

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

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

88. Jahrgang

15. Dezember 1933

Heft 24

Der elektrische Bahnbetrieb auf dem Internationalen Elektrizitäts-Kongreß in Paris 1932.

Von Ministerialrat Ing. Hugo Luithlen, Wien.

Der im Jahre 1932 von namhaften elektrotechnischen Vereinigungen veranstaltete Internationale Elektrizitäts-Kongreß in Paris befaßte sich auch mit der elektrischen Zugförderung. Über dieses Fachgebiet wurden von hervorragenden Fachleuten Berichte erstattet, die in maßgebender Darstellung den Stand des elektrischen Bahnbetriebes im Jahre 1932 erkennen lassen*). Im folgenden sollen einzelne Fragen der elektrischen Zugförderung in der Beleuchtung der Berichte dargestellt werden, wobei der Verfasser dieses Aufsatzes sich jeder Stellungnahme zu den Meinungsäußerungen der Berichterstatter enthält.

A. Wahl des Stromsystems.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika — im folgenden stets mit „V. St.“ bezeichnet — haben sich beide dort in ausgedehntem Maß verwendeten Stromsysteme, und zwar Gleichstrom verschiedener Spannung (600, 1500, 3000 V) und Einphasenwechselstrom (11000 V, 25 Hz), gut bewährt. Der Umstand, daß eine Anzahl der in den Jahren 1904 bis 1911 errichteten Einphasenstromlinien des Städteverkehrs auf Gleichstrom umgebaut wurden, wird unter anderem mit den (für diese Zeit leicht verständlichen) Schwierigkeiten erklärt, die sich aus der Notwendigkeit ergaben, die Triebfahrzeuge auf vorhandene Gleichstromstrecken übergehen zu lassen. Eine Vereinheitlichung des Stromsystems in den V. St. ist nicht zu erwarten. Jede Bahnverwaltung wählt das für ihre Betriebsverhältnisse am besten erscheinende System. Auch in letzter Zeit wurde sogar noch Gleichstrom niedriger Spannung (600 V) gewählt, und zwar für zwei Anlagen, deren Ausdehnung immer begrenzt sein wird. Die bedeutungsvollste in Ausführung begriffene Elektrisierung in den V. St. ist die Einführung der elektrischen Zugförderung auf der 360 km langen Linie New York—Washington, die von der Pennsylvania Railroad mit Einphasenwechselstrom 11000 V, 25 Hz durchgeführt wird. Das Netz wird eine Ausdehnung von 600 km Strecken- und 2600 km Gleislänge aufweisen. Aus einer dem Berichte beigegebenen Zusammenstellung ergibt sich, daß die elektrischen Linien der V. St. sich etwa folgendermaßen auf die Stromsysteme verteilen:

	Nach der elektrisierten Gesamtgleislänge	Nach dem Stromverbrauch
Gleichstrom 600 V	26 %	49 %
Gleichstrom mehr als 1000 V	35 %	19 %
Einphasenwechselstrom	39 %	32 %

Bemerkenswert erscheint der Hinweis, daß die in Europa gewählte Frequenz von $16\frac{2}{3}$ Hz von Lamme im Jahre 1902 vorgeschlagen worden ist. Die Wahl von 25 Hz in den V. St. wird mit der damals dort vorherrschenden Verwendung dieser Frequenz für Kraftübertragungen, und zwar auch für die Speisung von Unterwerken von Gleichstrombahnen, begründet.

Italien hat für die weitere Elektrisierung der Haupt- und Nebenbahnen Gleichstrom mit 3000 V Fahrdrachtspannung gewählt. In der Begründung dieser Wahl wird darauf hin-

*) Die Berichte können bezogen werden vom Congrès International d'Electricité de 1932, Paris VIII^e, 134 Boulevard Haussmann.

gewiesen, daß sich die Stromversorgung der Bahnen in die allgemeine Energieverteilung des Landes einordnen müsse, da die Bahnen im allgemeinen nur 8 bis 9 % der von den übrigen Industrien verbrauchten Energie verbrauchen. Auch eine weitere Elektrisierung der Bahnen werde dieses Verhältnis nicht wesentlich ändern. Die Einordnung erfolgt — wenn von unmittelbarer Verwendung von Drehstrom wegen der zweidrängigen Fahrleitung und wegen der eingeschränkten Geschwindigkeitsregelung abgesehen wird — am besten bei Gleichstrom. Auch bietet dieser die beste Möglichkeit, mit den geringsten Baukosten für die Bahn auszukommen, wobei als äußerste Grenze die Herstellung auch der Fahrleitung durch den bahnfremden Stromlieferer gedacht ist. Diese Feststellungen werden allerdings durch den weiteren Hinweis einigermaßen entkräftet, daß die Möglichkeit der Umwandlung von 50 Hz = Industriestrom in $16\frac{2}{3}$ Hz = Bahnstrom mit Hilfe von gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichtern den Einphasenwechselstrom mit niedriger Frequenz vielleicht in dieselbe günstige Lage versetzen wird, die jetzt der Gleichstrom inne hat. In diesem Zusammenhange erscheint auch eine vom Berichterstatter ausgesprochene Meinung bemerkenswert, weil sie zeigt, wie weit er den Kreis seiner Betrachtungen gezogen hat, daß bei der elektrischen Zugförderung in technischer Beziehung keine neuen wesentlichen Fortschritte zu gewärtigen seien, es sei denn, daß der Sammler geringeren Gewichts mit großer Leistung oder die drahtlose Energieübertragung erfunden werden würde. Hinsichtlich der für das Gleichstromsystem zu wählenden Fahrdrachtspannung scheint in den technischen Kreisen Italiens keine Einmütigkeit zu bestehen, da nach einer Bemerkung im Berichte manche Ingenieure die Wahl einer höheren Fahrdrachtspannung als 3000 V vorgezogen hätten. Es hängt dies mit der Frage der für den Gleichstrommotor noch zulässigen oberen Spannungsgrenze zusammen. Das Bedauern, bei 3000 V Gleichstrom stehen geblieben zu sein, findet sich auch in einem anderen Bericht, der auf einen in den V. St. gemachten Versuch mit 5000 V-Gleichstrom hinweist, der ein günstiges Ergebnis hatte. Der Betrieb mit Einphasenwechselstrom hat in Deutschland, Österreich, Schweden, Norwegen und in der Schweiz befriedigende Ergebnisse gezeitigt. Die Bedeutung der elektrischen Zugförderung mit Einphasenstrom ergibt sich bei einer vergleichenden Zusammenstellung der 25 größten elektrischen Bahnnetze der Welt aus der Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

	Gleichstrom 600 bis 800 V (Stadtbahnen)	Gleichstrom 1500 und 3000 V	Einphasenwechselstrom 15000 V $16\frac{2}{3}$ Hz und 11000 V 25 Hz	Drehstrom 3700 V
Jährlicher Energieverbrauch in Millionen kWh	1245	984	1391	293
Länge der für elektr. Betrieb ausgerüsteten Gleise in km (Januar 1931)	3931	6670	12608	2259

Hiernach nimmt der Einphasenwechselstrom (Europa + Amerika) sowohl hinsichtlich des Energieverbrauchs als auch hinsichtlich der Gleislängen den ersten Platz ein. Hierzu ist noch zu bemerken, daß die Zahlen der ersten Spalte (600 bis 800 V) sich auf die vier Stadtbahnnetze in New York, London, Buenos-Aires und Berlin beziehen, für welche eine andere Stromart als Gleichstrom überhaupt nicht in Betracht kommen kann.

Gründen sich die bisher angeführten Äußerungen und Angaben zumeist auf schon im Betriebe stehende Bahnen, so erscheint es doch auch interessant, die für die Planung einer Elektrisierung gemachten Angaben zu betrachten. Die Einführung der elektrischen Zugförderung in Polen sieht drei Stufen vor. Die erste betrifft den Nahverkehr von Warschau (107 km), die zweite (Erweiterung auf 764 km) umfaßt auch Fernbahnlinien, die dritte Stufe betrifft vor allem die Verstärkung des Verkehrs auf den dann elektrisierten Linien. Die Wahl fiel auf 3000 V Gleichstrom, weil die Bahnelektrisierung innig mit der (noch wenig entwickelten) allgemeinen Elektrisierung des Landes verknüpft werden soll und hierfür der hochgespannte Gleichstrom am geeignetsten erschien. Wenn man die Baukosten für die Elektrisierung für die einzelnen Ausbaustufen (ohne Übertragungsleitungen und ohne Umgestaltung der Fernmeldeanlagen) bei Verwendung von 3000 V-Gleichstrom gleich 100 setzt, so ergeben sich die in Zahlentafel 2 enthaltenen Vergleichsdaten. Der Vergleich wurde auf Grund von Angeboten der Weltgroßfirmen aufgestellt.

Zahlentafel 2.

Etappe der Elektrisierung	Gleichstrom		Einphasenwechselstrom 15000 V, 16 ² / ₃ Hz	
	3000 V	1500 V	Mit Umwandlung aus Drehstrom	Mit unmittelbarer Erzeugung
I	100 %	105,0	106,6	95,2
II	100 %	112,5	97,8	86,8
III	100 %	115,5	107,0	98,0

Eine im Jahre 1931 eingesetzte Studienkommission kam nach Erhebungen in Schweden, Frankreich, Italien, Österreich und in der Schweiz über die bei den verschiedenen Stromsystemen auftretenden Betriebskosten zu dem Schlusse, daß die festgestellten, bedeutenden Unterschiede in den Instandhaltungskosten nicht so sehr durch die Verschiedenheit der Stromsysteme als vielmehr durch andere Umstände (Vereinheitlichung des Materials, Werkstättenorganisation, Neigungsverhältnisse der Linien usw.) zu begründen sind. Nach der Meinung der Kommission ist daher für einen Betriebskostenvergleich in erster Linie der Strompreis maßgebend. Aus einer ausführlichen Zahlentafel des Berichtes ist zu entnehmen, daß bei einem jährlichen Gleichstrombedarf von etwa 41 bzw. 178 bzw. 346 Mio kWh für die Ausbaustufen I, II und III der Strompreis beim unmittelbar erzeugten Einphasenwechselstrom (15000 V 16²/₃ Hz) um etwa 9 bis 14 % höher ist als beim Gleichstrom (3000 V). (Der aus Drehstrom umgewandelte Einphasenwechselstrom ist um etwa 14 bis 20 % teurer als der Gleichstrom).

Der Verwendung von Einphasenwechselstrom mit 50 Hz als Fahrdrahtstrom ist ein eigener aus Frankreich, dem klassischen Lande des Gleichstroms, stammender Bericht gewidmet. Die Verfasser erklären, die Frage stehe selbst für Frankreich, obwohl es sich für die Hauptlinien zugunsten des Gleichstroms entschieden hat, in Ansehung der Nebenlinien und der Kolonien noch auf der Tagesordnung. Die Wichtigkeit der Frage wird begründet einerseits mit den „bekanntenvorteilen“ der Einphasenwechselstromzugförderung (angeführt werden: Einfachheit der Fahrleitung, Anwendbar-

keit hoher Spannung und Wegfall von rotierenden Umformern in den Unterwerken) andererseits mit dem Wunsche, den Bahnverbrauch in das Netz der allgemeinen Energieverteilung (mit 50 Hz) einzuordnen. Der Bericht beschäftigt sich eingehend mit den für den direkten Betrieb mit 50 Hz geeigneten Motoren (Repulsionsmotoren, Krupp-Motor) ohne aber des ventilgesteuerten Einphasenmotors zu gedenken, ferner mit den Umformerlokomotiven und endlich mit der einphasigen Belastung eines Drehstromnetzes. Dagegen bleibt die Möglichkeit der Entnahme von Einphasenstrom niedriger Frequenz aus einem Drehstromnetz normaler Frequenz mit Hilfe von gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichtern unerwähnt. Die Verfasser des Berichtes stellen denn auch die Frage nur zur Erörterung und entschuldigen sich wegen der Unvollständigkeit ihrer Erhebungen über bestehende Einrichtungen.

B. Wirtschaftlichkeit der Elektrisierung.

Über diese Frage finden sich in den Kongreßberichten einzelne bemerkenswerte Hinweise. Hinsichtlich der Einphasenbahnen weist der Bericht von Wechmann auf zwei ausführliche Veröffentlichungen hin. Die Veröffentlichung über die Schweizer Bundesbahnen bezieht sich auf das Jahr 1929 und weist nach, daß das für die Elektrisierung aufgewendete Kapital sich in diesem Jahre mit 6,3 % verzinst hat, während der Kapitalsdienst 5,5 % erforderte. Wenn die durch die Kriegsverhältnisse verursachte Überteuering der Anlagen durch einen Abschlag vom Kapital berücksichtigt würde, der Rechnung also die dem Jahre 1929 entsprechenden Baukosten zugrunde gelegt würden, ergäbe sich eine Verzinsung von 6,6 %. Die Elektrisierung der Linie Stockholm—Göteborg rentierte sich im Jahre 1928 mit 4,9 %, während der Kapitalsdienst 4,6 % erforderlich machte. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß es sich um eine Linie mit beschränktem Verkehr und ohne große Steigungen handelt (Energieverbrauch 1928 nur 145000 kWh/km) und daß die Personalsparnis durch einmännige Lokomotivbesetzung bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung nur teilweise berücksichtigt worden ist. Ferner bemerkt der Bericht, daß das wirtschaftliche Ergebnis der Elektrisierung in Schweden durch die Anwendung von Drehstrom*) mit Umwandlung in jedem Unterwerk ungünstig beeinflusst wird. In einem anderen Bericht wird darauf hingewiesen, daß die Ersparnisse an Brennstoffkosten im allgemeinen nicht genügen, um die Elektrisierung wirtschaftlich zu machen und daß die Bilanz zugunsten der Elektrisierung durch die Ersparnisse bei der Instandhaltung der Lokomotiven verbessert wird. Der Lokomotivstand kann gegenüber dem Dampftrieb auf die Hälfte vermindert werden. Elektrolokomotiven großer Geschwindigkeit weisen jährliche Leistungen von 100000 km auf; zwischen zwei Untersuchungen werden von Gleichstromlokomotiven 300000 km und mehr geleistet. Auf den Lokomotivkilometer gerechnet sind die Instandhaltungskosten (samt Kapitalsdienst) bei den Elektrolokomotiven $\frac{1}{3}$ der Kosten bei Dampflokomotiven. Durch eine weitgehende Vereinheitlichung der Elektrolokomotiven und deren Bestandteile läßt sich eine Verminderung des Lokomotivstandes um 5 bis 10 % und eine Verringerung der Instandhaltungskosten um rund 20 % erzielen.

Ein englischer Bericht weist auf den Bericht einer von der englischen Regierung zum Studium der Elektrisierung der elektrischen Bahnen eingesetzten Kommission (Vorsitz Lord Weir) hin, der den „glühendsten Verfechtern der Elektrisierung der Hauptbahnen“ recht gibt. Auf Grund eigener Studien des Berichterstatters (Dawson) werden einige für die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes grundlegende Angaben gemacht, so die in Zahlentafel 3 enthaltenen Daten.

*) Die Wahl dieses Systems ist nach dem gleichen Bericht als durch die Verhältnisse gegeben anzusehen.

Zahlentafel 3.

	Beim elektrischen Betriebe sind gegenüber dem Dampfbetriebe	
	die erreichten mittleren Geschwindigkeiten größer um %	die Betriebskosten einschließlich Stromverteilungsanlagen und Unterwerke, aber ohne Kapitalsdienst niedriger um %
Bei Güterzügen geringer Geschwindigkeit	33	41
Bei Güterzügen großer Geschwindigkeit	25	29
Bei Personenzügen	25	45
Bei Schnellzügen der Hauptlinien	unbedeutend	36

Die Kosten für die Ausbesserung, Erneuerung und Instandhaltung der elektrischen Triebfahrzeuge beträgt etwa 40 % der Kosten bei Dampflokomotiven. Die ganzen Zugförderungskosten machen (im Dampfbetrieb) bei den englischen Bahnen etwa 27 % der Gesamtausgaben aus; etwa 10 % hiervon können beim elektrischen Betrieb erspart werden. Diese Ersparnis kann 1% des Gesamtkapitals betragen. Da die Dividende bei den englischen Bahnen zwischen 3 bis 4 % schwankt, könnte durch die Elektrisierung eine Verbesserung der Dividende um 1/4 bis 1/3 erzielt werden. Die bei Einführung des elektrischen Betriebs auf allen englischen Eisenbahnen erzielbaren Ersparnisse entsprechen einem Gewinn von 7 bis 10 % des aufgewendeten Kapitals. Dieses Kapital verteilt sich etwa folgendermaßen:

- a) Fahrleitungsanlagen
 - über Verkehrsgleisen 31,0 %
 - „ Remisengleisen 11,0 %
 - b) Stromverteilung von den Unterwerken zur Fahrleitung 5,5 %
 - c) Elektrolokomotiven und Triebwagen, Ersatzstücke, Werkstätten usw. 48,0 %
 - d) Änderungen an den Gleisen, Signalen usw. 4,5 %
- 100 %

Die Unterwerke erscheinen in dieser Zusammenstellung nicht, da sie vom Stromlieferer auf eigene Kosten gebaut werden sollen. Ein Teil der Energie wird von passend gelegenen Kraftwerken direkt geliefert, ein Teil aus der Landessammelschiene bezogen werden. Bei einem Ausgangspreis von 0,25 pence je kWh ab Kraftwerk ergibt sich ein Preis von 0,55 pence für den umgeformten Gleichstrom ab Unterwerk.

Im Bericht über die Elektrisierung der polnischen Bahnen wird darauf hingewiesen, daß die Elektrisierung in Polen auf jenen Linien finanziell gerechtfertigt wäre, die einen Verkehr von jährlich mindestens 4 bis 5 Millionen Gesamtlasttonnen je Linienkilometer aufweisen. Aus der im gleichen Bericht enthaltenen Wirtschaftlichkeitsrechnung, die für drei bestimmte Linien aufgestellt wurde und die sich hinsichtlich der Baukosten vergleichsweise auf die von Parodi für die Elektrisierung der französischen Bahnen angenommenen Preise bezieht, ist die in Zahlentafel 4 zusammengestellte Verteilung der Baukosten zu entnehmen:

Zahlentafel 4.

	1. Linie %	2. Linie %	3. Linie %
Unterwerke	10	12	9,4
Fahrleitung	28,3	45	40
Werkstätten usw.	3	2	2
Rollendes Material	58,7	41	48,6
	100	100	100

Die Linien sind gekennzeichnet durch folgende Daten:

	1. Linie	2. Linie	3. Linie
Betriebslänge	310 km	407 km	333 km
Jährliche Gesamtlast-Tonnenkilometer	8267 Millionen	3138 Millionen	4269 Millionen
Jährlicher Energiebedarf kWh	229,8 „	84,4 „	100 „

Die durch die Elektrisierung zu erzielenden Ersparnisse betragen nach den angestellten Berechnungen bei der ersten Linie 20 %, bei der zweiten Linie 8,9 % und bei der dritten Linie 16,5% der (um den Inventarwert der Dampflokomotiven verminderten) Baukosten der Elektrisierung.

Der Bericht weist ausdrücklich darauf hin, daß die Kosten für die (von bahnfremden Werken zu beziehende) elektrische Energie bei der ersten Linie höher und bei den beiden anderen Linien nicht viel niedriger sind als die Kohlenkosten beim Dampflokomotivbetrieb und daß die Ersparnisse beim elektrischen Betrieb bei anderen Ausgabenposten (insbesondere Personal und Lokomotiverhaltung) zu finden sind. Der mittlere Kohlenpreis je Tonne ist nach der Statistik von 1928 bis 1929 für Lokomotivkohle mit 83 frz. Francs am Heizhaus, für Kraftwerkskohle (Staubkohle) mit 59 bis 62 frz. Francs am Kraftwerk angenommen.

Erwähnenswert ist auch die in einem Bericht über Bahnbetrieb mit hochgespanntem Gleichstrom aufgestellte Verteilung der Betriebskosten:

	Dampf-betrieb %	Elektr. Betrieb %
Brennstoff	34,2	—
Elektrische Energie	—	16,6
Instandhaltung der Lokomotiven	24,6	12,9
Verzinsung und Tilgung des Lokomotivkapitals	8,7	12,7
Lokomotivpersonal	32,5	21,5
Instandhaltung der elektrischen Anlagen	—	5,3
Verzinsung und Tilgung der festen elektrischen Anlagen	—	15,5
Personal der elektrischen Anlagen	—	15,5
	100	100

C. Gründe für die Elektrisierung.

Für die V. St. werden die Gründe für die Elektrisierung der Bahnen folgendermaßen zusammengefaßt:

„Die Unterdrückung der Rauchentwicklung in den Tunneln und Städten (oft von den Behörden vorgeschrieben), die Entlastung der Endbahnhöfe, Erhöhung der Ausnutzungsmöglichkeiten und der Leistungsfähigkeit auf Linien mit schweren Zügen und auf Gebirgsstrecken, Wirtschaftlichkeit des Betriebs auf Linien mit sehr großem Verkehr, Verbesserung des Betriebs hinsichtlich der Geschwindigkeit, Reinlichkeit und des die Kundschaft anziehenden Comforts.“ Für die 39 im Bericht behandelten elektrischen Bahnen werden die Gründe nach folgender Einteilung angeführt: Behördlicher Auftrag in 10, „Tunnel“ in 14, „Steigung“ in 6, Erhöhung der Verkehrsleistung in 24, Verbesserung des Betriebs in 12, Wirtschaftlichkeit in 16 Fällen.

In Polen erhofft man sich von der Elektrisierung die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit und der Leistungsfähigkeit der Bahn, ferner eine Verminderung der Betriebskosten.

In den Vordergrund getreten ist die Elektrisierung in Polen durch die Herstellung einer Querlinie durch die Stadt Warschau, für welche Linie große Leistungsfähigkeit und Rauchfreiheit gefordert werden muß.

D. Energieversorgung.

In den V. St. hatten es die Eisenbahngesellschaften im Anfang für notwendig gehalten, selbst Kraftwerke, von denen viele noch jetzt in Betrieb sind, zu bauen. Bei den geplanten Anlagen wird die Energie von den großen Stromlieferungsunternehmen für Licht und Kraft beigestellt werden, was wegen der größeren Mannigfaltigkeit der Last, einer größeren Leistungsreserve und geringerer Gestehungskosten für vorteilhafter gehalten wird. Bei einer großen Anzahl von Gleichstromanlagen hat man die unmittelbare Belieferung der Bahnunterwerke durch die Elektrizitätsgesellschaften zu erlangen gesucht, um die Erbauung von Übertragungsleitungen längs der ganzen Bahnlinie zu ersparen. Nach der Statistik sind von den 39 dort behandelten, in Betrieb stehenden Bahnen nur vier ganz ohne Fremdstrombezug. Bei den europäischen Einphasenstrombahnen wurde anfangs die Energie in den meisten Fällen in Einphasenmaschinen und zwar in eigenen Bahnkraftwerken erzeugt. Die neuere Entwicklung führte zum Strombezug aus Kraftquellen, die auch der allgemeinen Energieversorgung dienen, sei es mit direkter Erzeugung und Verteilung auch von Einphasenstrom (Bayern), sei es mit Umformung des aus dem allgemeinen Verteilungsnetz entnommenen Drehstroms in Einphasenstrom (Schweden). Bei der Linie Stockholm—Göteborg konnte mit Rücksicht auf die dort vorherrschenden Verhältnisse (Bestand eines sehr leistungsfähigen Drehstromnetzes, vergleichsweise geringer Energiebedarf der Bahn) die Errichtung von Einphasenkraftwerken und eigenen Übertragungsleitungen nicht in Betracht kommen. Für die neuesten Elektrisierungen in Deutschland (Stuttgart—Karlsruhe und Mannheim—Basel) wurde festgestellt, daß (bei einem Energieverbrauch von 470 000 kWh/km) die Umformung Drehstrom-Einphasenstrom teurer wäre, als die Einphasenstrom-Erzeugung und -Verteilung, und zwar in erster Linie wegen des geringen Wirkungsgrades (85 %) der rotierenden Umformer. Entwickeln sich die gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichter in der zu erhoffenden Weise, so dürfte in Zukunft die Speisung der Einphasenbahnen mit Hilfe dieses Systems aus dem allgemeinen Drehstromnetz erfolgen. Da die deutschen Bahnen im Jahre 1930 bei einer Gesamtdrehstromerzeugung Deutschlands von 29 Milliarden kWh nur etwa 300 Millionen kWh an Wechselstrom verbraucht haben, kann vor erfolgter Elektrisierung der wichtigen Linien des deutschen Bahnnetzes mit einer noch mehr überwiegenden Entwicklung des Drehstromnetzes gerechnet werden. Wenn dann eine eigene Einphasenstromübertragung vermieden werden kann, wird es die allgemeine Wirtschaft fördern. Ein Bericht über Gleichstrombahnbetrieb tritt für die Energieversorgung aus den allgemeinen Elektrizitätswerken ein und hält die Energieerzeugung in bahneigenen Kraftwerken nur in Sonderfällen (z. B. Fehlen von allgemeinen Elektrizitätswerken in der Nähe der Bahn, Möglichkeit der Herabsetzung des Bahnstrompreises durch Abgabe an erträgnisreichere Verwendungen) für gerechtfertigt. Wenn der von bahnfremden Werken zu kaufende Strom nicht durch Gesetz oder Vertrag festgesetzt ist, kann die Bahn bei Vorhandensein eines genügenden Wettbewerbs zwischen mehreren Elektrizitätswerken ihren Energiebedarf günstig durch Kauf decken. Um das für die Elektrisierung erforderliche Baukapital möglichst zu verringern, kann soweit gegangen werden, daß die bahnfremde stromliefernde Unternehmung den Strom an den Stromabnehmer der Lokomotive liefert, also auch den Bau und Betrieb der Fahrleitungsanlagen übertragen erhält. Es kann ein Übereinkommen getroffen werden, daß die Bahn dem

Stromlieferer eine jährliche Summe in der Höhe der Kohlenkosten des ersetzten Dampfbetriebs, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Ersparnissen bezahlt, die bei der Elektrisierung erzielt werden.

Für die Elektrisierung der englischen Bahnen ist die Entnahme der Bahnenergie aus dem Landesdrehstromnetz geplant, dessen Ausbau von einem eigenen staatlichen Zentralelektrizitätsbureau überwacht wird. Bei vollständiger Elektrisierung der englischen Bahnen würde jährlich eine Energiemenge von 6500 Millionen kWh (ab Unterwerk) verbraucht werden. Diese Energiemenge würde rund 10 % der Gesamt- abgabe dieses Landesnetzes entsprechen.

Die Bahnelektrisierung in Polen soll Hand in Hand mit der allgemeinen Landeselektrisierung vor sich gehen, die noch wenig entwickelt ist. Die Bahnunterwerke werden demnach die Energie von den allgemeinen Drehstromkraftwerken beziehen und in 3000 V-Gleichstrom umwandeln.

E. Unterwerke.

Ein Bericht stellt fest, daß die Unterwerke für die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom (in Frankreich, Marokko, Algerien usw.) in steigendem Maße mit Quecksilberdampfgleichrichtern ausgestattet werden und daß die Verwendungsmöglichkeit des Gleichrichters sich noch erhöhen wird, sobald er die Stromrückgewinnung gestatten wird.

Ein anderer Bericht weist auf die Vorteile von fahrbaren Umformerwerken mit Quecksilberdampfgleichrichtern hin: Ersparnisse beim Bau und im Betrieb gegenüber einer Gebäudestation in der Größenordnung von 50 %, Zeitersparnis beim Bau, Möglichkeit der Reparatur eines ganzen Umformerwerkes — nach dessen Ersatz durch ein anderes — in einer Werkstätte, Erhöhung der Leistungsfähigkeit einer Linie in wenigen Stunden usw. Weiter wird im Berichte über Wechselstrom-Zugförderung festgestellt, daß bei Einphasenbahnen mit 15000 V, $16\frac{2}{3}$ Hz der Abstand der Unterwerke voneinander mit 70 bis 80 km gewählt werden kann, wobei ein Unterwerk im Störungsfalle den Betrieb mit einseitiger Speisung aufrecht zu erhalten imstande ist. Verzichtet man hierauf, so kann der Abstand der Unterwerke wesentlich über 100 km vergrößert werden. Gestützt auf die günstigen Erfahrungen hinsichtlich der Betriebstüchtigkeit der Anlagen wurden in letzter Zeit solch größere Abstände gewählt, so auf der Linie Stockholm—Göteborg 94 bis 128 km und für die Linie Augsburg—Stuttgart 137 km. Der Bericht erwähnt dann noch die Besonderheiten eines Bahnunterwerkes hinsichtlich der Kurzschlußspannung der Transformatoren, der robusten Bauart der Schalter, die auch die in den Lokomotiven entstandenen Kurzschlüsse abschalten müssen, endlich der in den Unterwerken angeordneten Einschaltwiderstände.

F. Elektrische Bremsung.

Der Frage der elektrischen Zugsbremsung und insbesondere der Stromrückgewinnbremse ist in mehreren Berichten Raum gegeben. Als Vorteile der elektrischen Bremse erwähnt ein Bericht die Erhöhung der Fahrtsicherheit und die Ersparungen an Radreifen und Bremsklötzen; bei der Stromrückgewinnung außerdem die sehr nennenswerte Stromersparnis. Letztere Bremsart hat gewisse Nachteile: Abhängigkeit von der Fahrdrachtspannung und deren Folgeerscheinungen, Erhöhung des Lokomotivgewichtes usw. Die Widerstandsbremse ist einfacher, leichter zu bedienen und von größerer Sicherheit. Die elektrische Bremsung (Widerstandsbremse und Stromrückgewinnbremse) kommt in erster Linie für Güterzuglokomotiven bei dem Verkehr auf langen, stark geneigten Strecken in Betracht. Von den 654 Gleichstromlokomotiven, die in einem Bericht behandelt werden, besitzen 205 Stromrückgewinn- und 182 Widerstandsbrems-

Einrichtungen. Als besonders günstiges Beispiel für die Stromrückgewinnbremse wird der auf den marokkanischen Bahnen stattfindende Verkehr der Phosphatzüge von Kou-
righa nach Casablanca angeführt, mit einem Stromrück-
gewinn von 50 % der bei der Bergfahrt verbrauchten Energie.
Unter den für die Widerstandsbremse angeführten Beispielen
finden sich auch die Lokomotiven der Compagnie d'Orléans,
bei welchen diese Bremse nur als Zusatzlokomotivbremse
dient, so daß mit den Anfahrwiderständen das Auslangen
gefunden wird und die elektrische Bremse keine solche Er-
höhung des Lokomotivgewichts herbeiführt, wie z. B. bei
den Lokomotiven der Compagnie du Midi, wo die (künstlich
gelüfteten) Bremswiderstände 4 bis 7 t wiegen.

In einem Bericht über Gleichstrombahnbetrieb wird der
Empfindung Ausdruck gegeben, daß die Einführung der
Stromrückgewinnbremse dort auf Widerstand stoßen wird,
wo sie am nützlichsten wäre. Dies gab wohl auch die Ver-
anlassung, in einem Anhang eine außerordentlich eingehende
Darstellung der Stromrückgewinnung zu geben. Der Vorteil
der Energieersparnis kommt für Fahrten im Gefälle nur bei
langen Strecken mit wenigstens 10 % zur Wirkung; bei
Bahnen mit vielen Aufenthalten (Stadtbahnen) kann eine
Stromersparnis von 25 bis 30 % erzielt werden. Die Strom-
rückgewinnbremse ist der Widerstandsbremse vorzuziehen, die
keine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit in der Talfahrt
gestattet. Die wirtschaftlichen Vorteile der Stromrückgewinn-
bremse müssen in Anbetracht der durch sie bedingten Zusatz-
einrichtungen genau überprüft werden. Nach eingehender
Besprechung der verschiedenen Lösungen kommt der Bericht
zu dem Schlusse, daß für jeden Fall der Stromrückgewinnung
eine vollständig zufriedenstellende Lösung besteht und daß
der Tag naht, an dem die Stromrückgewinnung auf den Linien
mit ansehnlichen Steigungen oder mit vielen Aufenthalten
als eine notwendige Ergänzung der modernen Einrichtungen
angesehen werden wird. Der Bericht über Einphasentraktion
erwähnt beide Arten der elektrischen Bremse und weist be-
sonders auf eine bei 93 Lokomotiven der Schweizer Bundes-
bahnen angewendete Schaltung hin. Außerdem wird die
bei einer der zwei neuen Gotthardlokomotiven derselben Bahn-
verwaltung angewendete Stromrückgewinnungsschaltung dar-
gestellt.

G. Aufbau der Lokomotiven.

Mit dem Aufbau der Lokomotiven beschäftigt sich be-
sonders einer der Berichte über die Gleichstromzugförderung.
Für Lokomotiven mit großer Fahrgeschwindigkeit (über
90 km/h) kommt nur die symmetrische Ausführung mit
1 bis 2 Laufachsen in Betracht. Die Ausführung mit
ungeteiltem Rahmen erlaubt höchstens vier Triebachsen und
bei 20 t Achsdruck etwa 4000 PS Leistung. Dagegen haben
diese Maschinen sogar bei sehr großen Geschwindigkeiten
(140 km/h) einen durchaus ruhigen Lauf und sie eignen sich
für sehr schnelle Züge, bei welchen bei 120 km/h keine
größeren Zugkräfte als 7000 bis 8000 kg erforderlich sind.
Die Ausführung mit zwei Treibgestellen läßt sechs Trieb-
achsen zu, neigt aber bei Fahrgeschwindigkeiten über
110 km/h zum Schlingern. Eine Lokomotive dieser Bauart
(2 C + C 2) der P.L.M. (Frankreich) hat ein Reibungsgewicht
von 107 t und eine Leistung (einstündig) von 5400 PS; sie
ist für die Beförderung von schweren Zügen auf stark geneigten
Strecken geeignet. Für Lokomotiven mit geringeren Fahr-
geschwindigkeiten (bis etwa 90 km/h) ist am weitesten ver-
breitet und sehr beliebt die Ausführung ohne Laufachsen
mit zwei Treibgestellen und Tatzenlagenmotoren (Vorgelege-
motoren). Als besondere Vorteile dieser Bauart sind angeführt:
große Zugkraft wegen des großen Reibungsgewichtes, guter
Bogenlauf bis herab zu $R = 80$ m, einfache Konstruktion,
geringe Stehzeit bei Auswechslung ganzer Drehgestelle, gute

Ausnutzung im Betriebe infolge vielfacher Verwendbarkeit
auch mit Vielfachsteuerung. Die Drehgestelle werden oft
miteinander gekuppelt; diese Ausführung scheint bei 80 km/h
und darüber einen etwas günstigeren Lauf zu gewährleisten.

H. Antrieb der Lokomotiven.

Ein Bericht führt eingehend die Vor- und Nachteile
des Antriebes mit Stangen gegenüber dem Einzelachsantrieb
an. In Amerika wird der Einzelachsantrieb heute allgemein
gewählt, der Stangenantrieb verlassen. Die Tendenz geht in
Amerika dahin, bei geringen Fahrgeschwindigkeiten den
Tatzenlagermotor (Vorgelegemotor) zu wählen, bei großen
Geschwindigkeiten dagegen Zwillingsgestellmotoren mit An-
trieb durch Hohlwelle und Federn. Die deutschen und schweizer
Bahnen werden in Zukunft nur Einzelachsantrieb wählen (an-
geführt sind im Bericht Gelenkkupplungen, Federkuppplungen
und die Tatzenlagermotorausführung). Das Gleiche gilt für die
Österreichischen Bundesbahnen. Äußerungen zugunsten des
Einzelachsantriebs finden sich auch in anderen Berichten.
Die Verwendung von Tatzenlagermotoren (Vorgelegemotoren)
für mehr als 90 km/h wird in einem Bericht als grober Miß-
brauch bezeichnet. Über die Vorkehrungen gegen das Räder-
schleudern bei Einzelachsantrieb enthalten die Berichte einige
Mitteilungen.

J. Bahnmotoren.

Drei Berichte widmen sich ausdrücklich den Bahn-
motoren, aber auch andere Berichte enthalten hierüber
bemerkenswerte Angaben. Hiernach haben die Bahnmotoren
aller Stromsysteme in den letzten Jahren große Fortschritte
gemacht, insbesondere hinsichtlich der Isolation und der
Kommutation, so daß jetzt die Zeiträume zwischen den
Lokomotivuntersuchungen nicht mehr von dem Zustande der
Motoren und der sonstigen elektrischen Einrichtung, sondern
von jenem der mechanischen Einrichtung (Räder usw.) ab-
hängen.

Dementsprechend sind auch die zwischen zwei Revisionen
geleisteten Lokomotivkilometer bedeutend gestiegen. Für
Gleichstromlokomotiven (großer Geschwindigkeit) werden
300000 km und mehr als erreichte Leistung angegeben; ein
Bericht gibt für Schnellzugslokomotiven 140000 km an.
Für Wechselstromlokomotiven wird für eine ganze Serie von
Schnellzugslokomotiven der Schweizer Bundesbahnen die
Zahl 329000 km angeführt. Eine derselben Verwaltung
gehörige Güterzugmaschine hat während der Jahre 1927 bis
1930 nicht weniger als 467000 Lokomotivkilometer zurück-
gelegt, ohne daß die Kollektoren eine Behandlung erfahren
hätten. Bei allen Bahnmotoren sind auch sehr große Fort-
schritte in bezug auf die Gewichtsverminderung gemacht
worden. In einem Bericht sind Kurven dargestellt, aus denen
die Motorgewichte für die Jahre 1906 bis 1932 zu entnehmen
sind. Hieraus ergibt sich das Gewicht je PS (Dauerleistung)
bei Gleichstrommotoren ohne künstliche Lüftung für das
Jahr 1906 mit fast 25 kg/PS, für 1932 mit etwas über 12 kg/PS,
ferner mit künstlicher Lüftung für 1914 mit etwa 12 kg/PS
und für 1932 mit etwa 9 kg/PS. Für Einphasenwechselstrom-
motoren (25 Hz) ergibt die Kurve für Motoren mit Hilfspolen
für das Jahr 1908 etwa 25 kg/PS und für 1932 etwa 9 kg/PS.
Als ein besonderer Fall wird der Einphasenmotor (25 Hz)
der Pennsylvania Railroad erwähnt, der bei 370 PS Dauer-
leistung samt Zahnrad 3 t wiegt. Für die Gleichstrommotoren
der bei der Compagnie d'Orléans derzeit in Betrieb stehenden
Lokomotiven (1500 V) werden je PS (einstündig) Gewichte
von 9,8 bis 17 kg angegeben; als Vergleichswert dient 45 bis
60 kg bei den alten 600 V-Lokomotiven. Zum Vergleich der
Materialausnutzung bei modernen Gleich- und Wechselstrom-
motoren führt ein Bericht für zwei Wechselstrommotoren
Gewichte von 6,64 und 6,37 kg/kW und für einen Gleichstrom-
motor 12 kg/kW an. Ein Bericht weist darauf hin, daß das

Motorgewicht je kg Zugkraft am Läuferumfang die beste Vergleichsgrundlage darstellt. Diese Zahl konnte in der Entwicklungszeit des Einphasenbahnmotors von 7 auf 2,5 herabgemindert werden. Bei den Drehstrommotoren wird der Fortschritt hinsichtlich des Gewichts durch folgende Zahlenreihe dokumentiert: 1900 . . . 45,5; 1904 . . . 30; jetzt 13,2 kg je kW Dauerleistung. Die bezüglichen Motorleistungen sind 110 kW, 400 kW und 1000 kW.

Mit der Konstruktion der Motoren befassen sich eingehend zwei Berichte für Wechselstrom und ein Bericht für Drehstrom und Gleichstrom. Einer der erstgenannten Berichte gibt eine Reihe von Ratschlägen für den Bau der Motoren. Die durch die Eisensättigung bewirkte Verzerrung von Feld- und Stromkurven läßt sich durch unterteilte Feldwicklung vermindern. Die Transformator-E.M.K. soll einen Wert von etwa 8 V nicht überschreiten. Der von ihr erzeugte Kurzschlußstrom kommt besonders beim Anfahren zur Geltung. An Stelle der früher üblich gewesenen Widerstandsverbindungen erhöht man die Streuung der kurzgeschlossenen Ankerspule gegen die Feldwicklung. Das Anfahren der Lokomotive wird dadurch verbessert, das hierbei auftretende Rütteln wird vermindert. Empfohlen werden symmetrische Ankerwicklungen mit Treppenschritt, ungerade Nutzahl je Polpaar, reichlicher Luftspalt. Die Konstruktion des Kommutators und der Bürstenhalter muß einwandfrei sein; mit geteilten Bürsten, auswechselbaren Bürstentaschen usw. werden Versuche gemacht. Die beste Baustoffausnutzung wäre vorhanden, wenn alle Teile (Ständer, Läufer, Wicklungen, Kommutator) im Betrieb eine gleich starke Erwärmung erführen. Wie an einem gerechneten Beispiel (Personenzugfahrt über 5 km) gezeigt wird, sind die Verhältnisse im Betrieb ganz anders als auf dem Prüfstand. Im Betrieb wird der Läufer weniger beansprucht, dagegen erfährt der Kommutator eine stärkere Erwärmung. Ein Bericht, der sich ebenfalls mit Einphasenbahnmotoren befaßt, weist darauf hin, daß der jetzt allgemein angewendete Reihenschlußmotor mit Kompensationswicklung und Wendepolen (mit Nebenschlußwiderstand) dem im Jahre 1905 von Dr. Behn-Eschenburg angegebenen Motor für die Linie Seebach—Wettingen entspricht. Der Bericht widmet sich den im Motorenbau gemachten Fortschritten, so jenen in der Wahl der magnetischen und der Wicklungsverhältnisse. Die Eisensättigung der Haupt- und Wendepole wurde zur Verbesserung der Kurvenform und der Kommutierung herabgesetzt; die Beanspruchung des Eisens wurde tunlich gleichmäßig. Die Nuten wurden schräg und halboffen angeordnet; die hohen Kupferstäbe wurden durch niedrigere ersetzt. Die durch die Fortschritte in der Kühlung erreichten Vorteile werden an einem Beispiele von in den Jahren 1919 bzw. 1924 gebauten Lokomotiven zahlenmäßig dargestellt. Trotz einer starken Vergrößerung der Leistung und einer bedeutenden Verringerung des Kupfergewichtes wurde die Erwärmung stark vermindert und gleichmäßiger gestaltet. Die Technik der Isolierstoffe hat sich außerordentlich entwickelt; die Verwendung besserer Isolierstoffe hat gestattet, die Dicke der Isolation zu vermindern und dadurch die Wärmedurchlässigkeit zu verbessern. In der Herstellung der Lokomotivbestandteile hat sich eine große Gleichmäßigkeit erzielen lassen; die Zahl der auswechselbaren Teile vergrößert sich immer mehr. Als Vergleichsgrundlage für die gemachten Fortschritte werden die folgenden Daten angegeben.

Baujahr	Außen- durchmesser mm	Gewicht kg	Einstunden- leistung PS	Umdrehungen in der Minute
1913	1480	5200	400	640
1931	940	3180	550	845

Ein Bericht beschäftigt sich mit Motoren hoher Spannung und zwar für Drehstrom mit 3400 V und für Gleichstrom mit 1500 und 3000 V. Es wird auf die in Italien gepflogenen Studien und gewonnenen Erfahrungen im Bau solcher Motoren hingewiesen und zwar insbesondere hinsichtlich der Herstellung der Ständerwicklung und der Wahl der verwendeten Isolierstoffe. Für diese wurden strenge Prüfvorschriften ausgearbeitet, bei deren Einhaltung keine Beschädigungen der Isolation im Betrieb mehr vorkommen. Hierdurch ist es gelungen, für die Hochspannungsmotoren (für Drehstrom und Gleichstrom) die gleiche Lebensdauer zu erreichen, wie für Motoren mit niedrigerer Spannung. Die Dienstdauer der Lokomotive hängt jetzt nur mehr vom mechanischen Teil ab. Am Kollektor wurde eine Verbesserung dadurch erzielt, daß die keilförmigen Mika-segmente aus zwei oder drei getrennten Lagen hergestellt wurden. Das (meist durch äußere Ursachen herbeigeführte) Rundfeuer am Kommutator kann durch Anordnung einer Funkenstrecke zwischen Bürstenhalter und einer am Lager-schild befestigten Schraube mit Erfolg bekämpft werden. Durch die getroffenen Verbesserungen wäre es möglich, die Triebmotoren für 3000 V Gleichstrom zu bauen; es ist aber hierzu kein Bedürfnis vorhanden, da sich bei einer Fahrdrachtspannung von 3000 V die Hintereinanderschaltung zweier 1500 V-Motoren sehr bewährt hat. Für die Hilfsmotoren ist die Konstruktion für 3000 V mit einem Kommutator üblich; zwei Beispiele für 3000 V-Motoren zu 8 kW werden mit Angabe von Konstruktionsgrundlagen angeführt.

K. Sammlerbetrieb.

Als Vorteile des Sammlerbetriebes gegenüber dem Dampf-betriebe werden angeführt: Einfachheit und Sicherheit des Betriebes, Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, Möglichkeit weitgehender und billiger Verwendung elektrischer Energie, Elastizität des Verkehrs, Erhöhung der Zugszahl in ökonomischer Weise, Verringerung der Stehtage der Fahrzeuge für Reparaturen. Der Sammlerbetrieb ist daher auch ein geeignetes Mittel zur Bekämpfung des Automobilwettbewerbs. Auch als Vorläufer einer Elektrisierung ist der Sammlerbetrieb geeignet, da das für die Speichertriebwagen aufgewendete Kapital bei Weiterverwendung der Triebwagen im Oberleitungsbetrieb nicht verloren ist. In Deutschland und Italien wurden in den letzten Jahren bemerkenswerte Ergebnisse mit Speichertriebwagen erzielt. In Deutschland bedienen solche Wagen ungefähr 7500 Linien-km. Im Jahre 1907 wurden dort etwa 200000, im Jahre 1931 etwa 13000000 Zugkilometer von solchen Triebwagen geleistet. In Italien sind Speichertriebwagen auf ungefähr 400 km Straßenbahn- und Lokalbahn-Linien in Betrieb. Die Regierung unterstützt die derartigen Elektrisierungen durch Verlängerung der Konzessionen, durch Hilfgelder und andere Begünstigungen. Der Bericht gibt für die 54 km lange Linie Torino—Saluzzo die Betriebsdaten für den Speicherbetrieb an und stellt eine Vergleichsrechnung mit dem Dampflokotivbetrieb auf. Aus dieser sind die Betriebskosten je Zugkilometer für Dampf-betrieb mit 2,87 Fr. für Sammlerbetrieb mit 1,82 Fr. zu entnehmen.

L. Thermo-elektrischer Betrieb.

Daß der Betrieb mit Verbrennungsmotoren und elektrischer Übertragung besondere Bedeutung hat, beweist der Umstand, daß sich mit diesem Gegenstand zwei Berichte ausschließlich befassen und auch andere Berichte darüber Angaben enthalten. So wird in einem Bericht die Anzahl der in den V. St. am 1. Januar 1932 im Betrieb gestandenen thermo-elektrischen Fahrzeuge für schweren Betrieb angegeben:

Benzin-elektrische Triebwagen	660
	(60 hiervon ältere Type)
„ „ Lokomotiven	12
Diesel- „ „	116

Die diesel-elektrischen Lokomotiven weisen 225 bis 1000 PS auf und wiegen 30 bis 160 t; die benzin-elektrischen Lokomotiven gehen von 135 bis 600 PS und wiegen von 25 bis 70 t. Außerdem sind für leichten Betrieb vorhanden: 2328 benzin-elektrische Autobusse.

In einem Bericht findet sich der Hinweis, daß in Amerika die Automobilkonkurrenz zu der Einführung von „petroleo-elektrischen“ Fahrzeugen auf Nebenlinien Anlaß gab. Mehr als 1000 Wagen dieser Art sind in den V. St. im Dienst. Lokomotiven werden auch zu Verschiebezwecken verwendet, und zwar sind 130 solche Lokomotiven in den V. St. im Betrieb; 40 davon sind solche „gemischter“ Bauart mit Sammlern und Fahrleitungsanschluß.

Ein Bericht führt als Vorteile der thermo-elektrischen Fahrzeuge gegenüber dem Dampfbetrieb an: Bessere Brennstoffausnutzung, Rauchlosigkeit, stete Betriebsbereitschaft, geringer Wasserbedarf, geringere Personalkosten (einstufige Bedienung), geringere Instandhaltungskosten. Gegenüber dem elektrischen Oberleitungsbetriebe: Ersparung der festen Anlagen, Freizügigkeit in der Verwendung. Für größere Leistungen des Triebfahrzeuges kommt nur die elektrische Arbeitsübertragung vom Verbrennungsmotor zu den Achsen in Betracht. Die eingebaute elektrische Einrichtung kann auch für Nebenzwecke (Kompressoren usw.) und in besonderen Fällen auch für Pumpen, Hebezeuge Verwendung finden. Die Möglichkeit, die elektrischen Antriebsmotoren beliebig auf den Zug zu verteilen, erhöht das Reibungsgewicht und die Gesamtzugkraft. In Europa kann die Verwendung von Benzin als Treibmittel für Schienenfahrzeuge wegen des großen Preisunterschieds gegenüber dem für die Dieselmotoren verwendeten Schweröl nur mehr selten in Erwägung gezogen werden. Der Dieselmotor, der für größere und mittlere Leistungen ausschließlich verwendet wird, dringt sichtlich auch in das Gebiet der kleinen Leistungen ein. Die Konstruktionsgrundlagen für den Verbrennungsmotor sind noch stark voneinander abweichend. Die Generatorspannung ist verschieden, überschreitet aber 1200 V nicht. Die Motoren sind meist als Tatzenlagermotoren (Vorgelegemotoren) gebaut; Stangenantriebe bilden die Ausnahme. Für die Steuerung gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Arten: die Regelung der Brennstoffzufuhr und die elektrische Regelung des Stromerzeugers. Letztere Art kommt vor allem bei größeren Leistungen in Betracht. Die Anzahl der thermo-elektrischen Fahrzeuge in Europa ist ungefähr: 500 Kleinlokomotiven zu

ungefähr 100 PS (fast alle Benzin), 60 Lokomotiven mit 100 bis 500 PS ($\frac{2}{3}$ Diesel), 20 Vollbahnlokomotiven mit 500 bis 1500 PS (alle Diesel), 300 Triebwagen (ungefähr die Hälfte Diesel), 2500 Straßenfahrzeuge (fast alle Benzin). In Amerika beschränkt sich die Verwendung von Dieselmotoren hauptsächlich auf Lokomotiven. Da der Dieselmotor etwa 13 kg/PS wiegt, gegenüber einem Gewicht von 8,2 bis 9,1 kg/PS des Benzinmotors und da in vielen Gegenden der V. St. kein wesentlicher Preisunterschied zwischen Benzin und Schweröl besteht, werden Triebwagen meist mit Benzinmotoren ausgerüstet. Von den 116 in den V. St. gezählten diesel-elektrischen Lokomotiven besitzen 45 auch noch als Reserve einen Speicher. Auch die Verwendung einer dritten (äußeren) Kraftquelle ist manchmal vorgesehen. Die eingebauten Motorleistungen betragen 300 bis 1000 PS. Die diesel-elektrische Lokomotive kann leicht 6000 bis 7000 Stunden im Jahre Dienst leisten, während eine Dampflokomotive höchstens 4000 Stunden Dienst leisten kann. Bei vierundzwanzigstündigem Dienst wird die diesel-elektrische Lokomotive üblicherweise einmal in der Woche auf 8 Stunden zur Revision abgestellt. Bei dem höheren Anschaffungspreis der Diesellokomotive ist deren Verwendung erst bei einer Ausnutzung von mehr als 1500 Stunden im Jahre wirtschaftlicher als die Dampflokomotive. Verwendung findet die diesel-elektrische Lokomotive hauptsächlich im Verschiebedienst. In zwei bestimmten Fällen hat sich die Ersparnis dieser Lokomotive gegenüber dem Dampfbetrieb mit 2,658 bzw. 3,386 Dollar je Stunde ergeben. (Kosten der Dampflokomotive 4,325 bzw. 5,897 Dollar je Stunde). Die 600 in den V. St. verwendeten modernen benzin-elektrischen Triebwagen besitzen Leistungen von 135 bis 900 PS; das Bestreben ist auf Vergrößerung der Leistung gerichtet. Diese Triebwagen werden vornehmlich auf Nebenlinien, meist mit einem Anhängewagen verwendet. Die mit solchen Triebwagen gegenüber dem Dampfbetrieb gemachten jährlichen Ersparnisse werden im Mittel mit 20 bis 25% des Anschaffungspreises angegeben. Als direkte Vorteile gegenüber dem Dampfbetrieb werden angeführt: Ersparungen bei Brennstoff und Wasser, Verringerung der Instandhaltungskosten und der Personallöhne, verschiedene Ersparungen durch Entfall der Aschenabfuhr usw. Eine Bahnverwaltung, die 57 Triebwagen benutzt, hat in den Jahren 1929 bis 1931 über den Kapitals- und Abschreibungsdienst hinaus eine Verzinsung von 25 bis 32% des Anschaffungspreises der Triebwagen erzielt.

Neuartige selbsttätige Zughaken-Kupplungen.

Von Dipl.-Ing. Fr. Witte, Reichsbahnrat, V. d. I. und Dipl.-Ing. O. Stamm, V. d. I.

Hierzu Tafel 30.

Die Bedienung der Kleinlokomotive*) durch einen einzelnen angelernten Mann hat schon bei den ersten derartigen Fahrzeugen der holländischen Bahnen die Notwendigkeit erkennen lassen, den Bediener von der Kupplung der Kleinlokomotive mit der Wagengruppe zu entlasten. Die Beschränkung der selbsttätigen Kupplung auf die Verbindung der Lokomotive mit dem ihr nächsten Wagen erlaubt gegenüber den automatischen Mittelpufferkupplungen gewisse Vereinfachungen, da es gerade im Gegensatz zur allgemein anzuwendenden Mittelpufferkupplung nicht darauf ankommt, alle nur denkbaren Kupplungsvorgänge zu erfassen, da ja stets die Möglichkeit besteht, die sowieso vorhandene normale Schraubekupplung zu benutzen.

Der Name „Zughakenkupplung“ deutet schon an, daß es sich um eine Einrichtung handelt, die lediglich zur Aufnahme von Zugkräften dient. Sie muß daher mit der den gleichen Zwecken dienenden Schraubekupplung und deren Teilen, vor allem dem Zughaken, unmittelbar zusammen-

arbeiten. Aus diesem Zusammenarbeiten ergeben sich ihre Abmessungen, die ganz wesentlich von den zugelassenen Unterschieden in Höhenlage, Seitenlage und gegenseitigem Abstand der Zughaken der Fahrzeuge bestimmt werden. Damit lassen sich die zur Durchbildung einer selbsttätigen Zughakenkupplung für Kleinlokomotiven zu verlangenden Forderungen folgendermaßen zusammenfassen:

1. Geringster Aufwand.
2. Stete Kupplungsbereitschaft, die sich möglichst selbsttätig einstellt.
3. Selbsttätige Kupplung der Kleinlokomotive im Augenblick des Gegenfahrens gegen einen Wagen mit dessen Zughaken.
4. Entkupplung vom Bedienungsstand der Kleinlokomotive aus.
5. Die Kupplung darf bei ungünstigem Auftreffen auf den Gegenzughaken, dessen Lage die zugelassenen Unterschiede überschreitet, nicht zerstört werden.

*) Vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, Seite 269.

6. Die Kupplung soll im Falle zu 5. auch unter ungünstigen Voraussetzungen noch kuppeln.

7. Die Kupplung darf bei ungünstiger Pufferstellung das Gegenfahrzeug nicht beschädigen.

8. Die Kupplung soll bei ruckweisem Ziehen nicht auspringen.

9. Der tote Gang innerhalb der Kupplung soll so klein wie irgend möglich sein, um die Rückwirkung der Stauchungen und Streckungen auf Fahrzeuge und Getriebe auf ein Kleinstmaß zu beschränken.

10. Die Kupplung muß auf einfache Weise in eine Stellung gebracht werden können, die die Benutzung der normalen Schraubenkupplung gestattet.

11. Die Kupplung soll noch in Kurven mit 180 m Halbmesser kuppeln.

Die Konstruktionsmöglichkeiten zur Verwirklichung dieser Forderungen 1 bis 11 sind jedoch beschränkt durch die für die DRG gültigen Bau- und Betriebsvorschriften und durch die sich hieraus ergebenden Ausschläge des Zughakens beim Befahren von Krümmungen und Weichen.

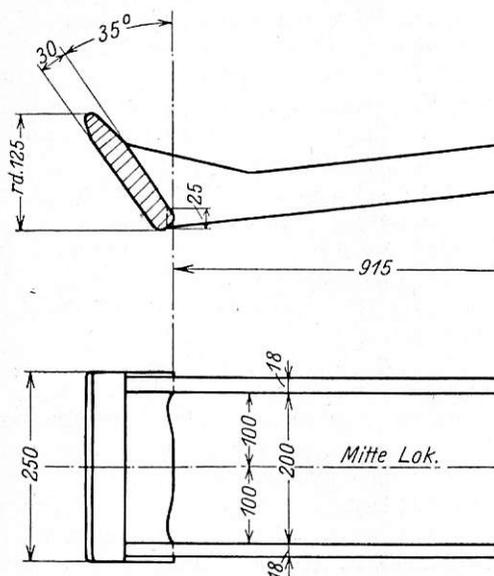


Abb. 1. Bügel für selbsttätige Zughakenkupplungen.

Gemäß den technischen Vereinbarungen darf die Zughakenmitte ein Maß von 940 mm über SO nicht unter- und ein Maß von 1065 mm nicht überschreiten. Da aber im Betriebe stets die Möglichkeit gegeben ist, die Pufferhöhe des die Kupplung tragenden Fahrzeugs auf ein bestimmtes Maß einzustellen und somit spätere Abweichungen — beispielsweise durch Radreifenabnutzung — durch Nachstellen wieder auszugleichen, so genügt für die selbsttätige Kupplung zunächst die Forderung, innerhalb eines Höhenunterschieds von etwa 125 mm einwandfrei zu kuppeln. Weitere Abweichungen in der Höhenlage sind nur in außergewöhnlichen Betriebsfällen möglich, z. B. bei Bruch der Tragfeder, nicht rechtzeitigem Nachstellen der selbsttätigen Zughakenkupplung bei abgenutzten Radreifen usw., so daß sie nur insoweit zu berücksichtigen sind, als eine Beschädigung oder Zerstörung irgendwelcher Kupplungs- oder Fahrzeugteile entsprechend Punkt 7 der Forderungen vermieden werden muß.

Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Ausschläge und Abweichungen von der Mittellage in waagerechter Richtung. Diese werden in der Hauptsache durch die Stellung der Verschiebelokomotive und Wagen in Krümmungen, durch die Wagenbauart und Gleisverhältnisse bestimmt. Untersucht man die Ausschläge des Zughaken-

geschirrs für verschiedene Güterwagentypen in einer Gleiskrümmung von 180 m als dem praktisch am häufigsten vorkommenden Fall, so findet man, daß sich der SS-Drehgestellwagen hinsichtlich der Größe der seitlichen Ausschläge am ungünstigsten verhält. So ergibt sich z. B. für eine Motorlokomotive der Leistungsgruppe II Einheitsbauart der DRG für die gegenseitige Verschiebung von Zughaken und Zughakenbügel für die 180 m Kurve ein Maß von etwa 20 bis 30 mm und für einen 145 m Gleisbogen ein Maß von 50 bis 60 mm.

Gemäß den TV ist beiderseits des Zughakens für den Rangierer zum Kuppeln ein Raum von 200 mm freizuhalten, der also für die Ausbildung des Zughakenbügels zur Verfügung stände. Bei voller Ausnutzung dieses Raumes ergibt sich bei einer Stärke der Zuglaschen von etwa 18 mm und einer lichten Bügelbreite von 200 mm eine seitliche Ausschlagmöglichkeit von etwa 75 mm, der also auch für kleinere Bogen als 180 m vollständig ausreicht.

Beim Durchfahren von Krümmungen vergrößert sich gleichzeitig der Abstand der Zughakenmitten, da die gekuppelten Fahrzeuge in der Krümmung gewissermaßen eine Drehung um das innere, festaneinanderliegende Pufferpaar ausführen. Diese Abstandsvergrößerung wird allerdings z. T. wieder aufgehoben durch die Zusammendrückung der Puffer beim Kupplungsstoß. Für den ungünstigsten Fall des SS-Wagens beträgt z. B. in der 180 m-Krümmung die im Augenblick des Kuppelns auftretende Abstandsvergrößerung ~ 10 bis 20 mm, die vom Zughakenbügel überbrückt werden müssen, wenn ein einwandfreies Kuppeln und Entkuppeln gewährleistet sein soll.

Nach den Vorschriften der TV ergibt sich nun für die Bemessung der Kupplung ganz von selbst ein gewisses Längsspiel. Das Maß zwischen Angriffspunkt des nicht angezogenen Zughakens und Stoßebene des nicht eingedrückten Puffers muß gemäß den TV mindestens 345 mm und darf höchstens 395 mm betragen, woraus sich zwangsläufig eine Bügellänge von 915 mm ergibt, da sie ja für den ungünstigsten Fall bemessen sein muß. Da ferner das der Ausführung als Regel zugrundeliegende Mittelmaß für Wagen und Lokomotiven aber nur $\frac{345 + 395}{2} = 370$ mm beträgt, so steht in den weitaus meisten Betriebsfällen ein Längsspiel von $395 - 370 = 25$ mm zur Verfügung, so daß also ein SS-Wagen in der 180 m-Krümmung ohne weiteres gekuppelt und entkuppelt werden kann.

Da aber die wirkliche Abstandsvergrößerung der Zughakenmitten nur in den seltensten Fällen das erwähnte Grenzmaß von 10 bis 20 mm erreicht, so ist auch bei kleinerem Krümmungshalbmesser von z. B. 140 m ein Kuppeln und Entkuppeln in den meisten Fällen möglich. Eine weitere Verbesserung der Kupplungsmöglichkeit in Krümmungen kann dadurch erzielt werden, daß der Angriffsfläche des Bügels die Form nach Abb. 1 gegeben wird, da in den Krümmungen der Zughaken infolge der Seitenausschläge in die eine oder andere Bügelecke, die hinter der normalen Angriffsebene zurückliegt, wandert.

Für die Bemessung von selbsttätigen Kupplungsformen, die um den Kupplungsbolzen in einer lotrechten Ebene schwingen, wäre also zusammenfassend zu sagen: Bei einer lichten Breite des Kupplungsbügels von 200 mm, einer wirklichen Bügellänge von 915 mm und einer Ausbildung des Bügelkopfes nach Abb. 1, sowie einer Höhe der Zughaken- schürze von 125 mm ist bei dem geringstmöglichen durch die TV gegebenen Kupplungsspiel die günstigste Kupplungsbedingung für die Gleiskrümmungen geschaffen. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß die hiernach durchgebildeten

Kupplungsformen ein einwandfreies Kuppeln im 180 m-Bogen für alle und im 140 m-Bogen für die weitaus meisten in den Betrieben vorkommenden Fälle gewährleisten.

Die möglichen gegenseitigen Abweichungen der Zughaken in der Höhenlage der Querebene schließen die Verwendung von Kupplungen, die von der Seite her in den Zughaken eingreifen, aus. Gleiches gilt von dem an steifen Stützen ruhenden kippbaren Bügelkopf, der exzentrisch gelagert beim Auskuppeln aus dem Hakenmaul herauskippt. Es ergibt sich deshalb der bei allen Formen wiederzufindende Kuppelbügel, der in senkrechter Ebene ausschwingt. Er kann in zweifacher Form der Aufgabe genügen:

- a) Der Kuppelbügel steht vor dem Kuppelvorgang so hoch über der Gegenhakenspitze, daß die Unterschiede in der Höhenlage ausgeglichen sind. Das Einfallen in den Haken muß besonders ausgelöst werden.
- b) Der Kuppelbügel ist so ausgebildet, daß er bei allen vorkommenden Hakenhöhenlagen auf der Schräge des Hakens aufzugleiten vermag, um dann einzufallen.

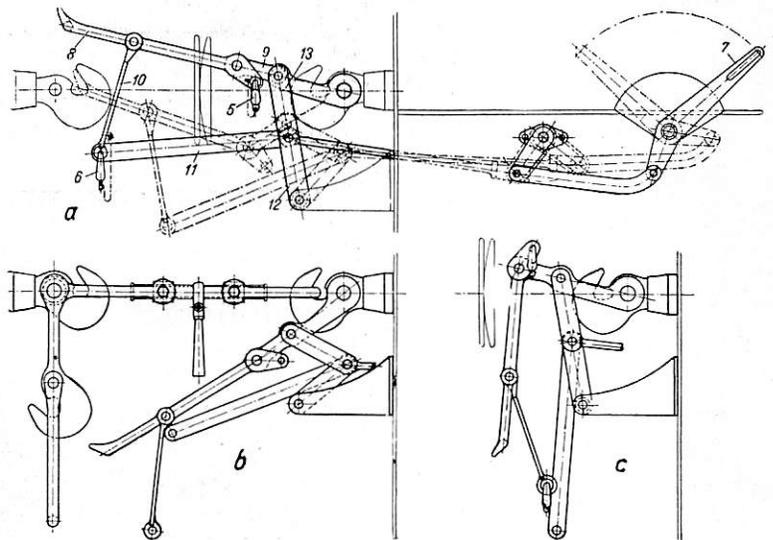
Die ersten entwickelten Kupplungen und teilweise auch neuere Formen entsprechen dem Vorgang a, so die in den Abb. 1 und in gewissem Sinne auch Abb. 2 der Taf. 30, sowie Textabb. 2. Bei dieser Kupplung ist für die Durchbildung aber nicht allein der Gesichtspunkt der Ausschaltung der großen Abweichungen in der Lage der Zughaken maßgebend gewesen, sondern vor allem auch die Punkte 7 und 8. Das in der Kuppelbereitschaftsstellung durch Stützung von unten gestreckt gehaltene eigentliche Zuggeschirr fällt in den Haken dadurch ein, daß eine gegen den Hakenkopf stoßende Platte die gelenkige Stütze des Zuggeschirrs zum Einknicken bringt. Damit ist man zwar bezüglich der starken Unterschiede in den Abständen der Zughaken, z. B. in Kurven ziemlich unabhängig, aber nach dem Einknicken verhält sich das Zuggeschirr genau so, wie die Schraubenkupplung, d. h. Streckungen und Stauchungen zwischen den beiden Fahrzeugen lassen die Kupplung mehr oder weniger durchhängen, ein Punkt, der der Forderung zu 9. widerspricht. Die Beschädigung der Wände des Gegenfahrzeugs ist zwar ausgeschlossen und auch das Aufsteigen des Kuppelbügels ist verhindert, aber die Rückwirkungen auf das Getriebe können sehr unangenehm werden.

Die neue kuppelbereite Stellung wird bei dieser Ausführung durch einen besonderen Kraftimpuls hergestellt, weil die Streckstütze wieder aufgerichtet werden muß, d. h. die Kupplung befindet sich in labilem Zustand. Von diesem nicht unwesentlichen, aber schließlich nur für die Bereitschaft entscheidenden Unterschied gegenüber den später zu behandelnden stabilen Kupplungen abgesehen, entsprechen diese Ausführungen aber nicht der Forderung 1. Sie sind durch ihre Vielteiligkeit teuer in Beschaffung und Unterhaltung, genügen aber nur in etwas unvollkommener Weise der Forderung 10, die bei den Lokomotiven der DRG nach den Bestimmungen der BO und auch aus betrieblichen Gründen aufrechterhalten werden muß.

Die neuere Ausführung der Firma Jung nach Abb. 2, Taf. 30 geht gleichfalls von dem Gedanken, aus das selbsttätige, ungewollte Ausheben bei Stauchungen der Fahrzeuge durch eine Verkürzung zu verhindern. Der Unterschied liegt eigentlich nur in der Durchbildung des Streckmechanismus, der hier in Form zweier ineinander verschiebbarer Teile über dem eigentlichen Zuggeschirr liegt und durch einen Riegel innerhalb des Gestänges gehalten wird, der nun aber nicht durch den Hakenkopf, sondern nach Aufgleiten auf der Schräge des Hakens durch die Hakenspitze beim Einfallen ausgelöst wird. Die Kupplung läßt sich in dieser Form gegenüber den

vorgenannten gut ausschalten und genügt der Forderung 10 besser, der Forderung 1 aber weniger. Dabei darf die Möglichkeit eines Kantens in den Gleitführungen und des dadurch eintretenden Sperrrens im Fall eines Auftreffens im Scheitelpunkt des Zughakens nicht übersehen werden. Die Kupplung ist aber schon ein Beispiel für die Vereinfachung des Kuppelvorganges nach b). Bei den Bauarten gemäß Ausführung b) gleitet eine innerhalb der vorkommenden verschiedenen Höhenseitenlagen entsprechend breit und hoch ausgeführte schräge Gleitplatte beim Aufstoßen des Zuggeschirrs auf der Schräge des Hakens bis über die Spitze, ein Verfahren, das als einfach den meisten weiteren Kuppelungsformen zugrunde gelegt ist.

Diese Kupplungen gehen entwicklungsstechnisch von dem Gedanken aus, daß zwar die einfachste Form der an sich steife Bügel ist, gemäß Ziffer 1 in Abb. 3, Taf. 30, daß er aber zerstört wird, wenn er die Stellung nach Ziffer 3 der Abbildung einnimmt, eine Lage, die selbst bei zulässigen Pufferstellungen unter ungünstigen Gleisverhältnissen nur hin und wieder vorkommt. Daraus entspringt wieder die Ausbildung als



a Kuppelungsbereite Stellung. b } Ausgeschaltete Kupplung.
c }

Abb. 2. Zughakenkupplung Bauart AEG.

Knickgelenk, wie bei den ersten behandelten Kupplungen, hier aber nur noch angewandt, um den Forderungen 5 und 7 zu genügen. Ob das Einknicken durch federnde Biegelappen wie bei der Ausführung Schwartzkopff, Abb. 5, durch die senkrechte Federaufhängung Windhoff oder das Parallelogramm mit Feder der Ausführung Orenstein & Koppel, Abb. 4, aufgenommen wird, bleibt gleich. Bei allen diesen Ausführungen entspringt aber die grundsätzliche Form dem Bestreben, Zerstörungen der Kupplung durch das Auftreffen im Scheitelpunkt des Zughakens oder bei besonders hoher Lage des Hakens durch Untergreifen zu verhindern. Die Kupplung nach Abb. 4 zeigt darüber hinaus aber noch den besonderen Gedanken, daß man das Übergreifen des Kuppelbügels als Folge zusammengedrückter Puffer, das eine gewisse Neigung zum Überspringen der Hakenspitze mit sich bringt, vermeiden will. Hinter der Aufgleitschürze ist deshalb eine Stoßplatte eingeschweißt, die beim Auflaufen der Fahrzeuge verhindert, daß der Bügel sich weiter über den Haken in Richtung der Kopfschwelle verschiebt, als zu seinem Ausheben unbedingt erforderlich ist. Das Parallelogramm nimmt damit also die bei erstgenannten Kupplungen erwähnten Verkürzungen auf. Alle derartigen Verkürzungsmöglichkeiten gestatten zwar, den Kuppelbügel in der Länge im Interesse sicherer Kupplung auch in Kurven länger auszubilden, als etwa einen steifen Bügel, der

der Forderung zu 7 nicht entsprechen würde. Man kann jedoch von dieser Möglichkeit praktisch tatsächlich keinen Gebrauch machen, weil der Leerhub zwischen den Fahrzeugen zu groß wird. Diesem Leerhub kommt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu, denn abgesehen von der hohen Beanspruchung der eigentlichen Zughakenglieder bei der unvermeidlich plötzlichen Streckung durch die Anfahrzugkraft kommen dadurch auch in das Getriebe starke schlagartige Verzögerungen hinein, die die Lebensdauer ungünstig beeinflussen. Praktisch ist man also bei allen Kupplungsausführungen

diese Aufgabe zu lösen ist, zeigt die Kupplung nach Abb. 3 und 4, Taf. 30. Entweder federt man den Zughaken selbst in

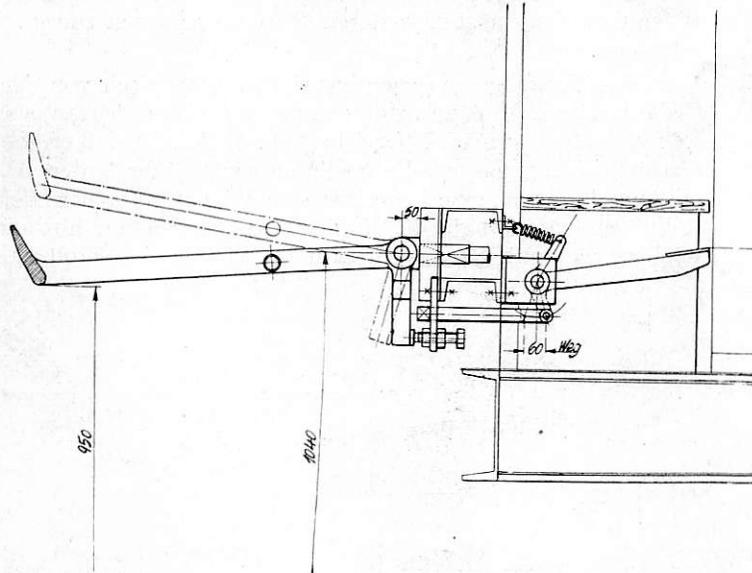


Abb. 3. Bügelkupplung Bauart Windhoff.

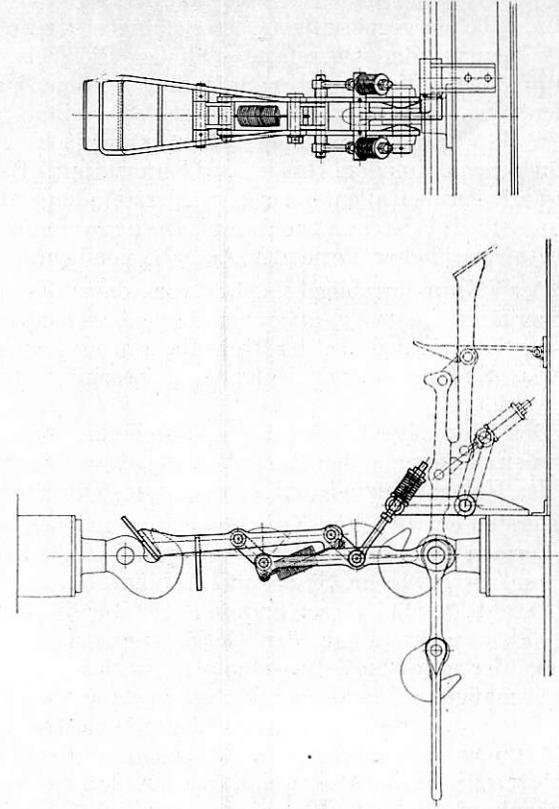
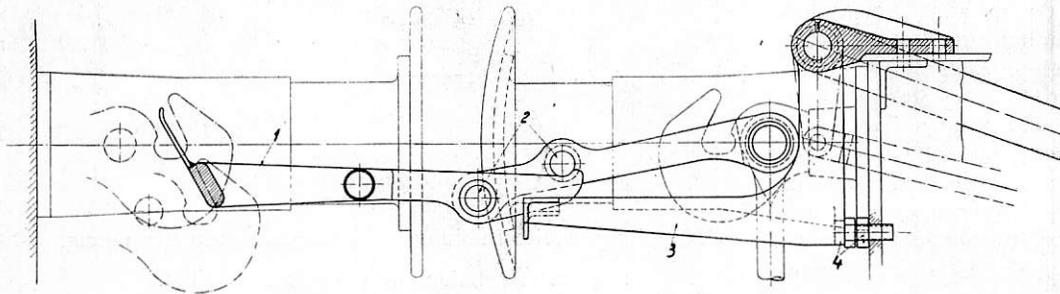


Abb. 4. Zughakenkupplung Bauart Orenstein und Koppel.



hierdurch stark gebunden und findet deshalb auch durchweg die gleiche Entfernung von Zughakenbolzen bis Kupplungsbügel.

Als ideale einfachste Kupplung schwebt dem Konstrukteur nach wie vor der in sich steife Bügel vor, denn er läßt die Zahl

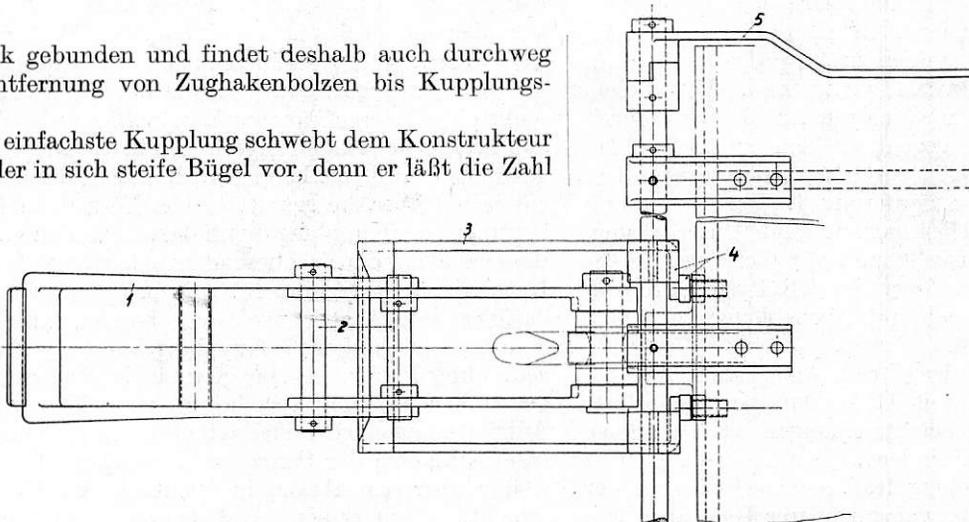


Abb. 5. Zughakenkupplung Bauart Schwartzkopff.

der Gelenke und Bolzen auf das Kleinstdmaß zusammenschmelzen, Abb. 3. Es fragt sich nur, wie man diesen Bügel vor Zerstörung durch Klemmen oder Untergrreifen schützt. Wie

der Gegenzughaken derart ungünstig, daß der Bügel nach unten abtreibt, so tritt keine Zerstörung ein, da der Stützpunkt am Winkelhebel der Kupplung gleichfalls gefedert

beiden Richtungen ab, oder aber man bildet unter Beibehaltung des normalen Zughakens den Anlenkpunkt des Bügels als Langloch aus und verlegt die Vorholfeder in die Kopf- wand. Die kuppelbereite Stellung wird durch Abstützung an einem Winkelhebel erreicht. Trifft der steife Bügel tatsächlich auf den Scheitel des Zughakens, so weicht der Bügel als Ganzes gegenüber dem Zughakenbolzen zurück. In diesem Augenblick wird aber der untere Stützpunkt am Winkelhebel zum Drehpunkt und der vordere Bügelteil zeigt eine Neigung zu energischer Aufwärtsbewegung. Tatsächlich wird damit erreicht, daß selbst noch bei einem Aufstoßen des Bügels bis zu 30 mm unterhalb des Scheitels, wie Versuche gezeigt haben, der Bügel zunächst zurückschnellt und durch die Drehung nach oben noch kuppelt. Steht

ist. Ein Vorfahren der Kleinlokomotive genügt, um die Kupplung in die Bereitschaftsstellung zurückfedern zu lassen. Bei derart anormalen Hakenlagen wird man von einer Änderung der Höhenlage des Bügels absehen und ausnahmsweise die normale Schraubekupplung benutzen. Das Entkuppeln erfolgt auf einfache Weise durch Heraus-

ist so ausgebildet, daß ein selbsttätiges Rückfallen verhindert wird.

Die so entstandene einfache Form hat es möglich gemacht, auf jede Schmiedearbeit, die bei den früheren Kupplungen mehr oder weniger notwendig war, zu verzichten und durch ausschließliche Schweißung aller Teile, abgesehen von der einfachen Form,

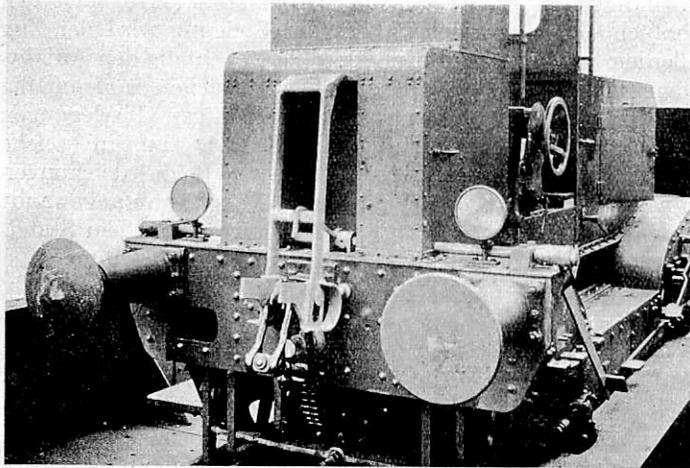


Abb. 6. Ausgeschaltete Zughakenkupplung Bauart Witte.

drücken des unteren Federtellers, dadurch wird der Bügel angehoben. Soll die Kupplung ausgeschaltet werden, so wird das lose vorgesteckte Druckstück am Winkelhebel herausgenommen, der Kupplungsbügel nach oben gekippt und dann im Langloch nach unten gedrückt, vergl. Abb. 6. Die Führungsbahn der oberen Federn

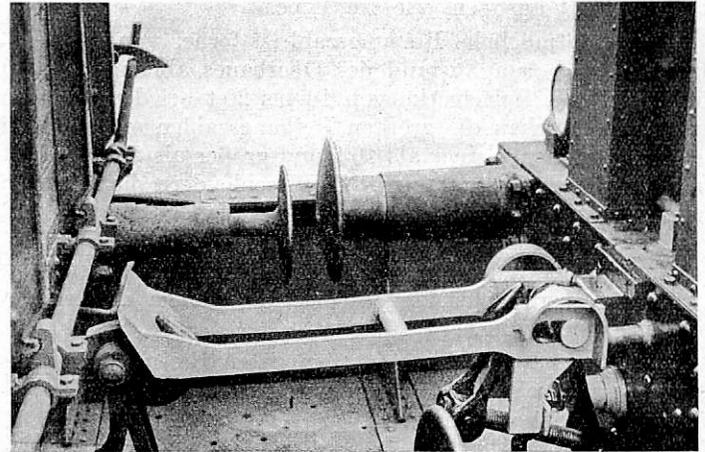


Abb. 7. Zughakenkupplung Bauart Witte.

eine wesentliche Verbilligung der selbsttätigen Zughakenkupplung zu erreichen. Der Aufwand steht damit in gutem Einklang zur Aufgabe und trotz größter Einfachheit der Kupplung wird allen Anforderungen genügt. Die Kupplung ist bei der Lieferung von Kleinlokomotiven der DRG im Jahre 1933 als Einheitsausführung zur Verwendung gekommen.

Berechnung der Zuggewichte in Sowjet-Rußland.

Von Dr. Ing. W. Lubimoff.

Um dem starken Anwachsen des Eisenbahnverkehrs zu genügen, müssen die sowjetrussischen Bahnen die Zuggewichte bis zu der größtmöglichen Grenze erhöhen, besonders während der saisonmäßigen Steigerungen des Verkehrs. Im Zusammenhang mit dieser Frage wird auch die höchstmögliche Reibungsgrenze der Lokomotivzugkraft besprochen. Nach einem Aufsatz von Ing. Egortschenko*) kann hier einiges über dieses Thema berichtet werden.

In den Jahren 1929 bis 1932 wurden spezielle Versuche mit fünf Gattungen von Güterzuglokomotiven durchgeführt. Die Versuche fanden im Sommer auf einer Strecke mit Steigungen von 8‰ und 600 m-Gleiskrümmungen statt. Die erreichten Reibungszahlen $Z_r:G_r$ sind aus folgender Tabelle zu ersehen.

Achs-anordnung	Achsdruck	Fahrgeschwindigkeit km/h	Ohne Sand; feuchte Schienen	Ohne Sand; trockene Schienen	Mit Sand; feuchte oder trockene Schienen	Angenommen für die Berechnungen
D	13	8—12	1:6,4	1:5,6	1:5,3	1:6
1 D	16	8—12	6,8	5,4	5,3	6
1 E	16	10—15	5,4	4,8	4,3	5
E	17	10—14	5,7	5,1	4,4	5,3
1 E 1	20	12—18	5,8	5,3	4,5	5,3

*) Egortschenko, Über die Reibungszahl (in russisch). Podwischnoj Sostaw: 1933, Heft 1.

Für die Lokomotivgattungen, die den Versuchen nicht unterzogen wurden, werden nach der Vorschrift von 1932 folgende größten Reibungszahlen angenommen:

Lokomotivbauarten	Güterzug-Lok.	Personenzug-Lok.
Zweizylinder-Verbund- und Mallet-Lokomotiven	1:6	1:6
Lokomotive mit zwei oder vier Zylindern ohne Kropfachse	5,3	5,5
Lokomotive mit drei oder vier Zylindern mit Kropfachse	5	5,3

Bei den Versuchen wurde festgestellt, daß die Reibungszahl mit der zunehmenden Fahrgeschwindigkeit von 8 bis 20 km/h abnimmt, und zwar ungefähr um 1% je 1 km/h. Egortschenko erklärt dies durch die Gleitreibung, die gleichzeitig mit der Haftreibung stattfindet: bei zunehmender Geschwindigkeit fällt die Reibungszahl der Gleitreibung und somit die summarische Reibungszahl*). Diese Abnahme wird jedoch in den Vorschriften der Sowjetbahnen nicht berücksichtigt, weil das Schleudern bei größeren Geschwindigkeiten den Zug nicht so schnell zum Halten bringt, wie bei kleineren Geschwindigkeiten.

Man konnte bei den Versuchen keinen Einfluß der Anzahl

*) Vergl.: Wichert, Die 1 D₀1-Lokomotive. Elekt. Bahnen, 15. 3. 1927, Heft 3. — Nordmann, Neue Versuchsmethoden und Versuchsergebnisse. Glasers Ann. 1. 12. 1928. — Meineke, Kurzes Lehrbuch des Dampflokomotivbaues. Berlin: Julius Springer 1931, S. 61; Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1934, S. 391. — Lomonosoff, Introduction to Railway Mechanics, London 1933, p. 18, 28.

der Kuppelachsen auf die Reibungszahl feststellen. Dagegen will man den Einfluß der Laufachsen folgendermaßen einschätzen: jede vordere Laufachse wird unter der Wirkung der Zugkraft etwas entlastet, wodurch das Reibungsgewicht um rund 2% vergrößert wird; jede hintere Laufachse kann das Reibungsgewicht in demselben Maße verringern, z. B.: 1 E2-Type kann bei demselben Reibungsgewicht um 4% kleinere Reibungskraft ausüben, wie 1 E-Type.

Die größtmögliche Reibungszahl ist ferner von der Konstruktion und dem Zustand des Oberbaues abhängig. Man findet, daß die Achsdrücke von 16 bis 20 t bei dem jetzigen russischen Oberbau die größten Reibungszahlen ergeben; bei den Achsdrücken kleiner als 16 t und größer als 20 t erreicht man kleinere Reibungszahlen. Z. B. schleudern die neuesten aus Amerika gelieferten Lokomotiven Typen 1 E1 und 1 E2 mit 23 t-Achsdruck des öfteren auf dem russischen Oberbau. Schwere Schienen, harter und verschleißfester Schienenstahl, stabiler und ordnungsmäßiger Oberbau erhöhen die erreichbaren Reibungszahlen.

Das Sandstreuen kann nur bei guten Eigenschaften des Sandes erfolgreich sein; dabei soll möglichst unter allen Kuppelrädern gesandet werden.

Bei niedrigeren Temperaturen, stärkeren Winden und beim Schnee auf den Schienen dürfen die Zuggewichte ermäßigt werden. Der Einfluß des Schnees wurde besonders untersucht. Schnee auf den Schienen bei Temperaturen nicht unter -10°C gibt nach den gemachten Beobachtungen keinen fühlbaren Einfluß auf den Schleudervorgang; deshalb kommen nur bei niedrigeren Temperaturen Ermäßigungen der Zuggewichte wegen des Schnees in Frage.

Ermäßigungen der Zuggewichte in Hundertsteln.

Schnee auf den Schienen bei Temperaturen	von bis	-10	-10	-15	-20	-25	-30	-35	unter -40
		-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-40
Größte Steigung mit Einberechnung der Krümmungen:									
bis $8^{\circ}/_{00}$		0	0	5	5	10	10	15	15
über $8^{\circ}/_{00}$		0	5	5	10	10	15	15	20

Auf Steigungen über $8^{\circ}/_{00}$ sind die Ermäßigungen der Zuggewichte größer, als bis $8^{\circ}/_{00}$. Man begründet dies durch die größeren Gefahren des Schleuderns in steilen Steigungen. In einer Waagerechten und Steigungen bis $3^{\circ}/_{00}$ kann man u. U. sogar von neuem anfahren, wenn der Zug zum Halten kommt.

Auf Grund der letzten Überlegung ist es nicht geraten, Bahnhöfe und Haltepunkte in Steigungen steiler als $2,5^{\circ}/_{00}$ zu legen. Die Blockstationen, wo das Halten und Anfahren der Züge möglich ist, dürfen auch nicht in zu steile Steigungen gelegt werden. In den Vorschriften findet man eine Reihe von Formeln, die für die Prüfung der Lage der Blockstationen bestimmt sind. Hier sind zwei Grundformeln wiedergegeben:

$$\Delta w = 2 + 0,3 i_{an} \quad \text{in kg/t} \quad \dots \quad 1)$$

$$i_{an} \leq 0,75 i_{max} - 1 \quad \text{in } ^{\circ}/_{00} \quad \dots \quad 2)$$

worin die einzelnen Buchstaben folgende Bedeutung haben:

Δw Anwachsen des Fahrwiderstandes einer Tonne des Zuggewichtes über den normalen Wert in Kilogramm in dem Augenblick des Anfahrens;

i_{an} Steigung in $^{\circ}/_{00}$ auf der Anfahrtsstelle;

i_{max} größte Steigung auf der Strecke mit Einberechnung des Bogenwiderstandes, nach welcher die Zuggewichte bestimmt werden.

Bekanntlich ist der Fahrwiderstand der Eisenbahnfahrzeuge in dem Augenblick des Anfahrens und bei kleinen Geschwindigkeiten größer, als die Widerstandswerte nach den gebräuchlichsten Formeln*). In der Steigung wird der Zug außerdem gestreckt und dies vergrößert ebenfalls den Anfahrwiderstand. Gl. 1) will diese beiden Tatsachen zahlenmäßig berücksichtigen. Gl. 2) beruht auch auf einigen Überlegungen und gibt die größte zulässige Steigung i_{an} an, in welche die Blockstationen gelegt werden können. Beide Gleichungen können auch beim Entwurf einer neuen Eisenbahn angewandt werden, um die zweckmäßigsten Steigungen von dem Standpunkte der Berechnung der Zuggewichte zu bestimmen.

In demselben Aufsatz von Egortschenko sind auch einige Angaben über die Berechnungen der Zuggewichte auf den amerikanischen Eisenbahnen enthalten. Um den kleineren spezifischen Fahrwiderstand des beladenen Wagens im Vergleich mit einem leeren Wagen zu berücksichtigen, betrachten die Amerikaner des öfteren nicht das wirkliche Zuggewicht, sondern ein größeres Gewicht mit einberechneten Zuschlägen**). Jedem Wagen in der gegebenen Steigung i_{max} entspricht ein bestimmter Zuschlag, der sogenannte „car factor“. Wenn der amerikanische Lokomotivführer sagt: „der Zug von 6000 t bei 100 Wagen in der Steigung $i_{max} = 4^{\circ}/_{00}$ “, so muß man zunächst die Zuschläge abziehen, um das wirkliche Gewicht zu errechnen. Dabei ist nicht zu vergessen, daß die amerikanische Tonne kleiner als 1000 kg ist***). So beträgt schließlich das Gewicht des Zuges von 6000 rechnerischen amerikanischen Tonnen bei den gegebenen Bedingungen 4355 Meter-Tonnen. Weiterhin entspricht der Begriff „factor of adhesion“ nicht voll dem Wert der Reibungszahl.

Bei grober Bestimmung der Zuggewichte rechnet man in Sowjet-Rußland nach dem Vorschlag von Prof. Lomonosoff den spezifischen Widerstand der Güterwagen mit 2 kg/t. Bei genaueren Berechnungen verwendet man folgende Formeln:

1. Für zweiachsige gedeckte Güterwagen mit Eigengewicht von 7 t und Tragfähigkeit bis 16,5 t

$$w = 1,4 + \left(0,04 + \frac{0,32}{q}\right) \cdot V \quad \text{in kg/t} \quad \dots \quad 3)$$

2. Für vierachsige gedeckte Güterwagen mit Eigengewicht von 20 t und Tragfähigkeit bis 40 t

$$w = \frac{V + 62}{12 + 0,55 q} \quad \text{in kg/t} \quad \dots \quad 4)$$

In beiden Formeln sind folgende Bezeichnungen angewandt:

V Fahrgeschwindigkeit km/h

q Gesamtgewicht des Wagens = Eigengewicht + Last in t.

Bei den starken Schwankungen des Güterverkehrs in Sowjet-Rußland (Größe und Richtungen) halten es viele Fachleute für richtig, in manchen Fällen mit Zuschlägen zu den wirklichen Zuggewichten zu rechnen. Es würde jedoch zu weit führen, über die entsprechenden Vorschläge zu berichten.

*) Glinzky, Der Bewegungswiderstand von Eisenbahnfahrzeugen zu Beginn des Anfahrens. Z. VDI 1912, S. 2065.

***) Pennsylvania Railroad System. Bulletin No. 26.

***) „1 short ton“ = 0,907 Meter-Tonnen.

Die Zuverlässigkeit der Schotterprüfungen bei der Reichsbahn.

Von Reichsbahnoberrat Stübel, Kassel.

In den letzten Jahren hat Prof. Dr. Ing. Pirath bei der Technischen Hochschule Stuttgart auf Anregung der Kalkstein-Industrie und mit Unterstützung der Deutschen Reichsbahn-

Gesellschaft sehr wertvolle Versuche durchgeführt, um die technische und wirtschaftliche Brauchbarkeit von Weichgesteinen im Vergleich zu Hartgesteinen für Gleisbettungs-

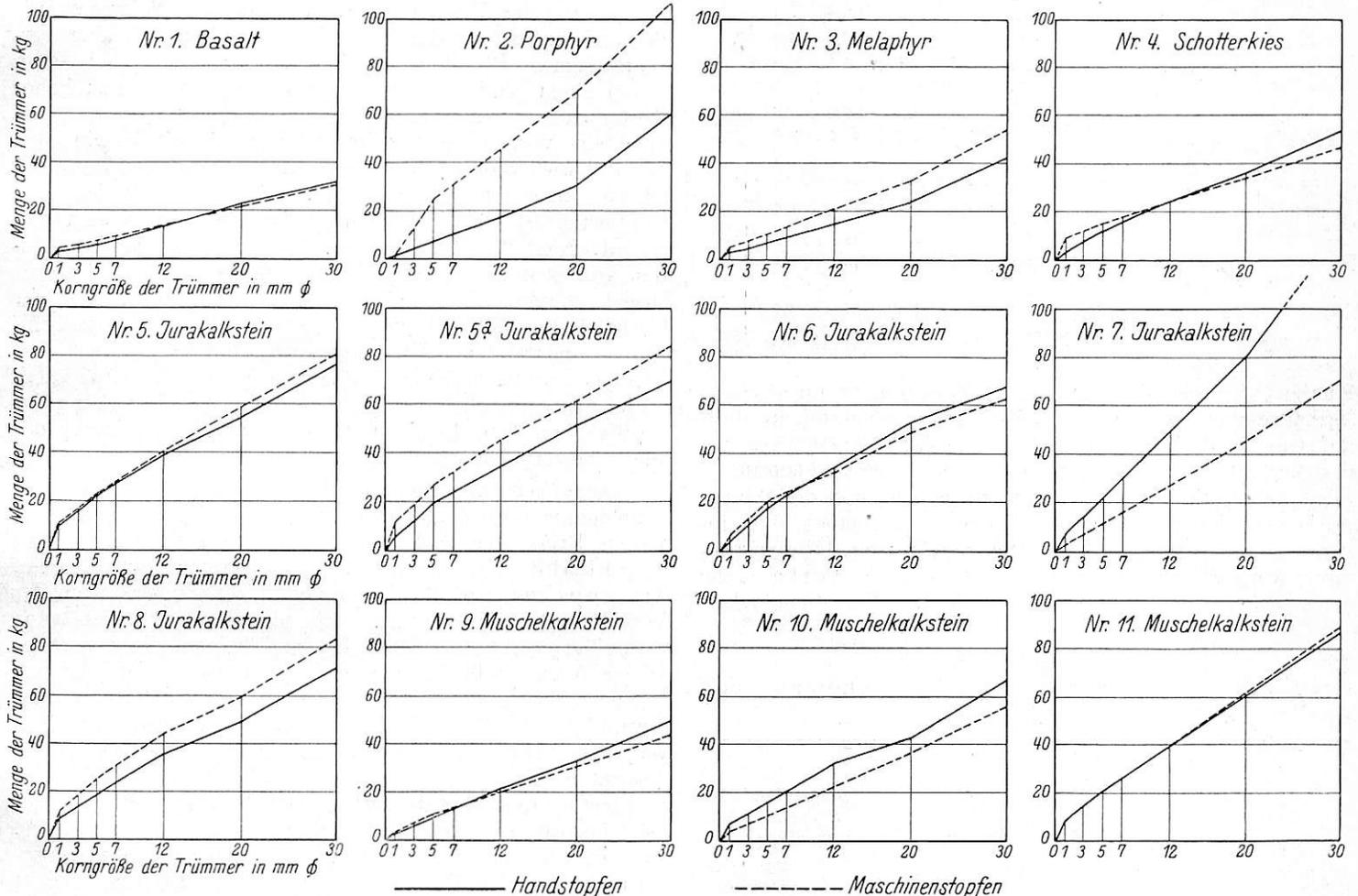
zwecke festzustellen. Da bei diesen Versuchen ermittelt werden konnte, in welchem Maße verschiedenartiger Gleis-schotter durch die mechanischen Einwirkungen im Betrieb zerstört wird, lag es für die Gesteinsprüfstelle der Reichsbahn nahe, zu untersuchen, inwieweit ihre Prüfergebnisse mit den Ergebnissen der Pirathschen Schotterversuche in Einklang stehen. Über das Ergebnis dieser Feststellungen soll nachstehend berichtet werden.

Die ersten Versuche¹⁾ von Prof. Pirath gingen darauf aus, das Verhalten verschiedener Schottersorten beim Stopfen mit Hand und Maschine festzustellen. Zu diesem Zweck wurde Schotter aus Basalt, Melaphyr, Porphy und verschiedenen Jura- und Muschelkalksteinen in Betriebsgleisen der Reichs-

Schwellenabstand von 0,65 m eine Schotterraummenge von $2 (0,65 \cdot 2,60 \cdot 0,36) = \text{rund } 1200 \text{ l} = 1,2 \text{ m}^3$.

Dieser Raummenge entsprechen unter Berücksichtigung des Schotterraumgewichts (Spalte 4 angegebenen Gewichtsmengen, auf die sich die in Spalte 6 und 8 angegebenen Trümmermengen in Prozent beziehen.

Wie aus Spalte 6 und 8 ersichtlich ist, sind sowohl beim Handstopfen als auch beim Maschinenstopfen die angefallenen Trümmermengen bei den Schottersorten Nr. 2 bis 11 etwa zwei- bis dreimal so groß wie bei dem Basaltschotter Nr. 1. Ein ähnliches Verhältnis ergibt sich auch, wenn man die Pirathschen Versuchsergebnisse nach dem bei der Gesteinsprüfstelle der Reichsbahn eingeführten Rechnungsverfahren²⁾



bahndirektion Stuttgart regelrecht eingebaut und betriebsmäßig gestopft, wobei die Stopfzeit genau festgestellt wurde. Um die hierbei anfallenden Trümmermengen restlos zu erfassen, war unter zwei Schwellenfelder ein starker Holzkasten mit dem Versuchsschotter eingebaut. Nach dem Stopfen wurde der Schotter aus dem Holzkasten entfernt und auf mehreren Sieben abgesiebt, um die Menge und Kornzusammensetzung der angefallenen Trümmer festzustellen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind auszugsweise in Zahlentafel 1 zusammengestellt und in der obenstehenden zeichnerischen Darstellung veranschaulicht. Es sei hierzu noch folgendes bemerkt:

Die in Spalte 5 und 7 angegebenen Trümmermengen entstanden beim einmaligen Stopfen von zwei eisernen Schwellen bei der gleichen Stopfzeit. Diese betrug im Durchschnitt beim Handstopfen 4750 Sek., beim Maschinenstopfen 3520 Sek. Auf zwei Schwellenfelder kam bei einem

noch genauer ausgewertet, wenn man also unter Berücksichtigung der Menge und Korngröße der angefallenen Trümmer mit Hilfe des Abramsschen Feinheitsmoduls den Zertrümmerungsgrad berechnet. Dieser Zertrümmerungsgrad ist in Spalte 3 bis 5 der Zahlentafel 2 angegeben. Da nun die Schlagfestigkeit bei den betrachteten Schottersorten im umgekehrten Verhältnis steht wie die für den Zertrümmerungsgrad errechneten Werte, ergeben sich auf Grund der Pirathschen Versuchsergebnisse die in Spalte 6 angegebenen Verhältniszahlen für die Schlagfestigkeit, wenn man die Schlagfestigkeit des Basaltschotters Nr. 1 gleich 100 setzt.

Zum Vergleich mit diesen Pirathschen Versuchsergebnissen sind die gleichen Schottersorten, soweit sie noch erhältlich waren, nach dem bei der Gesteinsprüfstelle der Reichsbahn eingeführten Verfahren²⁾ auf Schlagfestigkeit geprüft worden.

¹⁾ „Prüfung von Bettungsstoffen und das Verhalten von Schotter bei Hand- und Maschinenstopfen.“ Von Prof. Dr. Ing. Pirath in der Verkehrstechn. Woche, 1928, Heft 20, S. 285 bis 290.

²⁾ Vergl. den Aufsatz von Rothfuchs, „Voraussetzungen zur Erzielung einwandfreier Ergebnisse bei der Schlagprüfung von Schotter“ in der Zeitschrift Der Bahnbau, 1931, Heft 40 und 41.

Zahlentafel 1.
Zertrümmerung des Gleisschotters beim Hand- und
Maschinenstopfen.

1	2	3	4	5				8	9
				Hand		Maschine			
Schotter- sorte Nr.	Gesteins- art	Raum- ge- wicht des Schotters kg/l	Ge- samt- ge- wicht kg	Trümmermengen unter 30 mm Ø beim Stopfen mit				Sp. 6 und Sp. 8 i. M.	
				in kg	in %	in kg	in %		
1	Basalt	1,47	1760	31,8	1,8	31,0	1,8	1,8	
2	Porphy	1,23	1480	61,3	4,2	108,4	7,4	5,8	
3	Melaphyr	1,19	1420	41,8	3,0	53,9	3,8	3,4	
4	Schotter- kies	1,35	1620	54,2	3,4	46,5	2,9	3,2	
5	Jura- kalkstein	1,26	1520	77,3	5,1	80,3	5,3	5,2	
5 a		1,26	1520	71,3	4,7	85,5	5,6	5,2	
6	Muschel- kalkstein	1,28	1540	68,4	4,5	62,7	4,1	4,3	
7		1,26	1520	133,0	8,8	71,1	4,7	6,8	
8		1,28	1540	72,7	4,8	84,1	5,5	5,2	
9		1,30	1560	50,4	3,3	44,0	2,8	3,1	
10		1,30	1560	67,5	4,4	57,0	3,7	4,1	
11		1,32	1580	87,9	5,6	89,1	5,7	5,7	

Hierbei haben sich die in Spalte 7 der Zahlentafel 2 angegebenen Verhältniszahlen für die Schlagfestigkeit ergeben, die ebenfalls auf den Basalt Nr. 1 bezogen worden sind. Wie ein Vergleich der Verhältniszahlen in Spalte 6 und 7 der Zahlentafel 2 zeigt, haben die Pirathschen Stopfversuche und die Schlagprüfungen der Gesteinsprüfstelle zu einigermaßen übereinstimmenden Ergebnissen geführt. Eine bessere Übereinstimmung konnte nicht erwartet werden, weil die Stopfversuche aus naheliegenden Gründen nicht mit derselben Genauigkeit

Zahlentafel 2.
Grad der Zertrümmerung von Gleisschotter beim
Hand- und Maschinenstopfen.

1	2	3			6	7
		Zertrümmerungsgrad beim Stopfen mit				
Nr. der Schotter- sorte	Gesteins- art	Hand	Maschine	im Mittel	Schlagfestigkeit im Verhältnis zum Basalt 1	
					nach Sp. 5	nach der Schlag- prüfung der Gesteins- prüfstelle im Mittel
1	Basalt	0,038	0,041	0,040	100	100
2	Porphy	0,073	0,155	0,114	36	45
3	Melaphyr	0,058	0,080	0,069	58	68
4	Schotter- kies	0,072	0,071	0,072	56	—
5	Jura- kalkstein	0,118	0,121	0,120	33	49
5 a		0,108	0,132	0,120	33	49
6	Muschel- kalkstein	0,100	0,096	0,098	41	46
7		0,165	0,088	0,127	31	46
8		0,108	0,131	0,120	33	—
9		0,067	0,060	0,064	63	—
10		0,095	0,072	0,084	48	45
11		0,121	0,118	0,120	33	—

vorgenommen werden konnten wie die Schlagprüfungen der Gesteinsprüfstelle und weil die in beiden Fällen verwendeten Schotterproben in bezug auf Güte des Gesteins und Kornform naturgemäß etwas unterschiedlich waren.

Damit ist der Beweis erbracht, daß die von der Gesteinsprüfstelle auf Grund der Schlagprüfungen ermittelten Verhältniszahlen (Gütezahlen) einen einwandfreien Maßstab für die unterschiedliche Güte der Gleisbettungstoffe darstellen.

Die weiteren Versuche³⁾ von Prof. Pirath sollten dazu dienen, die Einwirkungen der Verkehrslasten auf den Gleisschotter festzustellen. Diese Versuche, an denen die Reichsbahndirektion Kassel mitgewirkt hat, wurden bei der Materialprüfungsanstalt Stuttgart vorgenommen. Bei der Ausführung der Versuche kam es darauf an, die wechselnde Be- und Entlastung der Schwellen unter den rollenden Verkehrslasten möglichst nachzuahmen. Der ursprüngliche Plan hierzu einen Kreislauf zu benutzen, mußte wegen zu hoher Kosten aufgegeben werden. Es wurde deshalb für die Versuche eine vorhandene Druckpresse benutzt, mit der eine sich dauernd wiederholende Be- und Entlastung auf den Versuchsschotter ausgeübt werden konnte. Dieser war mit dem aufmontierten Oberbau in einem starken eisernen Kasten eingebaut. Nach 2 1/2 Millionen Lastwechseln, was einer Betriebszeit von etwa vier Jahren entsprach, wurde der Schotter ausgebaut und auf verschiedenen Sieben abgesiebt. Von der hierbei festgestellten Trümmermenge wurde die bereits beim Einbau entstandene Trümmermenge, die man durch Vorversuche ermittelt hatte, in Abzug gebracht. Auf diese Weise war es möglich, die lediglich durch die Einwirkung der stoßweisen Druckbelastung entstandene Abnutzung des Gleisschotters festzustellen.

Diese Versuche, die mit Basalt- und Kalksteinschotter vorgenommen wurden, haben ergeben, daß durch den stoßweisen Druck der Verkehrslasten der Schotter nicht zerdrückt wird, selbst wenn er aus wenig druckfestem Gestein, wie beispielsweise Kalkstein, besteht. Die Einwirkungen der Verkehrslasten beschränken sich vielmehr auf einen ganz geringfügigen Abrieb der Ecken und Kanten des Schotters. Dieser Abrieb fällt im Vergleich zu der beim Stopfen anfallenden Trümmermenge gar nicht ins Gewicht, da er nur etwa 5 bis 10 % dieser Menge beträgt. Dieses Versuchsergebnis war nicht überraschend, entsprach vielmehr vollkommen den Ansichten, die ich schon früher vertreten habe und die auch bei der Prüfung und Bewertung der Bettungstoffe bei der Gesteinsprüfstelle der Reichsbahn zugrunde gelegt sind⁴⁾. Immerhin haben die Pirathschen Versuche nochmals bestätigt, daß für die Güte des Gleisschotters die Druckfestigkeit gar keine und die Härte nur eine sehr geringe Rolle spielt. Es kann also daran festgehalten werden, die Güte der Bettungstoffe lediglich nach dem Grade ihrer Zähigkeit oder Schlagfestigkeit zu beurteilen, allerdings immer unter der Voraussetzung, daß ihre Wetterbeständigkeit gewährleistet ist.

Auf die übrigen Ergebnisse der Pirathschen Versuche, die sich auf die Tragfähigkeit und die Elastizität des Schotterbettes erstrecken, will ich hier nicht näher eingehen, weil sie für die Beurteilung der Güte verschiedener Schotterarten keine große Bedeutung haben. Auch haben diese Versuche keine sicheren Anhaltspunkte dafür ergeben, daß etwa die Rauigkeit der Gesteine die Tragfähigkeit des Schotterbettes günstig beeinflusst, wie vielfach angenommen wird. Erwiesen

³⁾ „Versuche über Zertrümmerung von Bettungsschotter unter den Betriebslasten der Eisenbahnen.“ Von Prof. Dr. Ing. Pirath im Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1932, Heft 23, S. 440 bis 445.

⁴⁾ Vergl. den Aufsatz des Verfassers „Prüfung und Bewertung von Gleisbettungstoffen“ im Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1930, Heft 19.

ist daher lediglich durch die früheren Versuche von Eisenbahndirektor Schubert⁵⁾, daß die Tragfähigkeit der Bettung vorwiegend von der Korngröße und der Kornform der Schotterstücke abhängt.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die Pirath'schen Schotterversuche bestätigt haben:

1. daß bei dem von der Reichsbahn eingeführten Ver-

⁵⁾ „Schwellenabstand und Bettungsstoff im Eisenbahngleise“. Von Eisenbahndirektor Schubert in der Zeitschrift für Bauwesen 1897, S. 207 bis 239.

fahren zur Prüfung der Schlagfestigkeit des Gleisschotters die Schlagbeanspruchung beim Stopfen weitgehend nachgeahmt wird und daß sich daher einwandfreie Vergleichswerte für die praktische Bewährung verschiedenartiger Schotterarten aus den Prüfergebnissen ableiten lassen;

2. daß die Güte der Gleisbettungsstoffe — unter Voraussetzung ausreichender Wetterbeständigkeit — lediglich nach dem Grade ihrer Schlagfestigkeit beurteilt werden kann, da ihre Druckfestigkeit und Härte bei der Bewertung der Gleisbettungsstoffe außer Betracht bleiben können.

Persönliches.

Vierzigjähriges Dienstjubiläum des Generaldirektors Dr. Dorpmüller.

Am 7. Dezember 1933 sieht der Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn Dr. Ing. e. h. Julius Dorpmüller, Vorsitzender des Verwaltungsrats und Generaldirektor der Reichsautobahnen auf eine vierzigjährige Dienstzeit zurück. Vor 40 Jahren hat er in Aachen als Regierungsbauführer des Eisenbahn- und Straßenbauaufsachs seine Laufbahn bei der Eisenbahndirektion Köln begonnen. Dorpmüller wurde als Sohn eines Eisenbahningenieurs am 24. Juli 1869 zu Elberfeld geboren. Er besuchte das Gymnasium zu München-Gladbach und Aachen und studierte von 1889 bis 1893 Ingenieurbaufach auf der Technischen Hochschule zu Aachen. 1898 wurde er als Regierungsbaumeister von den Preußischen Staatseisenbahnen übernommen und war bis 1907 bei der Eisenbahndirektion Sankt Johann-Saarbrücken als Hilfsarbeiter, Streckenbaumeister und Vorstand einer Bauabteilung tätig. Im Juli 1907 wurde er aus dem Staatsdienst zur Übernahme der Stellung als Leiter des technischen Büros der Schantung-Eisenbahn-Gesellschaft in Tsingtau beurlaubt. Im März 1908 trat er in den Dienst der Kaiserlich-Chinesischen Staatsbahn Tientsin-Pukow über, um als Chefingenieur den Bau des 700 km langen Nordabschnittes dieser Bahn zu leiten, für die er auch die Betriebsführung übernahm. Nachdem China 1917 in den Weltkrieg eintrat, wurde er aus dem chinesischen Staatsdienst entlassen. Der drohenden Internierung entzog er sich durch die Flucht. Anfang 1918 gelangte er unter schwierigen Verhältnissen als Flüchtling durch die Mandchurei, Sibirien und Rußland nach Deutschland zurück und war bei Kriegsende im Feldeisenbahndienst bei der Organisation der Kriegstransporte auf den transkaukasischen Eisen-

bahnen tätig. Am 1. April 1919 wurde er Streckenbezernent bei der Reichsbahndirektion Stettin und im Dezember des gleichen Jahres Oberbaurat bei der Reichsbahndirektion Essen. 1922 bis 1924 leitete er als Präsident die neu errichtete Reichsbahndirektion Oppeln und vertrat in Verhandlungen mit Polen die deutschen Interessen. 1924 nach Essen versetzt, arbeitete er dort unter den schwierigen Besatzungsverhältnissen und erwarb sich die Anerkennung weitester Kreise des Ruhrgebiets. Am 1. Juli 1925 wurde er auf den Posten des Ständigen Stellvertreters des Generaldirektors der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft berufen und nahm an den Londoner Verhandlungen teil. Im Dezember 1925 verlieh ihm die Technische Hochschule in Aachen in Anerkennung seiner technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Leistungen auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens und seiner großen Verdienste um das Ansehen deutscher Technik und der Weiterung ihres Arbeitsfeldes im Auslande die Würde eines Dr. Ing. ehrenhalber. Seit dem Jahre 1926 leitet er als Generaldirektor die Deutsche Reichsbahn. Als im Juni dieses Jahres das Unternehmen „Reichsautobahnen“ entstand, wurde Dorpmüller der Vorsitz des Verwaltungsrats und des Vorstandes des neuen Unternehmens übertragen. In seiner Person ist somit die Einheit der beiden wichtigsten Überland-Verkehrsmittel Deutschlands vollzogen.

Eine außerordentliche Fülle wertvollster Arbeit am Fortschritt des Eisenbahnwesens liegt in diesem vierzigjährigen Zeitraum beschlossen. Möge es dem „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ gestattet sein, dem hochverdienten Förderer des Eisenbahnwesens anlässlich der Vollendung seiner vierzigjährigen Dienstzeit herzliche Glückwünsche auszusprechen.

Rundschau.

Allgemeines.

Die Eisenbahnen auf der Weltausstellung in Chicago.

Auf der Weltausstellung, die unter dem Namen „Ein Jahrhundert des Fortschritts“ in diesem Jahre in Chicago stattfand, nahmen die Eisenbahnen einen verhältnismäßig breiten Raum ein. Es hängt dies mit der allgemeinen Bedeutung zusammen, die den Eisenbahnen auch gegenwärtig noch in den Vereinigten Staaten zukommt, außerdem aber auch mit dem besonderen Anteil, den gerade die Eisenbahnen in den vergangenen hundert Jahren an der Erschließung Nordamerikas genommen haben. Dazu kommt noch, daß die Eisenbahnen Nordamerikas jetzt ebenfalls auf eine hundertjährige Geschichte zurückblicken.

Fast alle bedeutenderen Eisenbahngesellschaften der Vereinigten Staaten und Kanadas sind auf der Ausstellung vertreten. Die meisten Bahnen versuchen durch Nebeneinanderstellen ihrer ältesten und neuesten Fahrzeuge die Entwicklung des Eisenbahnwesens deutlich zu machen. Zu diesem Zweck ist eine große Anzahl von Lokomotiven verschiedener Bauart und verschiedenen

Alters, eine Reihe der verschiedensten Wagen — Reisezugwagen, Schlafwagen, Speisewagen, Güterwagen — in natürlicher Größe und in Modellen kleineren Maßstabes ausgestellt. So hat die Pullmann-Gesellschaft nebeneinander einen hölzernen Wagen von 1859, einen Stahlwagen aus dem Jahr 1907 und schließlich noch einen aus Leichtmetall hergestellten, stromlinienförmigen Wagen neuester Bauart ausgestellt, der Einrichtung zur Luftverbesserung aufweist. Die London, Midland and Scottish Railway hat sich sogar von England aus beteiligt und eine vollständige Ausrüstung ihres bekannten „Royal Scot“ Expreßzuges mit acht Wagen samt der dazugehörigen 2 C-Lokomotive auf die Ausstellung entsandt. Der Zug steht unmittelbar neben einem amerikanischen Luxuszug der Chicago, Burlington and Quincy Railway, so daß der Besucher die in England und Nordamerika gebotene Reisebequemlichkeit leicht vergleichen kann. Neben den Fahrzeugen zeigen die Bahnen noch viele Bilder, Filme und Landkarten; eine Bahn hat sogar einen Globusabschnitt aufgestellt, der beinahe 7 m hoch ist und im Durchmesser rund 10 m mißt. Darauf sind die wichtigsten Verkehrsbeziehungen

dargestellt, die von der Bahn bedient werden. Eine Reihe von Modellen von Bahnanlagen, die im Betrieb vorgeführt werden, soll schließlich den Besuchern Einblick in die Eigenart des Eisenbahnbetriebs geben.

Die Eisenbahn-Ausstellung ist in einer besonderen „Halle für Reise und Verkehr“ untergebracht, die eine der bemerkenswertesten Baulichkeiten der ganzen Ausstellung darstellt. Sie besteht aus einem Rundbau in Höhe eines zwölfstöckigen Gebäudes, an den sich ein 300 m langes und 45 m breites Langhaus anschließt. Eine Kuppel von 63 m Durchmesser krönt den Rundbau. Diese Kuppel ist nicht in der sonst üblichen Weise aufgebaut, sondern — ähnlich

einer Hängebrücke — mittels Stahlseilen an zwölf Tragseilen aufgehängt, die sich rund um den Bau reihen. Das Langhaus besitzt keine Fenster sondern wird um eine eindrucksvolle und gleichbleibende Lichtwirkung zu erzielen, bei Tag und Nacht gleichermaßen künstlich beleuchtet. Neben dieser Halle befindet sich unmittelbar am Ufer des Michigan-Sees, an dem sich das Ausstellungsgelände hinzieht, noch ein großes Freilichttheater, in dem täglich ein besonderes Schaustück „Die Flügel eines Jahrhunderts“ vorgeführt wird. Dabei werden alte und neue Verkehrsmittel, auch Schiffe, im Betrieb gezeigt.

(Rly. Age 1933, I. Halbj., Nr. 21.)

R. D.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Brückenerneuerung auf der Muldentalbahn Glauchau—Wurzen.

Von Reichsbahn-Amtmann Tramm, Dresden.

Die Brücke („Wasserhausbrücke“) liegt auf eingleisiger Strecke in einem Bogen von 300 m Halbmesser und hat zwei

von 32,50 m Stützweite für den Lastenzug E aus Flußstahl St 37 ausgebildet und wiegen 200 t, mit den Oberbauteilen beträgt das Gesamtgewicht etwa 245 t. Durch die größere Stützweite wurde die hohe Kantenpressung an den Widerlagern beseitigt, so daß das Mauerwerk nicht verstärkt zu werden brauchte. Die größere Stützweite ermöglichte es außerdem, die neuen Auf-



Abb. 1. Auflagerbank am Pfeiler und Sicherung der Endpfosten der alten Gleisträger.

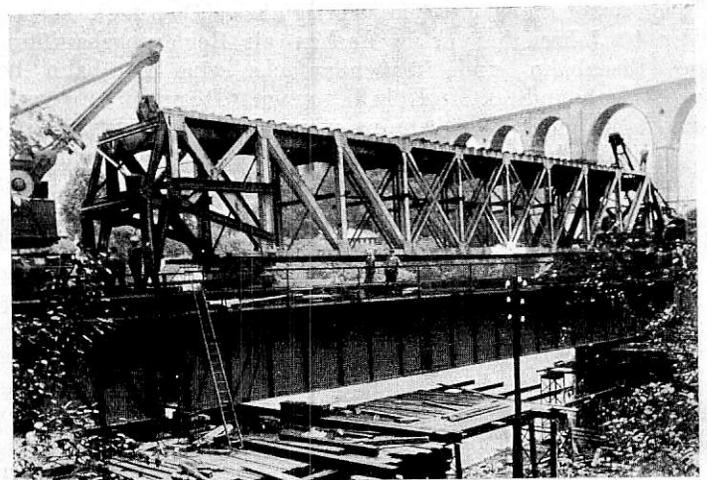


Abb. 3. Abstützung des alten Trägers über dem Pfeiler, während des Einfahrens des neuen Gleisträgers.

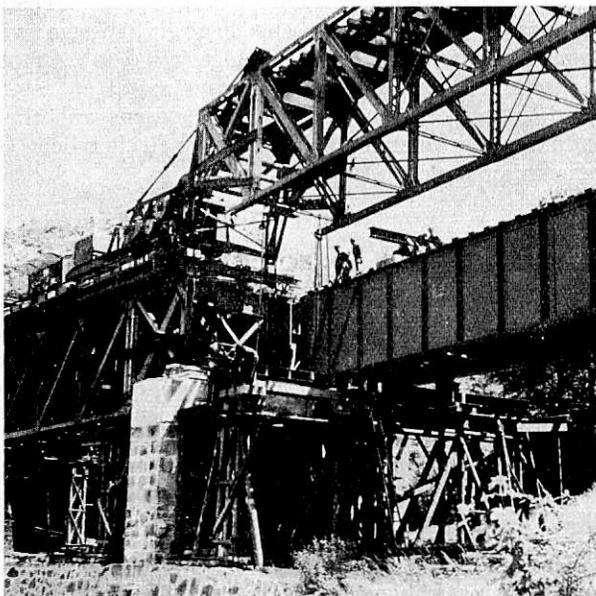


Abb. 2. Alter Träger in den Kränen hängend.

Öffnungen. Die alten Gleisträger bestanden aus Fachwerkträgern mit parallelen Gurtungen und Flacheisendiagonalen, ihre Stützweite betrug 31,50 m. Beide Überbauten hatten einschließlich des Gleises ein Gewicht von 125 t. Sie waren im Jahre 1876 aus Schweißisen hergestellt und genügten der heutigen Belastung nicht mehr. Die neuen Gleisträger wurden als Blechbalkenträger

lagerbänke auf den Widerlagern ohne lästige Abfangungen herzustellen. Für den Einbau der Auflagerbank auf dem Zwischenpfeiler mußten dagegen die beiden alten Gleisträger nach besonderer Verstärkung unter dem ersten Knotenpunkt gegen

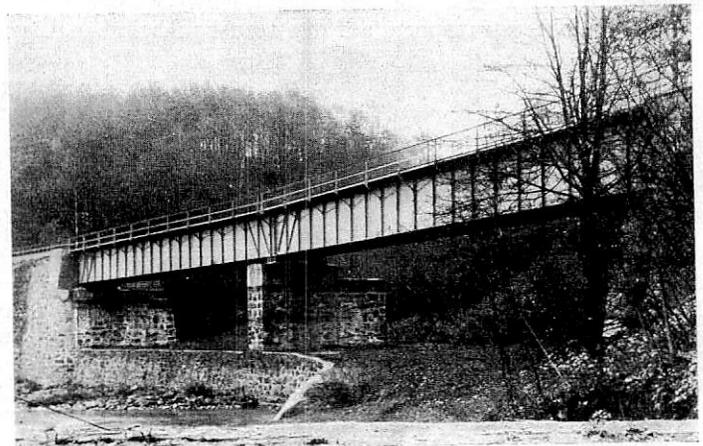


Abb. 4. Gesamtansicht der neuen Brücke.

Betriebslast abgefangen werden. Da die neue Bauhöhe kleiner ist als die alte, mußten außerdem die Endpfosten verkürzt und besonders gesichert werden, um die künftige Auflageroberkante zu erreichen (Abb. 1). Die Vollendung der Betonarbeiten fiel bereits in die Wintermonate des Jahres 1931. Da es vorteilhaft erschien, mit den Eisenarbeiten erst im Frühjahr 1932 zu beginnen, wurden

die alten Träger zwischenzeitlich auf dem umgebauten Pfeiler abgesetzt und betriebssicher abgestützt, so daß die Züge wieder mit voller Geschwindigkeit fahren konnten. An den Lagern auf den alten Widerlagern brauchte nichts geändert zu werden.

Die neuen Tragwände wurden in je drei Teilen mit zwei 15 t-Kranen der RBD Dresden auf die Rüstung abgesetzt und dann in der üblichen Weise zusammengebaut. Mit dem Umbau der Brücke wurde auch zugleich die Gleislage nach Richtung und Höhenlage berichtigt. Nachdem die alten Gleisträger in die neue Höhen- und Seitenlage gebracht worden waren, konnte nach Erledigung sämtlicher Vorarbeiten in einer Pause von 10 bis 14 Uhr je ein Gleisträger ausgewechselt werden. Die alten Gleisträger wurden mit zwei 25 t-Kranen der RBD Stuttgart herausgehoben und zwischenzeitlich abgestützt (Abb. 2 und 3), damit während des Einfahrens der neuen Blechträger nicht unter schwebender Last gearbeitet zu werden brauchte. Wie aus Abb. 4 zu ersehen ist, befindet sich unmittelbar neben der Brücke das tiefliegende Flußbett der Mulde. Auch dieser Umstand mahnte zu besonderer Vorsicht. Das Anbringen der zwischenzeitlichen Abstützung ging glatt vonstatten. Zur Beschleunigung der Arbeit waren die Bolzen dornartig verlängert worden, wodurch das sogenannte Einfädeln wesentlich erleichtert wurde.

Der neue Gleisträger ruhte bereits auf Einschlebewagen; als Rollbahn wurden je zwei Peiner Träger verwandt. Nach dem Einfahren wurden die neuen Gleisträger zwischenzeitlich auf Holz abgesetzt. Auf dem neuen Gleisträger, der bereits neue Brückenschwellen und neuen Oberbau erhalten hatte, befanden sich zwei sogenannte Rollwagen, die zur Aufnahme der alten Träger hergerichtet waren. Nach Schließung der Schienenstränge wurden die alten Gleisträger auf die vorgenannten Wagen abgesetzt, diese durch Kuppelstange mit dem Kranwagen verbunden und abgefahren. Die alten schweißeisernen Gleisträger wurden dann seitlich abgesetzt und zerschnitten.

Durch das gute Zusammenarbeiten zwischen den Mannschaften des Stahlbauwerkes und der Reichsbahnverwaltung wurde die vorgeschriebene Zeit für die Auswechslung nicht überschritten. Um die Zugpause von vier Stunden zu erreichen, mußte ein Zugpaar ausfallen, der Verkehr wurde durch Kraftwagen aufrechterhalten.

Abb. 4 zeigt die fertige Brücke. Das schlichte Bauwerk fügt sich vorteilhaft in das schöne Landschaftsbild ein. Ausführende Firmen waren: für die Stahlbauarbeiten Kelle und Hildebrand in Niedersedlitz, für die Betonarbeiten „Eisenbetonbau“ Dresden.

Lokomotiven und Wagen.

Betriebserfahrungen mit Sauggasschienenautobussen bei den Lettländischen Staatsbahnen.

Zur Anpassung an die Verkehrsverhältnisse — kleine Einheiten, häufige Bedienung — haben die Lettländischen Staatsbahnen vor sechs Jahren kleine Tenderlokomotiven beschafft, die, zur Zeit zwölf an der Zahl, mit Zügen von ein bis vier vierachsigen Wagen, recht befriedigende Ergebnisse lieferten. Da aber die Zugkräfte doch nicht immer ausgenutzt waren, wurde im Jahr 1930 versuchsweise ein Motortriebwagen in Betrieb genommen, der bei 43 Sitzplätzen und 17 Stehplätzen 13 t wog und mit einem Sechszylinder-Maybach-Motor von 100 PS und mechanischer Kraftübertragung ausgerüstet war. Es zeigte sich jedoch, daß hinsichtlich der Gesamtwirtschaft die Zuförderung mit Dampflokomotive billiger zu stehen kam, hauptsächlich wegen der hohen Brennstoffkosten für Benzin oder Benzin-Spiritusgemisch, für das hoher Zoll und andere Abgaben erhoben werden.

Es wurde daher 1930 ein Versuch mit einem Straßenomnibus gemacht, der zur Verwendung auf Schienen umgebaut wurde. Bei dem Umbau wurde der Außenrahmen durch Flacheisen verstärkt und das Gestell statt mit zwei mit drei Achsen versehen, von welchen zwei Laufachsen mit 600 mm Durchmesser unter dem Lenkgestell eingebaut wurden; die dritte, hintere Triebachse, ist vom gewöhnlichen Wagenachsentyp mit 1000 mm Durchmesser. Dieser Umbau war deshalb nötig, weil bei den Straßenautobussen alle Stöße durch Gummireifen erheblich gedämpft werden, dagegen beim Schienenautobus hart auf die Zapfen übertragen werden und deshalb eine stärkere Bauweise verlangen. Der Achsstand der Achsen im Lenkgestell ist 1200 mm, der Gesamtachsstand 4900 mm, die Belastung der Triebachse 6950 kg, die jeder Laufachse 2100 kg. Die maximale Geschwindigkeit 50 km/h. Der Motor ist ein Sechszylinder-Benzinmotor von 100 PS.

Aber auch für dieses Triebfahrzeug stellten sich die Betriebskosten, wenn sie auch niedriger waren wie die des Benzintriebwagens, noch höher wie bei der leichten Dampflokomotive. Aus diesem Grunde wurde der zweite von einem Straßenautobus umgebaute Schienenautobus mit einer Sauggasanlage ausgerüstet, außerdem unterscheidet sich dieser von dem eben beschriebenen Schienenautobus durch vergrößerten Triebraddurchmesser (1130 statt 1000 mm), wodurch die maximale Geschwindigkeit sich von 60 auf 65 bis 70 km/h erhöhen ließ.

Der Einbau von Sauggasanlagen bereitete keine größeren Schwierigkeiten, weil reichliche Erfahrungen im Straßenbetrieb der Stadt Riga schon vorlagen. Die Sauggasanlage besteht aus zwei am hinteren Ende des Autobusses befestigten aus feuerfestem Spezialstahl gebauten Sauggasgeneratoren. Der untere Raum des Generators wird beim Anheizen mit Holzkohle gefüllt, darauf folgt Brennholz in Stücken von etwa $4 \times 4 \times 4$ cm. Der Generator kann auch mit Holzkohle allein gefüllt werden.

Im Führerabteil ist ein elektrischer Sauger eingebaut, der in Verbindung mit dem unteren Ende des Generators steht. Der Sauger wird bei dem Anheizen des Generators eingeschaltet, um durch Luftventile an den Generatorseiten die zur Verbrennung nötige Luft einzusaugen und durch Leitungen zur Verbrennungszone weiterzuführen. Die während des Anheizvorganges entstehenden Brenngase werden von dem Sauger in die freie Luft hinausgeblasen. Nach Beendigung des Anheizvorganges, der etwa 15 Min. dauert, wird der Sauger ausgeschaltet und die in dem Generator entwickelten Gase werden vom Motor, der von einem kleinen Elektromotor getrieben, die normale Geschwindigkeit erreicht hat, angesaugt. Der Strom für den Anlaßmotor wird von einem Stromspeicher geliefert. Vor dem Übergang zum Sauggasbetrieb wurde der Kompressionsraum des Motors durch eine besondere einfache Einrichtung vermindert, weil zur Erreichung einer mit Benzinbetrieb gleichwertigen Leistung der Kompressionsenddruck vergrößert werden muß. Für den Notfall ist ein Behälter mit 40 l Inhalt für flüssige Brennstoffe vorhanden, um die Speisung des Motors von Gas auf Benzin umzustellen.

Das in dem Generator entwickelte Gas ist ohne Reinigung allerdings nicht verwendbar. Der Teer und andere gleichartige Produkte verbrennen fast gänzlich in dem Generator; Wasser und verschiedene Destillationsprodukte, wie Essigsäure, Terpentin, Teerwasser können durch die Öffnungen in dem Boden des Generators abfließen, jedoch werden Wasserdampf, Asche und anderes teilweise mitgerissen. Zur Abscheidung dieser Fremdstoffe ist unter dem Autobus eine aus sechs Zylindern bestehende Reinigungsanlage angebracht. Jeder Zylinder enthält 29 von drei Stangen zusammengehaltene gelochte Scheiben, die zur Reinigung herausgezogen werden können. Die Verunreinigungen werden von diesen Scheiben zurückgehalten. Durch Abkühlen schlägt sich der Wasserdampf nieder und sammelt sich in dem Kondensstopf.

Theoretisch könnten alle Holzsorten zur Gaserzeugung verwendet werden. Praktisch jedoch zeigen die bisherigen Erfahrungen, daß die Gaserzeugung aus weichen Holzsorten, wie Erle, Espe, Fichte, viel lebhafter ist als aus harten Holzsorten; auch Mischung von Holzkohle bewirkt Steigerung. Der Wassergehalt des Holzes sollte 20% nicht übersteigen. Die Verwendbarkeit des Birkenholzes ist bis jetzt noch nicht genügend geklärt worden, besonders wegen der Essigsäure, die mit den Gasen in den Motor mitgerissen wird und die Zylinderwände angreifen könnte. Auch der Einfluß der Außentemperaturen ist noch ungeklärt, wenn auch die Rigaer Sauggas-Straßenautobusse in harten Wintern störungslos verkehrten.

Der erste Sauggas-Schienenomnibus wurde erst im Frühjahr des laufenden Jahres dem Betrieb übergeben. Der mittlere Brennstoffverbrauch bei einer Geschwindigkeit von 55 bis 60 km/h beträgt etwa 0,9 kg Brennholz je PS/Std. Die Brennstoffkosten

machen auf je 100 km etwa 2,40 *R.M.* aus, einschließlich der Vorbereitung und Abgabe an den Autobus. Dieselben Kosten erwachsen auch bei Verwendung von Holzkohle, die zwar viermal teurer ist, von der aber um 50 bis 60% im Gewicht weniger verbraucht wird, und bei der die Vorbereitung und ihre Kosten fast gänzlich wegfallen.

Im ganzen hat sich herausgestellt, daß der Betrieb des Sauggas-Schienenautobusses um 25% billiger als der des Benzinautobusses oder der Tenderlokomotive und um 34% billiger als der des Motortriebwagens ist und in allen walddreichen Gebieten damit eine besondere Bedeutung gewinnt.

Die reinen Brennstoffkosten stellen sich für 100 Wagenkilometer für lettländische Verhältnisse in deutscher Währung

bei der Tenderlokomotive auf rund	8,00 <i>R.M.</i>
dem Benzintriebwagen auf rund	16,50 „
bei dem Benzin-Schienenautobus auf	14,00 „
und bei dem Sauggas-Omnibus auf	2,40 „

Ing. A. Upmalis, Riga.

Amerikanische Versuche mit einem Wirbel-Funkenfänger.

Der schon früher beschriebene Wirbel-Funkenfänger der Lokomotiv-Feuerbüchsen-Gesellschaft in Chicago *) ist inzwischen weiter verbessert worden. Bei den ersten Ausführungen mußten die Rauchgase nach dem Verlassen der Rohre zunächst um den Funkenfänger herumströmen und wurden dann von vorn her in ihn hineingezogen; die neue Ausführung läßt sie gleich von hinten her in den Funkenfänger eintreten und vermindert damit ihren Strömungswiderstand.

*) Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1931, S. 167.

In dieser Form hat neuerdings die Minneapolis, St. Paul and Sault Ste Marie Railway den Funkenfänger in einige Lokomotiven eingebaut und Versuche damit vorgenommen. Dabei hat es sich gezeigt, daß man bei diesem Funkenfänger den Blasenrohrquerschnitt um etwa 15% vergrößern kann, weil er gegenüber den Regel-Funkenfängern mit Drahtsieben einen wesentlichen geringeren Durchgangswiderstand aufweist. Infolgedessen ging bei gleicher Leistung der Gegendruck in den Zylindern je nach Füllung und Geschwindigkeit um 25 bis 50%, entsprechend etwa 0,28 at zurück und es ergab sich ein geringerer Brennstoffverbrauch. Als weiterer Vorteil wurde außerdem noch festgestellt, daß bei dem vollständig eingekapselten Funkenfänger etwaige Undichtheiten der Rauchkammer sich weniger bemerkbar machen können.

R. D.

(Railw. Age 1933, 1. Halbj., Nr. 20.)

Leistungen von Diesellokomotiven.

Nach einer Zusammenstellung der Zeitschrift „Engineering“ waren Ende 1932 bei größeren Bahnverwaltungen 225 Diesellokomotiven und sonstige Dieseltriebfahrzeuge im Betrieb. Die russische 1 E 1 Lokomotive von 1200 PS Leistung hat seit dem Jahre 1924 rund 400 000 km zurückgelegt. Die leistungsfähigste Diesellokomotive ist die 2600 PS Maschine der Canadian Nationalbahn. Sie kann einen Zug von 4000 t mit 40 km/h in der Ebene befördern. Eine dieselektrische Lokomotive der argentinischen Südbahn besitzt den Weltrekord für Langfahrten, indem sie einen Zug von 160 t mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 64,5 km auf 1250 km Strecke ohne Anhalten beförderte. Der Brennstoffverbrauch war dabei 0,89 kg/km.

Schn.

Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

Preisverteilung.

Der Preisausschuß des Vereins hat von den auf das Preisausschreiben vom August 1930 *) eingegangenen Bewerbungen folgende mit einem Preis bedacht:

1. Die Hildebrand-Knorr-Bremse für Personen- und Schnellzüge sowie für Güterzüge
Dr. Ing. Hildebrand, Berlin 5000 *R.M.*
2. Handbuch der Eisenbahngesetzgebung im Deutschen Reich und in Preußen
Wirklicher Geheimer Rat Fritsch, Wiesbaden-Biebrich 2500 „
3. Faltenbalgaufhängung an Eisenbahnwagen
Abteilungsvorstand Rónai, Budapest . . . } 2000 „
Freiherr von Puchner, Budapest . . . }
4. Die Anpassung der Lokomotiven und Tender an Gleisunebenheiten
Direktor b. d. R. Dr. Ing. Uebelacker, Nürnberg 2000 „
5. Zur Geometrie des Laufwerkes der Eisenbahnwagen
Abteilungsvorstand Rónai, Budapest . . . 2000 „
6. Der Dreigurtträger
Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Tils, Köln 1500 „
7. Fortfall bzw. Verringerung der Spurerweiterung in Gleisbögen und Verbesserungen an Weichen
Regierungsbaumeister a. D. Dr. Ing. Vogel, Berlin 1500 „
8. Achsordnung mit Deichselgestell für 5/5 gekuppelte Lokomotiven
Oberingenieur Avenmarg, München-Planegg 1500 „

*) Vergl. Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1930, S. 397.

9. Zusatzlöseventil für Einkammerdruckluftbremsen für Personen- und Schnellzüge
Sektionschef i. R. Ing. Rihosek, Wien } 1500 *R.M.*
Ingenieur Louchter, Hadersdorf-Weidlingau }
10. a) Büchse zur Ausfütterung der Bohrungen von Scharniergelenken
b) Bohrvorrichtung mit Nachstellvorrichtung
Ingenieur Walter, Mödling (N.-Ö.) . . . 1500 „
11. Behelfseinrichtungen bei Außerbetriebsetzung von Sicherungsanlagen (Schlüsselwerk)
Oberinspektor Ing. Zuleger, Wien . . . 1500 „
12. Die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen als Wirtschaftsproblem
Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Remy, Berlin 1500 „
13. Beeinflussung von Blockanlagen durch Starkstromanlagen
Reichsbahnoberrat Schulze, Berlin . . . 1500 „
14. Personen- und Güterbahnhöfe
Professor Dr. Ing. Dr. Ing. e. h. Blum, Hannover 1500 „
15. Kommentar zum Internationalen Übereinkommen über den Eisenbahnfrachtverkehr
Rechtsanwalt Dr. Seligsohn, Berlin . . 1500 „
16. Die Bewegungsgleichung frei ablaufender Eisenbahnfahrzeuge
Regierungsbaurat Dr. Ing. Raab, Karlsruhe 1500 „

Berlin, im Dezember 1933.

Geschäftsführende Verwaltung
des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.