

Neuartige elektrische Versuchs-Eilgüterzuglokomotive.

Von Regierungsrat Dipl.-Ing. R. Spies, Berlin.

Hierzu Tafel 24 und 25.

I. Allgemeines.

Die neueren Bestrebungen im Elektrolokomotivbau gehen dahin, vielseitig verwendbare Lokomotivbauarten zu schaffen, d. h. Lokomotiven, die vermöge hoher Zugkraft zur Beförderung von Güterzügen, vermöge hoher Geschwindigkeit zur Beförderung von Personenzügen oder auch Schnellzügen verwendet werden können. Ein sehr bemerkenswertes Beispiel einer solchen Lokomotive ist die z. Z. in zwei Ausführungen im Bau befindliche 1 B₀ 1 B₀ 1+1 B₀ 1 B₀ 1-Lokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen*), die für die Beförderung von Schnellzügen und Güterzügen auf der Gotthardstrecke bestimmt ist und deren Höchstgeschwindigkeit 100 km/h, deren gesamte

Mittelkasten (ältere Form, Achsfolge 1 B+B 1)* durch ein durchlaufendes einteiliges Gestell (neuere Bauform, Achsfolge 1 B B 1)**) ersetzt wurde. Die Abänderungen im elektrischen Teil beschränken sich auf die Verwendung einer anderen Steuerungsart; die wichtigsten Teile, Triebmotoren und Leistungstransformator, blieben in der ursprünglichen, 1925 in Betrieb genommenen Bauform bestehen.

Nun hat man im Laufe der letzten Jahre auf dem Gebiet des Elektromaschinenbaus außerordentliche Fortschritte gemacht; insbesondere kann man heute mit der gleichen Baustoffmenge wesentlich höhere Leistungen erreichen. Dieser Entwicklung galt es, bei dem Entwurf der neuen Lokomotive

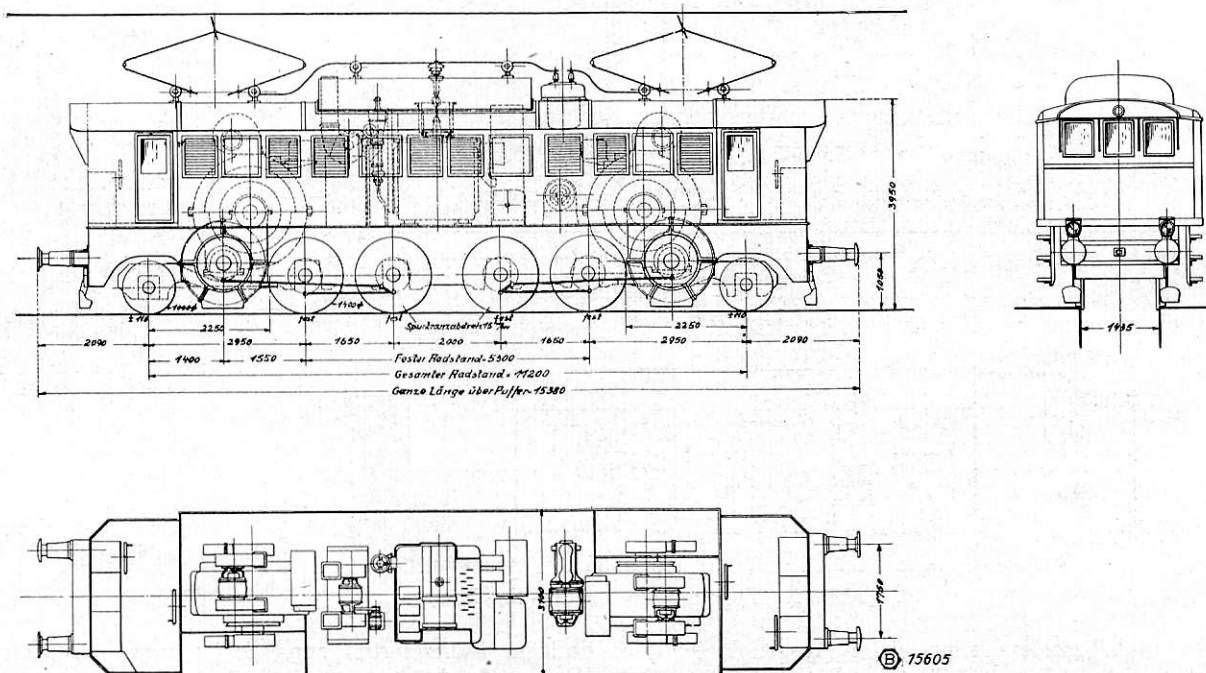


Abb. 1. Typenskizze der 1BB1-Lokomotive.

Motorstundenleistung 7200 PS beträgt. Nicht minder bemerkenswert ist eine elektrische Versuchslokomotive, die im Einvernehmen mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft von den Bergmann-Elektricitäts-Werken entwickelt wurde, und die eine neuzeitliche Weiterentwicklung der in größerer Anzahl bei der Reichsbahn vorhandenen leichten Güterzuglokomotive 1 B+B 1 und 1 B B 1 darstellt. Diese Lokomotiven besitzen eine Nennleistung von 2200 PS bei 40 km/h und eine Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h; sie werden für den Güterzugdienst und die Beförderung von Personenzügen im Flach- und Hügelland verwendet. Ihre Entwicklung geht bis in das Jahr 1920 zurück. Die damals geschaffene elektrische Ausrüstung ist bei den mehrfachen Nachbestellungen fast unverändert beibehalten worden, während der wagenbauliche Teil insofern eine andere Form erhielt, als das zweiteilige Wagenuntergestell mit besonderem

Rechnung zu tragen, die als Versuchslokomotive seit Januar 1931 im Betrieb ist und eine ganze Reihe von Neuerungen aufweist, die einer eingehenden Erprobung im Betriebe unterworfen werden sollen.

Als Ausgangspunkt für den Entwurf diente die neueste Bauform der 1 B B 1-Lokomotive, deren Aufbau aus Abb. 1 zu entnehmen ist und deren wichtigste Bauangaben in Zusammenstellung 1 enthalten sind. Gegenüber dieser Lokomotive war seitens der Reichsbahn eine Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h auf 80 km/h als wünschenswert

Zusammenstellung 1.

Fahrdrahtspannung	15 kV, 16 ² / ₃ Hz.
Einphasen-Wechselstrom	
Länge über Puffer	15380 mm
Radstand gesamt	11200 mm

*) Vergl. Tetzlaff, Elektrische Bahnen 1925, H. 11.

**) Vergl. Tetzlaff, Elektrische Bahnen 1930, H. 10.

*) Vergl. Sachs, Elektrische Bahnen 1930, H. 3.

Radstand fest	5300 mm	Abstand der Drehzapfen	5750 mm
Spurweite	1435 mm	Spurweite	1435 mm
Kastenbreite	3050 mm	Kastenbreite	3100 mm
Triebrad-Durchmesser	1400 mm	Triebrad-Durchmesser	1250 mm
Lauftrad-Durchmesser	1000 mm	Höchstgeschwindigkeit	80 km/h
Höchstgeschwindigkeit	65 km/h	Nennleistung	3000 PS
Nennleistung	2200 PS	bei einer Geschwindigkeit von	48 km/h
bei einer Geschwindigkeit von	40 km/h	Zahl der Motoren	4
Zahl der Motoren	2	Übersetzung des Vorgeleges	1:3,25
Übersetzung des Vorgeleges	1:2,61	Gesamtgewicht	80 t
Gesamtgewicht	107 t	Reibungsgewicht	80 t
Reibungsgewicht	76,4 t	Triebachtdruck	20 t
Triebachtdruck	19,1 t	Gewicht des elektrischen Teiles	40 t
Gewicht des elektrischen Teiles	55,5 t	Gewicht des wagenbaulichen Teiles	40 t
Gewicht des wagenbaulichen Teiles	51,5 t	Der Achsdruck beträgt 20 t, das Gesamtgewicht also 80 t, wovon 40 t auf die elektrische Ausrüstung und 40 t auf den wagenbaulichen Teil entfallen, während die bisherige Maschine bei rund 107 t Gesamtgewicht im elektrischen Teil rund 55,5 t	

bezeichnet worden. Die Lokomotive mit 65 km/h Höchstgeschwindigkeit konnte nämlich nur für Personenzüge mit häufigen Aufenthalten verwendet werden, wo die Ausnutzung

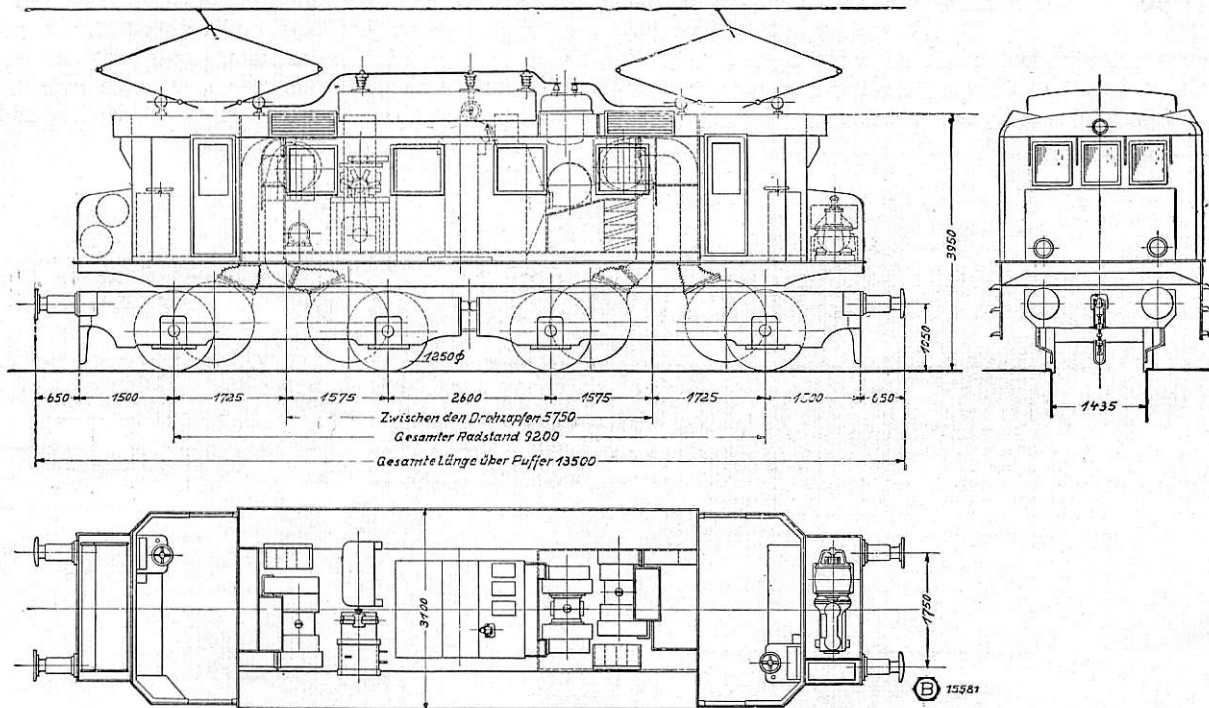


Abb. 2. Typenskizze der B₀-B₀-Lokomotive.

der höheren Anfahrbeschleunigung einen Ausgleich für die geringe Höchstgeschwindigkeit bildete. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit machte die neue Lokomotive für Personenzüge allgemein geeignet.

Entsprechend der Höchstgeschwindigkeit war auch die Leistung zu erhöhen. Trotzdem gelang es, das Gewicht der elektrischen Ausrüstung soweit herabzusetzen, daß die beiden Laufachsen in Fortfall kommen konnten. Auch vom betriebstechnischen Standpunkt aus bestanden auf Grund der Erfahrungen mit ähnlichen Fahrzeugen innerhalb Deutschlands und im Ausland gegen die Laufeigenschaften einer solchen Maschine keinerlei Bedenken, so daß die Lokomotive als einfache B₀-B₀-Type mit zwei zweiachsigen Drehgestellen ausgeführt worden ist (Abb. 2). Die wichtigsten Bauangaben der neuen Lokomotive sind in Zusammenstellung 2 angegeben.

Zusammenstellung 2.

Fahrdrahtspannung	15 kV, 16 ² / ₃ Hz.
Einphasen-Wechselstrom	
Länge über Puffer	13500 mm
Radstand gesamt	9200 mm
Radstand im Drehgestell	3300 mm

und im Fahrzeugteil rund 51,5 t wog. Der Gewinn beim Wagenteil erklärt sich zum Teil aus der geringeren Länge und dem Fortfall der Laufachsen. Beim elektrischen Teil wird die Gewichtsersparnis unten bei der Beschreibung der einzelnen Ausrüstungsteile dargelegt.

II. Der wagenbauliche Teil.

Der wagenbauliche Teil (Lieferung der Berliner Maschinenbau-A.G., vorm. L. Schwartzkopff) weist verschiedene Neuerungen auf. Der Kastenaufbau ruht auf einem Brückenträger, bei dem bemerkenswerterweise keinerlei Nietverbindungen vorgesehen sind. Der Brückenträger wurde vielmehr aus einzelnen, durch elektrische Schweißung verbundenen Platten aufgebaut (s. Abb. 3). Die beiden in 1850 mm Abstand angeordneten Stehbleche von 20 mm Stärke sind, ebenso wie die Querträger, zur Gewichtsersparnis mit zahlreichen Aussparungen versehen. Oben und unten sind die Stehbleche in waagrecht liegende Gurte verschiedener Stärke eingesenkt, so daß eine gute Schweißnaht erzielbar war. Die Konsolen, die die Riffelbleche des Seitenganges tragen, sind stumpf an die Stehbleche stoßend an diesen angeschweißt, ebenso die äußeren Saumwinkel an den Konsolen und die

Riffelbleche auf dem Saumwinkel und den Konsolen. In gleicher Weise stoßen die Querträger stumpf gegen die Stehbleche. Durch Anwendung des elektrischen Schweißverfahrens, d. h. durch Wegfall von Eckwinkeln, Nieten usw., wurde bei dem Brückenträger eine Gewichtersparnis von etwa 1700 kg erzielt.

Der Brückenträger stützt sich auf den beiden zweiachsigen Drehgestellen mit zwei in 5750 mm Abstand voneinander angeordneten halbkugelförmigen Drehzapfen ab, wobei die beiden Drehzapfen eine begrenzte Längsverschiebung mit Rückführung durch je eine Blattfeder aufweisen. Eine Kurzkupplung zwischen den beiden Drehgestellen ist nicht vorgesehen, sondern lediglich ein Querverbinder in Form einer diagonal zwischen den inneren Drehgestell-Endbalken sich erstreckenden, an diesen angelenkten Stange, die zur gegenseitigen Führung der Drehgestelle und zur Vermeidung des Scharflaufens der Spurkränze bei Abbremsung in Gefällstrecken dient und Schlingern verhütet. Die Übertragung von Zugkräften zwischen den Drehgestellen erfolgt also ausschließlich durch den Wagenkasten, während Druckkräfte durch die festen Stoßbalken nach Überwindung des Federspiels der beiden Drehzapfen unelastisch übertragen werden.

Von einer Verwendung von Schweißverbindungen beim Drehgestell hat man abgesehen, da die hierdurch erzielbare

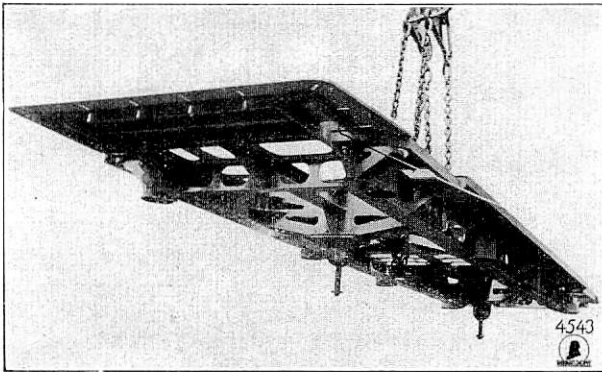


Abb. 3. Rahmen.

Gewichtersparnis kaum von Bedeutung gewesen wäre, und da auch die beim Brückenträger und Kastenaufbau erzielte Gewichtersparnis den gestellten Forderungen genügt. Demzufolge sind die Drehgestelle in üblicher Weise aus Platten und Profileisen mit Stahlgußquerträger für den Drehzapfen und Pufferträger (Reichsbahn-Einheitsbauart) aufgebaut. Die leichte Weite zwischen den beiden 23 mm starken Rahmenblechen der Drehgestelle beträgt 1794 mm. Der Raddurchmesser der Triebäder beträgt 1250 mm. Die Achsen sind mit Rollenachslagern Bauart S.K.F.N. und mit normaler Blattfeder mit Dämpfungsfeder ausgerüstet.

Die seitliche Abstützung des Brückenträgers auf jedem Drehgestell erfolgt durch vier Stützdruckzapfen über den Tragfedern der in 3300 mm Abstand angeordneten Achsen. Durch Stahlgußkonsole wird der entsprechende Anteil des Kastenaufbau-Gewichtes unmittelbar auf den Drehgestellrahmen übertragen. Die Stützdruckzapfen sind als Zylinder ausgebildet, die seitlich an den Stehblechen des Brückenträgers angeschraubt sind und eine starke Feder sowie einen mit Druckluft beaufschlagbaren Kolben enthalten, um durch veränderliche Beaufschlagung der Kolben die durch den Stützdruckzapfen übertragene Kraft um etwa 4000 kg verändern zu können; denn bekanntlich ändern sich die im Stillstand einer Lokomotive herrschenden Achsdrücke, sobald die Lokomotive einen Zug zieht oder drückt — beim Ziehen z. B. wird die 1. und 3. Achse entlastet, so daß diese bei schweren

Anfahrten zum Schleudern neigen. Dem wird durch die Anordnung des Achslastausgleichers*) vorgebeugt, indem durch Druckerhöhung über den Kolben in den entsprechenden Zylindern der Stützdruckzapfen der ideale Stützpunkt zwischen Kastenaufbau und Drehgestell verschoben und dadurch die Achsdruckänderungen bei Entwicklung großer Zugkräfte vermindert werden. Die Druckerhöhung des Achsdruckausgleichers bei der 1. Achse beträgt 8 at, bei der 3. Achse wird durch Druckminderventil der Druck verringert. Gesteuert werden die Achsdruckausgleicher mittels eines links vom Führertisch neben dem Bügieneinstellventil angeordneten Hahnes.

Auch beim Kastenaufbau ist in weitgehendem Maße von dem elektrischen Schweißverfahren Gebrauch gemacht worden. So sind die senkrechten Stützpfosten der Seitenwände stumpf auf die Saumwinkel gesetzt und hier verschweißt. Auch die Lüftungsschächte und Kammern für die Lüftung der Triebmotoren und des Transformators (s. IIIe) sind geschweißt, ebenso die Konsolen für die elektrischen Apparate. Der Obergurt, aus einem schrägen U-Eisen gefertigt, dient als Kabelkanal für die Verlegung der elektrischen Steuer- und Hilfsstromkreis-Leitungen. Um die im Maschinenraum angeordneten elektrischen Apparate ausbauen zu können, sind drei abnehmbare Dachteile vorgesehen, nämlich je einer über den beiden Motorlüftersätzen und einer über Transformator und Schaltwalze. Die in den beiden Vorbauten untergebrachten Apparate sind durch Stirn- und Seitenwandklappen zugänglich. Zur Lüftung des Maschinenraumes sind in dem mittleren abnehmbaren Dachteil zwei nach außen sich öffnende Klappen vorgesehen und zwei der fünf auf jeder Wagenseite im Maschinenraum angeordneten Fenster als Schiebefenster ausgebildet.

Im übrigen lehnt sich die Ausbildung des wagenbaulichen Teils an die 1 B B 1-Lokomotiven an. Insbesondere die Anordnung der Führerstandstüren, des Kleiderschranks, Ölkannenschranks und der Schreibpulte sowie des Blendschutzes im Führerstand ist entsprechend getroffen.

Mittels Druckluftsandstreuers kann jede Achse für jede Fahrtrichtung gesandet werden. Demzufolge sind 16 Sandkästen erforderlich, die in ihrer Formgebung denen der 1 B B 1-Lokomotiven entsprechen, jedoch aus Leichtmetall gefertigt sind, wodurch gegenüber der früheren Bauart eine Gewichtsherabsetzung auf rund $\frac{1}{3}$ möglich war. Gesandet werden können wahlweise nur die 1. und 3. Achse oder — bei schwerem Anfahren — alle vier Achsen. Die Sandkästen mit insgesamt 800 kg Inhalt sind außen am Drehgestell befestigt und werden durch Deckelklappen gefüllt. Kurze Streurohre führen von den schräggestellten Streudüsen vor das zugehörige Triebad. Die Streudüsen lassen sich ohne Lösen der Luftleitungen herausnehmen, um die Düsenbohrung von etwa eingedrungenen Sandkörnchen zu reinigen.

III. Die elektrische Ausrüstung.

a) Oberspannungsteil.

Die Stromabnehmer, deren, wie üblich, zwei vorgesehen sind, entsprechen der Einheitsbauart der Reichsbahn. Sie werden durch Druckluft einzeln oder gemeinsam an die Fahrleitung angelegt. Von der durchgehenden Dachleitung kann jeder Stromabnehmer durch einen Trennschalter abgeschaltet werden. Diese Trennschalter sind auf Isolatoren angeordnet, deren Betätigungswellen durch das Dach in das Innere des Maschinenraumes reichen, so daß die Trennschalter von hier aus bedient werden können. Die durchgehende Dachleitung führt zu dem Einführungsisolator des Hauptölschalters. Dieser kann von Hand oder durch Druckluft bedient werden; er ist im Dach hängend eingebaut und entspricht der Einheitsbauart der Reichsbahn.

*) Vergl. Törpisch, Elektrische Bahnen 1930, H. 10.

Von dem zweiten Pol des Hauptschalters führt ein kurzes Stück Dachleitung zu dem unmittelbar über dem Transformator angeordneten Dachdurchführungsisolator, von diesem eine aus einigen starken Drahtwindungen hergestellte, zur Dämpfung von Oberspannungen dienende Drosselspule zu dem Einführungsisolator des Transformators.

b) Transformator.

Der Transformator ist mit Trockenisolation ausgeführt. Ein solcher hat vor dem ölgekühlten Transformator den Vorteil geringeren Gewichts und kleineren Raumbedarfs sowie den Vorzug, daß die mit dem Öl verbundenen Unannehmlichkeiten und Gefahren vermieden sind. Eine Zeitlang hat freilich die Reichsbahn wegen anfänglicher Mißerfolge mit verschiedenen Bauarten luftgekühlter Transformatoren auf ihre Neuverwendung bei Lokomotiven ganz verzichtet und durchweg Öltransformatoren vorgeschrieben*). Es hat sich jedoch inzwischen erwiesen, daß bei geeigneter Bauart der Trockentransformator dem Öltransformator keinesfalls in seiner Betriebssicherheit nachsteht. Da somit keine Veranlassung vorliegt, die Nachteile des Öltransformators wegen angeblich höherer Betriebssicherheit in Kauf zu nehmen, sind verschiedene neuere Elektrolokomotiv-Bauarten wiederum mit Trockentransformatoren ausgerüstet. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß gerade die Bergmann-Elektricitäts-Werke sich stets für die Verwendung von Trockentransformatoren eingesetzt und durch vielfachen Einbau solcher Transformatoren (z. B. auf den 2 D 1- und einem Teil der 2 C 2-Lokomotiven) umfangreiche Erfahrungen auf diesem Gebiet sammeln konnten.

Der Transformator der B₀-B₀-Lokomotive ist als Manteltype mit stehenden Scheibenspulen, also wie bei den 2 D 1-Personenzug- und 2 C 2-Schnellzuglokomotiven ausgeführt. In der Form ist der Transformator gegenüber den früheren Bauarten etwas geändert, so daß er kleiner als diese ist, daß aber trotzdem eine bessere Abstützung und Kühlung der Spulen erzielt worden ist. Besondere Sorgfalt wurde, wie üblich, den Eingangswindungen der Hochvoltspulen zugewendet; da sie in erster Linie etwaigen Sprungwellen standzuhalten haben, sind etwa die ersten 8 bis 10% der Windungen stärker isoliert als die übrigen Hochvoltspulen.

Beim Transformator wurden in für Fahrzeuge neuartiger Weise elektrisch geschweißte Bauteile verwendet, nämlich für die Preßplatten und die Befestigungsteile. Hierdurch wurde eine Gewichtsersparnis erzielt, da die Teile nur noch entsprechend ihrer Beanspruchung zu bemessen waren und keinerlei gießerei-technische Rücksichten erfordern. Näheres über die Vorteile geschweißter Konstruktionen bei Elektromaschinen wird unten bei der Beschreibung der Motoren ausgeführt. Der Transformator, der nur 8,3 t wiegt, hat eine Leistung von 2000 kVA; sein Übersetzungsverhältnis beträgt 15000/418 V. Die niedrigste Anzapfung führt 78 V, die Spannungsdifferenz zwischen den einzelnen Anzapfungen beträgt 31 V. Für die Zugheizung sind drei besondere Heizspulen von 600, 800 und 1000 V vorgesehen, die durch drei unmittelbar auf dem Transformator angeordnete, mittels des im Führerstand vorgesehenen Heizschalters gesteuerte elektromagnetische Heizschütze mit der durchgehenden Heizleitung der Lokomotive verbunden werden können. Heizkupplungen an den Stirnseiten der Lokomotive dienen der Kupplung der Lokomotiv-Heizleitung mit der Heizleitung des Zuges. Durch die Anordnung der Heizschütze auf dem Transformator ergibt sich eine einfache Führung der Heizleitungen.

Einschließlich 250 kW Heizenergie beträgt die Leistung des Transformators der B₀-B₀-Lokomotive 2250 kVA, d. h. das Einheitsgewicht beträgt 3,7 kg/kVA. Dagegen hat die

1 B B 1-Lokomotive einen Öltransformator von 1500 kVA Leistung mit einem Gewicht von 11,7 t einschl. Öl, Ölumlaufpumpe und Ölkühler; das ergibt 7,8 kg/kVA, also mehr als das Doppelte als bei dem neuen Transformator.

Eine Ansicht des Transformators von der Seite der Nieder-volt-Anzapfungen ist in Abb. 4 dargestellt.

Die Kühlung des Transformators erfolgt mittels Gebläses in der unten näher erläuterten Weise. Eine besondere Schutzverkleidung am Transformator selbst ist nicht vorgesehen, vielmehr ist der in Lokomotiv-Mitte angeordnete Transformator nur gegen die beiden Seitengänge durch Schutzgitter getrennt.

c) Triebmotoren.

Jede der vier Achsen der Lokomotive wird durch einen besonderen Motor der Tatzenlagerbauart angetrieben. Bei dieser Antriebsform, die bei Straßen- und Stadtschnellbahnen fast ausschließlich und in Amerika seit jeher auch vielfach bei Lokomotiven Anwendung findet, stützt sich der einseitig federnd mit dem Fahrzeuggestell verbundene Motor auf der anderen Seite mit zwei Tatzenlagern auf die zugehörige Achse, die über ein einseitiges oder beiderseitiges Zahnradvorgelege von der Motorwelle angetrieben wird. Es ruht also

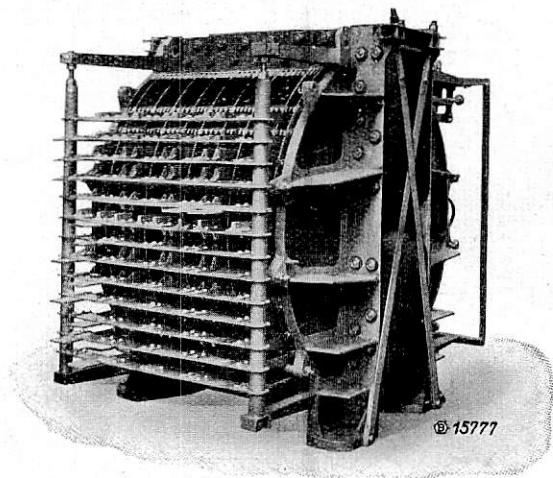


Abb. 4. Transformator.

ein großer Teil des Motorgewichtes auf der Achse und folgt somit allen Unebenheiten des Gleises. Die Stöße nehmen mit zunehmender Geschwindigkeit und Motorleistung erheblich zu, so daß man in Deutschland noch vor wenigen Jahren die Ansicht vertrat, daß ein Tatzenlagermotor nur bei Triebfahrzeugen mit geringer Höchstgeschwindigkeit anwendbar sei. Diese Anschauungen haben sich jedoch im Laufe der letzten Jahre von Grund auf geändert, nachdem mit verschiedenen, mit Tatzenlagermotoren ausgerüsteten Lokomotiven hoher Geschwindigkeit, z. B. den 1 D₀ 1-Lokomotiven Reihe E 16 (Höchstgeschwindigkeit 110 km/h) und den 1 B₀ B₀ 1-Lokomotiven Reihe E 17 (Höchstgeschwindigkeit 110 km/h) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gute Erfahrungen hinsichtlich ruhigen Laufes gemacht worden sind.

Von den bekannten Bauarten unterscheidet sich jedoch der Tatzenlagermotor der B₀-B₀-Lokomotive in wesentlicher Beziehung. Vor allem haben hier erstmals bei Tatzenlagermotoren elektrisch geschweißte Gehäusekörper und Anker-naben Verwendung gefunden. Bis vor wenigen Jahren wurde für diese Bauteile auch bei ortsfesten Maschinen ausschließlich Stahlguß benutzt. Das bedingte verhältnismäßig lange Lieferfristen, ferner bei geringen Stückzahlen hohe anteilige Kosten für die Anfertigung der Modelle und Kerne sowie gelegentlich auch Verluste durch Ausschuß von Gußstücken. Nachdem bei ortsfesten Maschinen gute Ergebnisse mit elektrisch geschweißten Gehäusen und Ankernaben — Azetylen- und

*) Vergl. Organ 1924, S. 181.

Wasserstoffschweißung ist mit Rücksicht auf die nach dem Schweißen meist erforderliche spanabhebende Bearbeitung für Elektromaschinen weniger geeignet — erzielt worden sind, erschien ein Versuch mit Tatzenlagermotoren angebracht. Denn ein wesentlicher Vorteil bei der Verwendung geschweißter an Stelle gegossener Bauteile ist gerade bei der Ausrüstung von Triebfahrzeugen von Bedeutung: die Gewichtsersparnis. Während bei der Durchbildung eines gegossenen Gehäuses weitestgehend auf gießerei-technische Forderungen Rücksicht zu nehmen ist, wodurch häufig ein über die Erfordernisse der Festigkeit hinausgehender Baustoffaufwand bedingt wird, wird ein geschweißtes Gehäuse aus einer Reihe von Platten entsprechend der erforderlichen mechanischen Festigkeit aufgebaut. Die höhere Beanspruchungsmöglichkeit des gewalzenen

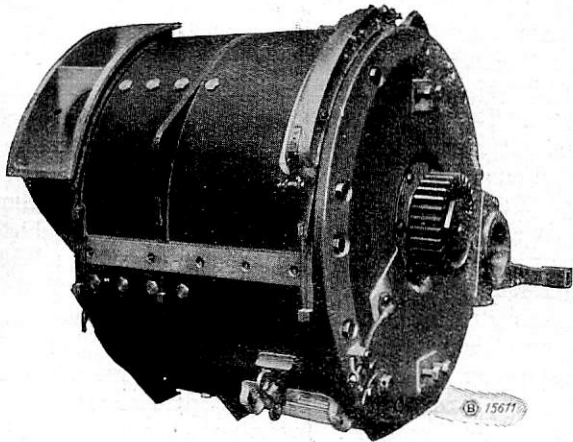


Abb. 5. Triebmotor.

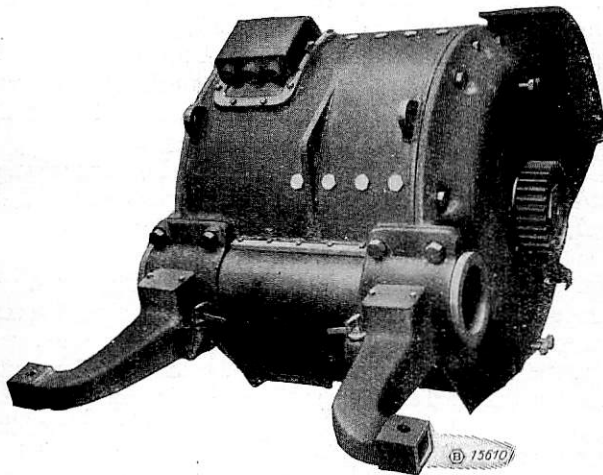


Abb. 6. Triebmotor, Vorgelegeseite.

Stahles, aus dem die Platten bestehen, sowie seine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber Stößen, wie sie bei Kurzschlüssen, beim Transport und bei der Montage vorkommen können, ermöglicht eine weitere Gewichtsersparnis gegenüber gegossenen Gehäusen. Zur Gewichtsersparnis ist auch das eine Lagerschild des Motors aus Leichtmetall hergestellt, während für das andere, dem Kollektor abgewandte Lagerschild sowie für die Tatzenlager Stahlguß verwendet worden ist (vergl. Abb. 5 und 6).

Es sei in diesem Zusammenhang kurz erwähnt, daß man in Amerika zur Gewichtsersparnis bei Wechselstrom-Tatzenlagermotoren versuchsweise das Gehäuse, das bekanntlich magnetisch nicht beansprucht wird, aus Leichtmetall hergestellt hat.

Die Ständerwicklung des Motors ist auf Grund neuerer Forschungen über die Wellenform der Felder und Ströme in derartigen Motoren in besonderer Weise ausgebildet worden;

dadurch sind die sonst auftretenden Oberwellen weitgehend unterdrückt, das Rütteln beim Anlauf stark vermindert, das Anzugsmoment bei gleichem Strom erhöht, so daß die Motoren von Anfang an sehr kräftig durchziehen. Die Erregerwicklung ist geteilt, so daß nur einfache statt doppelte Umschaltung (zwei Fahrtwendeschütze statt vier) erforderlich ist. Zugleich sind die Stromwärmeverluste vermindert, da jeweils ein Teil der Erregung stromlos ist.

Die Übertragung des Motordrehmomentes auf die zugehörige Achse erfolgt durch beiderseits angeordnete einfache Stirnradübersetzung von 1: 3,25.

Die neuartige Anordnung der Wicklung sowie günstige Bemessung des Blechkörpers haben neben der Ersparnis am Gehäuse, den Lagerschildern und dem Nabenkörper zur Verminderung des Motorgewichtes beigetragen. Der vollständige Motor einschl. der beiderseitigen Vorgelege und der Zahnradschutzkästen wiegt 5100 kg; er entwickelt nach Reichsbahn-Normen, die nur eine Erwärmung wie bei ortsfesten Maschinen zulassen, 750 PS bei 60 v. H. der Höchstdrehzahl, d. h. das Gewicht je Leistungseinheit beträgt nur 6,8 kg/PS. Ein Motor der 1 B B 1-Lokomotive, der in einer besonderen im Rahmen befestigten Motorwanne ruht, hat einschl. dieser Wanne, Gehäuse, Zahnradvorgelege mit Schutzkästen, Vorgelegewelle mit Kurbeln und Gegengewichten ein Gewicht von 17500 kg, d. h. bei einer Leistung von 1100 PS (nach Reichsbahn-Normen) ein Einheitsgewicht von 15,9 kg/PS.

d) Steuerung.

Die Regelung der Zugkraft und der Geschwindigkeit der Motoren erfolgt, wie bei Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven üblich, derart, daß die den Niederspannungsanzapfungen des Transformators entnommene abgestufte Spannung stufenweise den Triebmotoren zugeführt wird. Auf jeder Fahrstufe, deren insgesamt zwölf vorgesehen sind, sind gleichzeitig zwei Anzapfungen eingeschaltet. Demzufolge sind die einseitig an die Transformatoranzapfungen angeschlossenen Schalter an ihrem anderen Ende gruppenweise miteinander verbunden, und zwar sämtliche Schalter gerader Nummer bzw. ungerader Nummer miteinander. Diese beiden Verbindungsschienen sind an den Enden einer Schaltdrosselspule („Stromteiler“) angeschlossen, in deren Mittelpunkt der Strom für die Motoren abgenommen wird (vergl. das Schaltbild Taf. 25).

Als Schalter zur Abstufung der Spannung dienen bei den älteren 1 B + B 1-Lokomotiven elektro-pneumatische Schützen, während die neueren 1 B B 1-Lokomotiven eine Nockenschaltersteuerung mit Feinregler erhalten haben. Hier erfolgt der Antrieb der Steuerung durch den Führer von Hand. Bei der B₀-B₀-Lokomotive ist unter grundsätzlicher Beibehaltung des stufenlosen Feinreglers die Möglichkeit der Fernsteuerung geschaffen worden, so daß auch mehrere gekuppelte Lokomotiven von einem — in der Regel dem vordersten — Führerstand aus bedient werden können. Bedingung dabei ist jedoch, daß die Steuerung genau wie beim reinen Handbetrieb beliebig schnell oder langsam, trotzdem aber genau stufenweise bewegt und in jeder Stellung stillgesetzt werden kann. Gelöst worden ist diese Aufgabe in eigenartiger und befriedigender Weise durch einen kleinen Druckluftservomotor (Abb. 7). Der Servomotor hat acht Zylinder, die in zwei Gruppen zu je vier nebeneinander angeordnet sind, so daß die vier Kolbenstangen jeder Gruppe in geeigneter Weise aneinander angelenkt werden und auf die gleiche Kurbel einer Kurbelwelle arbeiten können. Da die beiden Kurbeln gegeneinander versetzt sind, ist diese Anordnung gleichwertig der Verwendung nur einer einzigen Kurbel, auf die alle Zylinder einwirken. Die Zylinder der beiden Reihen sind um 60° versetzt; jedem Zylinder ist ein Magnetventil zugeordnet; bekommt die Spule des Magnetventils Spannung, so zieht sie ihren Anker an, der über ein

kleines von ihm beeinflusstes Ventil Druckluft in den Zylinder einströmen läßt, während bei spannungsloser Magnetspule der Druckluftzutritt abgesperrt und der Zylinder mit der Außenluft verbunden ist.

Infolge dieser eigenartigen Anordnung stellt sich die Kurbelwelle bei Beaufschlagung mehrerer Kolben, deren beim Schalten stets vier unter Druckluft stehen, in einer bestimmten Stellung ein. Wird jetzt der erste Kolben entlastet und dafür der fünfte eingeschaltet, so stellt sich ein neuer Gleichgewichtszustand ein, in dem die Kurbelwelle um eine Teilung gedreht ist. Zur Erzielung dieser Schaltbewegungen ist für jedes Magnetventil eine durchgehende Steuerleitung, insgesamt also acht Steuerleitungen, erforderlich, die mittels eines kleinen Führerschalters in entsprechender Reihenfolge an Spannung gelegt werden können. Die Anordnung ist so getroffen, daß für jede der Hauptstufen alle acht Leitungen der Reihe nach angeschaltet werden, so daß der Druckluftservomotor eine volle Umdrehung macht. Je nach der Schnelligkeit, mit der der Führerschalter gedreht wird, folgt der Luftmotor in genau gleichem Maße nach. Dabei läßt sich die Steuerung genau so leicht bedienen wie eine Schützensteuerung und wesentlich leichter als eine Steuerung mit mechanischem Antrieb von Nockenschaltern.

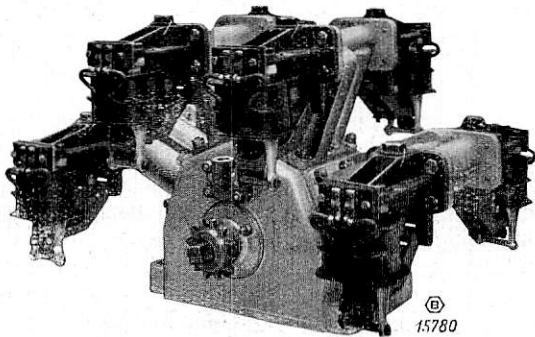


Abb. 7. Druckluftservomotor.

Mit einem elektrischen Hilfsmotor würde sich übrigens der Antrieb der Steuerung kaum ausführen lassen. Er müßte, um schnell genug schalten zu können, schon einigermaßen groß sein, läuft dann aber nicht so rasch an und läßt sich auch in der Geschwindigkeit nicht weit genug herunterregeln.

Auf der Kurbelwelle des Servomotors ist ein Kettenrad aufgekeilt, von dem aus eine Nockenwelle angetrieben wird. Die Nockenwelle ist senkrecht angeordnet, nimmt also unter Ausnutzung der Maschinenraumböhe nur eine kleine Grundfläche ein. Jeder Nocken arbeitet auf einen Schalter, indem er einen beweglichen Kontaktarm gegen ein festes Kontaktstück drückt. Um das gleichzeitige Einschalten „feindlicher“ Schützen, d. h. an die gleiche Seite des Stromteilers angeschlossener Schützen, deren gleichzeitige Einschaltung Kurzschlüsse von Transformatorwindungen bedeuten würde, zu verhindern, ist jeder Nockenscheibe eine Ausschaltkurvenscheibe zugeordnet, die den Schalter beim Weiterdrehen der Nockenwelle zwangsläufig wieder ausrückt.

Um funkenfreies Überschalten von einer Fahrstufe auf die nächste zu erreichen, indem die Motorspannung praktisch stufenlos erhöht oder vermindert wird, ist ein Feinregler vorgesehen. Die Wirkungsweise und die praktische Durchbildung dieser Einrichtung ist in der Literatur mehrfach beschrieben*), so daß hier nur kurz das Wesen der Feinreglersteuerung erläutert sei. Der Stromteiler besitzt außer der vom Motorstrom durchflossenen Wicklung noch eine zweite Wicklung für den Regelstrom. Die beiden Enden dieser Zusatzwicklung

sind mit zwei Bürsten verbunden, die auf einer drehbaren Brücke angeordnet sind und auf einem feststehenden Kollektor schleifen. Mit den einzelnen Segmenten des Kollektors sind die Anzapfungen eines Spannungsteilers verbunden, der durch einen auf der Nockenwelle angeordneten Schalter auf den Fahrstufen 1 bis 12 einseitig mit der den Steuerstrom (200 V) liefernden Anzapfung des Leistungstransformators und andererseits mit Erde verbunden ist. Bei jeder vollen Umdrehung des Druckluftservomotors, d. h. dem Überschalten von einer Fahrstufe auf die nächste, führt die Bürstenbrücke eine halbe Umdrehung aus. Dabei wird der Zusatzwicklung des Stromteilers, die auf dessen vom Motorstrom durchflossene Wicklung induktiv einwirkt, eine sich fortschreitend ändernde Spannung zugeführt, so daß nach Durchlaufen einer halben Drehung das Potential in der Motorstromwicklung des Stromteilers sich von einem Anfangswert über Null in den gleichen, aber entgegengesetzten Endwert ändert. Wenn das Potential Null ist, arbeitet die Motorstromwicklung als reiner Stromteiler; der Motorstrom fließt gleichmäßig über die beiden eingerückten Nockenschalter und die Mittelanzapfung den Triebmotoren zu. Der Spannungsteiler und der Kollektor sind hierbei nicht belastet. Diese führen vielmehr nur auf den Zwischenstufen Strom; da sie für Dauerstrom nicht bemessen sind, dürfen die Bürsten nicht auf einer Zwischenstellung stehen bleiben, sondern nur in den Endstellungen. Mit Rücksicht auf Schäden, die bei einem Stehenbleiben des Reglers auf einer Zwischenstellung entstehen könnten, ist für die B₀-B₀-Lokomotive ein neuer Feinregler geschaffen worden. Das Wesen dieses Feinreglers besteht darin, daß die geregelte Spannung nicht zwischen zwei Gleitbürsten, sondern jeweils zwischen einer Gleitbürste und einem Ende der Stromteiler-Regelwicklung abgenommen wird, die zu diesem Zweck in zwei Hälften unterteilt ist. Es wird also gewissermaßen die Regelung in zwei Stromkreisen vorgenommen. Unter sonst gleichen Umständen hat dabei jeder dieser Stromkreise der bisherigen Ausführung gegenüber nur den halben Strom zu führen. Das bedeutet, daß die Bürstenfläche und der Kollektor verkleinert bzw. bei gleicher Größe höher belastet werden kann und die Beanspruchung der Stromteilerwicklung auf die Hälfte verringert wird. Freilich läßt sich mit einem solchen Feinregler eine Spannungsreglung nur der Größe nach erzielen, während die Richtung der geregelten Spannung unverändert bleibt. Um auch einen Richtungswechsel zu erhalten, ist lediglich eine Umschaltvorrichtung erforderlich; als solche dient ein Schalter der Nockenwelle, der die Regelwicklung des Stromteilers umpolt (in dem Schaltbild Taf. 25 ist der neue Feinregler nicht eingetragen). Die in der Nullstellung des Kollektors angeordneten Segmente sind so breit gehalten, daß die Bürsten sich vom Beginn bis zur Vollendung des Schalthubes der Nockenschalter auf ihnen befinden.

Die Schaltung der Antriebsmotoren geht aus dem Schaltbild Taf. 25 ohne weiteres hervor: Alle vier Antriebsmotoren liegen parallel zwischen der Mittelanzapfung des Stromteilers und Erde. Je zwei Motoren sind durch ein gemeinsames Überlastrelais gesichert.

Die Umschaltung der Fahrtrichtung erfolgt durch Fahrtwendeschütze, deren, wie schon erwähnt, infolge der eigenartigen Ausbildung der Motorfeldwicklung nur zwei je Motor erforderlich sind. Die für die beiden Motoren eines Drehgestells benötigten vier Schütze sind baulich miteinander vereinigt (Abb. 8). Es handelt sich hierbei um eine schon erprobte elektro-pneumatisch wirkende Bauart. Durch Verriegelungskontakte wird dem gleichzeitigen Einschalten des Vorwärts- und Rückwärtsschützes eines Motors vorgebeugt. Zwecks Abtrennung eines etwa beschädigten Motors können die beiden Fahrtwendeschütze eines Motors abgeschaltet werden, so daß sie bei Bedienen des Fahrtrichtungsschalters

*) Hille, Elektrische Bahnen 1925, H. 1. Tetzlaff, Elektrische Bahnen 1930, H. 10.

nicht mehr ansprechen. Die elektrische Abtrennung des Motors in der Rückleitung erfolgt mittels eines in dieser angeordneten Trennstückes.

Die Fahrtwendeschütze haben auch die Aufgabe, betriebsmäßig und bei Kurzschlüssen die Motorleistung abzuschalten. Betriebsmäßig erfolgt das Abschalten durch Niederdrücken eines am Führertisch angeordneten Druckknopfes. (An jedem Führertisch sind aus Sicherheitsgründen zwei Druckknöpfe in Reihe geschaltet.) Beim Niederdrücken des Knopfes wird, ebenso wie beim Ansprechen eines Überlastrelais durch dessen

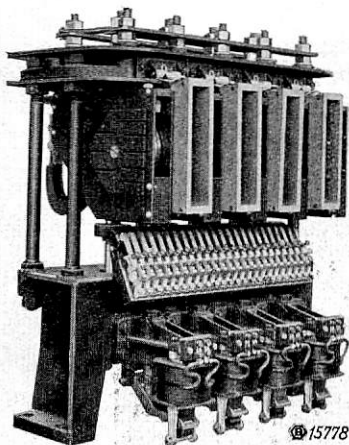


Abb. 8.
Fahrtwendeschützengruppe.

Hilfskontakte der Steuerstromkreis der Fahrtwendeschütze unterbrochen. Um nach einem Abschalten ein Wiedereinschalten der Fahrtwendeschütze nur beim Übergang des Führerschalters von Stufe 0 auf Stufe 1 zu gestatten, sonst aber zu verhindern, sind auf der Nockenwalze zwei Hilfsnockenschalter angeordnet, die nur beim Übergang von 0 auf 1 kurzzeitig geschlossen sind und die Fahrtwendeschütze einschalten, die dann infolge Anordnung von Selbsthaltekontakten bis zur Unterbrechung des Steuerstromkreises eingeschaltet bleiben.

Im übrigen sind der Fahrtrichtungsschalter und die Walze des Führerschalters so gegeneinander verriegelt, daß der Fahrtrichtungsschalter nur Stellung des Führerschalters auf Null betätigt und der Führerschalter nur dann gedreht werden kann, wenn der Fahrtrichtungsschalter auf „Vorwärts“ oder „Rückwärts“ eingestellt ist.

e) Lüftung der Triebmotoren und des Transformators.

Zur Lüftung von je zwei Triebmotoren sowie des Transformators sind drei gleiche Lüftersätze (Abb. 9) vorgesehen, die über ein gemeinsames Anlaßschütz gesteuert werden. Dieses arbeitet elektro-pneumatisch; in der Luftleitung zwischen

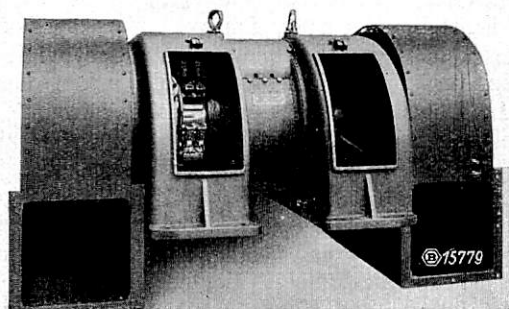


Abb. 9. Lüftersatz.

Magnetventil und Luftzylinder ist eine Drossel eingeschaltet, so daß die Druckluft nur langsam in den Zylinder einströmen kann. Dadurch wird erreicht, daß den Lüftermotoren zunächst ein Widerstand vorgeschaltet wird, der nach vollendetem Schalhub kurzgeschlossen wird.

Die drei Lüftermotoren, als Wechselstrom-Kollektormotoren ausgebildet, liegen parallel an 100 V. Bei besonders großer Hitze oder Beanspruchung der Lokomotive können sie durch einen Umschalter an 200 V gelegt werden. Die Lüfter werden vom Führerstand aus mittels Handschalters eingeschaltet. Sollte das Einschalten unterblieben sein, so werden

die Lüfter durch einen von der Nockenwelle gesteuerten Kontakt von der vierten Fahrstufe ab selbsttätig eingerückt. Ein kleines Anzeiginstrument im Führerstand läßt erkennen, ob die Lüfter laufen.

Die Leistung der Lüftermotoren, die in ihrem Aufbau gleichfalls verschiedene Neuerungen bieten, beträgt 17,4 PS bei 1800 Umdr/min (200 V). Jedes Gebläse fördert 2,5 m³/sek, jeder Lüftersatz also 5 m³/sek. Das Gehäuse des Motors ist als Ring aus Platten zusammengeschweißt und wird von den beiden mit Füßen versehenen Lagerschildern getragen, die als

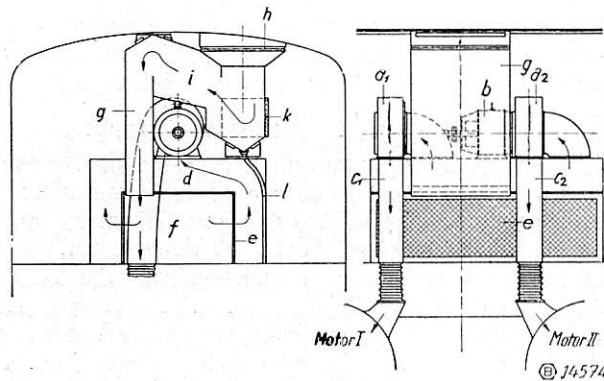


Abb. 10. Anordnung der Lüftung.

Luftsaugestutzen ausgebildet sind. Dadurch wird erreicht, daß die Kühlluft gleichzeitig auch den Lüftermotor kühlt. Neben jedem Lagerschild ist je ein Gebläse angeordnet.

Bemerkenswert ist auch die Führung des Kühlluftstromes. Die Anordnung ist so getroffen, daß Motoren und Transformator unter Verwendung von Außenluft gekühlt werden, so daß ein Unterdruck im Maschinenraum der Lokomotive vermieden wird. Die Kühlluft wird dabei einem Sammelbehälter entnommen, der seinerseits über Öffnungen am Lokomotivdach mit der Außenluft in Verbindung steht. Der Luftzuführungsschacht ist so ausgebildet, daß er Richtungsänderungen und Erweiterungen erfährt, die in Verbindung mit Filtern eine möglichst weitgehende Ablagerung der vom Luftstrom mitgeführten Fremdkörper bewirken. In Abb. 10 ist die Lüftungsanordnung in Anwendung auf zwei Triebmotoren in ihren Grundzügen dargestellt. Die beiden Triebmotoren I und II werden mittels zweier Lüfter a₁ und a₂, die durch einen gemeinsamen Motor b angetrieben werden, über die Kanäle c₁ und c₂ getrennt belüftet. Der Saugraum d der Lüfter ist dabei über ein Filter e an den Luftsaugraum f angeschlossen. Der Luftsaugraum steht seinerseits über einen Zuführungsschacht g mit einer Lufteintrittsöffnung h im Lokomotivdach in Verbindung. Der Schacht g ist jedoch nicht einfach nach der Lüftungsöffnung h hochgeführt, sondern weist in seinem oberen Teile eine kammerartige Erweiterung i auf. Dadurch wird die über die Öffnung h eintretende Außenluft gezwungen, bei verhältnismäßig geringer Strömungsgeschwindigkeit verschiedene Richtungsänderungen durchzumachen (vergl. die Strömungspfeile in Abb. 10), so daß die mit der Luft eindringenden größeren Festkörper von vornherein abgeschieden werden und in den Sammelraum f bereits vorgereinigte Luft gelangt. In dem Sammelraum schlagen sich dann auch noch die bis dorthin gelangten feineren Festkörper nieder, oder sie werden beim Austritt der Luft nach dem Saugraum d durch das Filter e zurückgehalten.

Es sei erwähnt, daß zum Schmelzen des in der Erweiterung i etwa niedergeschlagenen Schnees an dieser Kammer ein elektrischer Heizkörper k angebracht werden kann. Das Schmelzwasser kann über ein an die Kammer angeschlossenes Rohr l abgeleitet werden.

Der Vorteil der neuen Lüftungsanordnung ist, daß im Gegensatz zu bisher üblichen Lüftungsanordnungen im Maschinenraum kein Unterdruck entstehen kann, infolgedessen oft in unliebsamer Weise Feuchtigkeit und Schnee in das Innere des Maschinenraumes dringt und in das Innere der Motoren und des Transformators gelangt.

Die Lüftung des Transformators erfolgt ähnlich wie bei den Motoren. Die Kühlluft durchströmt jedoch auf ihrem Wege noch Viscin-Filter; nach Durchströmen des Transformators tritt sie in den Maschinenraum, wobei sie auch noch an dem Stromteiler und dem Feinregler vorbeistreift. Im Maschinenraum herrscht ein geringer Überdruck, so daß auch bei teilweise geöffneten Fenstern keine Feuchtigkeit (Regen, Schnee) in den Maschinenraum gelangt.

IV. Elektrische Nebenausrüstung.

Die Heizeinrichtung für die Beheizung des Zuges wurde oben schon kurz erwähnt. Ferner sind auf jedem Führerstand je ein Heizofen und ein Heizofen mit Wärmeschrank zum Speisenwärmen vorgesehen, die an 200 V liegen und über einen besonderen Schalter bedient werden können. Sie entsprechen der Einheitsbauart der Reichsbahn. Zur Speisung der Beleuchtung dient eine Gleichstromanlage von 24 V mit Batterie.

Die Motorluftpumpe befindet sich in dem einen Vorbau des Führerhauses (in dem anderen Vorbau ist ein Luftbehälter sowie der Beleuchtungsumformer angeordnet). Zusammen mit der Knorr-Bremse A. G. ist von den Bergmann-Elektrizitätswerken ein neuer Luftpumpensatz entwickelt worden, der den neueren Fortschritten angepasst ist. Die Luftpumpe selbst hat bei geringeren Abmessungen und niedrigeren Verlusten etwas höhere Leistung; der Antriebsmotor, ein selbstlüftender Einphasen-Wechselstrom-Kollektormotor von 20 PS dreistündiger Leistung bei 1500 Umdr/min, ist in bezug auf Wirkungsgrad und Kühlung verbessert und konnte daher ohne Erhöhung der spezifischen Beanspruchung mit 315 kg Gewicht ausgeführt werden, während der bisherige Motor 524 kg wog. Er wird mit 200 V betrieben und über ein Anlaßschütz angelassen. Das Anlassen bzw. Abschalten erfolgt selbsttätig durch einen Druckregler, sobald der Druck 6,5 at unterschritten bzw. 8 at wieder erreicht hat, und so lange der Pumpenschalter im Führerstand geschlossen ist. Um die Steuerung der Luftpumpe auch für den Fall sicherzustellen, daß der Druckregler beschädigt ist oder besonders hoher Luftbedarf beim Füllen langer Züge vorliegt, ist im Führerstand ein Handschalter vorgesehen, der den Druckregler überbrückt und beliebiges Anlassen des Luftpumpenmotors gestattet.

Um die elektrischen Schalteinrichtungen prüfen zu können, ist in üblicher Weise ein Prüfschalter vorgesehen, mit dem sämtliche Hilfskreise der Lokomotive, die an die Transformatoranzapfung 200 V angeschlossen sind, von dieser abgetrennt und mit einer zwei Steckdosen enthaltenden Leitung verbunden werden. Mit diesen Steckdosen wird im Lokomotivschuppen ein gleichfalls 200 V führendes Kabel verbunden.

Die Lokomotive ist mit Sicherheitsfahrerschaltung Bauart BBC*) ausgerüstet, die im Fall der Dienstunfähigkeit des Lokomotivführers selbsttätig die Triebmotoren ausschaltet, die Bremsung des Zuges einleitet und den Zug zum Stehen bringt. Die Anordnung ist so getroffen, daß der Führer einen vor dem Führertisch angeordneten Fußtritt oder einen Druckknopf, deren einer am Führertisch und je einer in der Nähe der Führerstandsseitenfenster — für Bedienung beim Heraussehen während des Verschiebedienstes — niederdrücken muß. Unterläßt er das Niederdrücken, so fällt ein Elektromagnetanker ab und bringt eine von einer Achse angetriebene Schnecke mit einem Schneckenrad in Eingriff, so daß nach Weiterfahrt von etwa 150 m ein Kontakt in der Steuerleitung der Fahrwende-

schütze unterbrochen wird, d. h. die Motoren werden abgeschaltet. Unmittelbar darauf wird die Bremse betätigt. Um den Führer vorher zu warnen, ist ein Summer vorgesehen, der nach Ablauf des halben Weges eingeschaltet wird. Niederdrücken eines Druckknopfes nach dieser Warnung verhindert das Ansprechen der Sicherheitseinrichtung, die z. B. für das Abschleppen, außer Betrieb gesetzt werden kann. Dies ist jedoch nur von außerhalb der Lokomotive möglich und bedingt das Erscheinen eines weithin sichtbaren optischen Zeichens am vorderen Führerstandsfenster, so daß unbefugte Außerbetriebsetzung kaum möglich erscheint.

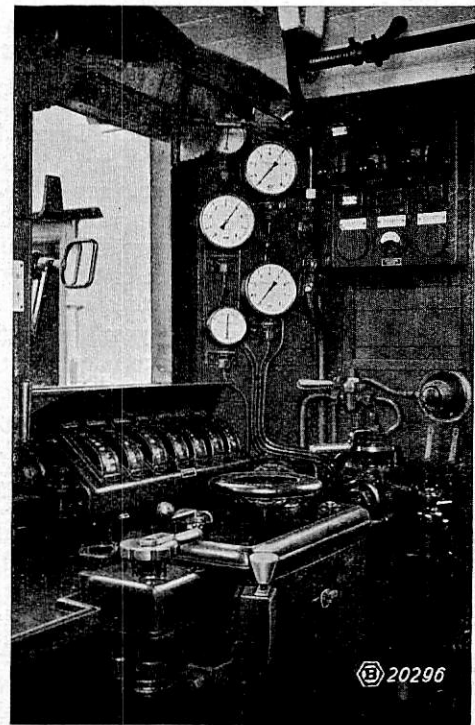


Abb. 11. Führerstand.

Abb. 11 zeigt den Führerstand. Der Führertisch weist ein Handrad zum Schalten des Steuermotors und einen Handgriff zum Einstellen der Fahrtrichtung auf. Über dem Führertisch befindet sich der Instrumentenkasten, enthaltend Strom-, Spannungs- und Zugkraftmesser. Links neben dem Führertisch ist das Bugeleinstellventil zum Anheben und Niederlegen der Stromabnehmer, der Sandstrehahn und (auf der Abbildung nicht zu sehen) der Hahn zum Bedienen des Achslastausgleichers angeordnet. Der Druckknopf am Führertisch gehört zur Sicherheitsfahrerschaltung. Neben dem Führertisch sitzt das Führerbremseventil und das Ventil für die Zusatzbremse sowie die Entlüftungshähne. Rechts an der Wand ist die Hilfsschalttafel mit den Handschaltern für das Bedienen des Pumpenmotors und der Lüftermotoren angeordnet, daneben fünf Manometer, und zwar für Hauptluftbehälter, Leitung, zwei Bremszylinder und Schützenleitung.

Das Gesamtschaltbild der Lokomotive, jedoch ohne die Beleuchtungs- und Meßstromkreise sowie ohne die Sicherheitsfahrerschaltung zeigt Taf. 25.

V. Schlußwort.

Die Lokomotive, deren Ansicht Abb. 12, deren Zusammenstellung Taf. 24 zeigt, befindet sich, wie erwähnt, seit Januar 1931 im regelmäßigen Betrieb. Wenn auch diese Betriebszeit noch nicht ausreicht, um ein in allen Teilen abschließendes Urteil über die Lokomotive abzugeben, so kann doch schon jetzt festgestellt werden, daß die Lokomotive

*) Elektrische Bahnen 1930, H. 5.

hinsichtlich Laufeigenschaften, Zugkraft, Betriebssicherheit den auf sie gesetzten Erwartungen voll entsprochen hat. Insbesondere haben sich die Neuerungen gut bewährt. Man wird sicher nicht fehlgehen in der Annahme, daß manche der durch

Nicht unerwähnt sei abschließend die überraschend kurze Bauzeit der Lokomotive. Die kurze Bauzeit erklärt sich z. T. dadurch, daß keine größeren Modelle für Rahmenteile, Triebmotoren, Transformator und Hilfsmotoren anzufertigen sowie

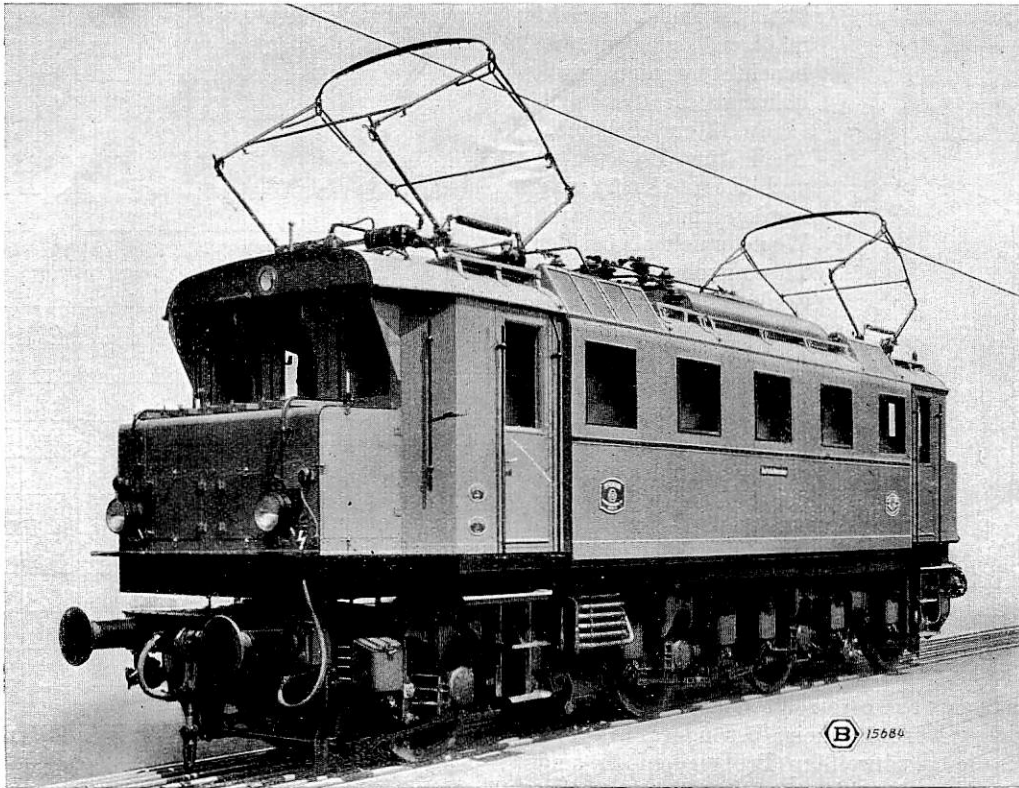


Abb. 12. Ansicht der B₀-B₀-Lokomotive.

den Bau dieser Lokomotive gegebenen Anregungen (z. B. das Schweißen der Bauteile, die Führung der Lüftung) sowie die neuen Ausrüstungsteile (z. B. die Motorluftpumpe, der Feinregler) auch bei anderen elektrischen Triebfahrzeugen erfolgreich Anwendung finden werden.

keine größeren Gußstücke erforderlich waren. Von Beginn der Entwurfsarbeiten der elektrischen Ausrüstung bis zur Fertigstellung der Lokomotive wurden nur sechs Monate, beim Fahrzeugteil sogar nur vier Monate benötigt. Für eine vollkommen neue Bauart ist das eine recht beachtlich kurze Zeit.

Das „Aufarbeiten“ von Schienen.

Von Dr. Th. Wuppermann, Leverkusen-Schlebusch.

Das „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ bringt in Heft 18/19 des Jahrganges 1930 eine Arbeit von Ing. Max Reiter, Neuaubing bei München, über: „Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Schienenschweißung“. Von sämtlichen, bisher angewandten Verfahren wird besonders und mit großer Ausführlichkeit die Thermitschweißung behandelt, anscheinend wohl deshalb, weil sie im Bereich der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die weiteste Anwendung gefunden hat. Etwas zu kurz kommt dabei die nicht minder bedeutende elektrische Widerstandsschweißung nach dem Abschmelzverfahren, im folgenden kurz Abschmelzschweißung genannt, mit der allerdings Reiter nur unzulängliche Versuche anstellen konnte, da die einzige ihm zur Verfügung stehende Maschine nach Größe und Ausrüstung ungeeignet war. Trotzdem gibt er in einer abschließenden Zusammenfassung das Urteil ab, daß die Abschmelzschweißung als das beste Schweißverfahren zu bezeichnen wäre, sobald die noch fehlenden Voraussetzungen geschaffen sind.

Daß diese Ansicht zutreffend ist, wird durch die folgende Untersuchung erhärtet, die beim Erscheinen der Reiterischen Veröffentlichung bereits im Gange war und zwar auf Anregung der Reichsbahndirektion Wuppertal und im Einverständnis mit dem Reichsbahn-Zentralamt für Bau- und

Betriebstechnik in Berlin. Schon eine frühere Untersuchung des Verfassers *) hatte gezeigt, daß auch Stahl von höherem Kohlenstoffgehalt sich mittels Abschmelzschweißung einwandfrei verschweißen läßt. Die dabei ausgebildete Art der Prüfung der Schweißverbindungen entspricht ziemlich genau der von Reiter angewandten, daher ist auch dessen Darstellungsweise benutzt, um die Ergebnisse der beiden Verfahren ohne weiteres miteinander vergleichen zu können.

Geschweißt wurden sechs Paare von Abschnitten einer Schiene der Form S 49 auf einer Stumpfschweißmaschine der A.E.G. von 250 kVA, mit elektrischer Stauchvorrichtung und Einspannung. Im Gegensatz zum Reiterischen Versuch sind die Schienenstücke stehend eingespannt, also über Kopf und unter Fuß, ohne Sonderspannbacken. Von den geschweißten sechs Abschnitten wurden drei ungeglüht geprüft, während die übrigen drei geglüht wurden, und zwar der Vergleichbarkeit wegen wie bei Reiter eine halbe Stunde lang bei 840°.

Die Aufteilung der Abschnitte in Probestäbe ist aus Abb. 1 ersichtlich. Vergleicht man die Ergebnisse der Zerreiß- und Kerbschlagproben der Abb. 2 und 3 mit den Reiterischen

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1929, Seite 1758 bis 1763.

Schaubildern (Jahrg. 1930, Taf. 25), so werden die Unterschiede sofort erkennbar. Die Zugfestigkeit bleibt ziemlich gleichmäßig, besonders ungeglüht, nahe der der ungeschweißten Schiene; die Streckgrenze, die für das Verhalten des Werkstoffes im Betriebszustand bessere Aufschlüsse gibt als die Bruch-

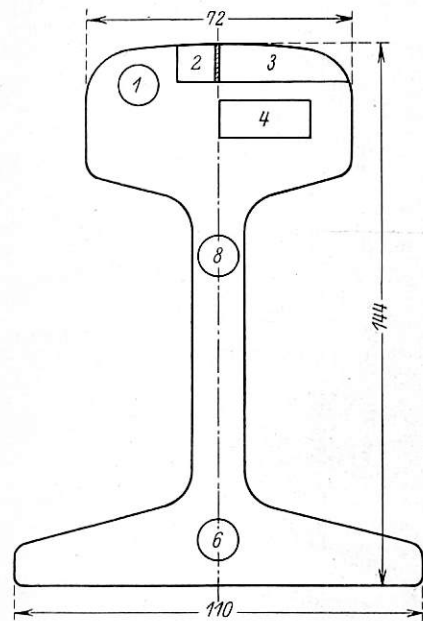


Abb. 1.

last, ist noch gleichmäßiger, liegt sogar, was beachtet werden muß, höher als die der ungeschweißten Schiene. Auch für Dehnung und Einschnürung werden erheblich bessere Werte erzielt als bei der Thermitschweißung; nur der Verlauf der Kurve ist etwas ungleichmäßig, weil die Proben aus dem Steg (28, 38, 48, 58, 68, 78) sich ungünstiger verhalten als die aus Kopf und Fuß der Schiene. Es wäre lehrreich, auch bei Thermitschweißungen einmal Proben aus dem Steg zu nehmen und zu vergleichen, was bisher noch nicht geschah.

Beim Kerbschlagversuche zeigt der ungeschweißte Werkstoff sehr niedrige Kerbzähigkeit, besonders in einer Kontrollprobe 12 +; die geschweißten Proben jedoch sind durchweg gleichwertig oder besser, hier vor allem die geglühten. Die Kaltbiegeproben nach Din 1605 ergaben bei den Schweißungen Biegewinkel von 50 bis 86°.

Ein Schnitt durch die Schweißung in voller Breite des Schienenkopfes zeigte deutlich, daß hier eine durchaus homogene Verbindung in der Schweißung erreicht war, und daß infolge richtiger Stauchwirkung die in den Reiterschen Abb. 27 und 28 erkennbaren, offenen Fugen nicht mehr vorhanden sind. Abb. 4 zeigt Kleingefüge unmittelbar aus der Schweißnaht, im Charakter der Reiterschen Abb. 30 entsprechend, jedoch mit etwas geringerer Vergrößerung.

Die vorliegenden Ergebnisse beweisen, daß es sehr be- rechtigt ist, der Einführung der Schienenschweißung nach

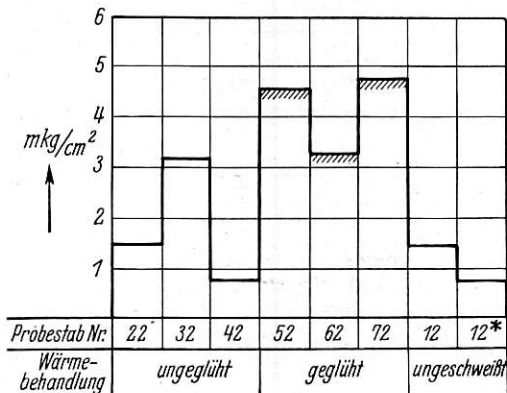


Abb. 2.

dem Abschmelzverfahren größere Bedeutung beizumessen, als es bisher der Fall war. Die Anwendbarkeit wird besonders wertvoll sein bei altbrauchbaren Schienen mit niedergefahrenen Enden am Stoß für die „Aufarbeitung von Oberbau“, Oberregierungsbaurat a. D. Kloevekorn, Hannover, zeigt in

seinem beachtenswerten Aufsatz über die Auffrischung eiserner Oberbaustoffe, der im „Organ“ 1927, Seite 126 ff. erschienen ist, welche große Sorgfalt und Kosten hierbei für die Schaffung einwandfreier Stöße aufzuwenden sind.

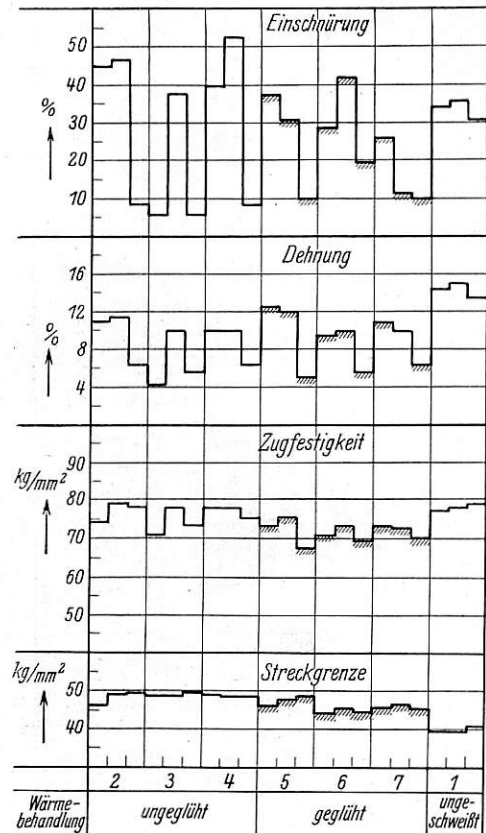


Abb. 3.

Ohne weiteres ist es klar, daß durch Zusammenschweißen mehrerer Schienen die Zahl der Stöße entsprechend verringert wird; also z. B. auf 1/3, wenn drei Regelschienen zu einer Langschiene zusammengeschweißt werden. Selbstverständlich kann ein endgültiges Urteil über die Brauchbarkeit derart

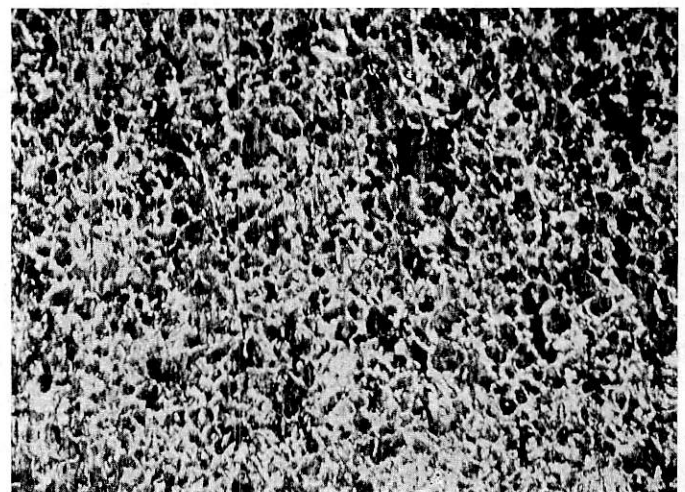


Abb. 4.

geschweißter Langschienen und über damit für die Bahnunterhaltung erzielten Ersparnisse nur die Bewährung im Betrieb geben.

Bei der Reichsbahndirektion Wuppertal sind Herbst 1930 versuchsweise 1200 m Gleise in einer nicht zu stark belasteten

Güterstrecke mit geschweißten, altbrauchbaren Schienen der Form 8 Gruppe II verlegt worden. Die Schweißung erfolgte auf der bereits erwähnten Stumpfschweißmaschine. Aus je drei Schienen von 12 m Länge sind die neuen Langschienen hergestellt. Um gleichzeitig mit der Verringerung der Zahl der Stöße an den Stoßenden der Langschienen neue, nicht ausgeschlagene Laschenkammern zu schaffen, also gleichmäßige, nicht dachförmig aufgearbeitete Laschen benutzen zu können und stets die gleiche Abnutzungshöhe vorzufinden, sind die alten 12 m-Schienen laufend aneinandergeschweißt, jede dritte Länge in der Mitte geschnitten und diese 36 m-Schienen so verlegt, daß zusammengehörige Schnittflächen

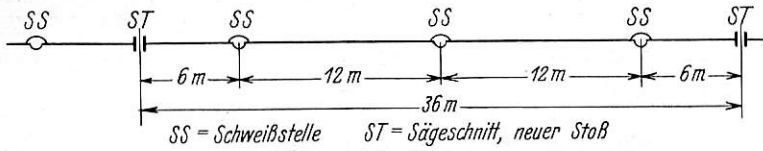


Abb. 5.

als neuer, unbedingt gleich hoher Stoß auch wirklich zusammenkamen, wie aus Abb. 5 ersichtlich ist.

Da diese nicht unwesentlichen Vorteile nur durch drei Schweißstellen in einer Langschiene erkauft werden konnten,

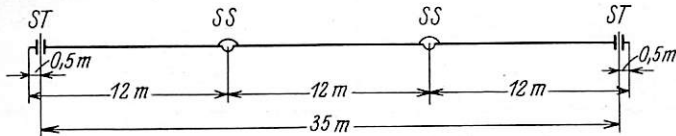


Abb. 6.

so ist ein zweites Verfahren angewandt worden, bei dem je zwei Schienen an einem ihrer Enden um 0,5 m, das ist um die Länge der ausgeschlagenen Laschenkammer, gekürzt und mit einer dritten, ungekürzten Schiene zu einer Langschiene von 35 m verbunden wurden, wie Abb. 6 zeigt. Dann sind nur zwei Schweißstellen in der Langschiene vorhanden, aber es ist nicht die Gewähr gegeben, daß trotz neuer Laschenkammer die beiden zusammenstoßenden Schienenenden unbedingt gleich hoch sind. Es besteht mithin die Möglichkeit, daß ein vorhandener Höheunterschied durch Abhobeln beseitigt werden muß, um Schläge am Stoß zu vermeiden. Dazu kommt, daß die Langschiene durch das Abschneiden der beiden 0,5 m langen Laschenkammern nur 35 m lang ist.

Welches von den beiden Verfahren den Vorzug verdient, das mit drei Schweißstellen an der 36 m- oder das mit zwei Schweißstellen an der 35 m-Langschiene, kann nur an Ort

und Stelle entschieden werden und hängt wesentlich von dem Abnutzungsgrad der verwendeten Altschienen ab.

Die Schweißstellen, die in glühendem Zustande etwas hochgestaucht und nachher vollkommen eben gehobelt wurden, sind, wie Abb. 7, erkennen läßt, zwischen zwei Schwellen verlegt, also schwebend. Bis heute haben sich keinerlei nachteilige Erscheinungen, wie Durchbiegungen oder Anrisse der Schweißstellen, gezeigt; auch die Laufflächen sind noch vollkommen gerade und eben geblieben, ohne irgend welche Ausschlagungen infolge geringerer Verschleißhärte.

Wie die Reichsbahndirektion Wuppertal hat auch die Reichsbahndirektion Köln einen Versuch mit der Auf-

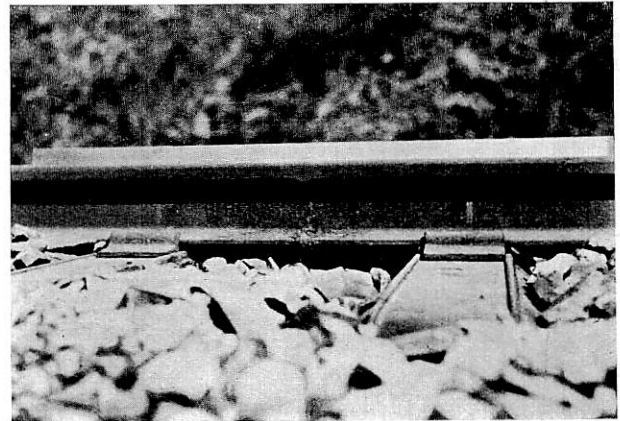


Abb. 7.

arbeitung von 12 m-Schienen gemacht, die in zwei etwa 700 m langen Gleisen eines Verschiebebahnhofs eingebaut sind.

Bei Abschluß dieser Ausführungen darf nicht verschwiegen werden, daß bisher noch die Thermitschweißung den großen Vorteil besitzt, Streckenarbeit, oder Arbeit an der Baustelle zu sein, daß sie also „freizügig“ ist, wogegen die Abschmelzschweißung „gebunden“ d. h. Werkstattarbeit ist. Dadurch ist ein Frachtweg mehr nötig, als wenn die Altschienen von Baustelle zu Baustelle laufen, denn jetzt müssen sie erst ihren Weg, unter Umständen sogar einen recht langen, zur Schweißmaschine nehmen, ehe sie wieder verwendet werden. Dieser unleugbare Nachteil wird aber ausgeglichen durch die Kosten. Diese sind für eine Thermitschweißung etwa doppelt so hoch wie die für eine Abschmelzschweißung. Die letztgenannte verdient also überall da, wo Werkarbeit möglich und günstig ist, unbedingt den Vorrang, nicht nur des Stoff-, sondern auch des Geldwertes wegen.

Der entlaufene Wagen.

Von Reichsbahnoberrat A. Lange, Dresden.

A. Allgemeines und Lauf bei Windstille.

Wenn ein Eisenbahnwagen auf einer im Verhältnis $i' = \tan \alpha$ geneigten Bahn herunterrollt, so ist sein Lauf durch folgende Kräfte bedingt:

1. durch die Schwerkraft (Gewicht P des Wagens),
2. durch den Luftwiderstand W,
3. durch die Reibung ρ ,
4. durch den Krümmungswiderstand,
5. durch den Einfluß der sich drehenden Räder.

Der Luftwiderstand W ist abhängig von der Geschwindigkeit des Wagens (v), der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit (u) und einem Faktor k.

Die Kraft, die den Wagen nach unten treibt, ist, wenn zunächst Windstille angenommen wird und wenn die Kräfte unter 4 und 5 vernachlässigt werden

$$N = P \cdot i' - P \cdot \rho - W$$

und die Beschleunigung, mit der dies geschieht,

$$p = g (i' - \rho) - \frac{g \cdot W}{P}$$

Setzt man $i' - \rho = i$ (reduziertes Gefälle) und $\frac{g \cdot W}{P} = v^2 \cdot k$, dann wird

$$p = \frac{dv}{dt} = gi - v^2 \cdot k \quad \dots \quad \text{Gl. 1.}$$

Besonders augenfällig und wichtig ist der Fall $p = 0$. Er tritt ein für $v = \sqrt{\frac{gi}{k}}$. Das ist die größte Geschwindigkeit, die der Wagen überhaupt erreichen kann. Die Geschwindigkeit eines entlaufenen Wagens wächst also nicht auf ein beliebig großes Maß, sondern überschreitet unter den ge-

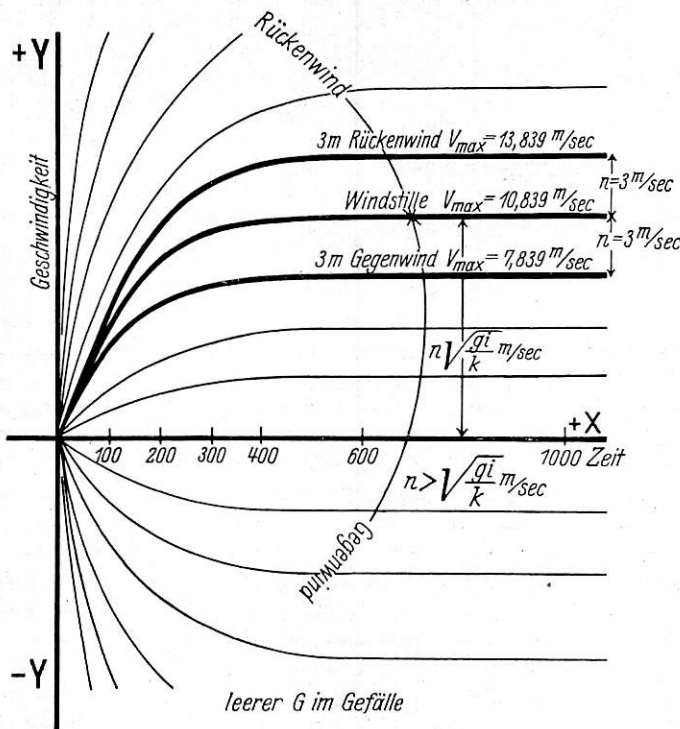
machten Voraussetzungen niemals den Wert $v_{max} = \sqrt{\frac{gi}{k}}$.

Der Vorgang entspricht dem freien Fall eines Körpers unter Berücksichtigung des Luftwiderstandes, bei dem ebenfalls bei einer gewissen Geschwindigkeit ein Beharrungszustand erreicht wird (Fallschirm). Die Gleichung 1) stimmt mit der bekannten für den freien Fall mit Luftwiderstand geltenden überein, nur ist statt der Erdbeschleunigung auf der geneigten Bahn der Teilbetrag gi zu setzen. Aus Gl. 1 folgt

$$t = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{gi k}} \cdot \ln \frac{1 + v \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}}{1 - v \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}} \quad \text{Gl. 2 a)}$$

in anderer Form

$$v = \frac{e^{2t \cdot \sqrt{gi k}} - 1}{\sqrt{\frac{k}{gi}} (e^{2t \cdot \sqrt{gi k}} + 1)} \quad \text{Gl. 2 b)}$$



Setzt man hierin t genügend groß, so nähert sich v dem oben ermittelten Wert $v_{max} = \sqrt{\frac{gi}{k}}$; es nähert sich diesem Wert asymptotisch, erreicht ihn also theoretisch erst bei $t = \infty$, praktisch aber, wie aus der Berechnung hervorgeht, schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit. Aus $v = \frac{ds}{dt}$ ergibt sich durch nochmaliges Integrieren der Gl. 2 b)

$$s = \frac{1}{k} \left[\ln \frac{e^{2t \cdot \sqrt{gi k}} + 1}{2} - t \cdot \sqrt{gi k} \right] \quad \text{Gl. 3)}$$

Die noch fehlende Beziehung zwischen v und s wird aus Gl. 1) erhalten, wenn man die Beziehungen benützt $v \frac{dv}{dt} = p \frac{ds}{dt}$.

Es entsteht dadurch

$$v dv = ds (gi - v^2 k)$$

Die Lösung ist

$$s = -\frac{1}{2k} \cdot \ln \left(1 - \frac{v^2 \cdot k}{gi} \right) \quad \text{Gl. 4 a)}$$

in anderer Form

$$v = \sqrt{\frac{gi}{k} \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{2ks}} \right)} \quad \text{Gl. 4 b)}$$

Auch hier ergibt $v = \sqrt{\frac{gi}{k}}$ gesetzt (v_{max}) $s = \infty$; tatsächlich wird der Wert v_{max} aber schon bei einer Laufweite von wenigen Kilometern erreicht.

Ehe man die entwickelten Gleichungen praktisch anwenden kann, muß noch der Wert k bestimmt werden. Oben war $\frac{g \cdot W}{P} = v^2 \cdot k$, also $k = \frac{g \cdot W}{v^2 \cdot P}$.

Nach Pirath, Verkehrstechnische Woche 1929, Nr. 10, S. 168 ist $T = W = v^2 \cdot \frac{ct \cdot F}{16}$; k ergibt sich also zu $k = \frac{g \cdot ct \cdot F}{16 \cdot P}$. Setzt man für einen leeren G-Wagen $F = 8 \text{ m}^2$, $P = 10000 \text{ kg}$, so ergibt sich (mit $ct = \sim 1$) $k_g = \sim \frac{1}{2000}$, für einen beladenen O mit $F = 6 \text{ m}^2$, $P = 30000 \text{ kg}$ $k_o = \sim \frac{1}{8000}$.

Nimmt man eine in 1:100 geneigte Bahn und $q = \frac{1}{250}$ an, so wird die reduzierte Neigung $i = \frac{1}{167}$, und es ergeben sich unter den gemachten Voraussetzungen für einen leeren G die in der Tafel auf S. 333 enthaltenen Zahlenwerte von v und s (Spalte 2 und 3).

Hiernach ist $v_{max} = \sqrt{\frac{gi}{k}} = 10,839 \text{ m/sec}$ schon bei $t = 1000 \text{ Sek.}$ bis auf die dritte Dezimalstelle genau erreicht; aber schon bei $t = 600 \text{ Sek.}$ ist zwischen der tatsächlichen und der größten Geschwindigkeit nur noch ein sehr geringer Unterschied.

Ermittelt man die größte Geschwindigkeit für die Neigungen $i' = 1:30$ bis $1:250$ bei einem leeren G und einem beladenen O, so ergeben sich nachstehende Werte:

Neigung i'	Reduzierte Neigung $i = i' - q$	v_{max} in m/sec bei einem	
		leeren G-Wagen	beladenen O-Wagen
1:30	1:34	24,25	48,51
1:40	1:48	20,41	40,82
1:50	1:62	17,96	35,92
1:75	1:109	13,55	27,09
1:100	1:167	10,84	21,68
1:150	1:375	7,30	14,61
1:200	1:1000	4,47	8,94
1:250	1:∞	0	0

Es ist klar, daß sich diese Geschwindigkeiten wie 1:2 verhalten müssen, da $\frac{\sqrt{8000}}{\sqrt{2000}} = 2$ ist.

Nun muß der Einfluß des Windes berücksichtigt werden. Wir haben zu unterscheiden zwischen Gegenwind und Rückenwind.

B. Lauf bei Gegenwind.

Bei Gegenwind ist offenbar die Beschleunigung $p = gi - v_1^2 \cdot k$; v_1 ist die relative Windgeschwindigkeit. Ist die absolute Windgeschwindigkeit gleich u , dann ist $v_1 = v + u$, wenn v die augenblickliche Geschwindigkeit des Wagens ist.

Bei der Gleichung $p = gi - k \cdot (v + u)^2$ (Gl. 5) interessiert wieder der besondere Fall $p = 0$. Dann nimmt der Wagen die

größte Geschwindigkeit an, die er überhaupt erreichen kann. Es wird $v = -u + \sqrt{\frac{gi}{k}}$, d. h. die größte Geschwindigkeit, die ein bei Gegenwind abrollender Wagen erreichen kann, ist gleich der größten Geschwindigkeit, die der Wagen bei Windstille erreicht, vermindert um die Geschwindigkeit des Gegenwindes, wie auch unmittelbar einzusehen ist.

v_{max} wird hiernach gleich Null (d. h. der Wagen kommt auf der schiefen Bahn überhaupt nicht ins Rollen), wenn die Geschwindigkeit des Gegenwindes gerade so groß ist, wie die größte Geschwindigkeit des bei Windstille abrollenden Wagens $\left(\sqrt{\frac{gi}{k}}\right)$. Ein solcher Wind hält also den Wagen gerade im Gleichgewicht. Wird der Gegenwind noch stärker, dann rollt der Wagen aufwärts; die größte Geschwindigkeit die er hierbei erreicht, ist $v_{max} = u - \sqrt{\frac{gi}{k}}$.

Nun sollen die Bewegungsgleichungen aufgestellt werden, ihre Integrale werden im vorliegenden Fall etwas verwickelter.

Aus $dt = \frac{dv}{gi \left(1 - \frac{k \cdot (v+u)^2}{gi}\right)}$ (s. Gl. 5) ergibt sich

$$-t = \frac{1}{2\sqrt{gik}} \cdot \ln \frac{\left(\sqrt{\frac{gi}{k}} + u\right) \cdot \left[\sqrt{\frac{gi}{k}} - (v+u)\right]}{\left(\sqrt{\frac{gi}{k}} - u\right) \cdot \left[\sqrt{\frac{gi}{k}} + (v+u)\right]} \quad \text{Gl. 6}$$

oder in anderer Form

$$v = \frac{\left(1 - u^2 \cdot \frac{k}{gi}\right) \cdot \left(e^{2t\sqrt{gik}} - 1\right)}{\sqrt{\frac{k}{gi}} \left[e^{2t\sqrt{gik}} \cdot \left(1 + u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}\right) + 1 - u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} \right]} \quad \text{Gl. 7}$$

Die Beziehung v/s wird am besten wieder mittels der Grundgleichung

$$v \cdot dv = p \cdot ds = ds \cdot [gi - k \cdot (v+u)^2]$$

gefunden.

Man erhält aus ihr

$$s = \frac{u}{2\sqrt{gik}} \cdot \ln \frac{\left(\sqrt{\frac{gi}{k}} + u\right) \cdot \left[\sqrt{\frac{gi}{k}} - (v+u)\right]}{\left(\sqrt{\frac{gi}{k}} - u\right) \cdot \left[\sqrt{\frac{gi}{k}} + (v+u)\right]} + \frac{1}{2k} \cdot \ln \frac{gi - u^2}{k - (v+u)^2} \quad \text{Gl. 8}$$

Zur Ermittlung der Beziehung s/t verfahren wir ebenfalls genau wie für Windstille.

$ds = v \cdot dt$; v nach Gleichung 7) hierin eingesetzt ergibt:

$$-s = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{k} + \frac{u}{\sqrt{gik}}\right) \cdot \frac{\sqrt{\frac{gi}{k}} + u}{\sqrt{\frac{gi}{k}} - u} + 1$$

$$\left[2t\sqrt{gik} + \frac{2\sqrt{\frac{gi}{k}}}{\sqrt{\frac{gi}{k}} + u} \cdot \ln \frac{\sqrt{\frac{gi}{k}} + u}{\sqrt{\frac{gi}{k}} - u} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{gi}{k}} - u} \cdot e^{2t\sqrt{gik}} + 1 \right] \quad \text{Gl. 9}$$

Setzt man in den Gl. 6), 7), 8) und 9) $u=0$, so ergeben

sich natürlich die für Windstille ermittelten Werte von t , v und s (Gl. 2 a, 2 b, 4 a, 3).

Für den auf Seite 330 genannten leeren G sind auch für Gegenwind (und zwar $u=3$ m/sec) die Werte von v und s zahlenmäßig ermittelt worden. (Spalte 4 und 5 der Tafel auf Seite 333.)

C. Lauf bei Rückenwind.

Hier sind zwei Bewegungsabschnitte zu unterscheiden. Im ersten Abschnitt, der von $v=0$ bis $v=u$ reicht, ist die relative Luftgeschwindigkeit $v_1 = u - v$ und nach vorn gerichtet; im zweiten Bewegungsabschnitt ist die Geschwindigkeit des Wagens v größer geworden als die Windgeschwindigkeit u und v_1 ist gleich $v - u$ aber entgegengesetzt gerichtet.

Es ist also für Abschnitt I $p = g \cdot i + k \cdot (u - v)^2$ und für Abschnitt II $p = g \cdot i - k \cdot (v - u)^2$. Dazwischen liegt ein Augenblick, in welchem $p = g \cdot i$ ist, in dem sich also der Wagen so verhält, als ob er sich ohne Luftwiderstand bewege.

Setzt man bei Abschnitt II $p=0$, dann wird $v = u + \sqrt{\frac{gi}{k}}$.

Die größte Geschwindigkeit eines mit Rückenwind von u m/sec Geschwindigkeit ablaufenden Wagens ist also um u größer als die größte Geschwindigkeit desselben Wagens bei Windstille.

Der Wert für die Beschleunigung in Abschnitt I gibt noch nebenbei die Möglichkeit, den Einfluß des Windes auf einen Wagen zu betrachten, der sich auf horizontaler Bahn in Ruhe befindet. Bei diesem wird $i = -\varrho$, d. h. die Reibungsziffer entspricht einer entgegengesetzten Neigung, und wir erhalten, wenn $p=0$ gesetzt wird, $v = u - \sqrt{\frac{g \cdot \varrho}{k}}$ als größte mögliche Geschwindigkeit.

Setzt man in dieser Gleichung auch noch $v=0$, so folgt $u = \sqrt{\frac{g \cdot \varrho}{k}}$ als diejenige Windgeschwindigkeit, bei der der Wagen auf der Horizontalen gerade anfängt sich zu bewegen.

Zunächst wird die Beziehung v/t ermittelt. Im ersten Abschnitt ist $p = \frac{dv}{dt} = gi + k \cdot (u - v)^2$.

Hieraus folgt $dt = \frac{dv}{gi \cdot \left[1 + \frac{k}{gi}(u - v)^2\right]}$ woraus

$$-t = \frac{1}{\sqrt{gik}} \cdot \left[\text{arc tg } u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} - \text{arc tg } (u - v) \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} \right]$$

und schließlich

$$t = \frac{1}{\sqrt{gik}} \cdot \text{arc tg} \frac{v \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}}{1 + u(u - v) \cdot \frac{k}{gi}} \quad \text{Gl. 10)}$$

in anderer Form

$$v = \frac{\left(1 + u^2 \cdot \frac{k}{gi}\right) \cdot \text{tg } t \sqrt{gik}}{\sqrt{\frac{k}{gi}} \cdot \left(1 + u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} \cdot \text{tg } t \cdot \sqrt{gik}\right)} \quad \text{Gl. 11)}$$

folgt.

Setzt man in Gl. 10) $v=u$, so erhält man die Dauer des ersten Bewegungsabschnitts t_1 zu

$$t_1 = \frac{1}{\sqrt{gik}} \cdot \text{arc tg } u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} \quad \text{Gl. 12)}$$

Für kleine Werte kann man in diesen Gleichungen die Tangente mit dem Winkel vertauschen. Dann entstehen die Näherungsgleichungen

$$(t) = \frac{v}{gi + k \cdot u (u - v)} \dots \text{Gl. 10 a)}$$

oder

$$(v) = \frac{t \cdot (gi + k \cdot u^2)}{1 + k \cdot u \cdot t} \dots \text{Gl. 11 a)}$$

und

$$(t_1) = \frac{u}{gi} \dots \text{Gl. 12 a)}$$

Rechnet man t_1 nach der Gl. 12) und der Näherungsgleichung 12a) aus, so ergibt sich bei dem leeren G-Wagen auf der Neigung 1:100 bei einem Rückenwind von 3 m/sec Geschwindigkeit t_1 genau zu 49,8'', angenähert zu 51,1'', also ein Fehler von etwa 2%.

Die Bewegungsbedingung v/t für den zweiten Abschnitt findet man aus

$$p = \frac{dv}{dt} = gi - k \cdot (v - u)^2 = gi - kv^2.$$

$$\text{zu } t = \frac{1}{2\sqrt{g \cdot i \cdot k}} \cdot \ln \frac{1 + v' \cdot \sqrt{\frac{k}{g \cdot i}}}{1 - v' \cdot \sqrt{\frac{k}{g \cdot i}}} \dots \text{Gl. 13)}$$

was vollständig mit dem Aufbau der Gl. 2a) übereinstimmt. Die Bewegung des Wagens im zweiten Zustand erfolgt also hinsichtlich der Beziehung t/v genau wie bei Windstille, nur tritt an Stelle von v die Geschwindigkeit $v' = v - u$. Erreicht also z. B. der leere G nach der Tafel auf Seite 333 bei Windstille nach 60 Sek. eine Geschwindigkeit von 3,40 m/sec dann ist bei Rückenwind von $u = 3$ m/sec Geschwindigkeit die Geschwindigkeit v' noch ebenfalls 60 Sek. (gerechnet vom Beginn des zweiten Abschnitts an) auch 3,40 m/sec, also die tatsächliche Geschwindigkeit $v = v' + u = 6,40$ m/sec.

Die Gl. 13) in anderer Form geschrieben gibt den Wert von v zu

$$v = u + \frac{e^{2t \cdot \sqrt{gik}} - 1}{\sqrt{\frac{k}{gi}} \cdot (e^{2t \cdot \sqrt{gik}} + 1)} \dots \text{Gl. 14)}$$

Der zweite Summand auf der rechten Seite ist aber nach Gl. 2b) die Geschwindigkeit des bei Windstille abrollenden Wagens nach t Sek. Bezeichnet man diese mit v_0 , so ergibt sich $v = u + v_0$, d. h. die Geschwindigkeit des Wagens im zweiten Abschnitt ist gleich der Geschwindigkeit des Rückenwindes vermehrt um die Geschwindigkeit, die der Wagen erreicht hätte, wenn er bei Windstille abgerollt wäre.

Das stimmt natürlich mit dem oben bei der Beziehung t/v Ermittelten völlig überein.

Die Beziehung s/t für den ersten Bewegungsabschnitt ergibt sich aus $ds = v \cdot dt$ zu

$$-s = \frac{1}{k} \cdot \left[\ln \frac{u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} \cdot \text{tg } t \cdot \sqrt{gik} + 1}{\sqrt{\text{tg}^2 t \cdot \sqrt{gik} + 1}} - kut \right] \dots \text{Gl. 15)}$$

angenähert

$$(-s) = \frac{1}{k} \cdot \left[\ln \frac{kut + 1}{\sqrt{t^2 gik + 1}} - kut \right] \dots \text{Gl. 15a)}$$

geht man aber von der Näherungsgleichung 11a) aus zu

$$(-s) = \frac{g \cdot i + k \cdot u^2}{k^2 \cdot u^2} \cdot [\ln(1 + kut) - kut] \dots \text{Gl. 15b)}$$

und wenn man $\ln(1 + kut)$ als Reihe schreibt und von dieser die ersten drei Glieder berücksichtigt

$$(s) = t^2 \cdot \frac{gi + k \cdot u^2}{6} \cdot (3 - 2kut) \dots \text{Gl. 15c)}$$

Die Weglänge s_1 findet man, indem man in die Gl. 15) den Wert t_1 nach Gl. 12) berechnet einsetzt. Es ergibt sich

für den mehrerwähnten G aus der strengen Berechnung $s_1 = 76,17$, aus den Näherungsgleichungen $(s_1) = 76,18$; $75,05$; $75,01$.

Zur Bestimmung des zweiten Bewegungszustandes wird in $ds = v \cdot dt$ der Wert von v nach Gl. 14) eingesetzt.

Es ergibt sich, wenn man vom Beginn des zweiten Abschnitts an ($s_1 = 0, t_1 = 0$) rechnet:

$$s = t \cdot \left(u - \sqrt{\frac{gi}{k}} \right) - \frac{1}{k} \cdot \ln \frac{2}{e^{2t \sqrt{gik}} + 1}$$

oder

$$s = u \cdot t - t \cdot \sqrt{\frac{gi}{k}} + \frac{1}{k} \cdot \ln \frac{e^{2t \sqrt{gik}} + 1}{2},$$

das ist

$$s = u \cdot t + s_0 \dots \text{Gl. 16)},$$

wenn s_0 den Laufweg bei Windstille bezeichnet. Den Weg von dem Beginn der Bewegung überhaupt erhält man zu $s = s_1 + u(t - t_1) + s_0$.

Oben war für den zweiten Abschnitt gefunden worden $v = u + v_0$. Der soeben (Gl. 16) abgeleitete Wert für s , $s = u \cdot t + s_0$ entspricht diesem Ergebnis vollständig.

Die schließlich noch fehlende Beziehung s/v wird für den ersten Bewegungsabschnitt gefunden mittels der Gleichung

$$v \cdot dv = p \cdot ds = gi \cdot ds \cdot \left(1 + \frac{(u-v)^2 \cdot k}{gi} \right).$$

Die Behandlungsweise ist dieselbe wie bei Windstille und bei Gegenwind.

Es wird Gl. 17)

$$s = \frac{1}{\sqrt{gi \cdot k}} \cdot \left[u \cdot \text{arc tg} \frac{v \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}}{1 + u(u-v)} + \sqrt{\frac{gi}{k}} \cdot \ln \sqrt{\frac{1 + (u-v)^2 \cdot \frac{k}{gi}}{1 + u^2 \cdot \frac{k}{gi}}} \right]$$

und, wenn $v = u$ gesetzt wird, die Weglänge des ersten Abschnitts s_1

$$s_1 = \frac{1}{\sqrt{gi \cdot k}} \cdot \left[u \cdot \text{arc tg} u \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}} + \sqrt{\frac{gi}{k}} \cdot \ln \sqrt{\frac{1}{1 + u^2 \cdot \frac{k}{gi}}} \right] \dots \text{Gl. 18)},$$

angenähert

$$(s) = \frac{u \cdot v}{gi + u \cdot k \cdot (u - v)} + \frac{1}{k} \cdot \ln \sqrt{\frac{1 + u(u-v)^2 \cdot \frac{k}{gi}}{1 + u^2 \cdot \frac{k}{gi}}} \dots \text{Gl. 17a)}$$

und

$$(s_1) = \frac{u^2}{gi} + \frac{1}{k} \cdot \ln \sqrt{\frac{1}{1 + u^2 \cdot \frac{k}{gi}}} \dots \text{Gl. 18a)}$$

Für den zweiten Bewegungsabschnitt lautet die Bedingungsgleichung $v \cdot dv = gi \cdot ds \cdot \left(1 - \frac{(v-u)^2 \cdot k}{gi} \right)$. Hieraus ergibt sich in derselben Weise zwischen den Grenzen s_1 und s integriert

$$s_1 - s = -\frac{u}{2\sqrt{gi \cdot k}} \cdot \ln \frac{1 + (v-u) \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}}{1 - (v-u) \cdot \sqrt{\frac{k}{gi}}} + \frac{1}{2k} \cdot \ln \left[1 - \frac{(v-u)^2 \cdot k}{gi} \right] \dots \text{Gl. 19)}$$

In der nachstehenden Tafel sind zahlenmäßig die Werte von v und s für t von 10 bis 1000'' für den im Gefälle 1:100 bei Windstille und bei Gegen- und Rückenwind von 3 m/sec Geschwindigkeit abrollenden leeren G enthalten. Der Verlauf

der Zahlenwerte von v entspricht den bei der Entwicklung der Gleichungen gezogenen Schlüssen.

Windstille			Gegenwind von 3 m/sec Geschwindigkeit		Rückenwind	
t (Sek.)	v (m/sec)	s (m)	v (m/sec)	s (m)	v (m/sec)	s (m)
1	2	3	4	5	6	7
10	0,587	2,96	0,534	2,46	0,624	3,13
30	1,747	26,03	1,544	23,65	1,831	27,78
60	3,405	103,94	2,893	90,64	3,597	109,19
100	5,360	280,5	4,353	236,8	5,878	299,1
200	8,613	998,2	6,518	795,7	10,286	1124,8
300	10,031	1942	7,374	1498	12,497	2278
400	10,559	2975	7,679	2253	13,372	3578
600	10,807	5118	7,820	3808	13,794	6307
1000	10,839	9453	7,838	6941	13,839	11837

Noch deutlicher werden diese Verhältnisse durch die nebenstehende bildliche Darstellung der Geschwindigkeiten v . Die mittlere der stark ausgezogenen Linien entspricht dem Ablauf bei Windstille. Der Neigungswinkel der Linie gegen die X-Achse ist im Anfangspunkte O bestimmt durch $\frac{dv}{dt} = \text{tg } \alpha_0 = g \cdot i$ und entspricht dem Ablauf ohne Luftwiderstand.

Bei Gegenwind ($\text{tg } \alpha_0 = gi - k \cdot u^2$) werden die Linien mit wachsendem u immer flacher bis bei $u = \sqrt{\frac{gi}{k}}$ die v -Linie mit der X-Achse zusammenfällt. (Der Wagen bleibt stehen.) Bei noch stärkerem Gegenwind liegen die Linien unter der X-Achse. (Der Wagen rollt aufwärts.)

Bei Rückenwind ist die Neigung der v -Linie im O-Punkt bestimmt durch $\text{tg } \alpha_0 = gi + k \cdot u^2$ (mit wachsendem u wird sie immer größer).

Wir sehen so die ganze Ebene rechts der Y-Achse von einer Kurvenschar ausgefüllt, von der wir einige Linien angedeutet und außerdem die der Tafel entsprechenden (Windstille und 3 m/sec Gegen- und Rückenwind) durch stärkere Zeichnung besonders hervorgehoben haben.

Obwohl die vorstehenden Betrachtungen in der Hauptsache rein rechnerisch von Belang scheinen, entbehren sie doch nicht ganz des praktischen Wertes. Sie sind auch durch eine Anregung aus der Praxis entstanden. Auf einer Gebirgsstrecke war ein Wagen entlaufen. Der diensthabende Beamte des unterhalb liegenden Bahnhofs sah sich vor den Entschluß gestellt, den Wagen aufzuhalten. Er wollte den Wagen auf ein Nebengleis laufen lassen. Da erbot sich ein Lokomotivführer, den Wagen mit seiner Lokomotive aufzufangen und hereinzuholen. Dies gelang ihm.

Die in einem solchen Falle zu fassenden Entschlüsse sind von der Beantwortung folgender Fragen abhängig:

1. Wann ist der Wagen zu erwarten?
2. Mit welcher Geschwindigkeit kommt er an?

Die Beantwortung dieser Fragen hängt wieder von nachgenannten Umständen ab:

- a) Um welche Wagengattung handelt es sich, ist der Wagen beladen oder leer?
- b) Wann ist der Wagen entlaufen?
- c) Wie sind die Witterungs- insbesondere die Windverhältnisse?

Die Fragen unter a und b lassen sich bei einem leistungsfähigen Fernmeldewesen klären, bei der Frage c besteht aber eine erhebliche Unsicherheit. Linien, auf denen Wagen der Gefahr des Entlaufens unterliegen; sind meist Gebirgsbahnen und diese haben im allgemeinen viele und starke Krümmungen. So kann, um nur den extremsten Fall zu nennen, ein starker Gegenwind in einem Teil des Laufwegs des Wagens in einem andern Teil des Wegs ein noch stärkerer Rückenwind sein. Man wird sich daher, wenn es überhaupt für zweckmäßig gehalten wird, den Bahnhöfen auf solchen Linien irgendwelche Werte für das voraussichtliche Eintreffen entlaufener Wagen an die Hand zu geben, bezüglich der Zahl dieser Werte mögliche Beschränkung auferlegen.

Den Einfluß einer Krümmung der Bahn haben wir vernachlässigt. Er kann zwar rechnerisch erfaßt werden, die dafür aufzuwendende Mühe wird sich aber bei den vielen Unsicherheiten (k, ρ, u), die in den Rechnungsgrundlagen enthalten sind, nicht lohnen. Deshalb wird der Einfluß einer teilweise gekrümmten Bahn wohl am einfachsten dadurch berücksichtigt, daß man die Formeln für die geradlinige Bahn benutzt, aber in diesen das reduzierte Gefälle nach Maßgabe der mittleren Krümmung einsetzt.

Angesichts der vielen Unsicherheiten in den Zahlenwerten der Rechnungsgrundlagen haben wir auch geglaubt, den Einfluß der in den Rädern umlaufenden Massen außer Betracht lassen zu dürfen. Dieser Einfluß wird augenscheinlich klein sein an den Stellen, an denen die Beschleunigung gering ist, das ist der Teil der Bewegung, in dem sich die Geschwindigkeit ihrem größten Werte nähert. Am stärksten ist der Einfluß der Räder offenbar dort, wo die v -Linie am steilsten geneigt ist, also am Anfang und am Ende der Bewegung. Am Ende der Bewegung werden die in den Rädern umlaufenden Massen nicht wie es sonst der Fall ist hemmend, sondern treibend wirken und wenn das Ende durch Auflaufen des Wagens oder Entgleisen eintritt, zur Vergrößerung der Zerstörungen beitragen. Eine genaue mathematische Behandlung des Einflusses der Räder wird aber erhebliche Schwierigkeiten bieten. Auf die größte Geschwindigkeit des entlaufenen Wagens üben übrigens die sich drehenden Räder, wie die Überlegung ergibt und eine angenäherte Rechnung bestätigt, keinen Einfluß aus.

Wir haben uns bei unseren Betrachtungen auf einen einzelnen Wagen beschränkt. Will man die Ergebnisse auf eine Gruppe von Wagen anwenden, so kommt es nur auf die richtige Bestimmung des Faktors k an.

75 Jahre Verein Deutscher Ingenieure (1856 bis 1931).

Am 28. Juni d. J. hat zu Köln am Rhein der Verein Deutscher Ingenieure seine 70. Hauptversammlung abgehalten, die zugleich eine Gedenkfeier an sein 75jähriges Bestehen war. Der Verein wurde am 12. Mai des Jahres 1856 in Alexisbad im Harz von 23 jugendlichen Mitgliedern des akademischen Vereins „Hütte“ am königlichen Gewerbeinstitut in Berlin gegründet. Demgemäß zeigt das anlässlich der 75. Jahrfestfeier in Alexisbad zum Gedenken an die Gründer des Vereinserrichtete Denkmal, das vom Bildhauer Encke geschaffen

wurde, die Idealfigur eines wagemutigen, willensstarken Jünglings aus Bronze, die auf schlichtem Steinsockel steht. Die Gründer wollten die Bande, welche das gemeinsame Studium um sie, die aus allen Gauen Deutschlands stammten, geschlungen hatte, auch weiterhin im Berufsleben erhalten wissen, um Erfahrungen auszutauschen und hierdurch neue Anregungen zu erhalten. Diese Gedanken sind in den Vereinssatzungen durch die Worte verankert: „Der Verein bezweckt ein inniges Zusammenwirken der geistigen Kräfte der deutschen Technik

zum Wohle der gesamten vaterländischen Industrie.“ Die alldeutsche Tat der jugendlichen Fachgenossen ist im Hinblick auf die damaligen politischen Verhältnisse in Deutschland gar nicht hoch genug zu werten und zeugt von ihrer Liebe zum grossen deutschen Vaterland, der begeistertsten Hingabe an den Beruf und von dem Glauben an die eigene Kraft — drei Patengeschenke, die wie der Vorsitzende des Vereins, Generaldirektor Dr. Ing. Köttgen in seiner Festrede im altehrwürdigen Gürzenichsaal ausführte, zu hüten der Verein als seine größte Aufgabe betrachtet. Begeistert bekannten sich die Versammelten erneut zu diesen Grundlinien des Vereins für seine weiteren Arbeiten.

Der Verein hat in den abgelaufenen 75 Jahren eine beispiellose Entwicklung genommen. Gegenwärtig steht er mit 31000 Mitgliedern in 53 Bezirksvereinen, 29 angeschlossenen Ortsgruppen und 3 Auslandsverbänden in Argentinien, China und Japan an der Spitze aller technisch-wissenschaftlichen Körperschaften der Welt. In dem deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine, dem 36 Fachvereine angehören, hat er die Führung. Um selbst Sondergebiete der Technik und Sonderaufgaben in diesen eingehender bearbeiten zu können, sind 36 Fachausschüsse tätig, von denen auch auf der Hauptversammlung wieder eine größere Zahl ihre Fachsitzung abhielt. Die bisherigen Ergebnisse der Forschung an den Hochschulen und wissenschaftlichen Instituten sind in 345 Forschungsheften niedergelegt. Der Übermittlung aller technischen Arbeiten, Fortschritte und Erfahrungen dient eine Reihe von Zeitschriften, die ihren Ausgang von der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ nahmen, die erstmalig schon 8 Monate nach der Gründung des Vereins im Januar 1857 erschien. Sie wurde vom ersten Vereinsdirektor Franz Grashof, Lehrer am Königl. Gewerbeinstitut in Berlin bearbeitet. Die Zeitschrift erschien zunächst monatlich und wurde erst seit 1884 als Wochenschrift herausgegeben. Mit der zunehmenden Vielgestaltigkeit technischen Schaffens machte sich dann die Herausgabe von Sonderzeitschriften für einzelne Fachrichtungen erforderlich, wobei aber bis heute noch immer der Zusammenhang zu allen Fachgebieten in der VDI.-Zeitschrift aufrechterhalten ist.

Der Eisenbahntechnik hat die VDI.-Zeitschrift stets einen hervorragenden Platz eingeräumt. Schon in den ersten Jahren ihres Bestehens finden sich Aufsätze über Dampflokomotiven und ihre Einrichtungen, wobei auch theoretische Fragen, wie die Strömungsvorgänge im Blasrohr und in den Zylindern behandelt wurden. Mit den Jahren dehnten sich die Arbeiten auf weitere Einzelgebiete aus. Unter den Verfassern finden sich die Namen Heusinger von Waldegg, Georg Meyer, Exner, Garbe, v. Borries, Mallet, Hilf, Haarmann, Susemihl, Rüppel u. a. — Auch der Entwicklung des Eisenbahnwesens im Auslande wurde Beachtung geschenkt. Hier finden sich sehr eingehende Berichte zu den Weltausstellungen in Paris 1867, in Wien, Antwerpen usw. Die Mitarbeit des Vereins im Verkehrswesen und dessen Einrichtungen zeigt sich auch in dem neu ge-

schaffenen Fachausschuß „Verkehrswesen“, dessen Obmann gegenwärtig Prof. Dr. Ing. Pirath, Stuttgart ist. Dieser Fachausschuß tagte auch auf der Hauptversammlung und behandelte Fragen über Maßnahmen zur Steigerung der Reisegeschwindigkeit. — Zum „Verkehr mit Schienenfahrzeugen“ sprach Reichsbahnoberrat Prof. Dr. Ing. e. h. Nordmann, Berlin.

Mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft unterhält der VDI. enge Verbindung. Sie trat zum ersten Male in die Erscheinung mit der großen Eisenbahntechnischen Tagung und ihren Ausstellungen in Seddin im Jahre 1924, deren wissenschaftlicher Niederschlag in einer Sonderausgabe der Z.VDI. zusammengestellt wurde. Die zweite Tagung auf dem Gebiet des Verkehrswesens war die Güterumschlag-Verkehrswoche in Düsseldorf und Köln im Jahre 1925, wozu der Bericht als Sonderausgabe im Jahre 1926 erschien. Diese aus eigener Kraft des VDI. veranstaltete Tagung gab wohl den Anstoß zu der dringend notwendigen Zusammenarbeit aller Verkehrsmittel zum Wohle der Wirtschaft. Ferner ist auf die Werkstofftagung und Werkstoffschau im Jahre 1927, die zu der so notwendigen Klärung der Eigenart und Verwendung der Werkstoffe in der Eisen- und Nichteisenindustrie beitrug, und auf die Volltagung der Weltkraftkonferenz 1930 in Berlin, die unter der Leitung des VDI. stand, hinzuweisen. Diese Tagungen werden stets besondere Marksteine in der Tätigkeit des VDI. bleiben. Die Fachkollegen der DRG. haben an diesen Veranstaltungen durch verständnisvolle Mitarbeit einen hervorragenden Anteil. Auch in den Fachausschüssen wie in der Schweißtechnik, Ingenieurfortbildung, Werkstoffe, sind Ingenieure der DRG. tätig und fördern mit ihren Erfahrungen die Bestrebungen des VDI. Auf der diesjährigen Hauptversammlung leitete Oberbaurat Füchsel die Fachsitzung „Schweißtechnik“, und Reichsbahndirektor Dr. Ing. Schwarze die Fachsitzung „Ingenieurfortbildung“ auf der u. a. Oberbaurat Prof. Dr. Ing. Bloss, Dresden über „Die Ingenieurfortbildung in staatlichen Verwaltungen“ sprach.

Der Verein ehrt große Männer der Technik durch Ernennung zu Ehrenmitgliedern und durch Verleihung der goldenen Grashof-Denk Münze. Auch diesmal wurden vier Mitglieder durch Verleihung der Ehrenmitgliedschaft ausgezeichnet. Des weiteren wurde ein aus Anlaß des 75jährigen Bestehens des VDI. geschaffenes silbernes Ehrenzeichen erstmalig an neun Persönlichkeiten verliehen.

Der VDI. hat in den 75 Jahren seiner Tätigkeit dazu beigetragen, die Technik und Industrie in ihrer Leistungsfähigkeit fortzuentwickeln. Der Wettbewerb mit dem ausländischen Erzeugnis ist dadurch möglich gewesen. Neue Arbeitsgebiete wurden erschlossen zum Wohlstand des deutschen Volkes. Heute ist dies bittere Not und die Forschung notwendiger als je zum Aufschluß neuer Arbeitsgebiete und Arbeitsgelegenheit. Mögen hierzu Mittel und Erfolg beschieden und es dem VDI. vergönnt sein, auf seinem Wege zur Jahrhundertfeier daran mitzuarbeiten, daß Deutschland wieder besseren und freieren Zeiten entgegengeht.

Persönliches.

Mit dem 1. Juli d. J. ist der Leiter der Gruppenverwaltung Bayern, Direktor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft von Frank, in den dauernden Ruhestand getreten. Staatssekretär von Frank hat in der Leitung der Gruppenverwaltung Bayern, die er seit dem 1. Dezember 1921 in Händen hatte, und schon vorher, unter den besonderen, schwierigen Verhältnissen bei der Überleitung der bayerischen Bahnen wertvolle Dienste geleistet. Es ist sein wesentliches Verdienst, wenn sich bei der Gründung der Gesellschaft die

Überführung in die neue Rechtsform innerhalb des bayerischen Netzes so reibungslos vollzogen hat. Seine hervorragenden Fachkenntnisse, seine genaue Kenntnis der bayerischen Verkehrsverhältnisse und nicht zuletzt seine gewinnende Persönlichkeit haben ihn ganz besonders dazu befähigt, Mittler zu sein zwischen der bayerischen Regierung und der Reichsbahn. Er hat bei aller Wahrung bayerischer Interessen stets die Interessen der gesamten Reichsbahn im Auge behalten und vorangestellt.

Möchten dem verdienten langjährigen Leiter der Gruppe Bayern, der auf besonderes Ersuchen über die gewöhnliche Altersgrenze hinaus sich dem ihm übertragenen Amte hingab, noch recht viele Jahre der Muße und Ruhe beschieden sein!

Als Nachfolger in der Gruppe Bayern hat der Verwaltungsrat der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft unter Ernennung zum Direktor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft den Reichsbahndirektor Löhrr berufen.

Direktor Löhrr, 1871 in Pottenstein in Oberfranken geboren, wurde im Jahre 1911 in das bayerische Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten berufen. Er wurde dort vorwiegend mit sozialen Angelegenheiten beschäftigt und war außerdem dem Staatsminister als persönlicher Hilfsarbeiter beigegeben. In dieser Eigenschaft hatte er Gelegenheit, umfassenden Einblick in alle Zweige des Verwaltungsdienstes zu gewinnen; während des Krieges wurde ihm die selbstständige Führung des Arbeiter- und Lohnreferates übertragen.

Als Nachfolger des Geheimrates von Völcker in der Zweigstelle Bayern des Verkehrsministeriums führte Ministerialrat Löhrr das Verwaltungs-, Organisations- und Presseferat, das er auch nach Errichtung der Gruppenverwaltung Bayern beibehielt.

Seit vielen Jahren ist Reichsbahndirektor Löhrr auch im Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen, insbesondere in dessen Verwaltungsausschuß tätig gewesen.

Wechsel in der Leitung der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Am 6. Juni l. J. ist der bisherige Generaldirektor der Österreichischen Bundesbahnen Dr. Franz G. Strafella von seinem Posten geschieden.

Der Präsident der Verwaltungskommission hat das bisherige Mitglied der Verwaltungskommission Baurat Dr. Ing. Egon Seefehlner, a. o. Professor an der Technischen Hochschule in Wien, zum Generaldirektor der Unternehmung bestellt. Der neue Generaldirektor Dr. Ing. Egon Seefehlner, geboren 1874, war bisher Vorsitzender des Direktoriums der AEG-„Union“ E. G. und leitender Funktionär oder Verwaltungsrat bei zahlreichen großen Industrieunternehmungen. Er ist wiederholt durch wissenschaftliche Publikationen hervorgetreten. Sein „Handbuch der elektrischen Zugförderung“ ist in mehreren Auflagen erschienen und gilt als Standardwerk auf diesem Gebiete. Für seine wissenschaftliche Tätigkeit erhielt er den Titel eines außerordentlichen Professors der Technischen Hochschule in Wien.

Von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erhalten wir nachstehende

Zuschrift.

Selbsttätige Schranken bei amerikanischen Bahnen.

In dem unter vorstehender Überschrift im Heft 10 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ vom 15. Mai 1931 auf S. 245 erschienen Aufsatz wird es als notwendig bezeichnet, die Wegübergänge in Schienenhöhe durch Schranken zu schützen wegen der außerordentlich hohen Unfallzahl, die die durch selbsttätige Warnsignale gesicherten Wegübergänge der amerikanischen Bahnen aufweisen. Die Angaben, die über die Häufigkeit von Unfällen an den Wegübergängen dieser Bahnen für die Jahre 1927 und 1928 gemacht werden, decken sich nicht mit den Veröffentlichungen des Bundesverkehrsamtes in Washington. Nach den „Accident Bulletins“ Nr. 96 und 97 ist die Zahlentafel des Aufsatzes, etwas ausführlicher wiedergegeben, wie folgt zu berichtigen:

obigen Tafel noch ein nicht unerheblicher, aus den Veröffentlichungen nicht erfaßbarer Zuschlag gemacht werden.

Die Anzahl der vollselbsttätigen Warnsignalanlagen ist in dem Aufsatz mit 8004 gleichfalls viel zu gering angegeben. Nach den „Statistics of Railways in the United States“ gibt diese Zahl nur die Anzahl der Wegübergänge wieder, die durch Wigwag- oder Blinklichtsignale und gleichzeitig durch Läutewerke im Jahre 1928 gesichert waren. In Betracht kommen noch 4572 Wegübergänge, die nur durch Läutewerke und 3635 Wegübergänge, die nur durch Wigwag- oder Blinklichtsignale geschützt waren. Auf diesen insgesamt 16211 Übergängen ereigneten sich 1086 Unfälle, also etwa soviel als nach dem Aufsatz auf 8004 Wegübergängen mit allen Arten selbsttätiger Warnsignale vorgekommen sein sollen. Selbst diese Zahlen ermöglichen noch keinen richtigen

Art des Schutzes zur Zeit der Unfälle	Z a h l d e r							
	so geschützten Wegübergänge		Unfälle		Getöteten		Verletzten	
	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928
Schranken geschlossene	5 957	5 707	192	179	105	88	126	106
Wachtposten	7 554	7 297	606	643	181	207	798	762
Hör- und sichtbare Signale	7 376	8 004	255	331	124	192	282	354
Hörbare Signale	4 900	4 572	322	318	156	165	343	354
Sichtbare Signale	2 937	3 635	345	440	168	245	400	431
Ungeschützt	207 559	210 874	3 876	3 841	1 637	1 671	4 664	4 659
Zusammen	236 283	240 089	5 596	5 752	2 371	2 568	6 613	6 666

An sich sind hiernach die Zahlen der auf beschränkten Wegübergängen vorgekommenen Unfälle und der dabei getöteten und verletzten Personen schon erheblich höher als in dem Aufsatz angegeben ist. Der Verfasser hat aber auch übersehen, daß in der amerikanischen Unfallstatistik die Unfälle nur dann bei den beschränkten Wegübergängen gezählt werden, wenn bei ihrem Eintreten die Schranken geschlossen waren. Die ziemlich zahlreichen Unfälle, die dadurch verursacht werden, daß die Schrankenschließung versehentlich unterblieben ist, gelten als Unfälle an ungeschützten Wegübergängen. Um die tatsächlich auf den Wegübergängen mit Schranken vorgekommenen Unfälle zu erhalten, muß deshalb zu den entsprechenden Zahlen der

Vergleich über die Wirksamkeit der Sicherung von Wegübergängen durch Schranken oder durch selbsttätige Warnanlagen, weil ein Teil der Wigwag- und Blinklichtsignalanlagen, soweit es sich um Anlagen an Wegübergängen auf Bahnhöfen mit Rangierverkehr handelt, nicht selbsttätig arbeitet, sondern von Hand eingeschaltet wird. Diese Feststellungen zeigen, wie gewagt die Schlüsse sind, die der Aufsatzverfasser aus den von ihm benutzten Zahlen zieht.

Daß der Wert der Schrankensicherung in Amerika nicht so hoch eingeschätzt wird, wie in dem Aufsatz angenommen ist, geht schon daraus hervor, daß die Zahl der beschränkten Wegübergänge von Ende 1925 bis Ende 1929 von 6416 auf 5456 zurückgegangen ist, während sich die Zahl der Wigwag- und Blink-

lichtsicherungen in der gleichen Zeit von 6494 auf 13453 vermehrt hat. Die Abnahme der beschränkten Wegübergänge ist nur zum Teil auf die Beseitigung von Übergängen durch Herstellung von Bauwerken zurückzuführen, in sehr vielen Fällen sind die Schranken durch Warnanlagen ersetzt worden. Vorwiegend handelt es sich bei diesem Ersatz um Schranken mit zeitweise am Tage unterbrochener Bedienung. Wenn die amerikanischen Aufsichtsbehörden von dem größeren Sicherheitsgrad der Schranken überzeugt wären, hätte es für sie näher gelegen, die Bedienung der Schranken während des ganzen Tages anzuordnen, als ihren Ersatz durch andere Sicherungen zuzulassen. Auf der 3. Nationalen Konferenz, die im Mai 1930 in Washington stattfand, wurden handbediente Schranken auch nur für verkehrsreiche Wegübergänge mit starkem Straßen-, Zug- und Rangierverkehr empfohlen.

Ob sich an anderen Stellen die bisher nur spärliche Verwendung selbsttätiger Schranken, die nach dem Urteil des Signalaussschusses der Amerikanischen Eisenbahnvereinigung Gefahren in sich birgt, in größerem Umfange durchsetzen wird, muß abgewartet werden. Dafür, daß Schranken in den meisten Fällen nicht höher als die selbsttätigen Signale zu bewerten sind, sprechen auch Feststellungen, die nach einer Mitteilung im Railway Age vom 24. November 1928 in den Jahren 1925 bis 1927 im Staate Wisconsin gemacht wurden. Während dieser Zeit ereigneten sich jährlich in diesem Staate 0,146 Unfälle auf jedem Wegübergang mit Schranken und nur 0,108 Unfälle auf den durch Wigwagsignale gesicherten Übergängen. Günstige Erfahrungen haben auch die Schwedischen Staatsbahnen bei der Einführung selbsttätiger Warnanlagen gesammelt.

Buchbesprechungen.

Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Herausgegeben von C. Matschoß, VDI-Verlag Berlin. Bezug: Vierteljährlich 6.— *R.M.* (Ausgabe A, ohne Forschungshefte) oder 12.50 *R.M.* (Ausgabe B, mit Forschungsheften); Einzelhefte der Ausgabe A 2.50 *R.M.*, Forschungshefte zum Einheitspreis von 5.— *R.M.* Für VDI-Mitglieder auf alle Preise 10% Ermäßigung.

Der Verein Deutscher Ingenieure hat die seit vorigem Jahr erschienene Zeitschrift „Technische Mechanik und Thermodynamik“ umgestaltet und läßt sie seit Beginn dieses Jahres unter dem Titel „Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ erscheinen. Das Arbeitsgebiet ist erweitert und umfaßt künftig nicht nur Untersuchungen auf dem oben angeführten Teilgebiet, sondern auf dem gesamten Gebiet wissenschaftlich technischer Forschung, wie sie in den großen Deutschen Forschungsanstalten, den Hochschullaboratorien und den wissenschaftlichen Arbeitsstätten der Industrie gepflegt wird. — Zusammenfassende Berichte im Aufsatzteil, ein Rundschauteil, Mitteilungen über Forschungstätigkeit und Forschungsergebnisse geben einen umfassenden Überblick über das gesamte Gebiet der Ingenieurforschung. — Die schon seit 30 Jahren bestehenden „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ werden künftig als „Forschungshefte“ bezeichnet und sind mit der neuen Zeitschrift in der Weise vereinigt, daß sie in einer Ausgabe „B“ der Zeitschrift gleichzeitig mit dieser bezogen werden können, wobei die Zahl der Forschungshefte jährlich mit zwölf festgesetzt ist. — Doch ist Bezug der Zeitschrift auch ohne diese Beilage möglich (Ausgabe „A“), ebenso können auch die Forschungshefte einzeln bezogen werden. Über die bisher erschienenen 329 Hefte „Forschungsarbeiten“ gibt eine Zusammenstellung „Drei Jahrzehnte Forschungsarbeiten“ Aufschluß, die an Interessenten kostenlos abgegeben wird.

Dr. Ing. Sutter: Untersuchungen über den Luftwiderstand. Ergebnisse von Versuchen an Eisenbahnzügen in Tunneln. 79 Seiten. München 1930, Verlag R. Oldenbourg, Preis geheftet 6.— *R.M.*

Der Verfasser hat im Jahre 1929 auf Anregung Andreäs die Größe des Luftwiderstandes in Schweizerischen Alpentunneln im Betriebe für Züge verschiedener Art, Länge und Geschwindigkeit

gemessen. Das ist zweifellos ein Fortschritt gegenüber dem rein rechnerischen Verfahren oder dem Modellversuch. Zu seinen Messungen hat Sutter drei hochempfindliche Luftdruckmesser verwendet, die den Luftdruck während der Vorbeifahrt der Züge aufzeichneten; gleichzeitig wurde auch die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Tunnel gemessen. Die Messungsergebnisse hat Sutter dazu benutzt, eine Formel für den Luftdruck aufzustellen und sie vergleichend nachzuprüfen. Es ergab sich, daß der Luftwiderstand abhängig ist vom Querschnitt des Tunnels, vom Querschnitt und der Länge des Zuges, der Zuggeschwindigkeit und von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Tunnel.

Die Messungen wurden durchgeführt an dem 3359 m langen, eingleisigen Albistunnel und dem zweigleisigen Bötztbergstunnel von 2526 m Länge. Von den praktischen Ergebnissen ist erwähnenswert, daß sich der Luftwiderstand im Albistunnel dreibis viermal größer erwies als auf der freien Strecke und daß der Luftwiderstand im zweigleisigen Tunnel etwa 60% des Widerstandes im eingleisigen Tunnel beträgt. Man kommt damit zu Werten, die schon einen erheblichen Teil der Lokomotivzugkraft verzehren. Sutter weist mit Recht darauf hin, daß man diesen Verhältnissen bei der Planung von Tunneln sorgfältig Rechnung tragen sollte. Für Scheiteltunnel und für Basistunnel kann man bei gegebener Lokomotivzugkraft und festgelegtem Tunnelquerschnitt Schlüsse ziehen auf das Maß, um das man das für die freie Strecke maßgebende Steigungsverhältnis wegen des zusätzlichen Luftwiderstandes im Tunnel herabsetzen muß, um annähernd eine Linie gleichen Widerstandes zu erhalten. Bei Kehrtunneln oder sonstigen Entwicklungstunneln, in denen man das Steigungsverhältnis nicht gern vermindern wird, kann man den Zuschlag berechnen, um den man den Tunnelquerschnitt, der zunächst nach dem Lichttraumprofil entworfen ist, zweckmäßig vergrößert. Freilich gelten alle Erörterungen Sutters nur für lange Tunnel. Es wären daher einige Grenzuntersuchungen an kürzeren Tunneln erwünscht. Von da wäre nur ein Schritt zu Messungen des Luftwiderstandes in engen, tiefen Einschnitten und an der Bergseite von Anschnitten (Stützmauern), sei es auch nur um der reinen Erkenntnis willen.

Alles in allem: Sutters Schrift eröffnet weite Ausblicke und darf wegen ihrer praktischen Bedeutung die Beachtung aller Bahnbau-Ingenieure fordern. Dr. Bloss.

Verschiedenes.

Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

In Frankfurt a. M. tagte am 22. Juni 1931 die deutsche Elektrotechnik. Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE), der die Sicherheitsbestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen und die Herstellung elektrischer Geräte herausgibt, hatte gemeinsam mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke zu einer Elektrotagung in Frankfurt a. M. aufgerufen. Zu gleicher Zeit tagten eine Reihe anderer elektrotechnischer Vereinigungen, um mit dem Verbands die Erinnerung an die vor 40 Jahren in Frankfurt a. M. erfolgte Eröffnung der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu feiern.

Die Tagung war daher zu einem großen Teil einem historischen Rückblick gewidmet, da die deutsche Elektrotechnik, wie dies der Vorsitzende des VDE, Professor Dr. Petersen, AEG, in

seiner Begrüßungsansprache ausführte, allen Grund hat, mit Stolz auf die vergangenen Jahrzehnte zu blicken. Die umfangreiche, von Professor Ruppel gemeinsam mit der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. verfasste historische Denkschrift, läßt in einem starken Bande von 120 Seiten diesen Fortschritt erkennen.

Eine besondere Note erhielt die Tagung durch die Teilnahme des Altvetenaren der Elektrotechnik Exzellenz von Miller, der die Erinnerung an die Zeit vor 50 Jahren wachrief, als die ersten Projekte auftauchten, fernegelegene Industriegebiete mit elektrischer Kraft über weite Strecken hinweg zu versorgen. Exzellenz von Miller war es, der anlässlich der Frankfurter Ausstellung 1891 die eine neue Epoche bedeutende erste Kraftübertragung mit Drehstrom in Deutschland, von Lauffen nach Frankfurt, ausführte.