Reifen und Felgenkranz wurden mit Hilfe von Thermoelementen und elektrischer Übertragung gemessen. Das Loswerden der Reifen wurde an dem Erlöschen einer kleinen zwischengeschalteten elektrischen Glühlampe erkannt.

Die Gesamtfahrzeiten mit ununterbrochener Bremswirkung bis zum Loswerden des Reifens liegen beim Versuchsrad mit Aluminiumzwischenlage im allgemeinen günstiger als bei dem Rad mit den geschliffenen Schrumpfflächen. Trotz wiederholter Bremsfahrten hat sich die Fahrzeit mit ununterbrochener Bremsung bis zum Loswerden des Reifens bei dem Versuchsrad bisher nicht verringert. Es ist abzuwarten, ob sich der Wärmeübergang bei den fortgesetzten Versuchen verschlechtert. Selbst wenn dies der Fall sein sollte, dürfte dem durch Wahl einer anderen Aluminiumqualität zu begegnen sein.

Wenn auch die bisherigen Versuche zur Verbesserung des Wärmeübergangs mit Hilfe von Aluminiumzwischenlagen noch keineswegs ein abschließendes Urteil über den Nutzen des Vorschlags zulassen, zumal auch die Versuche mit geschwächten Reifen mit Speichenrädern und Lokomotiv-Treibrädern noch nicht durchgeführt sind, so dürften die bisherigen günstigen Ergebnisse doch zu dem Wunsche ihrer Fortführung berechtigen.

Internationaler Eisenbahnverband.

In den letzten Jahren haben die verschiedenen Ausschüsse und Unterausschüsse des Internationalen Eisenbahnverbandes (I. E. V.) mehrere Tagungen abgehalten, wobei auch technische Fragen zur Behandlung kamen. Aus dem umfangreichen Arbeitsprogramm seien nachstehend die wichtigsten Punkte herausgegriffen.

Der V. Ausschuß (technische Fragen) hat am 15. Oktober 1930 in Venedig die Vorschläge des Unterausschusses über die Vervollständigung des Schemas für die Ausrüstung der Personenwagen mit elektrischer Beleuchtung unverändert angenommen. Das neue Schema entspricht den Vorschriften der internationalen elektrotechnischen Kommission; es soll nach Beschluß des Geschäftsausschusses vom Dezember 1930 bis zum 1. Januar 1932 an einer leicht ins Auge fallenden Stelle im Innern der Wagen, möglichst in der Nähe des Hauptschalters, angebracht werden. Für Wagen, deren Schema den bisherigen Vorschriften entsprach, läuft die Frist bis 1. Januar 1934. Ferner wurde die Anordnung der Anschriften an den Güterwagen und die Aufstellung von Musterzeichnungen dafür besprochen, damit die Bediensteten auch bei fremden Wagen die sie betreffenden Anschriften an der gleichen Stelle finden. Die kommerziellen Anschriften sollen auf der linken Seite der Längswand, die technischen Anschriften auf der rechten Seite der Langträger angebracht werden. Diese neuen

Bestimmungen sollen jedoch nicht in die „Technische Einheit“ aufgenommen werden. Die nach der Stellungnahme des Geschäftsausschusses — der endgültig entscheidenden Instanz des I. E. V. — vom Dezember 1930 in Paris anzubringenden Anschriften sind in der Zeitschrift des I. E. V. 1930, Seite 511 angeführt.

In gemeinsamer Sitzung mit dem Ausschuß „Austausch des Rollmaterials“ wurde die Frage der Zulassung offener Bremsersitze bei luftgebremsten Güterwagen mit Handbremse besprochen. Zu den Vorschlägen des Unterausschusses hat der Geschäftsausschuß in seiner Sitzung vom Dezember 1930 in Paris Stellung genommen; hiernach sind Verwaltungen, die ihre Güterwagen mit der durchgehenden Bremse ausrüsten und bei denen der Prozentsatz der Spindelbremse mit und ohne Bremserhäuser mehr als 25% beträgt, gehalten, den Prozentsatz nicht unter 25% herabgehen zu lassen. Die Verwaltungen, die am 1. Januar 1931 einen niedrigeren Prozentsatz hatten, sind gehalten mindestens den an diesem Tage vorhandenen Prozentsatz beizubehalten. Der Prozentsatz an Bremserhäusern ist nicht international festgelegt. Für die Ausrüstung der Privatgüterwagen mit durchgehender Bremse wurde der Prozentsatz der Wagen mit Handbremse, ausgeschieden nach den verschiedenen Wagengattungen bestimmt. Ferner müssen alle Privatgüterwagen, die für Züge

mit mehr als 80 km/Stde. bestimmt sind, eine durchgehende Bremse mit der Umstellvorrichtung „Personenzug—Güterzug“ haben.

Am 16. Oktober 1930 hielt der „Sonderausschuß für die selbsttätige Kupplung“ eine Sitzung ab, wobei zunächst die Statistik über die Zahl der Unfälle bei der Schraubenkupplung und der selbsttätigen Kupplung besprochen wurde. Aus den Erhebungen, die auf der amerikanischen Begriffsbestimmung der getöteten und verletzten Bediensteten beruhen, scheint hervorzugehen, daß die amerikanische selbsttätige Kupplung, wenn sie auch eine früher untragbare Lage entschieden verbessert hat, doch keineswegs der europäischen Schraubenkupplung gegenüber einen großen Vorteil hinsichtlich der Sicherheit des Personals bietet. Es kann daher, vom Standpunkt der Unfallverhütung betrachtet, eine selbsttätige Kupplung nur dann begutachtet werden, wenn die neue Kupplung weniger Gefahren für das Personal bietet. Die Statistik über die Kupplungsunfälle soll fortgesetzt werden, um die Gründe für die großen Unterschiede bei den verschiedenen Verwaltungen, die die Schraubenkupplung benützen, aufzuklären.

Es wurden ferner die Maßnahmen erörtert, die beim Übergang von der Schraubenkupplung zur selbsttätigen Kupplung zu treffen wären. Das in Japan eingeschlagene Verfahren (Herrichten der Fahrzeuge in den Werkstätten, dann Anbringen der neuen Kupplungen in den Bahnhöfen innerhalb 48 Stunden) kann nicht ohne weiteres auf den europäischen Bahnen durchgeführt worden, da hier insbesondere die größere Spurweite, die größere Widerstandsfähigkeit der Apparate und die damit verbundene bedeutende Gewichtsvermehrung hindernd im Wege stehen. Der Unterausschuß hatte daher eine zum Wegklappen eingerichtete vorläufige Übergangskupplung vorgesehen, um dem Kuppler den durch das „Berner Rechteck“ vorgesehenen Raum freizuhalten. Diese vorläufige Übergangskupplung würde in der ersten Zeit weggeklappt sein und könnte später bei Bedarf in einigen Augenblicken in Betriebsstellung gebracht werden. In einem späteren, sich auf Jahre erstreckenden Zeitabschnitt, würde die vorläufige Kupplung durch die endgültige ersetzt werden, während gleichzeitig die Rahmen verstärkt und später die Puffer in Wegfall kommen würden. Einer der Hauptvorteile dieses Verfahrens wäre der, daß sehr bald der Zeitpunkt erreicht werden könnte, von dem ab die Bediensteten nicht mehr zwischen die Puffer treten müssen. Wegen der langen Zeitdauer, in der die selbsttätige Übergangskupplung in Betrieb sein müßte, ist die Aufstellung von besonderen Bedingungen für diese Übergangskupplung gerechtfertigt.

Der Geschäftsausschuß des Internationalen Eisenbahnverbandes hat in den Sitzungen vom Dezember 1930 und November 1931 in Paris zu diesen Anträgen der Ausschüsse Stellung genommen und vorläufige Bedingungen aufgestellt, denen eine selbsttätige Kupplung entsprechen muß. Aus den Ausführungen (siehe Seite 513/1930 und 498/1931 u. s. f. Zeitschrift des I. E. V.) geht hervor, daß die Einführung einer selbsttätigen Kupplung auf jeden Fall ein sehr kostspieliges und schwieriges Unternehmen sein wird. Eine von der D. R. G. aufgestellte Wirtschaftlichkeitsberechnung ist im Jahrgang 1930/S. 516 der Zeitschrift des I. E. V. enthalten.

Die wesentlichsten technischen Anforderungen sind in 14 Bedingungen*) niedergelegt; die hauptsächlichsten Punkte sind:

Das vollständige Kuppeln zweier Fahrzeuge muß vorbehaltlich der in Punkt 4 zugelassenen Ausnahmen ohne Beihilfe

*) Zeitschrift des I. E. V. 1931, Seite 502; hieran schliessen sich (Seite 508) Richtlinien für die Anmeldung und Prüfung von selbsttätigen Kupplungen an. Weitere Ausführungen I. E. V. 1932, Seite 179 u. s. f.

oder Überwachung selbsttätig im Augenblick des Zusammenstreffens erfolgen. Die Kupplung muß sich gleich gut für Lokomotiven, Personen- und Güterwagen eignen. Alle zur Betätigung der Kupplung notwendigen Handhabungen müssen nur von einem Manne ausgeführt werden können.

Die selbsttätige Kupplung muß sich in zwei Ausführungsformen herstellen lassen, nämlich als Übergangskupplung und als endgültige Kupplung. Beide Bauarten müssen sich miteinander selbsttätig kuppeln. Die Übergangskupplung hat nur Zugkräfte zu übertragen; sie wird an der Zugvorrichtung vorhandener Fahrzeuge angebracht und muß sich in sehr kurzer Zeit (erwünscht ist ein Tag) in Betriebsbereitschaft bringen lassen.

Die endgültige Kupplung muß Zug- und Druckkräfte übertragen können. Sie wird so mit dem entsprechend durchgebildeten Untergestell verbunden, daß die Seitenpuffer später entfernt werden können. Sie muß auch ordnungsmäßig arbeiten, so lange die Seitenpuffer noch an allen Fahrzeugen vorhanden sind.

Die Fahrzeuge, die entweder die endgültige oder die Übergangskupplung besitzen, müssen ohne äußere Nachhilfe in Gleiskrümmungen von mindestens 135 m Halbmesser sicher kuppeln. Jedoch kann für die zwei- oder dreiachsigen Fahrzeuge, die in Krümmungen von kleinem Halbmesser außergewöhnlich große Ausschläge an ihren Stirnenden haben, eine Nachhilfe zugelassen werden. In jedem Falle muß der seitliche Greifbereich nach jeder Seite, von der Achse des Fahrzeuges aus gemessen, mindestens 200 mm betragen. Es muß möglich sein, mit vorher gekuppelten Fahrzeugen Gleiskrümmungen bis 90 m herab zu durchfahren. Die Kupplungen müssen sich in solchen Krümmungen mit Nachhilfe kuppeln lassen. Es ist erwünscht, daß dies auch in Krümmungen bis zu 50 m herab noch möglich ist.

Fahrzeuge ohne Seitenpuffer mit der endgültigen Kupplung müssen unter den ungünstigsten Bedingungen (Gleiskrümmungen, verschiedene Höhenlagen und Seitenausschläge der Kupplungen usw.) sicher kuppeln und zwar ebenso gut bei einer sehr geringen Auftreffgeschwindigkeit von 1 km/Stde. wie bei höheren, im Rangierdienst üblicherweise vorkommenden Geschwindigkeiten.

Es muß möglich sein, über Ablaufberge mit Wagen im gekuppelten Zustand zu fahren, ohne daß die Gefahr des Entkuppelns besteht. Das Entkuppeln muß aber an allen Stellen möglich sein. Die Kupplung darf sich im gewöhnlichen Betrieb nicht unbeabsichtigt lösen.

Die Kupplung ist so einzurichten, daß die Bremsleitungen selbsttätig verbunden werden. Dies muß auch bei der Übergangskupplung der Fall sein.

Die endgültige Kupplung muß eine Zerreißfestigkeit von mindestens 150 t und eine Druckfestigkeit von mindestens 200 t haben. Bei höherer Beanspruchung soll ein leicht auswechselbarer Teil brechen. Bei einer Zugkraft von 75 t darf keine bleibende Formänderung eintreten.

Die Zerreißfestigkeit der Übergangskupplung muß mindestens 80 t betragen. Bei einer Zugkraft von 50 t darf sie keine bleibende Formänderung erleiden.

Die Kupplungen müssen sich billig herstellen lassen und bei allen Witterungseinflüssen sicher wirken. Federn im Mechanismus sollen möglichst vermieden werden. Die dem Verschleiß ausgesetzten Teile müssen leicht ausgewechselt werden können.

Die Fahrzeuge eines Zuges müssen von jeder Zugseite aus durch eine einfache Vorrichtung gefahrlos und leicht entkuppelt werden können. Sie müssen sich auch entkuppeln lassen, wenn sie unter mäßiger Zug- oder Druckkraft stehen. Ferner muß möglich sein, die Kupplungen von jeder Seite des Fahrzeugs aus so einzustellen, daß entweder nach dem Lösen kein Wiederfangen eintritt oder daß nach dem Abstoßen die Köpfe ohne Bedienung wieder kuppelbereit sind.

Weitere Bestimmungen betreffen die räumliche Anordnung der Kupplung, die höchst zulässigen Seitenkräfte, die Anordnung von elektrischen und Dampfleitungen usw. Weiterhin sind auch Richtlinien für die Anmeldung und Prüfung von selbsttätigen Kupplungen aufgestellt und veröffentlicht worden.

In seiner Sitzung vom April 1932 in Lugano stellte der Sonderausschuß die Schwierigkeiten fest, die sich der Vornahme von Versuchen mit den nach diesen Richtlinien gebauten Kupplungen entgegenstellen. Es wurde darauf hingewiesen, daß der I. E. V. von sich aus keine Versuche vornehmen könne,

da er selbst weder über eigene Bahnen, noch über Geldmittel hierzu verfüge. Es solle versucht werden durch Vermittlung der verschiedenen Regierungen Geldmittel für Versuche zu erhalten, die unter Aufsicht des I. E. V. stattfinden sollten.

Der V. Ausschuß hat sich weiterhin auch noch mit einer Neufassung der „Technischen Einheit im Eisenbahnwesen“ beschäftigt. Ein Entwurf dieser neuen Fassung ist in der Zeitschrift des I. E. V. 1930, Seite 551 veröffentlicht.

Um den Verkehr von Gütern in Behältern einzuführen und zu erleichtern, wurde ein Preisausschreiben erlassen, unter Bekanntgabe der Bedingungen, denen die Behälter entsprechen sollen. Es wurde im weiteren Verlauf eine Anzahl von Behältern in Venedig einer Prüfung unterzogen. Die Versuche erlaubten gewisse Bedingungen für die Brauchbarkeit der Behälter im Betrieb, die Widerstandsfähigkeit und Wasserdichtigkeit festzulegen. Es hat jedoch keiner der vorgeführten Behälter den verschiedenen Proben vollständig genügt. Die Preisverteilung richtete sich daher hauptsächlich nach dem Wert der erreichten Teillösungen. In der Sitzung des Ausschusses für technische Fragen (Abteilung Fahrzeuge) vom April 1932 in Lugano wurde beschlossen, den vom Ausschuß für technische Fragen aufgestellten Entwurf von „Technischen Bedingungen, die von den nach dem 1. Januar 1933 gebauten Behältern (Containers) erfüllt werden müssen, um im zwischenstaatlichen Verkehr zugelassen zu werden“ dem Geschäftsausschuß zur Genehmigung vorzulegen. Der Entwurf unterscheidet zwischen einer schweren (Gesamtgewicht Behälter + Ladung 5 t) und einer leichten (2,5 t) Bauart der Behälter, sowie zwischen geschlossener und offener Bauart und gibt Einzelheiten über Größenabmessungen, Gewichte, Widerstandsfähigkeit, Auflageart, Türöffnungen in den Behältern, Vorrichtungen zum Aufhängen, Begrenzungslinien, Zolleinrichtungen usw. *). Ferner wurde in gemeinsamer Sitzung vom Ausschuß II (Güterverkehr) und IV (Austausch der Fahrzeuge) beschlossen, die aufgestellten besonderen Vorschriften für den Austausch der Behälter im internationalen Verkehr durch den Unterausschuß nochmals prüfen zu lassen. Bis zum Abschluß dieser Verhandlungen sollen die bisherigen Vorschriften angewendet werden.

Der Unterausschuß „Rollmaterial“ hat einen Entwurf der „Technischen Vorschriften für Behälterwagen zur Beförderung von verdichteten, flüssigen und unter Druck gelösten Gasen“ aufgestellt, der jedoch infolge eines Einspruches von deutscher Seite nochmals überprüft werden muß. Der Einwand bezog sich auf die Frage, ob bei mehr als zwei Behältern mit gesundheitsschädlichen Gasen auf einem Wagen diese unter sich durch Rohrleitungen verbunden sein sollen oder nicht. Bei kleineren Behältern sei es wegen der Ungenauigkeit der großen Gleiswagen nicht möglich, die Behälter mit dem Ladegut unter hohem Druck so genau zu füllen, daß noch ein ausreichender Gasraum für die Ausdehnung der Flüssigkeit beim Erwärmen vorhanden sei. Daher seien alle Behälter durch ein gemeinsames Sammelrohr zu verbinden. Von anderen Verwaltungen wird vorgebracht, daß diese Sammelleitungen selbst eine gewisse Gefahrenquelle bilden. Der Ausschuß sprach sich in der Mehrzahl für ein Sammelrohr aus. Die geänderten Vorschläge werden dem Geschäftsausschuß unterbreitet werden. Der endgültige Text soll als Anlage in das „Internationale Übereinkommen über den Güterverkehr“ (I. Ü. G.) aufgenommen werden.

Umfangreiche Erhebungen wurden von den Italienischen Staatseisenbahnen über die Temperaturen in Wärmeschutz- und Kühlwagen angestellt. Sie sind in der Anlage X zur Niederschrift über die Versammlung des Ausschusses für tech-

nische Fragen, Abt. Rollmaterial in Paris am 21./24. April 1931 enthalten. Die Versuche zeigten, daß im allgemeinen die Wärmeschutzwirkung genügend war, daß aber mit der Bauart des Wagens auch wesentliche Veränderungen der Schutzwirkung eintraten. Die Untersuchungen sind jedoch noch nicht soweit gediehen, daß besondere Bedingungen für den Mindest-Wärmeschutz für solche Wagen aufgestellt werden könnten. Die Angelegenheit wird daher einem Unterausschuß zur weiteren Behandlung überwiesen.

Der IV. Ausschuß (Austausch der Fahrzeuge) bzw. der Geschäftsausschuß haben auch zu der Frage Stellung genommen, ob die in Sevilla im Jahre 1926 aufgestellten Bedingungen zur gegenseitigen Annahme von Sonderwagen, die besonderer Wartung bedürfen, als verbindlich zu erklären seien. Es wurde jedoch beschlossen, diese Vorschriften als fakultativ zu betrachten. Der Geschäftsausschuß (Paris, November 1931) hat für die verschiedenen Arten von Wärmeschutzwagen und dergl. folgende Begriffsbestimmungen vorgeschlagen*):

Wärmeschutzwagen ist ein Wagen, dessen Kasten so gebaut ist, daß im Innern ein möglichst gleichbleibender Wärmegrad gewährleistet ist. Kühl- oder Heizeinrichtungen fehlen. Wände und Dach, gegebenenfalls auch Fußboden sind doppelt oder dreifach ausgeführt, mit oder ohne Isolierschicht; die Türen oder Fenster usw. haben luftdichten Verschuß.

Der *heizbare Wärmeschutzwagen*, ebenso gebaut, ist im Innern mit einer Heizeinrichtung ohne mechanische Anlage versehen.

Der *Kühlwagen* ist bei gleicher Bauart im Innern mit Kühleinrichtungen (Eis, Kältemischungen) versehen, die keine mechanische Anlagen erfordern.

Der *Gefrierwagen* gleicher Bauart besitzt mechanische Anlagen zur Herstellung eines bestimmten Wärmegrades im Innern des Kastens; er erfordert im allgemeinen besondere Wartung während der Beförderung.

Der II. und der IV. Ausschuß haben sich in Sitzungen in Paris und in Berlin mit der Frage der Revision der internationalen Vorschriften für Privatwagen (R. I. P.) und der Vereinheitlichung der Einstellungsbedingungen für Privatwagen befaßt. Der Entwurf des neuen „Internationalen Reglements für Privatwagen“ findet sich in der Zeitschrift des I. E. V. 1931, Seite 514, ein Entwurf von „Einheitlichen Bestimmungen zur Aufnahme in die Einstellungsbedingungen für Privatwagen“ auf S. 516 gleicher Zeitschrift. Die Bedeutung und die Zahl der von den verschiedenen Verwaltungen vorgebrachten Bemerkungen machten jedoch die Rückverweisung an den Unterausschuß notwendig.

Zur Frage „Verwendung und Betrieb der durchgehenden Güterzugbremse“ hat der Geschäftsausschuß in Paris im Dezember 1930 als verbindlich beschlossen, daß alle im internationalen Verkehr laufenden Güterwagen vor dem 1. Januar 1939 mit der durchgehenden Leitung sowie mit den zugehörigen Hähnen und Kupplungsschläuchen versehen sein müssen. Als international zugelassene Güterzugbremsen sind bisher die Bremssysteme Kunze-Knorr, Westinghouse, Drolshammer und Bozie anerkannt worden. Mit der Hildebrand-Knorrbremse wurden im Jahre 1931 in der Schweiz und in Deutschland Bremsversuche vorgenommen. Der Unterausschuß hat daraufhin einstimmig entschieden, daß diese Bremse die vorgeschriebenen Bedingungen erfülle. Der Ausschuß hat dementsprechend beschlossen, dem Geschäftsausschuß vorzuschlagen, die Konferenz für die Technische Einheit im Eisenbahnwesen um Zulassung der Hildebrand-Knorrbremse im internationalen Verkehr zu ersuchen. Weitere Änderungen von geringerer Bedeutung bezogen sich auf die

*) Vorhandene Behälter sollen auch weiterhin im internationalen Verkehr verwendet werden dürfen; es wird jedoch empfohlen, sie nach den neuen Bedingungen umzubauen.

*) Genaueres siehe Zeitschrift des I. E. V. 1931, 429 u. 522.

Kennzeichnung der mit durchgehender Druckluftbremse ausgerüsteten Güterwagen, auf die Anschrift des Bremsgewichtes und auf die Umstellvorrichtungen I. „leer — beladen“, II. „Güterzug — Personenzug“ und III. „Ebene — Gefälle“. Der Handgriff des Umstellhebels zu I soll senkrecht zur Fläche des Langträgers, die hierbei zu drehende Welle parallel zu den Radachsen sein und in der Stellung „leer“ nach links oben, bei „beladen“ nach rechts oben zeigen. Der Hebel zu II soll parallel zur Fläche des Langträgers gerichtet sein, in einer Kugel enden und in Stellung „Güterzug“ nach links oben, in Stellung „Personenzug“ nach rechts oben zeigen. Die hierbei zu drehende Welle muß parallel zu den Radachsen sein. Der Handgriff zu III soll die Form eines Ringes haben und durch Zurückdrücken (Stellung „Ebene“) oder Vorziehen („Gefälle“) betätigt werden. Außerdem sind die Farbanstriche der Handgriffe verschieden. Die Vorschläge werden dem Geschäftsausschuß zur Genehmigung vorgelegt und erst nach längerer Zeit bindend werden.

Zur Ermittlung des Bremsgewichtes, das an den Wagen anzuschreiben ist, ist in den Vorschriften des I.E.V. eine Bremsbewertungszahl γ angeführt. Diese Zahl wurde als 1 festgesetzt, wenn die Bremsung sich so schnell vollzieht, wie es die 33 Bedingungen für Güterzugbremsen im internationalen Verkehr zulassen; sie ist gleich 0,85, wenn die Bremsung sich so langsam vollzieht, wie es die unterste in diesen Bedingungen festgesetzte Grenze zuläßt und kann natürlich je nach der Bremsart entsprechende Zwischenwerte annehmen. Der Ausschuß hat Zeichnungen und Tafeln aufgestellt, die es den Verwaltungen gestatten sollen, auf einfache Art den für ihre Bremse charakteristischen Koeffizienten zu bestimmen und das Bremsgewicht an ihren Wagen anzuschreiben.

Der IV. und V. Ausschuß haben sich auch mit dem Übergang der Güterwagen zwischen Ländern mit verschiedener Spurweite durch einfachen Achswechsel an der Übergangsstelle befaßt. Der Geschäftsausschuß hat in seiner Sitzung vom November 1931 in Paris den von den Ausschüssen ausgearbeiteten Entwurf eines „Übereinkommens betreffend den Übergang der Güterwagen zwischen Ländern mit verschiedener Spurweite durch einfachen Achswechsel an der Übergangsstelle“ angenommen. Die jeweils beteiligten beiden Verwaltungen bestimmen selbst den Zeitpunkt des Inkrafttretens. Das Übereinkommen ist in der Zeitschrift des I.E.V. 1931, Seite 523 veröffentlicht und enthält bindende und empfehlende Bestimmungen.

Eine Reihe von Beschlüssen liegt über die Bauart und über Einzelteile zu Fahrzeugen vor. Die wichtigsten sind: Die Fahrzeuge müssen so gebaut sein, daß sie Krümmungen von 300 m und mehr Halbmesser ohne Spurerweiterung befahren können, ebenso Krümmungen von 250 bis zu 300 m Halbmesser mit 5 mm Spurerweiterung, von 200 bis zu 250 m mit 10 mm, von 150 bis zu 200 m mit 15 mm Spurerweiterung.

Vom 1. Januar 1940 ab werden im zwischenstaatlichen Verkehr nur noch Fahrzeuge mit Kupplungen zugelassen, deren Festigkeit mindestens 50 t beträgt (verbindlich).

Die Seitenpuffer der neu zu bauenden Güterwagen (vom 1. Januar 1933 ab) müssen eine derartige federnde Anordnung besitzen, daß das völlige Zusammendrücken jedes Puffers nur durch eine Druckkraft von mindestens 14 t erreicht werden kann (verbindlich). Das gleiche wird für vorhandene Fahrzeuge empfohlen, den Verwaltungen wird nahe gelegt mit neuen Stoßvorrichtungen von größerer Widerstandsfähigkeit Versuche vorzunehmen.

Über die Dampfheizeinrichtungen, die Faltenbalgübergänge, Gepäckhalter und die Bezeichnung der Raucher- und Nichtraucherabteile sind ebenfalls Beschlüsse

gefaßt worden (siehe Zeitschrift des I.E.V. 1931, Seite 427, 428, 432).

Als Empfehlung wurde die Einführung konventioneller Zeichen zur Kennzeichnung bestimmter Stellen und Lokale, die für das Publikum von Belang sind, in Bahnhöfen von besonderer internationaler Bedeutung vorgesehen. Die Zeichen sind auf sechseckigen Tafeln von 20 bis 30 cm Sechseckseite anzubringen. Es bedeutet z. B. ein Fragezeichen ? = Auskunftsstelle, ein kleines Haus = Zollstelle. Insgesamt sind 16 Zeichen vorgesehen*).

Im Ausschuß für technische Fragen (April 1931 in Paris) wurde auch die von einem Unterausschuß am 9. Februar 1931 in Brüssel behandelte Frage der Feststellung der dynamischen Wirkungen des Rollmaterials auf Eisenbahnbrücken erörtert. Infolge des Fehlens geeigneter Meßinstrumente kamen die Versuche jedoch bisher zu keinem Ergebnis, so daß deren Weiterführung nötig ist. Das gleiche ist der Fall bezüglich der Untersuchungen über den Einfluß der starken Kälte auf die Gleise, die von einem Unterausschuß unter dem Vorsitz von Rumänien fortgesetzt werden.

Auch die Untersuchungen über die Straßenverkehrszeichen an Wegübergängen in Schienenhöhe werden noch fortgesetzt in der Absicht bei den Wegbehörden auf eine Änderung der international vereinbarten Zeichen vor Wegübergängen hinzuwirken.

In der Abteilung „Elektrotechnik“ des V. Ausschusses wurden folgende Fragen behandelt:

Über den Anpressungsdruck der Stromabnehmer elektrischer Fahrzeuge konnte eine einheitliche Regelung nicht getroffen werden. Man vereinbarte daher, daß auf Gemeinschaftsbahnhöfen oder auf Gemeinschaftsstrecken die Bauart der Fahrleitungen den Betrieb der Stromabnehmer jeder der beteiligten Verwaltungen zulassen muß. Ferner muß auf jedem Gemeinschaftsbahnhof für elektrischen Zugbetrieb eine Einrichtung vorhanden sein, die, ohne den Betrieb des Bahnhofs zu stören, es erlaubt, an Teilen der elektrischen Lokomotiven, die betriebsmäßig unter der Fahrleitungsspannung stehen, gefahrlos Ausbesserungen oder Untersuchungen vorzunehmen. Dies können Gleise ohne elektrische Fahrleitung, oder Stromschiene, oder Gleise mit abschaltbarer Fahrleitung, die dann geerdet sein muß, sein. Die Länge dieses Gleisabschnittes soll 20 m größer als die Länge des größten in Betracht kommenden elektrischen Fahrzeuges sein. Weiterhin wurde ein Entwurf einer Umgrenzungslinie des lichten Raumes, der bei Stromschiene für den Durchgang der Transitwagen freigehalten werden muß, aufgestellt, der vom Ausschuß nach einigen Änderungen angenommen worden ist, aber noch der Genehmigung des Geschäftsausschusses bedarf.

Von dem „Internationalen Comité mixte über Material für elektrische Zugförderung“, an dem der I.E.V. beteiligt ist, wurde ein Entwurf von Vorschriften über Motoren für elektrische Zugförderung ausgearbeitet. Nach Prüfung durch den Unterausschuß wurden einige Änderungen vorgeschlagen. Der Entwurf enthält hauptsächlich Bestimmungen über die Prüfung von elektrischen Motoren, Erwärmungsgrenzen, Kommutierungsversuche usw. und muß noch von den verschiedenen Kommissionen und Verbänden, die diesem Comité mixte angehören, geprüft werden.

Ein Unterausschuß hatte auch die Symbole zu vereinheitlichen, durch die elektrische Triebfahrzeuge bezeichnet werden können. Dem Geschäftsausschuß wird vorgeschlagen, die Laufachsen durch arabische Ziffern, die Triebachsen durch große Buchstaben zu bezeichnen. Wenn dem großen Buchstaben ein kleines o folgt, so soll dies Einzelantrieb der Achsen

*) Näheres in der Zeitschrift des I.E.V. 1931, S. 433 nebst den zugehörigen Tafeln IV, 1—15.

bedeuten. Die Lauf- und Triebachsen, die in einem Gestell vereinigt sind, werden nach ihrer Reihenfolge ohne jedes Zwischenzeichen dargestellt. Die Zeichen für die Achsen, die in verschiedenen Gestellen gelagert sind, werden durch einen waagrechten Strich voneinander getrennt; endlich trennt das + -Zeichen die zu solchen Fahrzeugteilen gehörigen Symbole, die miteinander gekuppelt sind.

Umfangreiche Erhebungen sind ferner noch im Gange über die Störwirkungen der Starkstrom- und Hochspannungs-

anlagen auf Fernsprechleitungen. Der internationale beratende Ausschuß für den Telegraphenverkehr auf große Entfernungen (CCIT) hat Richtlinien zum Schutze der Telegraphenlinien gegen elektrische Störungen ausgearbeitet, die von einem Unterausschuß des I.E.V. überprüft werden. Ebenso sind für den Fernsprechverkehr auf große Entfernungen Fragen verschiedener Art zu klären, wobei eine Zusammenarbeit zwischen einem Unterausschuß des I.E.V. und verschiedenen internationalen Ausschüssen vorgesehen ist.

Rundschau.

Lokomotiven und Wagen.

Druckmeßvorrichtung für Lokomotiven.

Von Reichsbahnrat **R. Grimm**, Bamberg.

Infolge der auf den Steilrampen Rothenkirchen-Steinbach und Probstzella-Steinbach bei Fahrversäumnissen bestehenden Schwierigkeit, festzustellen, ob die Schuld an der Zug- oder Schiebelokomotive lag, wurde eine Druckmeßvorrichtung für die Schiebelokomotive entwickelt. Sie mußte möglichst einfach und dem rauhen Betrieb gewachsen sein, sowie keiner weiteren Behandlung, Bedienung und kostspieligen Unterhaltung bedürfen. Ferner mußten die gemessenen Drücke durch eine Schreibvorrichtung aufgezeichnet werden, damit die Ergebnisse verfolgt werden können. Aus den Streckenwiderständen und dem Reibungs-

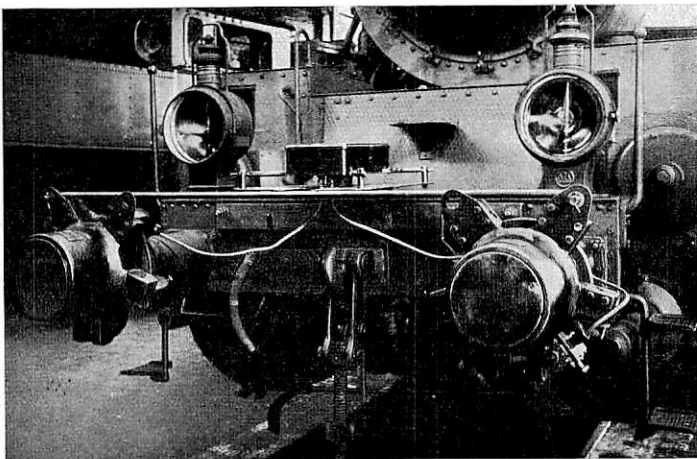


Abb. 1. Ansicht der Druckmeßdose mit Schreibvorrichtung.

gewicht der Lokomotiven ergab sich, daß mit den Lokomotiven neuerer Gattung mit einer möglichen Zug- bzw. Druckkraft bis zu 25 000 kg gerechnet werden mußte. Da nach den Angaben der Firma Losenhausenwerk A.-G. Düsseldorf-Grafenberg, welche die praktische Durchführung übernommen hatte, eine Überlastung der Meßdose nicht zulässig war, mußte die Druckmeßvorrichtung für die obengenannte Kraft gebaut werden, wenn auch zu erwarten war, daß gewöhnlich nur Druckkräfte von 10 000 bis 15 000 kg auftreten.

Die erste Ausführung der Druckmeßvorrichtung war so, daß auf jeder Meßdose eine Schreibvorrichtung zum Aufzeichnen der Druckkräfte angebracht war. Infolge der starken Krümmungen zeigten beide Meßdosen sehr verschieden und es mußten diese erst auf eine gemeinsame Grundlinie gebracht und ihre Summe gezogen werden, was erhebliche Arbeit verursachte. Es wurde daher ein Additionsschreibgerät hinzugefügt. Abb. 1 (Ansicht) und Abb. 2 (Draufsicht) zeigt die Ausführung der Druckmeßvorrichtung und ihre Befestigung am Puffer. Der auf die beiden Dosen ausgeübte Druck wird durch Kupferröhrchen auf das Additionsschreibgerät übertragen, welches die Summe der beiden Drücke aufzeichnet. Aus der Aufzeichnung können die Druckkräfte für die einzelnen Streckenabschnitte oder die mittlere Druckkraft zwischen zwei Bahnhöfen abgelesen werden. Wird die so erhaltene Druckkraft durch den jeweiligen Zugwiderstand,

der hier im wesentlichen durch den Streckenwiderstand gegeben ist, geteilt, so erhält man das geschobene Zuggewicht. Da der Papierstreifen mit einer Geschwindigkeit von 6 mm/Minute abläuft, ist auch die Fahrzeit gegeben.

Nachstehend folgen einige Zahlenangaben über den Belastungsanteil der Zug- und der Schiebelokomotive an den verschiedenen Stellen der Bahn. Als Schiebelokomotive wurde eine Gt 88.16 der Reihe 96^o verwendet. Die Strecke war Rothenkirchen—Steinbach mit Streckenwiderständen von 11,2 bis 29,0 im Mittel 17,6 kg/t von Rothenkirchen bis Förschendorf und 26,5 kg/t von Förschendorf bis Steinbach.

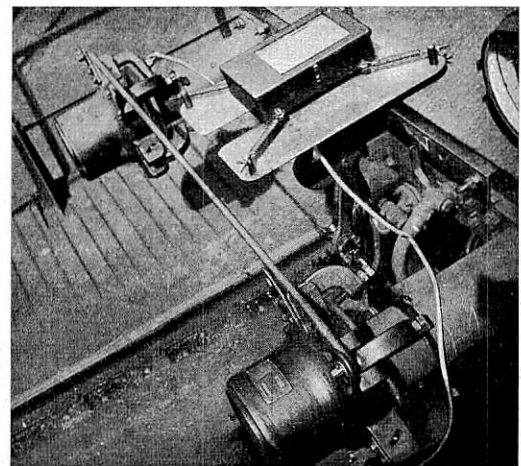


Abb. 2. Draufsicht der an der Lokomotive angebrachten Druckmeßvorrichtung.

Durchgangsgüterzug 6809 17. März 1932 mit 1021 t.

Dl	820	630	670	800	660	800	470	660	520	660
Zl	201	391	351	221	361	221	551	361	501	361

D-Zug 237 am 17. März 1932 mit 380 t.

Dl	500	480	440	430	520	306	505	420	450	420
Zl	—120	—100	—60	—50	—150	—74	—125	—40	—70	—40

D-Zug 49 am 19. März 1932 mit 500 t.

Dl	356	320	400	424	300	356	388	348	500	456
Zl	144	180	100	76	200	144	112	152	—	44

Um die Zugkraft in bestimmten Zeitpunkten vermerken zu können, wurde noch eine Kontaktvorrichtung angebracht, die vom Führerstand oder vom nächsten Wagen aus betätigt werden kann.

Es ist nun möglich, mit diesem Apparat die Leistungen der Zug- und Schiebelokomotiven einwandfrei festzustellen. Es können Unregelmäßigkeiten verfolgt werden und es kann der Kohlenverbrauch auch bei Beförderung der Züge durch zwei Lokomotiven in Beziehung zu den von jeder Lokomotive beförderten t/km gebracht werden.

Großraum-Gelenkwagen für Straßenbahnen.

Das Straßenbahnwesen hat dem Fahrzeugbau in den letzten Jahren recht bemerkenswerte Anregungen gegeben. Bis vor etwa 20 Jahren hatten sich für Straßenbahnzüge in den Grundzügen

ziemlich einheitliche Muster für Trieb- und Beiwagen herausgebildet. Danach jedoch begann ein Zeitraum der Neuerungen. Zu den Eigenheiten im kleinen, die naturgemäß bei den zahlreichen Straßenbahnverwaltungen verlangt wurden, kamen nunmehr recht einschneidende Abwandlungen der Fahrzeuggestaltung hinzu wie z. B. Mittel-einstiegswagen, mehrteilige Wagen, Jakobsbauart usw. Das Ziel, dem die meisten dieser Neuerungen mehr oder weniger erfolgreich zustreben ist der Ersatz des aus Trieb- und Beiwagen bestehenden Zuges durch ein geschlossenes Fahrzeug von etwa gleichem Fassungsvermögen aber besserer Raumausnutzung bei größter Bogenbeweglichkeit.

einstellung und die bauliche Ausbildung der Untergestelle ist jedenfalls beachtenswert.

Die beiden Achsen des Mittelwagens sind durch Lenkgestelle

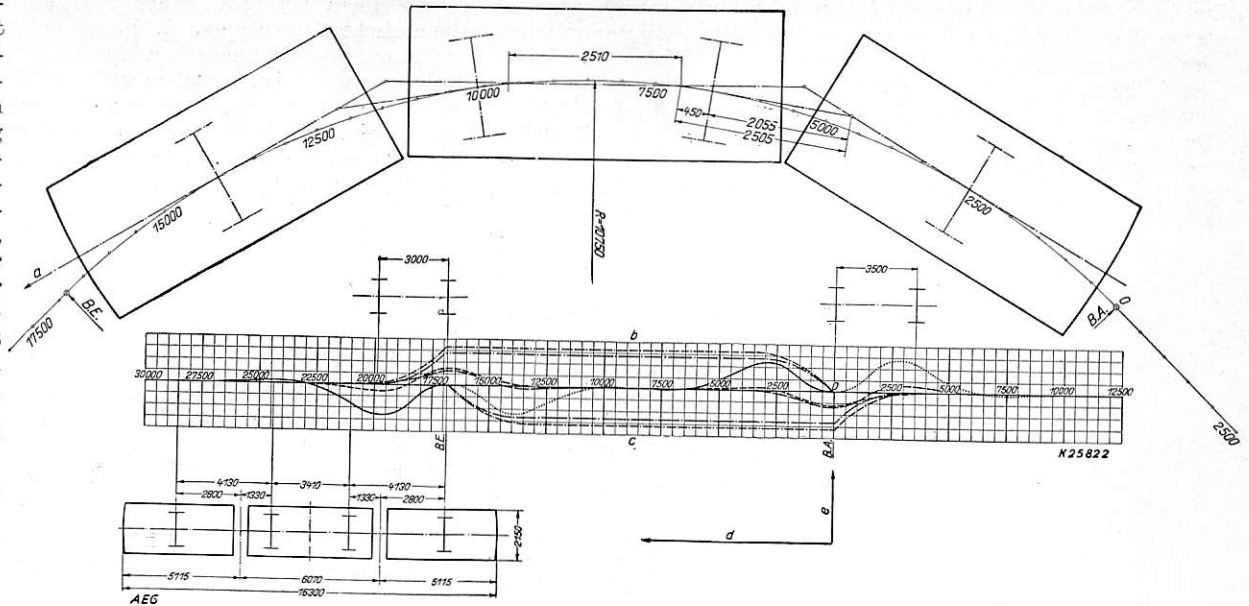


Abb. 1. Bogenlauf.

- a = Fahrrichtung.
- b = Bogenaußenseite.
- c = Bogeninnenseite.
- d = Gleisabwicklung.
- e = Tangente der Anschneidewinkel.

- = Achse 1.
- - - = „ 2.
- · - · = „ 3.
- · - · - · = „ 4.
- — — = Achsen bei festem Achsstand von 3 m.
- - - - - = desgl. von 3,5 m.

Der Aufschwung des Straßenverkehrs nach dem Kriege führte die Straßenbahnunternehmer auch zu Versuchen, die Behinderung des Wagenverkehrs durch die Straßenbahnzüge möglichst zu verringern und die Ausnutzung der Straßenbahnfahrzeuge durch vereinfachte Zugbildung, Beseitigung von Umsetzungen durch Endschleifen, Betrieb in einer Fahrrichtung zu verbessern. Dazu kamen Einflüsse auf die Einteilung des Innenraums aus dem Wunsche heraus, die Fahrbeamten zu entlasten oder den Schaffner zu ersparen.

Die verkehrlichen Fragen und die aus dem vorstehenden entsprungene Lösungsversuche für die Platzeinteilung und sonstige Innenausstattung der Straßenbahnwagen finden sich in anderen Veröffentlichungen. Hier sei mehr auf bemerkenswerte Neuerungen fahrtechnischer Art eingegangen, die auch die Aufmerksamkeit der Erbauer von Wagen für den großen Eisenbahnverkehr verdienen.

Anlässlich der diesjährigen Tagung des Internationalen Vereins der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen im Haag, wurde ein Gelenkstraßenbahnwagen vorgeführt, der das Fassungsvermögen zweier gewöhnlicher Straßenbahnwagen bei etwas geringerer Länge und toter Last bei günstigster Breitenausnutzung aufweist*). Er zielt auf dies durch Dreiteilung des Wagenkastens. Die einzelnen Teilwagen sind je für sich beträchtlich kürzer als gewöhnliche Straßenbahnwagen und können daher auch bei scharfen Gleiskrümmungen ohne wesentliche Breitenbeschränkung gebaut werden. Von den bisher bekannten Bauarten dreiteiliger Wagen weicht die Gesamtanordnung daher insofern ab, als man früher den Mittelteil, sei es mit oder ohne eigene Räder als kürzere Verbindungsbrücke zwischen zwei immer noch ziemlich langen Endwagen baute.

Dieser neue Straßenbahnwagen weist einen auf zwei Achsen ruhenden Mittelteil auf, während die Endteile nur je von einer Achse unterstützt werden und durch Deichseln an den Mittelwagen angelenkt sind. Nach landläufiger Auffassung dürfte die Übertragung dieser Achsanordnung auf große Eisenbahnfahrzeuge weder lauftechnisch begründet sein angesichts der viel größeren Krümmungshalbmesser, noch für die Ruhe des Laufes förderlich sein. Dennoch sind schon Vorschläge ähnlicher Art für den Schnellverkehr auf den Eisenbahnen gemacht worden. Die Art der Bogen-

Bauart Liechty zwangläufig gesteuert. Sie sind in Einachsdrehgestellen gelagert, die mittels angebauter Deichseln durch die ein-

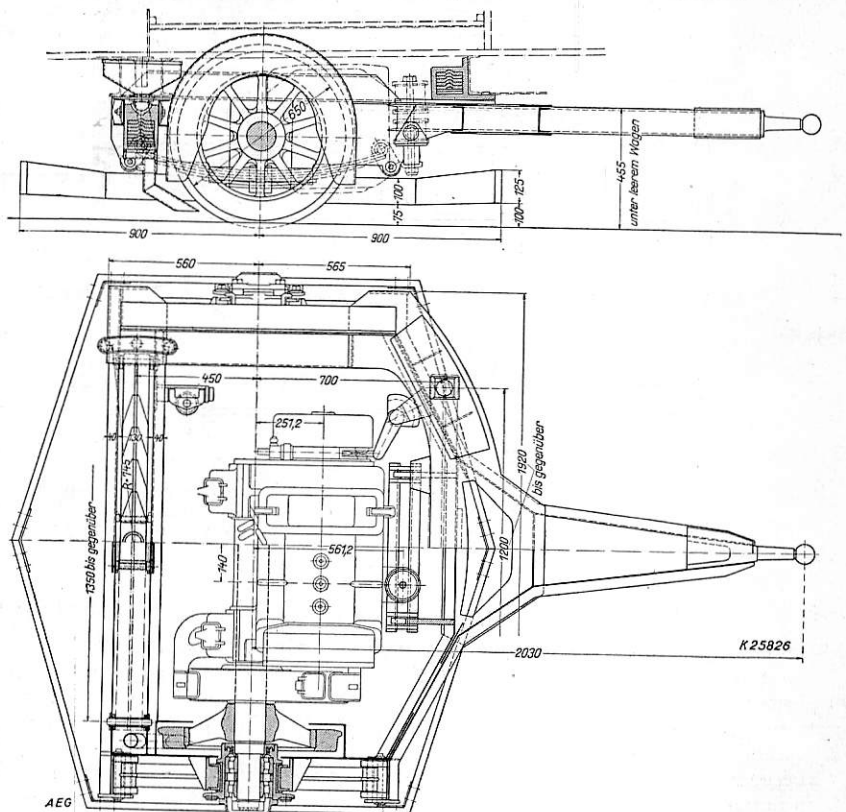


Abb. 3. Lenkgestell.

achsigen Endwagen bogengerecht eingestellt werden. Der Grundgedanke ist aus Abb. 1 erkennbar. Auch bei scharfen Gleisbögen werden sämtliche vier Achsen des Fahrzeugs nahezu genau nach

*) AEG-Mitteil. 1932, Heft 6.

dem Bogenmittelpunkt gerichtet. Die beim Übergang von der Geraden in den Bogen entstehenden Anscneidewinkel jeder einzelnen Achse sind durch das in dieser Abbildung mit verzeichnete Schaubild dargestellt und mit den Verhältnissen gewöhnlicher Wagen mit festen Achsen verglichen. Die Gesamtanordnung des Triebwagens zeigt Abb. 2. Alle drei Wagenteile sind ohne Quervände miteinander durch große Faltenbälge verbunden, so daß der Innenraum betrieblich eine Einheit bildet. Der Führersitz ist nur an einem Ende angeordnet. Zugleich weist nur die eine Seite Türen auf, so daß der Wagen also Kehrschleifen an den Streckenendpunkten voraussetzt. Ein kleiner

und würden sich nicht ohne weiteres auf Vollbahnfahrzeuge übertragen lassen. Die geometrische Einstellung dieser Gestelle ist offenbar günstig und einer geringen Abnutzung der Räder und Schienen sowie einem geringen Fahrwiderstand förderlich. Ob sie in dynamischer Beziehung, d. h. bezüglich ruhigen Laufs, Vermeidung von Schlingerbewegungen, zweckmäßig bemessener Federung usw. sich mit dem gleichen Vorteil auf Vollbahnfahrzeuge übertragen läßt, könnten nur Versuche auf breiterer Grundlage lehren. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie bei anderen Vorschlägen, Drehgestellwagen durch Lenkachswagen zu ersetzen (z. B. Dr. Bäseler).

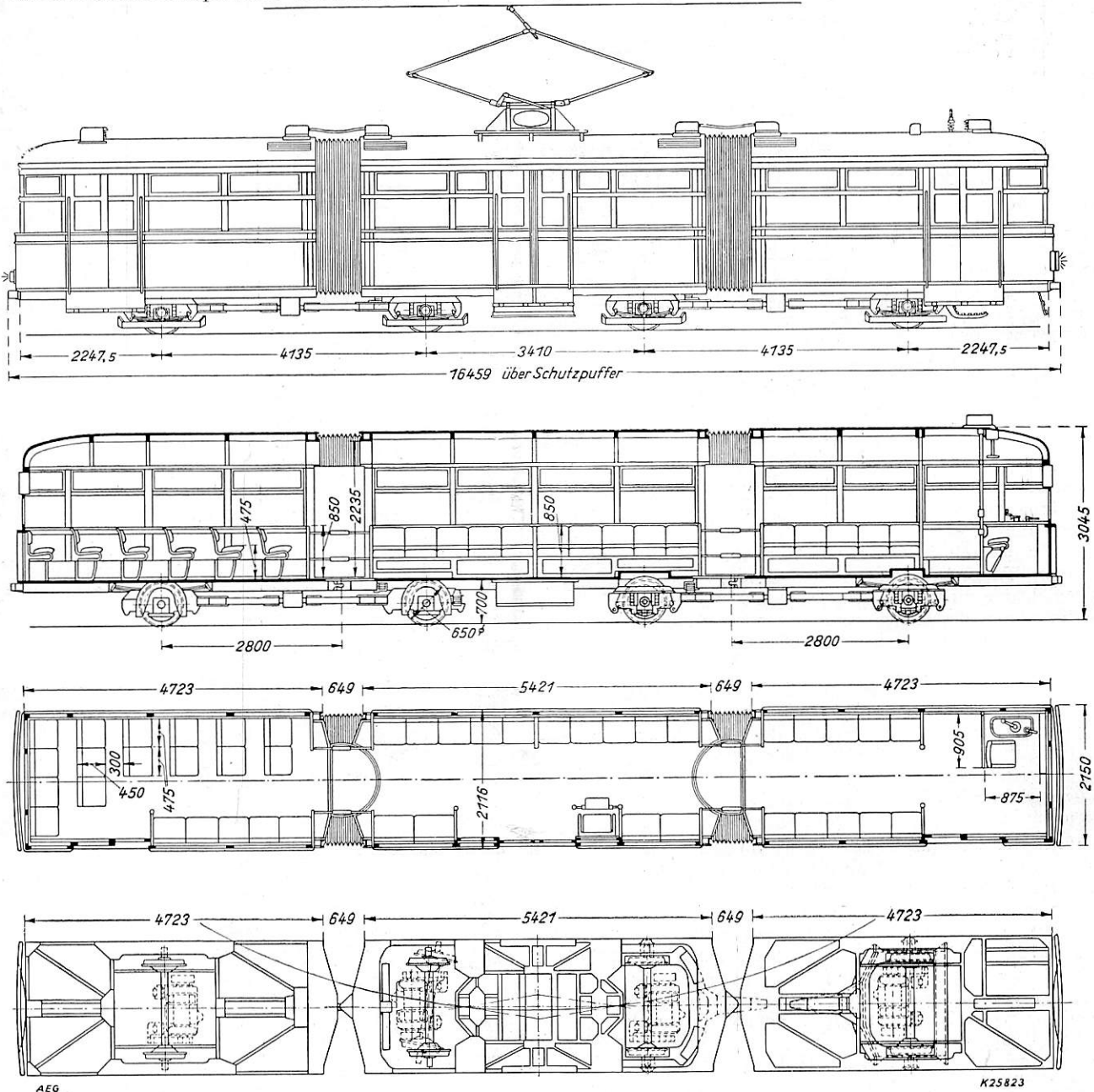


Abb. 2. Großraum-Gelenkwagen.

Hilfsfahrshalter am Hinterende ist für kurze Umstellbewegungen vorgesehen. Neben der mittleren Eingangstür befindet sich ein fester Schaffnersitz, an dem sämtliche Reisende vorbeikommen müssen. Wagenbaulich erfordert also die Verbindung an den Gelenkpunkten besondere Vorkehrungen für die Wand- und Fußbodenausbildung. Außerdem muß die Versteifung der jeder inneren Querwand entbehrenden Wagenkästen durch feste Verbindungen der entsprechend biegefest gestalteten Wandsäulen erzielt werden. Abb. 3 (Seite 451) zeigt die Gesamtanordnung eines Lenkgestells mit Deichsel, Treibachse und Motor. Seine Verbindung mit dem Kastenuntergestell und seine Abfederung entsprechen naturgemäß den straßenbahnmäßigen Baugrundsätzen,

In elektrotechnischer Beziehung folgt dieser neue Triebwagen der zur Zeit im Straßenbahnwesen viel beachteten Richtung, mehr oder weniger selbsttätig wirkende Schaltwerke mit Hilfsmotorantrieb zu verwenden, um den Fahrer von der Beobachtung richtiger Zugkraftabstufung zu befreien, indem das Fortschalten von einem Stromwächter abhängig gemacht wird. Zum Antrieb dienen vier Straßenbahnmotoren von zusammen 116 kW stündlich, die in üblicher Tatzbauart auf die Achsen gesetzt sind.

Der beschriebene Versuchswagen wurde gemeinsam von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft und der Wagenbauanstalt Christoph & Unmack in Niesky (Oberlaus.) entworfen und hergestellt. Tetzlaff.