

Der theoretische Längenschnitt von Standseilbahnen *).

Von Dr. Ing. v. Gruenewaldt.

Einleitung.

Über den theoretischen Längenschnitt von Standseilbahnen sind bereits eine Reihe von z. T. sehr wertvollen Arbeiten veröffentlicht worden. Die ältesten hierher gehörigen interessanten Ausführungen von de la Goupillière und v. Hauer haben leider nur wenig Beachtung gefunden. Grundlegend war für lange Zeit die Abhandlung von Vautier, der den theoretischen Längenschnitt angenähert als Parabel bestimmte, wobei er von der nicht genau zutreffenden Annahme ausging, dass die horizontalen Längen der Bahnelemente sich ebenso verhielten wie die wirklichen Längen.

v. Reckenschuß hat erstmalig den theoretischen Längenschnitt exakt als Zyklode bestimmt — sein umständlicher Rechnungsgang ist später von H. H. Peter vereinfacht worden.

Für den reibungslosen Zustand bei Ballastbetrieb ist, wie Meissner und Bäseler nachgewiesen haben, eine unendlich grosse Zahl von verschiedenen Gleichgewichtsprofilen möglich, die sich allerdings nur zum kleinsten Teil berechnen lassen. Bäseler hat durch seine gedankenreiche Arbeit nicht unwesentlich zur Klärung der ganzen Frage beigetragen.

Auch nach den Reckenschußschen Untersuchungen wird vielfach vorgeschlagen, für den theoretischen Längenschnitt die Zyklode zur „Vereinfachung“ durch eine Parabel (nach Vautier, oder auf Grund anderer Annahmen — Peter**) zu ersetzen.

Die meisten Autoren legen der Berechnung des theoretischen Längenschnitts den ungünstigsten Belastungsfall — voll beladener steigender und leerer sinkender Wagen — zugrunde. Bäseler empfiehlt, eine „mittlere Belastung“ zu wählen.

Im folgenden soll nun untersucht werden, welche Belastung am zweckmäßigsten der Konstruktion des Gleichgewichtsprofils zugrunde gelegt werden soll — es werden hierzu vor allem die Zug- und Bremskräfte, sowie das Ballastgewicht für andere Belastungen, als der Konstruktion des Gleichgewichtsprofils zugrunde gelegt waren, ermittelt, und diese Werte für verschiedene Profile miteinander verglichen.

Es soll der Einfluss der Reibung auf die Profilgestaltung wie auf die Grösse der Ausgleichskräfte bestimmt werden, wobei festzustellen ist, ob und wann die Annahme der Reibungslosigkeit zulässig ist, desgleichen ob es einen Zweck hat, die Zyklode als exaktes Gleichgewichtsprofil durch andere Kurven (nach Meissner und Bäseler) zu ersetzen.

Ferner soll festgestellt werden, ob ein Ersatz der exakten transzendenten Gleichgewichtskurven durch algebraische Kurven tatsächlich eine Vereinfachung darstellt.

Es sind die Grenzbedingungen zu ermitteln, bei denen ein Gleichgewichtsprofil überhaupt möglich ist.

Endlich ist zu prüfen, welche Nutzenanwendung für die Praxis aus den Untersuchungen des theoretischen Längenschnitts zu ziehen ist, da der theoretische Längenschnitt tatsächlich wohl nie in Betracht kommen dürfte, sondern immer nur einen theoretischen Idealfall darstellen wird.

*) Von der Abteilung für Bauingenieurwesen der Technischen Hochschule Karlsruhe als Habilitationsschrift angenommen.

**) Seefehlner: Elektrische Zugförderung. II. Aufl.

In den folgenden Untersuchungen sei:

- P_1 = das Gewicht des sinkenden Wagens in kg,
- P_2 = das Gewicht des steigenden Wagens in kg,
- p = das Gewicht des Seils in kg/m,
- Z = die Zugkraft in kg,
- α = der Neigungswinkel der Bahn in der oberen Hälfte,
- α_1 = der Neigungswinkel der Bahn am oberen Ende,
- β = der Neigungswinkel der Bahn in der unteren Hälfte,
- β_1 = der Neigungswinkel der Bahn am unteren Ende,
- γ = der Neigungswinkel in der Mitte der Bahn,
- τ = der Neigungswinkel der Bahn im allgemeinen,
- L = die Bahnlänge in m,
- L_1 = die horizontale Länge der Bahn in m,
- H = der Höhenunterschied der Endpunkte der Bahn in m,
- h = die vertikale Entfernung der beiden Wagen in m,
- v = die Fahrgeschwindigkeit in m/Sek.,
- c = ein Beiwert zur Berücksichtigung der umlaufenden Massen der Wagen,
- q_r = das Gewicht der Seilrollen in kg,
- w_w = der Laufwiderstand der Wagen,
- W_s = der Seilwiderstand,
- g = 9,81 m/Sek. die Beschleunigung durch die Schwere,
- l_1 = die Strecke, auf der eine Geschwindigkeitsänderung stattfindet in m,
- l = die Entfernung zwischen den Wagen in der Bahnachse gemessen in m.

Bestimmung der Zugkraft.

Die Zugkraft wird bei den Reibungs- und Zahnradbahnen durch einen sich mit den Wagen in einer Richtung fortbewegenden Motor ausgeübt. Bei den Standseilbahnen hingegen durch eine ortsfeste Maschine, mit der zwei (oder $2 \times n$) sich in entgegengesetzter Richtung bewegende Wagen durch ein sich an der Maschine auf- bzw. abrollendes Seil verbunden sind.

Die Zugkraft ist stets gleich der Summe der Fahrwiderstände — es können also bei den Standseilbahnen die gleichen Formeln angewandt werden, wie bei den Reibungsbahnen, nur sind hier die Zugkräfte von zwei in entgegengesetzter Richtung fahrenden Zügen zu addieren und die zum Bewegen des Seils (Heben und Überwinden der Reibungs- und Beschleunigungswiderstände) erforderliche Kraft ist zu berücksichtigen. Da der Hauptteil der Zugkraft bei einer Steilbahn durch die Steigungskomponente gebildet wird, und diese bei den beiden gleichzeitig in Bewegung befindlichen Wagen entgegengesetzte Vorzeichen hat, so wird die Zugkraft bei einer Standseilbahn viel geringer ausfallen, als bei einer Reibungs- oder Zahnradbahn.

Sind die beiden Wagen durch ein oberes und ein unteres Seil verbunden (Abb. 1), deren Gewichte p_o und p_u kg/m seien, wobei $p_o - p_u = p$ grösser, kleiner oder gleich Null sein kann, so ergibt sich die erforderliche Zugkraft zu

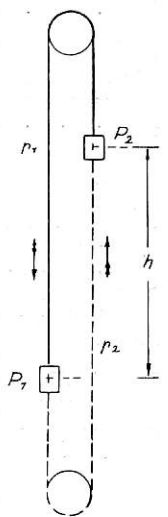


Abb. 1.

$$1) Z_1 = P_2 \sin \beta - P_1 \sin \alpha + ph + (P_2 \cos \beta + P_1 \cos \alpha) w_w + W_s + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g l_1} [c \cdot (P_2 + P_1) + pl + qr]$$

und

$$1a) Z_2 = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \beta - ph + (P_2 \cos \alpha + P_1 \cos \beta) w_w + W_s + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g l_1} [c \cdot (P_2 + P_1) - pl + qr].$$

Es sind dies die Zugkraftgleichungen in allgemeiner Form, wobei Z_1 für den Fall gilt, daß der steigende Wagen sich auf der unteren Bahnhälfte bewegt, Z_2 für den Fall, daß der steigende Wagen sich auf der oberen Bahnhälfte befindet (s. Abb. 1 und 2).

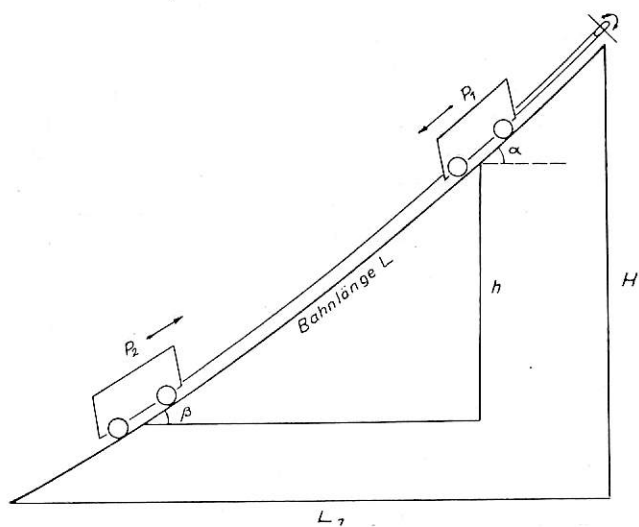


Abb. 2.

Zur weiteren Berechnung sind einige vereinfachende Annahmen und Bedingungen zulässig: erstens soll die Zugkraft nur im Beharrungszustande untersucht werden — damit fällt das letzte Glied der Gleichungen fort; ferner kann in Berücksichtigung der Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Reibungswiderstände und ihrer relativ geringen Größe*) gesetzt werden

$$(P_2 \cos \beta + P_1 \cos \alpha) w_w + W_s = (P_2 \cos \alpha + P_1 \cos \beta) w_w + W_s = W.$$

Damit nehmen die Gleichungen die einfache Form an:

$$1') \dots Z_1 = P_2 \sin \beta - P_1 \sin \alpha + ph + W$$

und

$$1a') \dots Z_2 = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \beta - ph + W.$$

Die bei einer Bahnfahrt zu leistende Arbeit beträgt:

$$2) \dots A = (P_2 - P_1) H + WL + [pH - pH]$$

die Arbeit ist vom Seilgewicht unabhängig.

Diese Arbeit ist allgemein

$$A = \int_0^L Z ds, \text{ wo } ds \text{ ein Element der Bahnlänge darstellt.}$$

Gleichgewichtsbedingung und Ableitung der Gleichgewichtskurve.

Die Bedingung für den theoretischen Längenschnitt lautet: die Fahrt soll bei gleichbleibender Geschwindigkeit mit unveränderlicher Zugkraft stattfinden — d. h. die Wagen sollen sich während der ganzen Dauer der Fahrt im Gleichgewicht befinden**).

Es ist dann

$$Z_1 = Z_2 = Z = \text{konstant,}$$

dann wird

$$A = ZL = (P_2 - P_1) H + WL, \text{ woraus}$$

$$2') \dots Z = \frac{H}{L} \left(P_2 - P_1 + \frac{WL}{H} \right) \text{ und}$$

$$2'') \dots Z - W = \frac{(P_2 - P_1) H}{L}.$$

*) w_w ist etwa 0,005 und $W_s \approx p \cdot L, 0,05$.

**) Nach dem Anfahren bei erreichtem Beharrungszustand.

Die Gleichungen 1 lauten nun:

$$1'') \dots Z = P_2 \sin \beta - P_1 \sin \alpha + ph + W$$

$$1a'') \dots Z = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \beta - ph + W.$$

Durch Addition beider Gleichungen wird gefunden:

$$3) \dots \sin \alpha + \sin \beta = \frac{2(Z - W)}{P_2 - P_1} = \frac{2H}{L} \text{ (siehe 2'')}$$

durch Subtraktion

$$4) \dots \sin \alpha - \sin \beta = \frac{2ph}{P_1 + P_2}$$

Die Multiplikation der Gleichungen 3 und 4 ergibt:

$$h = \frac{L(P_1 + P_2)}{4Hp} (\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta)$$

und da

$$h = y_a - y_\beta \text{ ist,}$$

als allgemeine Gleichung des Längenschnitts

$$5) \dots y = \frac{L(P_1 + P_2)}{4Hp} \sin^2 \tau.$$

Diese Gleichung ist bestimmt nur für den Fall, daß p nicht gleich Null wird; ist $p = 0$, so werden die Gleichungen 4 und 5 unbestimmt und es ergibt sich die Bedingung (aus $1'' = 1''a$):

$$P_2 \sin \beta - P_1 \sin \alpha = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \beta$$

oder
 $\sin \alpha = \sin \beta,$

d. h. bei gleichem Gewicht des Ober- und Unterseils wird das Gleichgewichtsprofil durch eine beliebige fortlaufende oder gebrochene Linie gebildet, deren Steigungswinkel symmetrisch zur Bahnmitte gleich sind.

(Abb. 3.) Hier ist die Bahnlinie aus Geraden zusammengesetzt, es können aber selbstverständlich auch beliebige Kurven sein, wenn nur die Symmetrie der Steigungswinkel gewahrt bleibt.

Ist das Oberseil schwerer als das Unterseil $p_o > p_u$, so ist p und damit y positiv, bei $p_o < p_u$ werden p und y negativ.

Es entspricht also die Bahnkurve in dem einen wie dem anderen Fall derselben Gleichung, nur ist sie bei positivem p nach oben konkav, bei negativem nach unten.

Im folgenden soll mit dem Fall nur eines Zugseils ohne Unterseil gerechnet werden $p_u = 0$ und $p_o = p$.

Untersuchung des Gleichgewichtsprofils für motorischen Antrieb.

Die Gleichung 5)

$$y = \frac{L(P_1 + P_2)}{4Hp} \sin^2 \tau$$

ist eine Funktion von $(P_2 + P_1)$ — es ist also für die Gestalt der Kurve gleichgültig, wie die Gewichte P_2 und P_1 im einzelnen sind, wenn nur ihre Summe einen bestimmten Wert hat.

Es kann also auch $P_2 = P_1 = P$ sein; in diesem Fall nehmen aber die Gleichungen 3 und 4 folgende Form an:

$$\sin \alpha + \sin \beta = \frac{2(Z - W)}{P_2 - P_1} = \frac{0}{0} \text{ (da dann } Z = W, \text{ s. 2')}$$

und

$$\sin \alpha - \sin \beta = \frac{ph}{P};$$

die erste Gleichung ist unbestimmt, es bleibt also nur die zweite als Bedingungsgleichung für das Gleichgewichtsprofil übrig. Es sind hier, wie weiter unten gezeigt werden soll, eine unendliche Reihe von Lösungen möglich, darunter natürlich auch die Kurve, die der Gleichung 5) entspricht.

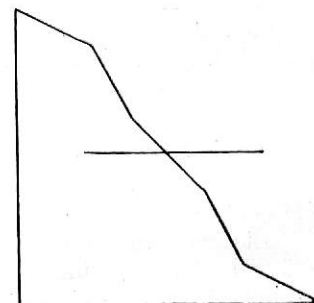


Abb. 3.

Diese Gleichung 5) ist die Gleichung einer gemeinen Zyklode in einem Koordinatensystem, dessen Anfang im Scheitel der Zyklode liegt und für die der Rollkreisdurchmesser

6) $2R = \frac{L(P_1 + P_2)}{4Hp}$ ist (s. Abb. 4).

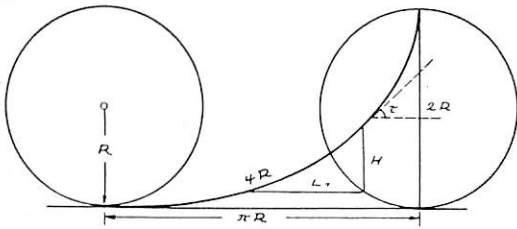


Abb. 4.

Es wird also

5') $y = 2R \sin^2 \tau$

und aus

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \tau$$

7) $x = 2R(\tau + \sin \tau \cos \tau)$

Für diese Zyklode sind:

Die Bogenlänge vom Scheitelpunkt gemessen

8) $s = 4R \sin \tau$

und der Krümmungshalbmesser

9) $\rho = 4R \cos \tau$

Für eine Bahn mit gegebenen Endpunkten lassen sich die Neigungen der Bahnkurve in den Bahnden aus Gleichung 3) und 4) (Addition oder Subtraktion der Gleichungen) und 6) bestimmen.

10) . $\sin \beta_1 = \frac{H}{L} - \frac{L}{8R} = \frac{8RH - L^2}{8RL}$ oder $\frac{H}{L} \cdot \frac{P_1 + P_2 - pL}{P_1 + P_2}$

11) . $\sin \alpha_1 = \frac{H}{L} + \frac{L}{8R} = \frac{8RH + L^2}{8RL}$ oder $\frac{H}{L} \cdot \frac{P_1 + P_2 + pL}{P_1 + P_2}$

$$\sin \alpha_1 - \sin \beta_1 = \frac{L}{4R}$$

Soll der ganze Ast der Zyklode vom Scheitel bis zur Spitze in Erscheinung treten, so müssen sein

$$L_1 = \frac{\pi H}{2} \text{ und } L = 2H^*),$$

ferner, da hierbei das untere Ende der Bahn wagerecht ($\sin \beta_1 = 0$), das obere senkrecht ist ($\sin \alpha_1 = 1$)

$$pL = P_1 + P_2 \text{ (aus Gleichung 10),}$$

d. h. das Gewicht des Seils muß gleich sein dem Gewicht beider Wagen.

Daher ist der Grenzwert für ein Gleichgewichtsprofil (praktisch wird dieser Grenzwert natürlich nie erreicht)

12) $L = \frac{P_1 + P_2}{p}$ und

12a) $H = \frac{P_1 + P_2}{2p}$.

Man kann die Bedingung für den Grenzwert des Gleichgewichtsprofils auch aus Gleichung 11) ableiten:

$$\sin \alpha_1 = \frac{H}{L} \cdot \frac{P_1 + P_2 + pL}{P_1 + P_2} \leq 1,$$

woraus

12') $p \leq \frac{P_1 + P_2}{H} \cdot \frac{L - H}{L}$.

Das Seilgewicht p kann angenähert aus der maximalen zulässigen Seilbeanspruchung σ_{\max} kg/cm² bestimmt werden, wenn berücksichtigt wird, daß p in einem bestimmten Ver-

*) $L = 2H$ allein kennzeichnet noch nicht den ganzen Zyklodenast.

hältnis zum nutzbaren Seilquerschnitt F_s steht, und zwar kann im Mittel gesetzt werden

$$F_s = 1,1 p;$$

ist σ_{\max} die grösste zulässige Beanspruchung des Seils auf Zug, so wird

$$1,1 p \sigma_{\max} = S,$$

der größten zulässigen Zugspannung des Seils

$$S = P_2 \sin \beta_1 + P_2 w_w + p H + p L w_s \text{ (im Beharrungszustand) oder (nach Gleichung 3) und 4)}$$

13) $1,1 p \sigma_{\max} = P_2 \left(\frac{H}{L} - \frac{pH}{P_1 + P_2} + w_w \right) + p H + p L w_s,$

woraus

$$p = \frac{P_2 (H + L w_w)}{L \left(1,1 \sigma_{\max} + \frac{H \cdot P_2}{P_1 + P_2} - H - L w_s \right)}$$

(Durch Einsetzen dieses Wertes von p in die Gleichung 12') läßt sich für ein bestimmtes Seilmaterial, sowie für bekannte Wagengewichte, Widerstandsbeiwerte usf. die zur Überwindung eines gegebenen Höhenunterschiedes erforderliche Mindestbahnlänge L_{\min} berechnen, bei der noch ein Zyklidenprofil möglich ist — oberes Ende des Zyklidenastes: $\sin \alpha_1 = 1$.

Ergibt sich hierbei $L_{\min} > 2H$, so ist ein Zyklidenprofil nicht mehr möglich — das Seilgewicht wird so groß, daß es nicht ausgeglichen werden kann).

Nach Gleichung 13) läßt sich in einfacher Weise die Bahnlänge angenähert als Funktion der zulässigen Spannung σ_{\max} bestimmen, bei der der ganze Zyklidenast zur Anwendung gelangt. In diesem Fall ist $p = \frac{P_1 + P_2}{L}$, $H = \frac{L}{2}$

und $\sin \beta_1 = 0$; ferner sei $P_2 w_w \approx \frac{P_1 + P_2}{2} w_w$, es wird dann

$$\frac{1,1 (P_1 + P_2)}{L} \sigma_{\max} = \frac{P_1 + P_2}{2} w_w + \frac{P_1 + P_2}{L} \frac{L}{2} + \frac{P_1 + P_2}{L} \cdot L w_s$$

oder

$$1,1 \sigma_{\max} = L \left(\frac{1}{2} w_w + \frac{1}{2} + w_s \right).$$

w_w wird in der Regel zu etwa 0,005 angenommen (es ist also im Verhältnis zum folgenden Gliede nicht von Bedeutung,

ob P_2 gleich $\frac{P_1 + P_2}{2}$, größer oder kleiner ist)

w_s wird zu 0,05 angenommen, dann ist,

14) $L = \frac{1,1 \sigma_{\max}}{0,0025 + 0,5 + 0,05} \approx 2 \sigma_{\max}$

und

14a) $H = \sigma_{\max}.$

Der Neigungswinkel in der Bahnmitte, im Kreuzungspunkt der Wagen, ergibt sich aus Gleichung 3) (für $\sin \alpha = \sin \beta = \sin \gamma$)

15) $\sin \gamma = \frac{H}{L} = \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{2}$

Die Ableitung der Zyklode als Gleichgewichtsprofil führte erstmalig Reckenschuß*) durch, wobei der Gang seiner Rechnung wesentlich länger und verwickelter war als die vorstehende. Eine mit dieser einfachen Ableitung in der Hauptsache übereinstimmende Ableitung ist zuerst von H.H.Peter**) angewandt worden.

In allen obenstehenden Gleichungen ist ein Ausdruck enthalten, der nicht von vornherein bekannt ist und der daher angenommen werden muß; es ist dies die Länge der Bahnkurve L.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1913.

**) Seefehlner-Peter: Elektrische Zugförderung, II, Aufl. und Schweizerische Bauzeitung 1924, Bd. 83, Nr. 5.

Als erste Annäherung wählt man

$$16) \dots \dots \dots L = \sqrt{L_1^2 + H^2},$$

d. h. man setzt die Länge der Kurve gleich der Länge der die Endpunkte verbindenden Geraden. In der Regel wird diese Annäherung genügen (bei dem ganzen Zyklidenast beträgt der Fehler rund 7%, in den meisten praktischen Fällen aber nur wenige Promille, vergl. hierzu auch Reckenschuß a. a. O.; wegen einer weiteren Annäherung vergl. Reckenschuß a. a. O. S. 410).

Wahl des Gewichts $P_2 + P_1$ zur Bestimmung der Zyklode.

Es tritt nun die Frage auf, für welches Gewicht ($P_2 + P_1$) die Zyklode bestimmt werden soll, oder ob vielleicht eine der Kurven für $P_1 = P_2$ am zweckmäßigsten sei?

Bei der Untersuchung dieser Fragen ist zu bedenken, daß der theoretische Längenschnitt einen Idealfall darstellt, der bei der Ausführung nur annähernd erreicht werden kann, da seine genaue Durchführung meist Bauten erfordern würde, die sich wirtschaftlich nicht rechtfertigen ließen. Insbesondere bei motorischem Antrieb (im Gegensatz zum Ballastbetrieb) ist die strenge Durchführung des theoretischen Längenschnitts nicht unbedingt notwendig, da durch die Form des Längenschnitts vor allem die Maschinenleistung beeinflusst wird, die Gesamtarbeit sich aber meist nur wenig ändert, was aus der Arbeitsgleichung 2)

$$A = (P_2 - P_1) H + W L$$

ersichtlich ist, denn das erste Glied ist für große Leistungen hauptsächlich maßgebend und das zweite von der Bahnlänge (und damit von der Bahnform) abhängige Glied weicht bei allen für ein Gleichgewichtsprofil in Betracht kommenden Kurven (verschiedene Zykliden und Traktrixkurven) nur wenig von $W \cdot \sqrt{L_1^2 + H^2}$ ab.

Es wird also in der Regel darauf hinstreben sein, die Bahnkurve dem für die meisten Fälle zweckmäßigsten theoretischen Längenschnitt möglichst gut anzunähern, nicht aber eine nur für einen Spezialfall gültige Gleichgewichtskurve genau durchzuführen.

Beim Bau einer Bahn wird der Längenschnitt tatsächlich aus Geraden gebildet, die durch Kreis- oder Parabelbögen miteinander verbunden sind.

Weiter fragt es sich, ob es unter diesen Umständen einen Zweck hat, für den theoretischen Längenschnitt die Zyklode durch eine algebraische Kurve, z. B. eine Parabel, wie es seit Vautier*) allgemein üblich ist, zu ersetzen.

Um diese Fragen zu beantworten, sind zunächst einige wichtige Eigenschaften der Zyklode zu erörtern.

Die erforderliche Zugkraft wird bei einer gegebenen Zyklode für andere Wagengewichte $P_2 + P_1$, als die der Konstruktion der Zyklode zugrunde liegenden, aus den Gleichungen bestimmt:

$$1') \dots \dots Z_1 = P_2 \sin \beta - P_1 \sin \alpha + p h + W$$

$$1''a) \dots \dots Z_2 = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \beta - p h + W,$$

hier sind α, β und h die unabhängigen Veränderlichen, während Z die abhängige Veränderliche ist. Sowohl α wie β als auch h lassen sich als Funktion der Bahnlänge (des Zyklidenbogens s vom Anfangspunkt der Bahnkurve bis zum steigenden Wagen P_2) darstellen.

Um diese Darstellung einfach zu gestalten, sollen die Koordinaten der Zyklode so verschoben werden, daß der Anfangspunkt der Koordinaten mit dem unteren Endpunkt der Bahnkurve zusammenfällt, was auch für die Auftragung dieser Kurve bequem ist.

Es seien x und y die Koordinaten eines Punktes der Bahnkurve bezogen auf den unteren Kurvenendpunkt, x_1 und y_1 die Koordinaten bezogen auf den Scheitel der Zyklode, x_a

und y_a die Koordinaten des unteren Kurvenendpunktes bezogen auf den Scheitel der Zyklode und ferner s, s_1 und s_a die entsprechenden Bogenlängen; dann bestehen die Beziehungen zwischen diesen Werten:

$$x = x_1 - x_a$$

$$y = y_1 - y_a$$

$$s = s_1 - s_a,$$

woraus sich ergibt:

$$17) \dots \dots \dots y = 2R (\sin^2 \tau - \sin^2 \beta_1)$$

$$18) \dots \dots \dots x = 2R (\tau - \beta_1 + \sin \tau \cos \tau - \sin \beta_1 \cos \beta_1) = \sqrt{(2R - y - y_a)(y + y_a)} + 2R \arcsin \sqrt{\frac{y + y_a}{2R}} - x_a$$

$$19) \dots \dots \dots s = 4R (\sin \tau - \sin \beta_1) = 2 \sqrt{2R(y + y_a)} - s_a$$

$$20) \dots \dots \dots \sin \tau = \frac{s}{4R} + \sin \beta_1$$

$$20a) \dots \dots \dots \sin \beta = \frac{s}{4R} + \sin \beta_1$$

$$20b) \dots \dots \dots \sin \alpha = \frac{L - s}{4R} + \sin \beta_1$$

$$21) \dots \dots \dots y = \frac{(s + s_a)^2}{8R} - y_a.$$

Aus Gleichung 10) haben wir noch

$$\sin \beta_1 = \frac{SRH - L^2}{SRL}$$

und es wird:

$$22) \dots \dots \dots y_a = 2R \sin^2 \beta_1 = \frac{(SRH - L^2)^2}{32RL^2}$$

$$23) \dots \dots \dots s_a = 2 \sqrt{2R y_a} = \frac{SRH - L^2}{2L}.$$

Gleichung 20) zeigt, daß der Sinus des Neigungswinkels eine geradlinige Funktion der Bogenlänge ist.

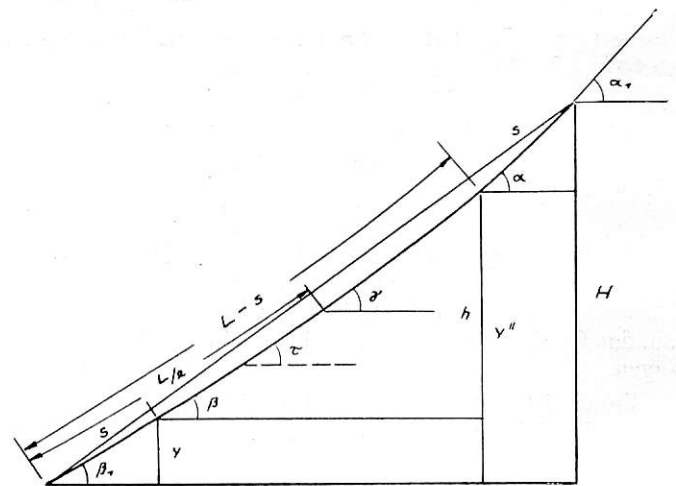


Abb. 5.

Aus Gleichung 21) ergibt sich*) (Abb. 5)

$$h = y'' - y = \frac{(L - s + s_a)^2}{8R} - y_a - \frac{(s + s_a)^2}{8R} + y_a$$

$$(y'' = H - y \text{ und } s'' = L - s)$$

$$h = \frac{L^2 - 2Ls + s^2 + 2Ls_a - 2s s_a + s_a^2 - s^2 - 2s s_a - s_a^2}{8R}$$

$$24) \quad h = \frac{L^2 - 2Ls + 2Ls_a - 4s s_a}{8R} = H \left(1 - \frac{2s}{L}\right) = \frac{H}{L} (L - 2s)$$

es ist somit auch der Höhenunterschied der Wagen eine geradlinige Funktion der Bogenlänge.

*) y und s entsprechen dem steigenden Wagen P_2 , y'' und s'' dem sinkenden Wagen P_1 .

*) Nouvelles Annales de la Construction 1891.

Das bedeutet, daß sich das Zugkraftdiagramm über der Bahnlänge als gerade Linie auftragen läßt, was die Bearbeitung der darauf bezüglichen Fragen überaus einfach gestaltet.

Damit beantwortet sich die Frage von selbst, ob es Zweck hat, die Zykloide durch eine andere Kurve, z. B. die Parabel, zu ersetzen: bei dieser lassen sich weder der Neigungswinkel, noch die Ordinatendifferenz als Funktion der Bogenlänge ausdrücken; das Zugkraft- und Arbeitsdiagramm über der Bahnlänge kann also nicht unmittelbar aufgetragen werden, wie bei der Zykloide, sondern es bedarf dazu langwieriger Zwischenrechnungen, die für eine große Anzahl Punkte durchgeführt werden müssen, da das Diagramm sich aus Kurven zusammensetzt. Der Ersatz der Zykloide durch die Parabel würde also keine Vereinfachung bedeuten, sondern das Gegenteil*).

Um Z zu bestimmen und das Arbeitsdiagramm für das Zykloidenprofil auftragen zu können, ist es am einfachsten, die Zugkraft für P_2 unten Z_0 und für P_2 oben Z_L zu berechnen, an den entsprechenden Endpunkten der Bahn als Ordinaten aufzutragen und die Endpunkte dieser Ordinaten durch eine Gerade zu verbinden.

Die Gleichung für Z lautet, nachdem man die Werte für $\sin \alpha$, $\sin \beta$ und h aus den Gleichungen 20 a), 20 b) und 24) in die Gleichung 1' eingesetzt hat:

$$25) \dots Z = (L - 2s) \left(\frac{pH}{L} - \frac{P_2 + P_1}{8R} \right) + \frac{H}{L} (P_2 - P_1) + W$$

und für die Endpunkte ($s = 0$ und $s = L$)

$$26) \dots Z = \pm L \left(\frac{pH}{L} - \frac{P_2 + P_1}{8R} \right) + \frac{H}{L} (P_2 - P_1) + W,$$

und zwar mit dem Pluszeichen vor dem ersten Glied für den unteren (Z_0 **)) und mit dem Minuszeichen für den oberen Endpunkt (Z_L ***)).

Wird in diesen Gleichungen $8R$ noch durch den Wert

$$8R = \frac{L(P_2' + P_1')}{H_p}$$

ersetzt, wo P_2' und P_1' die Wagengewichte sind, für welche die Zykloide konstruiert ist, so nehmen die Gleichungen die Form an:

$$27) \quad Z = \frac{(L - 2s)}{L} p H \left(1 - \frac{P_2 + P_1}{P_2' + P_1'} \right) + \frac{H}{L} (P_2 - P_1) + W$$

und

$$28) \dots Z = \pm p H \left(1 - \frac{P_2 + P_1}{P_2' + P_1'} \right) + \frac{H}{L} (P_2 - P_1) + W \dagger$$

Aus diesen Gleichungen ist ohne weiteres zu ersehen, daß Z_{max} am unteren Endpunkt der Kurve liegt, d. h. beim Beginn der Fahrt ($Z_0 = Z_{max}$), wenn $(P_2 + P_1) < (P_2' + P_1')$ und am oberen, am Ende der Fahrt ($Z_L = Z_{max}$), wenn $(P_2 + P_1) > (P_2' + P_1')$.

Es kann nun festgestellt werden, für welche Werte von P_2 und P_1 der theoretische Längenschnitt zu ermitteln ist;

*) Bei einer Parabel von der Form $y = ax^2 + bx$ (Vautier, Peter) ist die Ordinatendifferenz h eine geradlinige Funktion der horizontalen Länge.

24₁) $h = aL_1^2 + bL_1 - 2x(aL_1 + b)$;
für die Vautiersche Parabel ist:

24₂) $h = \frac{H}{L_1} (L_1 - 2x)$.

Die Tangente des Neigungswinkels ($\text{tg } \tau$) ist bei der Parabel ebenfalls eine geradlinige Funktion der horizontalen Lage.

$$\text{tg } \tau = \frac{dy}{dx} = 2ax + b.$$

Sollte der bei Standseilbahnen nur ganz ausnahmsweise vorkommende Fall einer so flachen Steigung der Bahn eintreten, daß der Sinus des Neigungswinkels der Tangente gleich gesetzt werden kann, so läßt sich der Kraftbedarf auch für eine parabelförmige Bahn einfach ermitteln.

***) Beginn der Fahrt — P_2 unten.

***)) Ende der Fahrt — P_2 oben.

†) W kann bei dem geringen Wert von w_w als konstant angenommen werden.

Z erreicht seinen größten positiven oder größten negativen Wert, wenn der eine Wagen beladen, der andere leer ist, da dann der absolute Wert von $(P_2 - P_1)$ sein Maximum erreicht.

Diese Maximalzugkraft ist am kleinsten, wenn die Zugkraft konstant ist, was aus dem Arbeitsdiagramm ohne weiteres ersichtlich ist (s. weiter Abb. 6). Es muß also, um für den ungünstigsten Belastungsfall die kleinste Zugkraft zu erhalten, der theoretische Längenschnitt für diesen Fall gewählt werden, d. h. für $(P_2 - P_1)_{max}$ oder $(P_2 - P_1)_{min}$, was die gleiche Kurve ergibt.

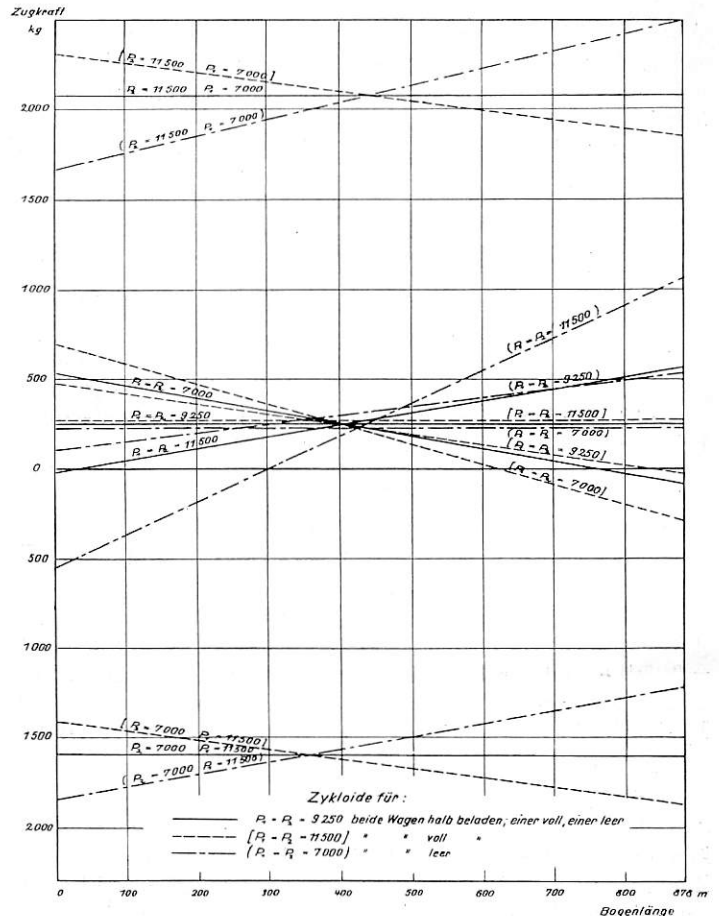


Abb. 6.

Es ist noch nachzuweisen, daß dieser Kraftbedarf tatsächlich der größte ist, daß also bei einer anderen Belastung der Wagen stets

$$\pm p H \left(1 - \frac{P_2 + P_1}{P_2' + P_1'} \right) + \frac{H}{L} (P_2 - P_1) < \frac{H}{L} (P_2' - P_1');$$

wir können hierfür setzen:

$$\pm \frac{p L}{P_2' + P_1'} [(P_2' - P_2) + (P_1' - P_1)] < (P_2' - P_2) - (P_1' - P_1);$$

bei der Anwendung des ganzen Zykloidenastes ist $\frac{p L}{P_2' + P_1'} = 1$.

In allen anderen Fällen, praktisch also immer, ist $\frac{p L}{P_2' + P_1'} < 1$; es ist somit in der obenstehenden Formel für

positive Zugkräfte (P_2' beladen, P_1' leer) das erste linke Glied stets (unabhängig von den Vorzeichen) kleiner als das erste rechte Glied, da $P_2' - P_2 > 0$, ebenso ist das zweite linke Glied stets kleiner als das zweite rechte, da $P_1' - P_1 < 0$. Es kann also bei der für den ungünstigsten Belastungsfall ermittelten Zykloide der Wert Z_{max} bei keiner Belastung den Wert $\frac{H}{L} (P_2' - P_1) + W$ übersteigen.

Ebenso wird, wenn $P_2 < P_1$, niemals die konstante Bremskraft $\frac{H}{L} (P_1' - P_2')$ überschritten; die sich für das gleiche Profil ergibt, wenn der sinkende Wagen voll beladen, der steigende dagegen leer ist.

Der für den Fall eines vollen und eines leeren Wagens bestimmte theoretische Längenschnitt ergibt also den geringsten Höchstkraftbedarf und damit auch die geringste erforderliche Maschinenstärke. Er ergibt ferner konstante Zug- und Bremskraft für alle Belastungsfälle, bei denen die Gesamtbelastung beider Wagen gleich ist der Summe eines vollbeladenen und eines leeren Wagens ($P_{2max} + P_{1min}$); also vor allem auch für den Fall, daß beide Wagen gleich und zur Hälfte ihrer Tragfähigkeit beladen sind (vergl. hierzu Abb. 7).

In Abb. 6 sind für eine Bahn mit folgenden Grundlagen*):

Gewicht des leeren Wagens	7 000 kg
Gewicht des vollen Wagens	11 500 kg
Seilgewicht $p =$	3,5 kg/m
Reibungswiderstand der Wagen $w_w =$.	0,005
Seilwiderstand $(L p w_s) = W_s =$	150 kg
$L_1 =$	800 m
$H =$	360 m
$L \approx$	878 m

einige Kraftdiagramme aufgetragen und zwar jeweils für die Belastungsfälle:

- $P_2 = P_1 = 11 500$ kg
- $P_2 = P_1 = 9 250$ kg
- $P_2 = P_1 = 7 000$ kg
- $P_2 = 11 500$ kg, $P_1 = 7 000$ kg und
- $P_2 = 7 000$ kg, $P_1 = 11 500$ kg

und zwar auf drei Zykloidenprofilen, die für $P_2' + P_1' = 18 500$ kg (hier ergibt sich für $P_2 = 11 500$ kg, $P_1 = 7 000$ kg, für $P_2 = P_1 = 9 250$ kg und für $P_2 = 7 000$ kg, $P_1 = 11 500$ kg konstante Zugkraft), für $P_2' + P_1' = 23 000$ kg ($P_2' = P_1' = 11 500$ kg) und für $P_2' + P_1' = 14 000$ kg ($P_2' = P_1' = 7 000$ kg) konstruiert sind.

Es sind dies die Grenzfälle.

Die Zeichnung bestätigt die obigen Darlegungen: sie zeigt, daß die Schwankungen der Zugkraft recht bedeutend sein können, daß aber die Überschreitung der maximalen konstanten Zugkraft bei verschiedenen Profilen nicht sehr beträchtlich ist, sie beträgt hier rund 20%, was für die Dimensionierung der Maschinen, die doch stets mit einer gewissen Reserve vorgenommen zu werden pflegt, nicht ins Gewicht fällt; ebenso sieht man, daß bei $P_2 + P_1 > P_2' + P_1'$ der Kraftbedarf während der Fahrt steigt, bei $P_2 + P_1 < P_2' + P_1'$ dagegen abnimmt.

*) Es sind dies dieselben Annahmen, die Reckenschuß der Berechnung seiner Beispiele zu Grunde legt.

Die durchgehende elektrische Zugheizung auf den Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ingenieur **Friedrich Klausner**, Hofrat der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Österreichischen Bundesbahnen sind in der angenehmen Lage, sich nur mit der Heizung mit 1000 V Heizkörperspannung beschäftigen zu müssen, da sie vorläufig in internationalen Kursen keine Strecken zu bedienen haben, die mit 1500 V geheizt werden. Die in Österreich zur Anwendung kommende 1000 V-Heizung ist für alle Kurse nach dem Deutschen Reiche, nach der Schweiz und nach Ungarn geeignet, während für die französischen Kurse nur die französische Ostbahn in Betracht kommt, die schon aus strategischen Gründen auf eine Reihe von Jahren nicht elektrisiert werden dürfte. Holländische und tschechoslowakische Strecken spielen wegen des Umfanges der Elektrisierung in diesen Ländern keine Rolle. Unter diesen Umständen hatten die

Für die auf den gleichen Annahmen für Länge, Höhe usw. und für $P_2' = 11 500$ kg, $P_1' = 7 000$ kg konstruierte Zykloide sind in Abb. 7 die Zugkräfte am Anfang (Z_0) und Ende (Z_L) der Fahrt aufgetragen, und zwar als Gerade für die verschiedenen P_1 über P_2 (die Interpolation zwischen den P_1 -Linien erfolgt geradlinig).

Der auf einer Ordinate gemessene Abstand zwischen den gleichen P_1 entsprechenden Geraden zeigt den für den gegebenen

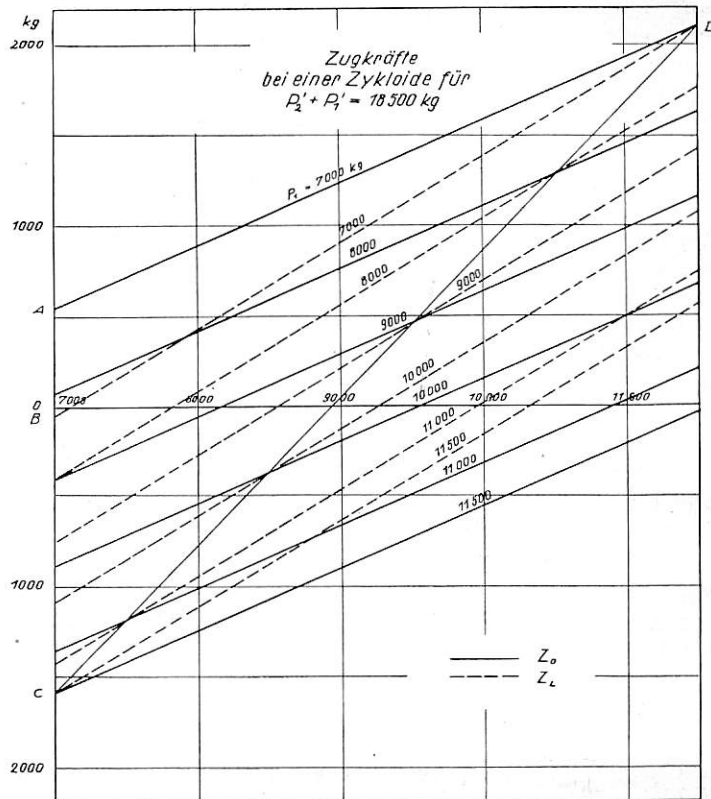


Abb. 7.

Belastungsfall (P_2 durch die Abszisse bestimmt) vorhandenen Unterschied zwischen der Höchst- und Mindestzugkraft.

Links der Linie CD (dem geometrischen Ort der P_1 für den Wert $P_2 + P_1 = P_2' + P_1' = 18 500$ kg) ist $Z_0 = Z_{max}$ und $Z_L = Z_{min}$, da hier $(P_2 + P_1) < (P_2' + P_1')$ ist. Rechts von CD ist das umgekehrte der Fall, da hier $(P_2 + P_1) > (P_2' + P_1')$.

Werden die aus Abb. 7 ermittelten Werte für Z_0 und Z_L für beliebige P_2 und P_1 über den Endpunkten der Bahnlänge als Ordinaten aufgetragen und durch eine Gerade verbunden, so ergibt dies unmittelbar das Arbeitsdiagramm für die gewählte Belastung. (Schluß folgt.)

Österreichischen Bundesbahnen nur die Einrichtung der durchgehenden Heizung mit 1000 V Heizkörperspannung ins Auge zu fassen und sind auf Grund der im Betriebe gemachten Erfahrungen und mit Hilfe der seitens der Industrie auf den Markt gebrachten, geeigneten Erzeugnisse bei einer endgültigen Ausführung angelangt, die im nachfolgenden beschrieben und damit einem weiteren Kreis zur Kenntnis gebracht werden soll.

Bei allen Wagen, ob sie für den Übergangsverkehr bestimmt sind oder nur für den Binnenverkehr in Betracht kommen, wird eine Einrichtung verwendet, die in allen Teilen den Bestimmungen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen und des Internationalen Eisenbahnverbandes

entspricht. An die oberste Stelle wurde der Grundsatz gestellt, daß die Anlage in den Wagen so einfach und hausbacken als nur möglich durchgeführt wird und dadurch nicht nur die Wartung, sondern besonders auch die Bedienung im Betriebe von den einfachsten Kräften, mit den heutzutage von jedem Menschen zu erwartenden Kenntnissen über elektrotechnische Fragen ohne Hilfe eines Schaltbildes bewerkstelligt werden kann und daß die Sicherheit des Bedienungspersonales und der Reisenden weitgehendst Berücksichtigung findet. Der Anordnung und Durchbildung der durch den ganzen Wagenzug gehenden Hauptleitung, die von der Kupplungsdose der einen Wagenbrust zur Dose auf der anderen führt, den Verbindungsleitungen von den Kupplungsdosen über die Kabelhalter zu den Kupplungsköpfen und der Zuleitung ins Wageninnere wird die größte Sorgfalt zugewendet, um bei der exponierten Lage dieser Leitungen im Untergestelle Abtrennungen ganzer rückwärtiger Zugteile infolge von mechanischen Beschädigungen oder elektrischen Störungen möglichst hintanzuhalten.

Die Zuleitung führt von einer der beiden Kupplungsdosen über die außen am Langträger, möglichst nahe an dieser Dose angebrachte Hauptsicherung zum Hauptschalter- und Verteilerkasten (s. Schaltbild Abb. 1), der immer im Wagendurchgang in der Nähe der Eingangstür und in möglichster Nähe der Hauptsicherung angebracht wird. Im Hauptschalter- und Verteilerkasten führt die Leitung über den Hauptschalter zur Verteilungsschiene, die drei Stromkreissicherungen trägt. Von den Stromkreissicherungen führen die Leitungen im Wageninnern bei Nichtregelbarkeit (Abort und Gang) unmittelbar, bei Regelbarkeit über die Abteilschalter zu den nebeneinander geschalteten Heizkörpern.

Bei Wagen, die nur einen Stromkreis besitzen (z. B. Dienstwagen), ist der Abteilschalter zugleich Hauptschalter, so daß die Stromkreissicherungen entfallen und die Zuleitung ins Wageninnere von der Hauptsicherung unmittelbar zum Abteilschalter führt.

Bei Ausführung der Einrichtung und bei der Wahl der Baustoffe wurde aus erhaltungs- und betriebstechnischen Gründen eine weitestgehende Vereinheitlichung berücksichtigt. Es werden einheitlich nur Erzeugnisse verwendet, die sich während der anfänglichen Versuchszeit unter den vielen damals von der Industrie angebotenen und in den normalen Betrieb gestellten Ausführungen am besten bewährten.

Bei dieser Gelegenheit will ich erwähnen, daß aus der ersten Versuchszeit, in der noch gegen die Verwendung einer Spannung von 1000 V im Wageninnern Bedenken obwalteten und die Durchführung der Einzelteile noch Schwierigkeiten bereitete, einige wenige Wagen vorhanden sind, bei denen durch einen im Untergestell aufgehängten Transformator die Spannung vor Einführung in das Wageninnere auf 110 V herabgemindert wird. Da diese Wagen an dem Übelstand einer zu geringen Heizwirkung leiden (man hatte damals noch keine praktischen Erfahrungen und hatte die Heizleistung wie bei allen ausländischen Verwaltungen mit 150 W/m^3 zu gering bemessen), eine nachträgliche Verstärkung dieser Leistung aber wegen der Bemessung der Transformatoren nicht ohne weiteres möglich ist und da die Haltung von Ersatzteilen für diese teilweise auch noch nicht voll entsprechen-

den Einzelausführungen Schwierigkeiten bereitet, werden alle diese Wagen gegenwärtig auf die vorgeschilderte Normalausführung mit 1000 V Heizkörperspannung umgebaut.

Im nachfolgenden sollen einzelne Bauteile und die Art der Ausführung des Einbaues und der Bedienung näher beschrieben werden.

Durchgehende Leitung.

Die durchgehende Hauptleitung aus groblitzigem Kabel von 185 mm^2 Kupferquerschnitt und das feinlitzige Kupplungskabel gleichen Querschnittes, das an jeder Wagenbrust durch den Kabelhalter (Abb. 2) hindurch die Verbindung mit der Kupplungsdose derselben Brust herstellt, werden im Untergestell in untereinander und mit den Kupplungsteilen gut verschraubten, $1\frac{1}{2}$ zölligen Gasrohren verlegt. Diese Rohre sind an den Untergestellträgern mittels Schellen befestigt. Die Kupplungsglieder selbst (Dose und Kabelhalter) werden

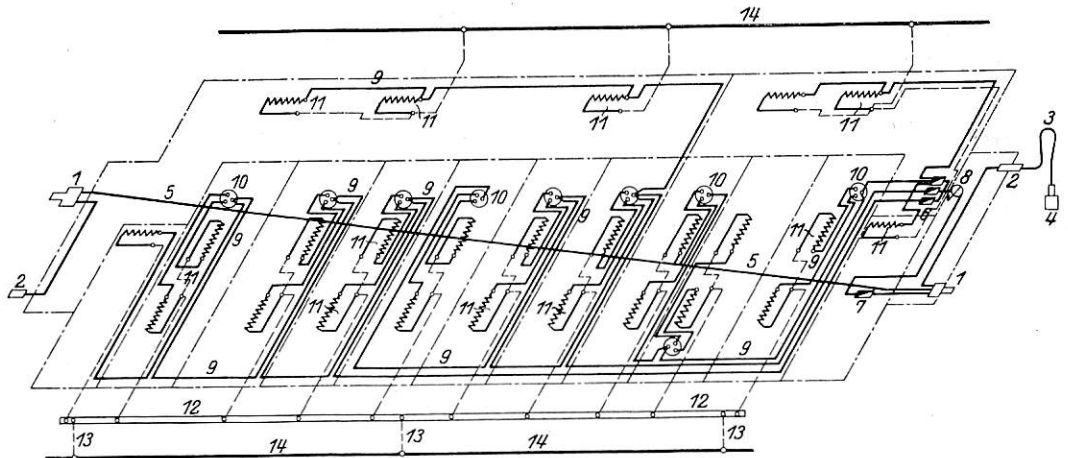


Abb. 1. Schaltbild für die elektrische Zugheizung bei einem Personenwagen.
(1000 V Heizkörperspannung.)

nur an blankgemachte und verzinnete Flächen der Brustträger angeschraubt. Das Kupplungskabel besteht aus feinen Litzen von $0,25 \text{ mm}^2$ Kupferquerschnitt und trägt am Ende den Stecker (Abb. 3). Der freie Teil des Kupplungskabels ist zusammen mit dem den Stecker zum Kabelhalter erdenden, ebenfalls feinlitzigen Erdungskabel von 25 mm^2 Kupferquerschnitt in einen Lederschlauch eingenaht. Bei allen Wagen der Österreichischen Bundesbahnen werden ohne Ausnahme nur Kupplungsteile (Dose, Stecker, Kabelhalter und Blinddose) der Österreichischen Brown Boveri-Werke (Schweizer Kupplung) verwendet. Die Durchbildung dieser Kupplung ist aus Veröffentlichungen in den Fachzeitschriften zur Genüge bekannt; die Österreichischen Bundesbahnen haben nur insofern eine Vervollkommnung eingeführt, als an einem eigenen Anguß am rückwärtigen Teil der Kupplungsdose mit Hilfe vorgebohrter und blind verschraubter Löcher die durchgehende Leitung und die Verbindungsleitung zwischen Dose und Kabelhalter auch seitwärts herausgeführt und die Raumschwierigkeiten bei der rückwärtigen Herausführung bei Drehgestellwagen vermieden werden können. Weiteres soll noch als Verbesserung erwähnt werden, daß durch Anordnung eines Angusses rückwärts am Dosedeckel dieser in eine solche schiefe Lage eingestellt wird, daß er, wenn losgelassen, sofort herunterfällt und damit entweder den Dosenmund verschließt oder bei eingesteckter Kupplung durch Eingreifen seiner Nase hinter den Steckerwulst den Stecker am Herausfallen hindert.

Die Blinddose (s. Abb. 4) wird möglichst rechts vom Puffer (die Wagenstirn angesehen) an der Stirnwand so befestigt, daß der untere Rand ungefähr 1500 mm über

Schienenoberkante zu liegen kommt und daß das Kupplungskabel nirgends scheuert oder geklemmt wird und sich natürlich krümmen kann.

Die Gesamtanordnung der Kupplungsteile an der Wagenbrüst und die Länge des Kupplungskabels zeigt die Abb. 2. Die Kupplungsdosen, die Blinddosen und die Stecker tragen an leicht sichtbarer Stelle einen roten Starkstrompfeil.

Zuleitung ins Wageninnere.

Vom rückwärtigen oder seitlichen Anguß einer der beiden Kupplungsdosen führt die Zuleitung in das Wageninnere zunächst zu der am Langträger möglichst nahe an der

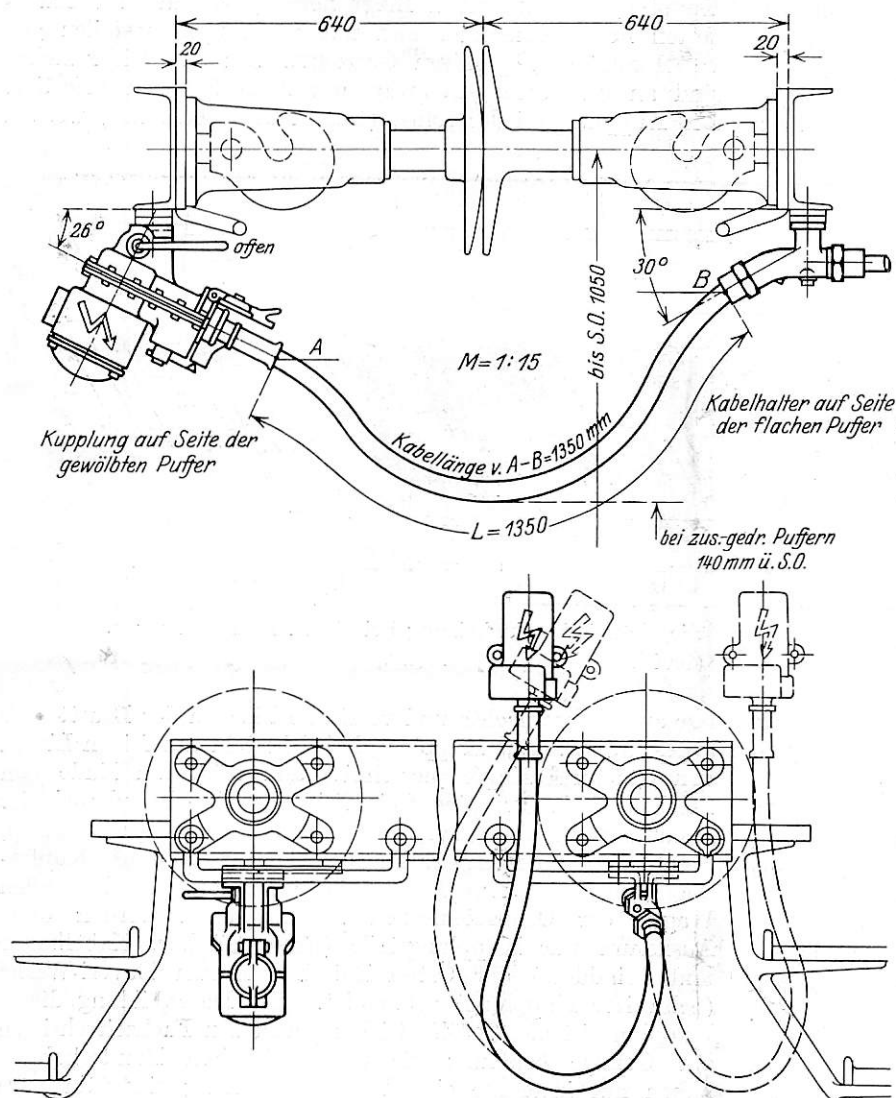


Abb. 2. Anordnung der Kupplungseinrichtung.

Kupplungsdose angebracht, in einem Gußeisenkasten eingeschlossener Hauptsicherung. Der mittels Vierkantschlüssels zu öffnende Deckel dieses Gußkastens fällt im offenen Zustande (also bei Gefahr einer unmittelbaren Berührung von spannungsführenden Klemmen) herab und schnappt beim Aufklappen von selbst in sein Schloß ein (s. Abb. 5). Ein roter Starkstrompfeil und die Anschrift „Achtung, Hochspannung“, am herabgefallenen Deckel leicht sichtbar angebracht, zeigen den gefährlichen Zustand auffallend an. Am geschlossenen Gußkasten der Hauptsicherung ist ebenfalls ein leicht sichtbarer, roter Starkstrompfeil angebracht. Die spannungsführenden Klemmen der Hauptsicherung sind mit einer isolierenden Schutzkappe gedeckt. Am herabgefallenen Deckel ist die Stromstärke der Sicherungspatrone der Hauptsicherung an-

geschrieben. Von der Hauptsicherung führt die Zuleitung weiter zu dem Hauptschalter im Wageninnern.

Die Zuleitung, bestehend aus einem Kabel von 10 mm² Kupferquerschnitt liegt in 1/2 zölligen, gut miteinander verschraubten und ohne Gratbildung nach innen verlegten Gasrohren.

Inneneinrichtung.

Hauptschalter und Stromkreissicherungen.

Der Hauptschalter im Wageninnern wird grundsätzlich im Wagendurchgang in der Nähe der Eingangstüre und in möglicher Nähe zur Hauptsicherung angebracht. Bei Wagen mit mehreren (drei) Stromkreisen ist ein eigener Hauptschalter von der Bauart der Abteilschalter, jedoch nur mit den zwei Stellungen 1/1 und 0 (ein und aus) verwendet. Dieser Hauptschalter ist in einem von den Österreichischen Brown Boyeri-Werken entworfenen und gebauten gußeisernen Kasten hinter einem kleinen, mittels Gas-(Pintsch-)Schlüssels sperrbaren Türchen, das die Aufschrift „Hauptschalter“ trägt untergebracht. In demselben Kasten (Abb. 6) befinden sich, durch eine das kleine Hauptschaltertürchen tragende, mittels Vierkantschnappschloss sperrbare Tür abgedeckte, auf einer Verteilerschiene angeordnete, also nebeneinander geschaltete Sicherungen für die drei Stromkreise der Heizanlage. Die große, zu den spannungsführenden Stromkreissicherungen führende Tür ist mit der kleinen Tür für den Hauptschalter mechanisch so verriegelt, daß sie nur bei der „Aus“-Stellung des Hauptschalters also nur dann geöffnet werden kann, wenn sich die Stromkreissicherungen in spannungslosem Zustande befinden. Aufschriften an einer eigenen Schiene oberhalb der Sicherungen geben eindeutig an, für welche Stromkreise die Sicherungen bestimmt sind, z. B.

„Großes Abteil“, „Abteile 1. Klasse“, „Einzelabteile“, „Nichtraucherabteile 2. Klasse“, „Abort und Gang“.

Außen am kombinierten Hauptschalter- und Sicherungskasten sind die Aufschrift „Elektrische Heizung“, innen im Sicherungsraum die Aufschrift „Achtung, Hochspannung“ und zwei rote Starkstrompfeile angebracht. (S. Abb. 6 und 7 des Hauptschalterkastens im offenen und geschlossenen Zustand.)

Im Wagen werden nicht mehr als drei Stromkreise ausgeführt. Für große Abteile wird ein eigener Stromkreis angeordnet und gleichartige Abteile werden in einen Stromkreis so zusammengezogen, daß sie durch die Aufschriften oberhalb der Stromkreissicherungen leicht verständlich gekennzeichnet werden können (s. Abb. 6).

Bei Wagen, die nur einen Stromkreis besitzen (Dienstwagen), vertritt der Abteilschalter den Hauptschalter, so daß die Stromkreissicherungen entfallen und die Zuleitung von der Hauptsicherung unmittelbar zum Abteilschalter führt.

Als Haupt- und Stromkreissicherungen sind Unterteile und Patronen der A.E.G.-Union verwendet, bei denen durch entsprechende Zapfen ein Einsetzen unrichtiger Patronen verhindert wird. Die Patronen und die Anschlußklemmen sind durch Kappen geschützt. Nach Bestimmung der Verwendung der Unterteile wird vor dem Einbau auf den Porzellansockeln derselben die Stärke der dazugehörigen Patrone (entsprechend dem für die gewünschte Patrone in der

Führungsbacke auszunehmenden Schlitz für den Zapfen) angeschrieben.

Innenleitungen und Abteilschalter.

Von den Stromkreissicherungen sind die Leitungen bei Nichtregelbarkeit unmittelbar, bei Regelbarkeit über die

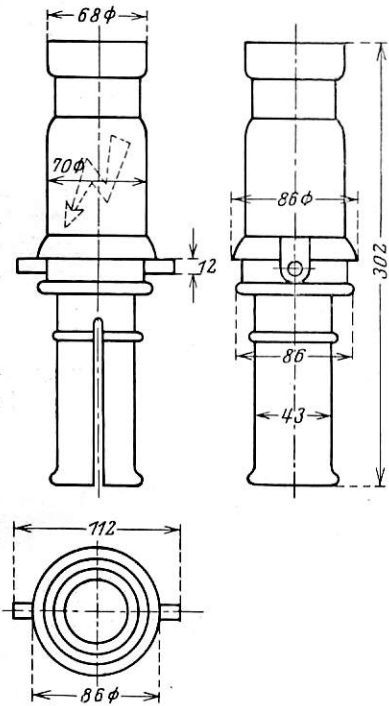


Abb. 3. Kupplungsstecker für elektrische Zugheizung.

Bauart der Schweizer Bundesbahnen von den Österreichischen Brown Boveri-Werken erzeugten Abteilschalter an der Wagenwand für ein Abteil 2. Klasse zeigt die Abb. 8.

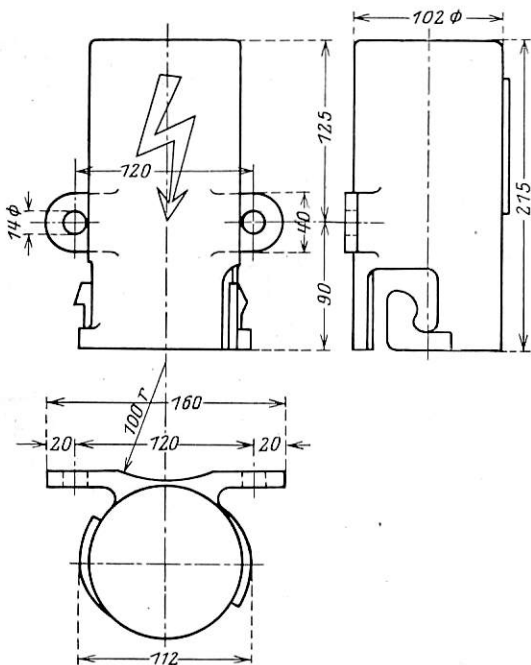


Abb. 4. Blinddose für elektrische Zugheizung.

Alle Leitungen im Wageninnern sind aus isoliertem Kabel von 2,5 mm² Kupferquerschnitt in überlappten Peschelrohren von 18 mm l. W. verlegt. Die Verwendung von nahtlosen Bleirohren und Metallschläuchen oder geschweißten Bogenverbindungen im Wageninnern ist möglichst vermieden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXV. Band. 18. Heft 1928.

Alle Rohre, Verbindungs- und Endstücke werden gut leitend durch blank gemachte und mit Kontaktpasta eingefettete Flächen verbunden (verschraubt). Jede Gratbildung im Rohrrinnen wird sorgfältigst vermieden, so daß die Kabel jederzeit ohne Verletzung leicht ausgezogen werden können.

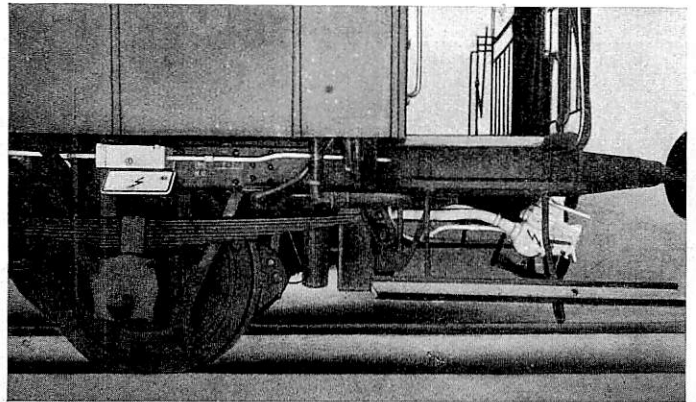


Abb. 5. Anordnung der Hauptsicherung.

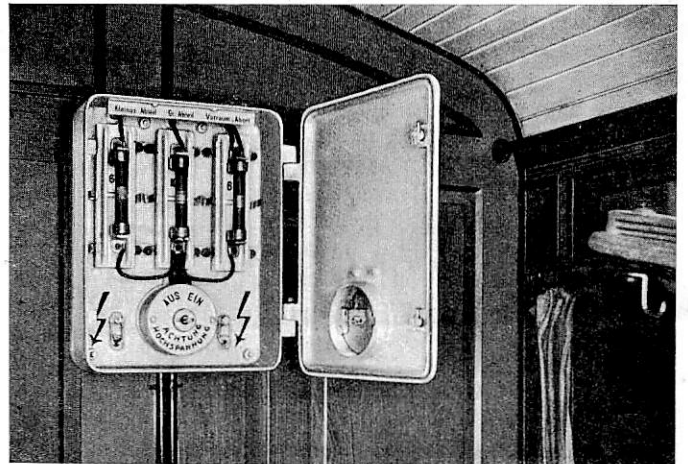


Abb. 6. Hauptschalter- und Sicherungskasten für elektrische Zugheizung im geöffneten Zustande.

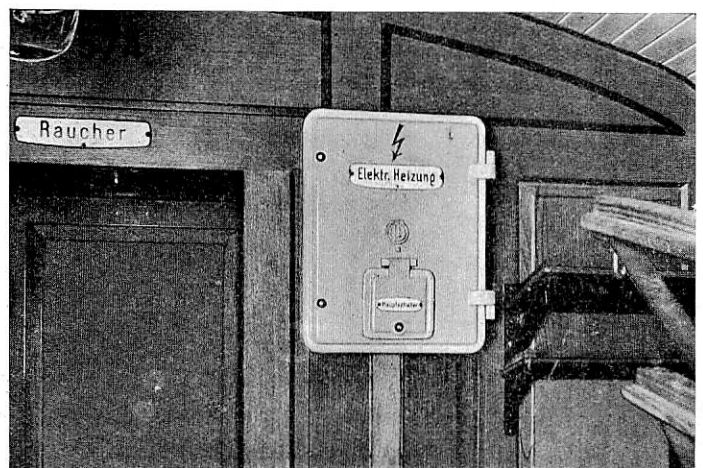


Abb. 7. Hauptschalter- und Sicherungskasten für elektrische Zugheizung im geschlossenen Zustande.

Die Leitungen dürfen mit keinem kleineren Durchmesser als dem sechsfachen Kabeldurchmesser verlegt werden und werden so angeordnet, daß sie außerhalb des Bereiches der größten Heizkörperhitze zu liegen kommen. Auf dem Wagen-

fußboden werden die Rohre entweder auf Bügeln oder auf mindestens 10 mm hohen Holzunterlagen verlegt. Die Verlegung der Leitungen und die Anordnung der Heizkörper in den Abteilen zeigen die Abb. 9 und 10.

Schutzerdungen sind bei allen Metallteilen und metallischen Schutzeinrichtungen, die Spannung annehmen können (Heiz-

ausgeführt. Die Betriebserdungen (Stromrückführungen) und die blanken Schutzerdungen werden zur leichteren Auffindung bei der Untersuchung ausnahmslos nur an die Langträger des Wagens angeschlossen; diese Anschlußstellen sind blank gemacht und verzinkt. Um eine zu große Zahl solcher Anschlußstellen zu vermeiden und um an Kabel zu sparen, werden die Erdungen auch zu einer bei der Wagenwand bei den Fensterputzklappen oder unter dem Fußboden angebrachten eisernen Erdungsschiene von mindestens 5×30 mm Querschnitt geführt. Diese Erdungsschiene wird bei zweiachsigen Wagen mindestens zweimal und bei drei- und vierachsigen Wagen mindestens dreimal zu einem Langträger geerdet. Die Verbindung der Erdungsschiene mit dem Langträger besteht aus vier blanken Kupferlitzen von je 5 mm^2 Kupferquerschnitt.

Heizkörper.

Die Österreichischen Bundesbahnen verwenden, von einigen zu Versuchszwecken in Betrieb genommenen Ausführungen anderer Bauart abgesehen, fast ausnahmslos Heizkörper der Firma „Elektro-Heizungstechnik“ in Wien (s. Abb. 11), die hinsichtlich der Abmessungen und der Unterbringungsmöglichkeit besonders bei bestehenden Fahrbetriebsmitteln, hinsichtlich der notwendigen raschen und möglichst energischen Wärmeabgabe bei Erfüllung der Forderung nach einer längsten Anheizzeit von 1 bis $1\frac{1}{4}$ Stunden, hinsichtlich der für Zwecke

der Eisenbahn erforderlichen widerstandsfähigen und praktischen Bauart und zum Schlusse, aber nicht zuletzt hinsichtlich der Anschaffungskosten von allen versuchten Ausführungen am besten entsprochen haben. Alle Heizkörper für Abteile haben nur 1000 oder 700 Wattleistung. Die Heizkörper der genannten Unternehmung haben hierbei noch den großen Vorteil, daß die Heizelemente beider Leistungstypen vollkommen gleich und daher untereinander vertauschbar sind. Die Anordnung der Heizkörper unter den Sitzen zeigen die Abb. 9, 10 und 12 und im Seitengang die Abb. 13. Für die Aborte ist eine eigene, kürzere Heizkörpertypen mit 700 Wattleistung vorhanden. Bei den Heizkörpern der genannten Unternehmung ist der Widerstandsdraht auf Schamotterrohre gewickelt, die ihrerseits wieder auf gußeisernen, mit kittlosen Isolatoren isolierten Böcken gelagert sind. Infolge Anordnung einer Stromrückführschiene sind alle Anschlüsse auf einer Heizkörperseite. Die Heizkörper können ohne weiteres sowohl nach der Breit- wie nach der Schmalseite auf Bügeln befestigt werden. Diese Bügel dienen gleichzeitig zur Befestigung der Zuleitungen.

Die Heizkörper werden in den Abteilen möglichst unter den Sitzen, im Gang unterm Dampfheizrohr und in den Aborten unter den Wasserbehältern untergebracht. Die Anbringung einer kleinen Drahtschleife unter der Kappe, die die Anschlußklemmen überdeckt, erleichtert eine spätere Auswechslung der Heizelemente. Diese Drahtschleifen, sowie alle im Innern der Heizkörper liegenden Leitungen, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, werden abisoliert und mittels Isolationsperlen mit Kugelgelenken neu isoliert. Dort, wo die Heizkörper der Holzverschalung oder den Sitzgestellen zu nahe kommen, werden reichlich große, mit Asbest belegte Blechplatten dazwischen gelegt. Bei der Formgebung und Anbringung dieser Schutzbleche wird darauf Rücksicht genommen, daß die bei elektrischer Heizung besonders notwendige Abführung der erwärmten Luft möglichst begünstigt und die Zugänglichkeit zu den Heizkörpern nicht behindert wird. Heizkörper, deren Verkleidung eine höhere Temperatur

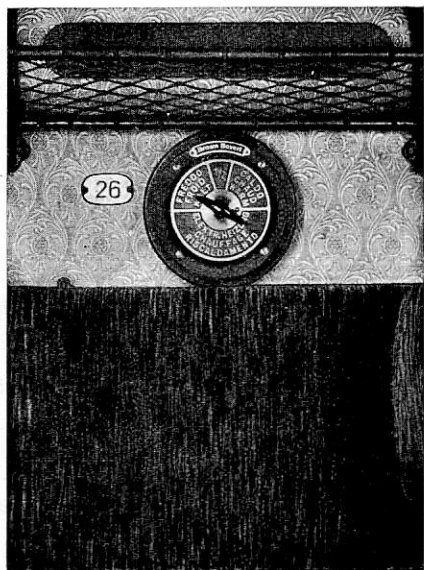


Abb. 8. Anordnung der Abteilschalter für die elektrische Zugheizung.



Abb. 9. Verlegung der Leitungen und Anordnung der Heizkörper in den Abteilen 3. Klasse.

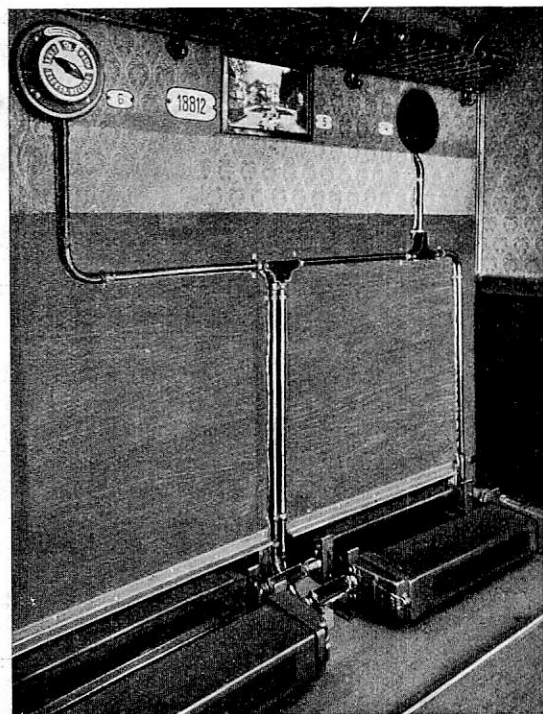


Abb. 10. Verlegung der Leitungen und Anordnung der Heizkörper in Polsterabteilen.

körperverschaltungen, Schaltern, Rohre), an möglichst vielen Stellen angebracht. Benachbarte Einrichtungen werden miteinander verbunden. Als Leiter für die Schutzerdungen sind durchwegs blankes Kupferkabel von $2 \times 5 \text{ mm}^2$ Kupferquerschnitt verwendet. Diese sind außen an den Peschelrohren verlegt und gemeinsam mit diesen angeschellt. Bei allen Teilen mit denen das Publikum in Berührung kommen kann, werden die Anschlüsse durch Teilung der Litzen doppelt

als 90° erreicht und mit denen die Reisenden in unmittelbare Berührung kommen können, werden außerdem noch durch gelochte Blechverkleidungen oder durch Stabgitter aus Flach-eisen geschützt. In den Diensträumen der Dienstwagen ist eine Heizkörperverkleidung als Speisewärmegelegenheit ausgebildet.

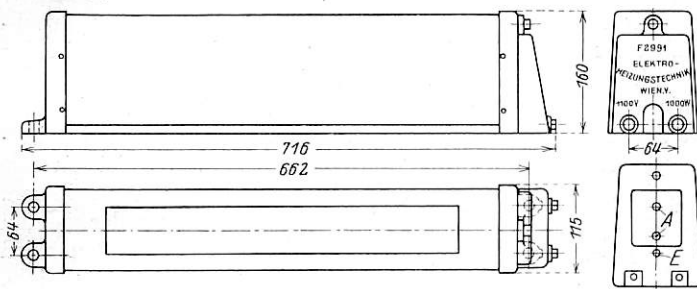


Abb. 11 a. Heizkörper mit einer Heizleistung von 1000 Watt und 700 Watt.

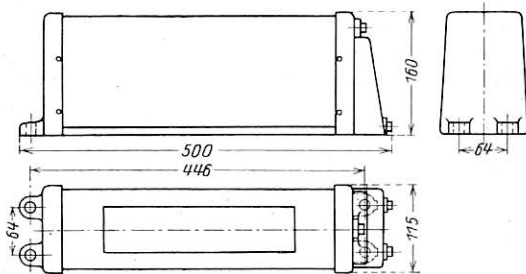


Abb. 11 b. Heizkörper mit einer Heizleistung von 500 Watt.

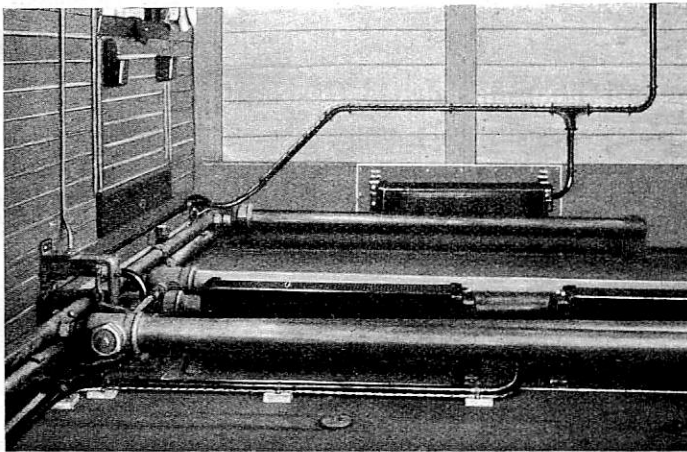


Abb. 12. Anordnung der Heizkörper unter den Sitzen in großen Abteilen 3. Klasse.

Bei dieser Gelegenheit soll nicht unerwähnt bleiben, daß sich nach den gemachten Erfahrungen die Bemessung der in den Eisenbahnwagen vorzusehenden elektrischen Heizleistung einzig und allein nach einer zu wählenden und dem Betriebe entsprechenden Vorheizzeit zu richten hat, da ein Ausgleich zwischen Wärmequelle und Wärmeverlust erst zu einer Zeit eintritt, die für den praktischen Betrieb nicht mehr brauchbar ist. Die Österreichischen Bundesbahnen verwendeten anfangs bei Wagen für den näheren Verkehr eine Leistung von 150 Watt je m^3 , mußten sich aber später auf Grund der gemachten Erfahrungen zu einer solchen von 180 Watt je m^3 entschließen. Die Wagen für den Fern- und für den Übergangsverkehr werden durchwegs mit der vom Internationalen Eisenbahnverband vorgeschriebenen Heizleistung von 200 Watt je m^3 ausgerüstet. Die Notwendigkeit,

eine höhere als die Ausgleichsheizleistung und Heizkörper möglichst energischer Wirkung zu verwenden, zieht zweierlei Folgen nach sich: vor allem ist dem Schutz der um den Heizkörper liegenden, brenn- oder versengbaren Teile und der Abfuhr der erwärmten und der Zufuhr frischer Luft ein sorgfältiges Auge zuzuwenden. Weiter ist unbedingt eine Regelung der Heizleistung vorzusehen, die nicht nur in Anpassung an die Außentemperatur vom Lokomotivführer für den ganzen Wagenzug, sondern auch unabhängig davon in jedem einzelnen Wagen entsprechend den verschiedenen Abkühlungsverhältnissen und dem Vorwärmeverhältnis eines allenfalls zugeschalteten Wagens eingestellt werden kann. Die Erwägung, daß auch die Abkühlungsverhältnisse einzelner Abteile desselben Wagens verschieden sein können und daß es für den Betrieb vorteilhaft ist, wenn bei Störungen und Unregelmäßigkeiten durch die Abschaltmöglichkeit in den Abteilen selbst eine weitestgehende Einschränkung des Fehlers vorgenommen werden kann, veranlassen die Österreichischen Bundesbahnen, in jedes Abteil einen von den Reisenden bedienbaren Schalter mit den Schaltstellungen „ein“, „ $\frac{1}{2}$ “ und „aus“ einzubauen.

Im übrigen wird der Einbau im Sinne der Sicherheitsvorschriften des elektrotechnischen Vereines in Wien ausgeführt.

Anschriften.

Zum Zwecke des leichteren Herausfindens von Wagen mit der durchgehenden elektrischen Heizeinrichtung mit 1000 V Heizkörperspannung seitens der Wagenaufsicht wird auf den Österreichischen Bundesbahnen die Reihenbezeichnung aller Wagen, die mit einer der beiden im internationalen Verkehr zugelassenen elektrischen Heizeinrichtungen ausgerüstet sind, durch ein hochgestelltes „h“ ergänzt z. B. ABA^h, Deg^h usw.

Prüfung.

Die Österreichischen Bundesbahnen prüfen alle neuen, erstmaligen Einrichtungen durch eine Minute hindurch mit 5000 V Wechselstromspannung. Späterhin werden die Einrichtungen im Einklang mit den internationalen Vereinbarungen nur mehr mit einer Wechselstromprüfspannung von 2500 V durch 5 Minuten, oder durch eine solche von 3000 V durch 1 Minute geprüft. Diese Spannungsprüfung wird nach jeder wesentlichen Ausbesserung und nach jeder Hauptuntersuchung, mindestens aber vor jeder Inbetriebsetzung der Einrichtung nach längerem Stillstande, also auch vor Beginn des Heizabschnittes vorgenommen. Gleichzeitig mit der Spannungsprobe wird eine Dauerheizung durch eine halbe Stunde hindurch und eine Prüfung der Schutzerdungen durchgeführt. Die Vornahme der letzten Prüfung wird an der Blinddose mit weißer Ölfarbe vorgemerkt.

Betriebsvorschriften.

Die Einrichtung im Wageninnern ist, wie aus vorstehender Beschreibung schon ersichtlich war, grundsätzlich so getroffen, daß einerseits die Anlage so einfach und übersichtlich als möglich ist, damit sie auch von einem minder fachmännisch geschulten Personale verstanden und übersehen werden

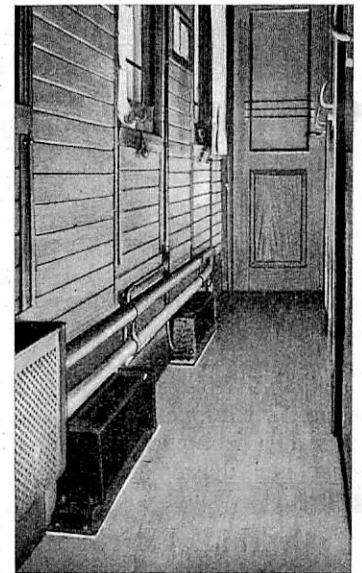


Abb. 13. Anordnung der Heizkörper im Seitengang.

kann und daß andererseits Störungen und Unregelmäßigkeiten im Betriebe möglichst eingeschränkt werden können. Diese Einschränkung soll auch dem Zugbegleitpersonal während der Fahrt möglich sein. Es wird deshalb in jedem Wagen und zwar im Durchgang, möglichst nahe der Eingangstür und auch in Augenblicken einer Erregung leicht auffindbar ein Hauptschalter angebracht, der mittels Vierkantschlüssels zugänglich ist und von jedermann ohne Gefahr bedient werden kann. Weiter werden in jedem Wagen, mit Ausnahme der nur einen heizbaren Raum aufweisenden Dienstwagen, drei Stromkreise angeordnet, so daß es dem für die Bedienung der Zugheizung in den Bahnhöfen aufgestellten Personal auch bei kurzen Zugsaufenthalten möglich ist, die Einschränkung weiter abzugrenzen. Um auch dem bereits vorhandenen, weiterhin nicht besonders geschulten Personal die Bedienung im Betriebe zu ermöglichen, sind oberhalb der Stromkreissicherungen die zugehörigen Stromkreise, leicht verständlich unterteilt, angeschrieben.

Hinsichtlich der Bedienung der Heizkupplungen ist zu erwähnen, daß die Österreichischen Bundesbahnen die Verriegelung nicht einbauen und eine Betätigung der Kupplungen nur in spannungslosem Zustande, also bei Abschaltung der durchgehenden Heizleitung von der Lokomotive aus, gestatten. Der Vorgang beim Stecken bzw. Lösen der Kupplung ist in der Bedienungsvorschrift wie folgt genauestens geregelt:

Die Heizkupplungen dürfen nur im stromlosen Zustande eingesteckt (gekuppelt) und gelöst (herausgezogen) werden; es ist demnach strengstens darauf zu achten, daß während der Vornahme einer solchen Handhabung die durch den Wagenzug gehende Heizleitung von der Lokomotive aus abgeschaltet bleibt. Die Bahnhofbediensteten dürfen nur die Wagen untereinander kuppeln; die zuletzt auszuführende Kupplung zwischen Lokomotive und Dienstwagen bzw. Schlußwagen darf nur durch den Maschinenbegleiter gekuppelt werden.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das dritte Geschäftsjahr 1927.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat nunmehr ihren Geschäftsbericht für das Jahr 1927 veröffentlicht. Aus der statistischen Übersicht, die ihm außer der Bilanz vorangestellt ist, lassen sich folgende wichtige Angaben entnehmen:

Das gesamte Schienennetz wurde im abgelaufenen Jahr um rund 210 km erweitert und umfaßt z. Z. 53546 km. An Fahrzeugen waren am Jahresende vorhanden: Lokomotiven 24895; hiervon 98,7% Dampfloks. und 1,3% Ellok. Triebwagen 583; hiervon 58,5% mit äußerer Stromzuführung. Wagen 757063; hiervon 8,4% Personen- und 2,8% Gepäckwagen. Geleistet wurden rund 1017 (613) Millionen Lokomotivkilometer, von denen 96,91% (95,33%) auf Dampflokomotiven, 2,22% (3,25%) auf elektrische Lokomotiven und Triebwagen und 0,87% (1,42%) auf sonstige Triebwagen entfallen. (Die eingeklammerten Zahlen geben die Nutzkilometer an.) Die gefahrenen Achskilometer im Güterverkehr sind mit 18737 Millionen zum erstenmal über den Vorkriegsstand (abzüglich der verlorenen Gebiete) gestiegen; im Personenverkehr betragen sie 9785 Millionen.

Aus den anschließenden acht Abhandlungen über Einzelgebiete ist vom technischen Standpunkt aus folgendes bemerkenswert:

Abschnitt I. Betrieb und Verkehr.

Die Belastung der Verschiebebahnhöfe war erheblich größer als im Vorjahre. Es gelang aber hauptsächlich durch Organisationsmaßnahmen ohne nennenswerte Mehrkosten die Leistungsfähigkeit so zu erhöhen, daß selbst der außergewöhnlich starke Herbstverkehr ohne besondere Schwierigkeiten bewältigt werden konnte.

In Bahnhöfen, in denen Wagenuntersucher vorhanden sind, hat den Auftrag zur Einschaltung der elektrischen Zugheizung nur dieser, in Bahnhöfen in denen keine Wagenuntersucher vorhanden sind, darf den Auftrag zur Einschaltung der elektrischen Zugheizung nur der Zugführer dem Lokomotivführer geben. Vor Erteilung eines solchen Auftrages haben sich der Wagenuntersucher bzw. der Zugführer die Überzeugung zu verschaffen, daß die Kupplung richtig durchgeführt ist und daß die Kupplung des Schlußwagens in der Blinddose versichert ist. Die Heizkupplung ist erst nach Einlegen der Schraubenkupplung zu verbinden. Ebenso hat dem Lösen der Schraubenkupplung das Lösen und Blindstecken der Heizkupplung voranzugehen. Es ist strenge verboten, die Heizkupplungen lose herabhängen zu lassen. Weiter ist vorgeschrieben, daß immer nur eine der beiden Heizkupplungen zwischen den Fahrzeugen verbunden wird und zwar zur Vereinfachung der Bedienung im Betriebe immer nur auf der rechten oder linken Seite des Wagenzuges. Besondere Beachtung wird dem Umstande geschenkt, daß Wagen mit beschädigter Heizkupplung gänzlich ausgeschaltet und abgestellt oder am Zugende eingereiht werden.

Durch sorgfältige Auswahl von bewährten Einzelteilen aus den ersten Versuchsausführungen, durch möglichste Vereinfachung der Anordnung und besonders der Schaltung, bei der infolge der Nebeneinanderschaltung der Stromkreise und der Heizkörper eine Abtrennung besonders bei Störungen oder eine Zuschaltung bei notwendigen Änderungen der Heizleistung ohne weiteres möglich ist, ist es den Österreichischen Bundesbahnen mit Hilfe der einschlägigen Industrie gelungen, nach verhältnismäßig kurzer Erfahrungszeit eine Regelausführung zu schaffen, die im Betriebe zu keinerlei Klagen Anlaß gibt und die augenscheinlich beweist, welchen Vorteil der elektrische Betrieb auch auf diesem Gebiete zu bieten vermag.

Die durchschnittliche Leistung einer Lokomotive zwischen zwei allgemeinen Ausbesserungen konnte um 12% auf rund 82000 km gesteigert werden. Der Ausbesserungsstand war mit 16,6% etwas geringer als im Vorjahr. Der Brennstoffverbrauch je Bruttotonnenkilometer ist um 2,4% zurückgegangen.

Der elektrische Betrieb wurde nach Kräften gefördert. Am Jahresschluß waren 1228 km, d. i. 2,83% des Gesamtnetzes, elektrisch betrieben; auf weiteren 325 km waren die Arbeiten zur Einrichtung der elektrischen Zugförderung im Gange. Die nötigen Versorgungsleitungen hierfür wurden gleichfalls in Angriff genommen; 90 elektrische Lokomotiven und 51 elektrische Trieb- und Steuerwagen wurden in Auftrag gegeben.

Größere Betriebsstörungen traten nur im östlichen Erzgebirge infolge der Hochwasserkatastrophe vom 8. und 9. Juli auf. Der Verkehr wurde dort mittels Kraftwagen aufrecht erhalten. Am 1. Dezember waren die Strecken soweit wiederhergestellt, daß der Betrieb wieder aufgenommen werden konnte.

Das Überfahren von Haltesignalen hat im Berichtsjahr zugenommen. Die Verwaltung hat deshalb unter Aufwendung erheblicher Geldmittel die Versuche zur selbsttätigen Verhinderung solcher Vorkommnisse zielbewußt fortgesetzt. Ferner ist, obwohl die Unfallhäufigkeit (gemessen an den Verkehrsleistungen) geringer ist als im Jahre 1913, ein starkes Anwachsen der Unfälle durch Zusammenstoß mit Kraftwagen zu verzeichnen (56% mehr gegen das Vorjahr). Von diesen Unfällen sind 74% auf das Verschulden der Kraftwagenführer, 17% auf das Verschulden des Bahnpersonals und 9% auf sonstige Ursachen zurückzuführen.

Der Abschnitt II, Tarife kann hier unberücksichtigt bleiben, desgl. die Abschnitte III, Finanzen, IV, Personal und VIII, Verwaltung.

Aus Abschnitt V, Bauwesen ist hervorzuheben: Das Jahr 1927 brachte die Eröffnung von zehn neuen Bahnstrecken; ferner ist eine Anzahl neuer Strecken noch im Bau. Verschiedene Strecken werden z. Z. zweigleisig bzw. viergleisig ausgebaut. Außerdem wurden zahlreiche Bahnhöfe umgebaut oder erweitert, z. T. solche neu angelegt.

Bezüglich des Oberbaues ist zu erwähnen: Mit Neustoffen wurden 4136 km umgebaut, d. i. 1036 km mehr als das jährliche Erneuerungssoll, desgl. eine erhebliche Zahl von Weichen mit rund 12340 Zungenvorrichtungen. An Umbauten mit Altstoffen und Schienen- und Schwellenauswechslungen im Zusammenhange usw. wurden rund 4700 km fertiggestellt, desgl. rund 8100 instandgesetzte Altweichen eingelegt. Auf etwa 3500 km wurde die Bettung der Hauptgleise vollständig und auf eine gleiche Strecke teilweise erneuert. Rund 25% der Haupt- und 12% der Nebengleise wurden planmäßig durchgearbeitet. Allgemein findet man gegen das Vorjahr einen Rückgang der Schienenauswechslung auf den Hauptbahnen, dagegen einen vermehrten Umbau mit Altstoffen schwerer Schienenformen auf den Nebenbahnen, um Fahrzeuge mit großen Achsdrücken möglichst freizügig verwenden zu können. Besonderer Wert wurde auf die Erneuerung der Bettung gelegt. Die Konstruktion des Reichsoberbaues gilt als abgeschlossen, so daß nunmehr an die Konstruktion einer Reichsbahnweiche geschritten wird. Zur Verminderung der Zahl der Schienenstöße wurden Schienen von 30 m Länge verwendet. Die Versuche mit geschweißten Stößen lieferten gute Ergebnisse. Zur Verbesserung der Leistungen im Verlegen des Oberbaues wurden die Dienststellen in weitem Umfange mit neuzeitlichen Gleisbaugeräten und -Maschinen ausgerüstet.

Bei den eisernen Brücken wurde besonders Augenmerk auf die Entrostung und den Rostschutz gerichtet und neue Lieferungsbedingungen für Rostschutzfarben herausgegeben. Außerdem konnten infolge der gegen das Vorjahr reichlicheren Mittel die Verstärkungsarbeiten weitgehend gefördert und eine stattliche Zahl von Neubauten ausgeführt werden. Bei den Brückenneubauten wurde in großem Umfange Siliziumstahl verwendet. Die Erfahrungen sind derart günstig, daß der Si-Stahl in Bälde den St. 48 zu verdrängen scheint.

Die sicherungstechnischen Einrichtungen wurden weiter vervollkommen. Die oben erwähnten Versuche mit den selbsttätigen Zugbeeinflussungsvorrichtungen führten zu verschiedenen Verbesserungen und einer erfolgversprechenden Ausführungsform. Große Aufwendungen wurden für das Fernmeldewesen gemacht. Es wurden über 2000 km neue Verbindungsleitungen verlegt. Außerdem wurden 16 Selbstanschlußämter errichtet und damit eine Personalverminderung sowie eine Beschleunigung des Sprechverkehrs erzielt. Mit der Verringerung der Abstände zwischen den Fernsprechern auf der freien Strecke auf 1 km wurde begonnen.

Geschäftsbericht der Österreichischen Bundesbahnen für das Jahr 1927.

Der Geschäftsbericht 1927 enthält außer den ausführlichen Abschlüssen eine Reihe von Berichten über die einzelnen Dienstzweige, sowie äußerst umfangreiches und eingehendes Zahlenmaterial, aus dem folgende wichtige Angaben entnommen werden:

Im Betrieb der Ö.B.B. stand am Jahresende unter doppelter Zählung von 153 km Gemeinschaftsstrecken ein Netz von 5990 km, wovon 3404 km auf die eigentlichen Strecken der Ö.B.B. treffen, 1609 km auf Privatbahnen, die

Abchnitt VI. Rollendes Material.

Die Bestrebungen zielten hier auf eine Förderung der Einheitsbauarten ab. Die 1 C Personenzuglok. und die 1 C 1 Tenderlok. für Nebenbahnen sowie die E Verschiebelok. sind in Erprobung. Mit dem Jahresende soll die C und D Verschiebelok. und die 1 D 1 Nebenbahnlok. zur Ablieferung gelangen. Die Versuche mit neuen Lokomotivarten (Höchstdrucklokomotive mit 60 at, Turbolokomotive, Diesel- und Sauggastriebwagen) wurden fortgesetzt. Eine Kohlenstaublokomotive wurde der Erprobung zugeführt; das Problem der Kohlenstaubfeuerung auf Lokomotiven scheint hier befriedigend gelöst zu sein. Der Wagenpark wurde zu einem großen Teil mit neuzeitlichen Verbesserungen ausgerüstet (Hülsenpuffer, verstärkte Kupplungen, durchgehende Druckluftbremse, elektrische Zugbeleuchtung und -heizung, Feuerlöscher usw.). 20 Sonder-D-Zugswagen und 100 Großgüterwagen für je 50 t Koks wurden in Auftrag gegeben.

Die Zahl der Werkstätten wurde verringert und eine Reihe von Umstellungen auf Fließarbeit vorgenommen. Für die elektrischen Triebwagenzüge der Berliner Stadt- und Vorortbahnen wurde in Niederschöneweide eine eigene Werkstätte errichtet. Infolge der starken Inanspruchnahme der O-Wagen stieg der Ausbesserungsstand erheblich an, so daß mit Rücksicht auf den Hochbedarf des Herbstverkehrs besondere organisatorische Maßnahmen zur Hebung der Leistungsfähigkeit der Wagenwerkstätten getroffen werden mußten. Außerdem wurden 5500 Langholzwagen, die z. Z. nicht benötigt sind, behelfsmäßig in Bahndienstwagen umgebaut und dadurch O-Wagen freigemacht.

Die Neuordnung des Stoffwesens hat erfreuliche Fortschritte gemacht und zu einer Abminderung der Lagerbestände geführt. Versuche mit neuen Stoffen und über neue Arbeits- und Stoffprüfungsverfahren wurden in großem Umfange vorgenommen, wobei fünf bahneigene Versuchsstellen wertvolle wissenschaftliche Arbeit leisteten.

Abchnitt VII. Beschaffungswesen.

Das Bau- und Beschaffungsprogramm war infolge des günstigen Ausfalls der Einnahmen sehr umfangreich und erreichte den Betrag von 1,8 Milliarden Reichsmark. Insbesondere mußten die gegen das Ende des Jahres 1926 stark in Anspruch genommenen Vorräte ergänzt werden. Durch diese großen Aufträge war es der Reichsbahn möglich regelnd und helfend in das Wirtschaftsleben einzugreifen. So wurden beispielsweise im Sommer Kohlenvorräte über den gewöhnlichen Stand hinaus angehäuft um den Absatz der Gruben gleichmäßig zu gestalten.

Die Fahrzeugbeschaffung trat in diesem Jahr mehr in Erscheinung als im Vorjahr. Im großen Ganzen wurden Wagen der Einheitsbauart bestellt, daneben eine große Anzahl von Großgüterwagen und Schotterwagen, ferner 100 Dampflokomotiven und eine Anzahl Trieb- und Beiwagen für die nunmehr elektrisch betriebenen Strecken der Berliner Ring-, Stadt- und Vorortbahnen.

Sp.

die Ö.B.B. auf ihre Rechnung betreiben, und 977 km auf solche Privatbahnen, die die Ö.B.B. auf Rechnung der Eigentümer betreiben. Der Fahrzeugpark bestand am Jahreschluß aus 2785 Lokomotiven, davon 2627 Dampflok, 123 Ellok und 35 Triebwagen, ferner aus 38880 Wagen, davon 6080 Personen- und 32085 Güterwagen; der Rest verteilt sich auf Dienst- und Spezialwagen. Gefahren wurden 80960 Lok.-kilometer, davon 74090 mit Dampflokomotiven. Die Nutzkilometer betragen insgesamt 55496; davon wurden 49723

mit Dampf gefahren. Im Güterverkehr wurden rund 597 Millionen, im Personenverkehr 295 Millionen Wagenkilometer geleistet.

Aus den Abhandlungen entnehmen wir die folgenden Angaben von technischer Bedeutung. Dabei können die Abschnitte I, II, V und VI unberücksichtigt bleiben.

Abschnitt III. Betrieb und Verkehr.

Im Zugförderungsdienst macht sich das Bedürfnis nach Angleichung der Bremsvorrichtungen an die deutschen Einrichtungen geltend, so daß die Einführung der durchgehenden Güterzugbremse nicht mehr lange hinausgeschoben werden kann und auch von der Vakuum- zur Druckluftbremse übergegangen werden muß. Die im Verkehr mit Deutschland verwendeten Lokomotiven sind bereits nebenher mit einer Druckluftbremsausrüstung versehen worden. Der Brennstoffverbrauch ist gegen das Vorjahr um 2,1% gesunken. Der elektrische Betrieb wurde wesentlich ausgedehnt. Die elektrisch betriebenen Strecken betragen nunmehr 612 km gegen 110 km im Vorjahre. Mit dieser schnellen Zunahme konnte der Fahrzeugstand nicht Schritt halten, so daß die fertigen Strecken zum Teil noch mit Dampf befahren werden mußten. Die Ausrüstung der Wagen mit elektrischer Heizung und Beleuchtung macht befriedigende Fortschritte. Der gesamte Stromverbrauch für die elektrische Zugförderung belief sich auf 60,6 Millionen kWh. Die Parallelschaltung der beiden bahneigenen Kraftwerke, wobei das Ruetzwerk als Grundbelastungs- und das Spullerseewerk als Spitzenwerk dient, befriedigt vollauf, während die Kupplung dieser Werke mit dem Achenseewerk über Schaltversuche noch nicht hinausgekommen ist. An den Generatoren traten infolge der starken Inanspruchnahme und der stoßweisen Belastung Wicklungsschäden auf, die eine konstruktive Änderung der Dämpferwicklungen nötig machten.

Den Wagenbau beherrscht das Streben nach Vereinheitlichung. Es sollen künftig nur mehr acht Sorten Wagen beschafft werden. Im Berichtsjahre wurden mit Erfolg Versuche angestellt Rundseisen und Schienen bis zu 40 m Länge auf Wagen ohne Drehschemel zu befördern um die Vorhaltung von Spezialwagen entbehrlich zu machen. Diese Ladeweise wurde für den Inlandverkehr eingeführt und bei den internationalen Verbänden beantragt.

Die Anzahl der Unfälle von Kraftfahrzeugen an schienen- gleichen Übergängen hat sich verdoppelt, doch sind die Unfälle meist auf die Unachtsamkeit der Lenker zurückzuführen.

Abschnitt IV. Bau und Bahnunterhaltung.

Einen großen Teil der Bauarbeiten machten die Anlagen für den elektrischen Betrieb aus. Das Ruetz- und Spullerseewerk wurde mit weiteren Ergänzungen versehen, das Stubachwerk wurde so weit gefördert, daß es bis zum Ende des Jahres 1928 fertiggestellt sein wird. Die Fortschritte am Mallnitzwerk und an den Unterwerken sind befriedigend. Es gelangten 266 km Fahrleitung zur Ausführung, wobei von der Normung weitgehender Gebrauch gemacht wurde; außerdem wurde

138 km Fernmeldekabel verlegt. Besondere Schwierigkeiten bereiteten für die Elektrisierung die zahlreichen Tunnel, sowie der Anschluß an die italienischen Bahnen am Brenner. Die italienische Eisenbahnverwaltung geht nicht von dem eingeführten Drehstrom von 3000 Volt ab und gestattet auch nicht die Überspannung einzelner Gleise mit Zweiphasenstrom, so daß zur Überleitung eine Dampfstrecke eingelegt werden mußte.

Gleisumbauten mit Neustoffen (Schienen von 44,35 und 35,65 kg/m) wurden 155 km ausgeführt, mit Altstoffen 110 km. Zahlreiche Weichen wurden durch neue (mit 295 Zungenvorrichtungen) und altbrauchbare (mit 227 Zungenvorrichtungen) ersetzt. Bei allen Gleisumbauten wurde der Erhöhung der Achsdrücke Rechnung getragen. Zur wirtschaftlicheren Durchführung der Oberbauarbeiten wurden neuzeitliche Geräte beschafft. Etwa 200 eiserne Brücken wurden ausgetauscht bzw. verstärkt.

Die Elementarereignisse des Jahres 1927 hatten vielfach Betriebsstörungen im Gefolge. Die bedeutendste wurde verursacht durch den Rheindurchbruch bei Schaan-Vaduz, bei dem rund 600 m Bahndamm und eine Reihe von Flutbrücken fortgerissen wurden. Die provisorische Wiederherstellungsarbeiten erforderten 700 t Brückenkonstruktionen und 300 m³ Jochhölzer. Die Arbeitszeit betrug etwa 1½ Monate; die Kosten beliefen sich auf 560 000 S.

Die im Jahre 1926 begonnenen Versuche über Farben wurden fortgeführt und ausgedehnte Versuche über die Verlängerung der Lebensdauer der Schienenstöße (insbesondere über die aluminothermische Schweißung) angestellt, die aber noch nicht abgeschlossen sind.

Abschnitt VII. Werkstättenwesen.

Das allgemeine Streben nach Rationalisierung zeigte sich auch bei den Ö. B. B. durch Verminderung der Zahl der Werkstätten (im Wiener Bereich auf 1/5!) und der Fahrzeuggattungen. Arbeit und Material sparende Werkmethoden wurden eingeführt, z. B. das Spritzlackierverfahren oder das Aluminisieren der Roststäbe. Der Ausbesserungsstand betrug am Jahresende bei den Lokomotiven 19,5%, bei den Personenwagen 18,1% und bei den Güterwagen 9,1%.

Abschnitt VIII. Beschaffungswesen.

In der Stoffwirtschaft wurde eine starke Verminderung der Lagerbestände durchgesetzt, wenn auch im Hinblick auf die Unruhen in den Bergbaurevieren bei den Kohlen eine erhöhte Lagerhaltung geboten war. Die Oberbaustoffe für die Gleisumbauten konnten mit Ausnahme des Bettungsschotter fast durchweg im Inlande beschafft werden und erforderten einen Aufwand von 4558 000 S. Mit der Beschaffung von Gleisbaumaschinen wurde noch bis zum Abschluß der angestellten Versuche gewartet, dagegen wiederum eine Anzahl von Gleiskraftfahrzeugen für den Dienstbetrieb beschafft. Die sonstige Fahrzeugbeschaffung blieb in sehr engen Grenzen. Auf den Austauschbau wurde bei allen Bestellungen Rücksicht genommen. Sp.

B e r i c h t e.

Betrieb in technischer Beziehung; Signalwesen.

Die selbsttätige Zugsicherung für die Berliner Stadtbahn.

Die mit der Elektrisierung der Berliner Stadt-, Vorort- und Ringbahnen zusammenhängende Erhöhung der Geschwindigkeit und Verdichtung der Zugfolge gab Veranlassung zur Einführung eines für die Reichsbahn neuen Zugsicherungssystems auf der besonders stark belegten Stadtbahn. Mit den bisherigen handbedienten Blockanlagen kann — abgesehen von den sonstigen Nachteilen dieses Systems für einen Stadtschnellbahnverkehr —

die verlangte Zugfolge von 90 Sek. = 40 Zügen/Std. nicht mehr durchgeführt werden.

Die wichtigsten Kennzeichen des neuen Systems sind:

1. dreibegriffige Signale, als Licht-Tagsignale ausgebildet,
2. die selbsttätige Fahrsperrung,
3. die selbsttätige Zugsicherung (Streckenblockung).

Zu den dreibegriffigen Signalen führte das Bedürfnis, dem Zugfahrer nicht nur den Betriebszustand der nächsten, sondern

auch der übernächsten Blockstrecke bekanntzugeben. Bei der dichten Zugfolge und den kurzen Blockabschnitten kann dieser dann leichter seine Geschwindigkeit so regeln, daß der Zug nicht unnötig zum Halten kommt. Die Signale sind als Licht-Tagsignale in der bei der Berliner Hoch- und Untergrundbahn und auch bei der Reichsbahn schon angewandten Bauart ausgebildet, jedoch mit dem Unterschied, daß sie zur Unterscheidung von den Signalen der Ferngleise und zur wirkungsvolleren Hervorhebung gegenüber Fremdlichtern mit Ausnahme von „Rot“ (unbedingtes Halt vor Bahnhöfen) stets Doppellichter zeigen.

Die einzelnen Signalbegriffe und -bilder und ihre Bedeutung sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Signalbegriff	Signalbild	Betriebszustand	Bedeutung für den Triebwagenführer
1. Freie Fahrt	grün + grün	erste und zweite Blockstrecke hinter dem Signal frei.	Freie Fahrt, am nächsten Signal auch freie Fahrt.
2. Freie Fahrt Vorsicht!	grün + gelb	erste Blockstrecke frei (grün) zweite besetzt (gelb).	Freie Fahrt, aber am nächsten Signal voraussichtlich Halt!
3. Halt a) auf der Strecke	gelb + gelb	Blockstrecke besetzt.	Halt! Halten. Danach ohne Auftrag von dritter Seite in die vorliegende Blockstrecke einfahren und vorsichtig vorrücken!
b) vor Bahnhöfen	rot	Bahnhof besetzt oder gesperrt.	Halt! Vorrücken nur mit besonderem Auftrag des Bahnhofs.

Die Anordnung der Signale zeigt Abb. 1.

Neu ist vor allem der Signalbegriff „Halt“ auf der Strecke (gelb + gelb), der ein Überfahren des Haltsignals gestattet und wegen des Wegfalls der Blockwärter bei der selbsttätigen Zugführung (s. unten) notwendig wurde, ferner das Ad-Signal, das an Stelle des Befehls A das Vorüberfahren an den Haltsignalen vor Bahnhöfen (rot) gestattet und vom Fahrdienstleiter eingeschaltet wird (Abb. 1 rechts unten).

Die gleichzeitig zur Einführung kommende selbsttätige Fahrsperrung besteht aus einem Streckenanschlag mit elektrischem Antrieb, der ähnlich wie bei der Hoch- und Untergrundbahn auf mechanischem Wege bei Haltstellung die Bremsen unmittelbar auslöst und bei Fahrtstellung weggedreht ist. Die Anordnung zeigt Abb. 2. Der Beginn der Bremswirkung erst am Signal erfordert eine Schutzstrecke hinter diesem bis zum Gefahrpunkt, die bei 50 km Stundengeschwindigkeit 150 m beträgt.

Zur Ausschaltung der Fahrsperrung beim Vorbeifahren an einem Haltsignal dient ein federnder Stellhahn, der vom Zugbegleiter betätigt wird und so angeordnet ist, daß er vom Fahrer allein nicht gleichzeitig mit der Fahrkurbel bedient werden kann. Dadurch wird zur Erhöhung der Betriebssicherheit die Mitwirkung eines zweiten Mannes beim Überfahren eines Haltsignals erzwungen.

Die selbsttätige Zugsicherung (Streckenblockung) beruht auf der Anwendung von Gleisstromkreisen wie bei der Hoch- und Untergrundbahn, deren Grundgedanke hier als bekannt angenommen werden kann*). Sämtliche Signale außer den Ein-

*) Vergl. Kemmann, Selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.

fahrsignalen der Endbahnhöfe (s. unten) werden selbsttätig gestellt, und haben als Grundstellung „freie Fahrt“ (grün — grün). Entsprechend den dreibegriffigen Signalen wird die Freigabe von „grün — grün“ von den beiden nächsten Blockstrecken abhängig gemacht. Die Schaltung für zwei Signale zeigt Abb. 3.

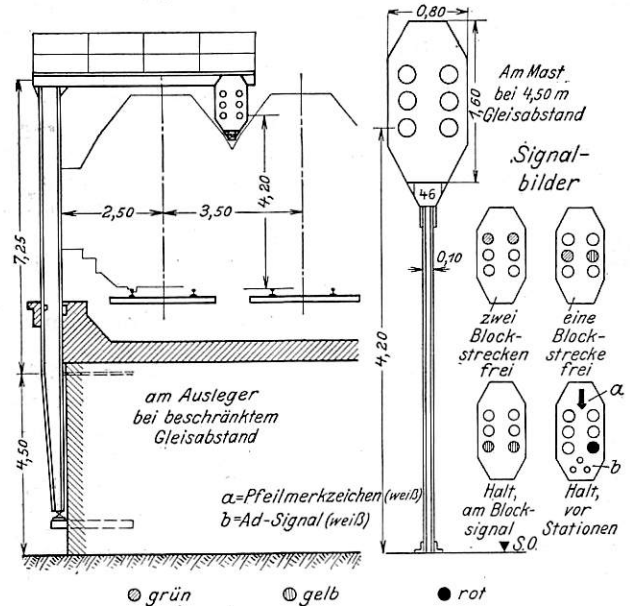


Abb. 1. Anordnung und bauliche Gestaltung der Signale.

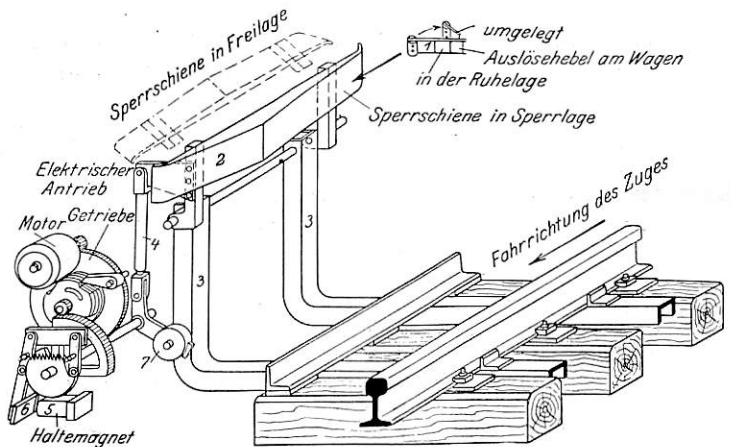


Abb. 2. Selbsttätige Fahrsperrung. Streckenanschlag mit Antrieb.

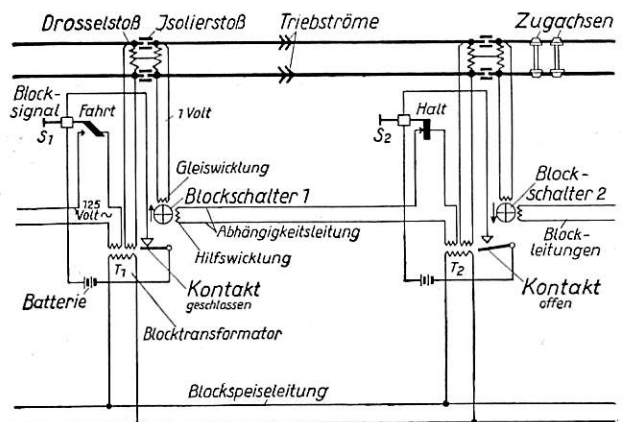


Abb. 3. Blockschaltung für zwei Signale.

Als Blockstrom wird Wechselstrom von 50 Per. verwendet, der mit 3000 V geliefert und an den Speisepunkten auf 125 V (Signallampenspannung bei Tag) oder 70 V (Signallampenspannung bei Nacht) umgespannt wird.

Bei dichter Zugfolge können die in den Bahnhöfen haltenden Züge die nachfolgenden vor dem Einfahrsignal zum Halten

bringen, wodurch Verspätungen unvermeidlich werden. Um den nachfolgenden Zug so nahe als möglich an den Bahnsteig zu bringen, werden hinter den Einfahrsignalen innerhalb deren Schutzstrecke Nachrücksignale angeordnet, die ein Nachrücken des Zuges über das Einfahrsignal hinaus gestatten, sobald der vorhergehende Zug etwa den halben Bahnsteig geräumt hat (Zeitersparnis 8 bis 10 Sek.). Beide Signale haben „rot“ als Haltsignal und sind außerdem mit einem weißen Pfeilmerkzeichen (s. Abb. 1 unten rechts) gekennzeichnet, um den Fahrer zur Vorsicht zu mahnen, weil hinter diesen Signalen nicht die Schutzstrecke für volle Geschwindigkeit vorhanden ist.

Die bauliche Anordnung der Signale ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Linsen der Signallampen sind schwenkbar aufgehängt, aus hellem Glas und von plankonvexer Form. Die Farbsignale werden durch farbige Gläser an der ebenen Innenseite der Linsen erzeugt. Die elektrischen Hilfsgeräte für jedes Signal sind in einem Blockschrank neben diesem untergebracht.

Die Signale sind links angeordnet wegen mangelnden Platzes zwischen Stadtbahn- und Ferngleisen, um sie möglichst von der Fernbahn abzurücken und weil dadurch eine Vereinigung der Signale beider Richtungen an einem Mast möglich ist.

An den beiden Endbahnhöfen der Stadtbahn, Schlesischer Bahnhof und Charlottenburg, sind wegen Gabelung der Fahrwege halbsselbsttätige Einfahrsignale angewandt, die unter Mitwirkung des Wärters auf Fahrt, durch den Zug auf Halt gestellt werden. Ihre Grundstellung ist „Halt“. Die Stellwerke dieser Bahnhöfe sind mit Gleistafeln ausgerüstet, die das Besetztsein der Gleise anzeigen.

Besondere ergänzende Einrichtungen sind:

1. Notkehren zum außerplanmäßigen Wenden innerhalb der Stadtbahn.
2. Gefahrschalter, mit denen der Fahrdienstleiter alle Signale seines Bahnhofs auf Halt stellen kann.
3. Haltstellvorrichtungen, d. s. Schienenstromschließer kurz hinter den Signalen, zu dem Zweck auch bei kurzen Zügen die Signale unmittelbar nach dem Vorbeifahren auf Halt zu stellen.

Die Vorteile der Neuerung sind:

1. praktischer Wegfall jeden Zeitverlustes für die Bedienung der Signale und Blockwerke und dadurch Ermöglichung einer Zugfolge von 90 Sek.
2. Einsparung von 50 Blockwärtern;
3. einheitliche und ausdrucksvolle Signalbilder bei Tag und Nacht;
4. Wegfall mechanischer Bewegungen und beweglicher Teile bis auf wenige, die im Blockschalter vereinigt sind, daher geringe Unterhaltungskosten. K r.

(Glasers Ann. 1928, Heft 11.)

Meldeanlagen zur Bremsprobe.

Die Einführung der Luftdruckbremse bei Güterzügen hat in den Zugbildungsstationen und in andern verkehrsreichen Bahnhöfen besondere Anlagen erforderlich gemacht, um bei der vorgeschriebenen Bremsprobe die Befehle zu übermitteln und das Ergebnis der Probe zu melden. Signalgebung durch Winken mit dem Arm oder Schwenken einer Laterne ist zu unzuverlässig und versagt in Gleiskrümmungen und bei dichtem Nebel leicht ganz.

Es werden deshalb Signallichter mit elektrischen Glühlampen benutzt, die neben dem Gleis, gegenüber der Spitze und dem Schluß eines Zuges von 90 Achsen und an mehreren Zwischenstellen auf niedrigen ortsfesten Säulen eingebaut sind. Das Spitzensignal (siehe Abb. 1) wird von dem Zugschlusse und von den Zwischenstellen aus bedient und besteht aus drei Lampen. Bei der Deutschen Reichsbahn bedeutet das Aufleuchten einer Lampe: „Bremsen fest!“, zwei Lampen: „Bremsen los!“ und drei Lampen: „Fertig!“

Zur Überwachung der Signalabgabe nach der Spitze des Zuges von jeder Zwischenstelle aus werden an allen diesen Stellen Melder und Achtungslampen oder, statt deren, überall die dreiflämmigen Spitzensignale eingebaut. Die Melder sind in die Leitung für das Spitzensignal eingeschaltet und lassen mittels eines entsprechend sich einstellenden Zeigers erkennen, welches

Signal zur Spitze hin gegeben wurde. An allen Zwischenstellen, am Schlusse und an der Spitze des Zuges sind außerdem Achtungssignale mit viereckigem matten Lampenfenster eingebaut. Hierdurch werden Wege gespart und bleibt auch bei unsichtigem Wetter einwandfreie Signalübermittlung gewährleistet.

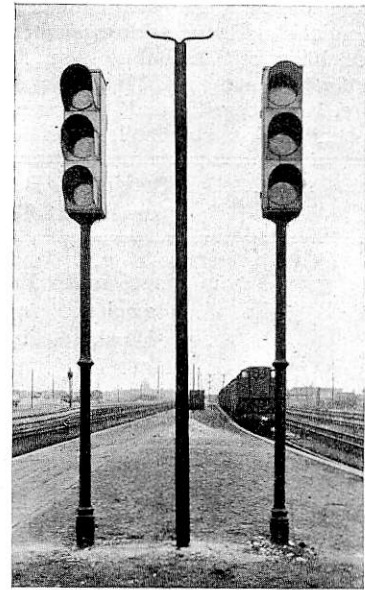


Abb. 1. Spitzensignale der Bremsprobemeldeanlagen im Bahnhof Rheine.

In verkehrsreichen Bahnhöfen mit sehr eiliger Zugabfertigung, unter Beteiligung mehrerer Beamten, wie in Dortmund und Ruhrort, ist statt der Melder an allen Zwischenstellen ein dreiflämmiges Signal, nach beiden Richtungen leuchtend, eingebaut. Hierdurch wird erhebliche Beschleunigung der Abfertigung erreicht, namentlich bei Anwendung von Kreuzschaltung, wie in Freiburg und Offenburg, so daß ein Signal von jeder beliebigen Stelle aus eingeschaltet oder gelöscht werden kann. Bei den

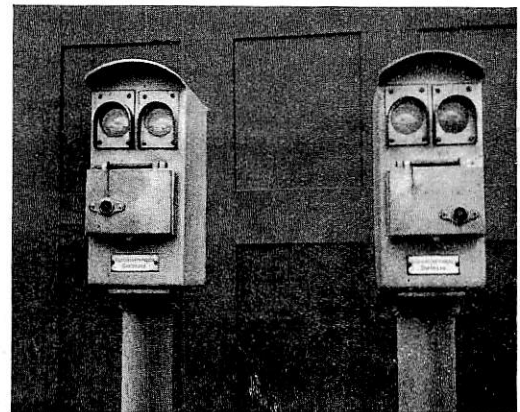


Abb. 2. Signalgeberschaltkästen für Bremsprobemeldeanlagen im Bahnhof Rheine.

Anlagen für Personenzüge ist die Vorsicht getroffen, daß das „Fertig“ Signal, sobald es gegeben wird, zwangsläufig unter Blockverschluß kommt und nur von dem Aufsichtsbeamten wieder entblockt werden kann. Bei Tage leuchten die Signale mit voller Stärke, bei Dunkelheit mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Lichtstärke, um Blendung zu verhüten. Die grundlegenden Richtlinien dieser Anlagen sind von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft aufgestellt worden. Die vorgeschriebenen Anordnungen und Schaltungen sind Sonderausführungen der Allgemeinen Elektro-Industrie, Heinrich Winkler in Dortmund. Die durchweg gesetzlich geschützten Einrichtungen sind bereits in etwa 60 deutschen Bahnhöfen eingebaut. Guillery.

Bahnhöfe nebst Ausstattung.

Die neue Bahnhofhalle in Mailand.

Bei der Zusammenfassung des Eisenbahnverkehrs von Mailand in einen großen Zentralbahnhof wurde die Erbauung einer neuen Bahnsteighalle nötig, deren Mittelschiff mit 72 m Stützweite und 341 m Länge die größte Bahnhofhalle in Europa sein wird. Die übrigen Hauptabmessungen sind aus den nachstehenden Übersichtszeichnungen zu entnehmen.

Der Entwurf gestaltete sich schwierig, weil die Bauarbeiten an den Gepäcktunneln und den Bahnsteigen bereits begonnen waren, als man sich entschloß statt der vorgesehenen Bahnsteigdächer eine Halle zu errichten. Mit Rücksicht auf die Tunnel und sonstigen baulichen Anlagen mußten auch ungleiche Binderabstände gewählt werden. Die Binder werden als halbkreisförmige Dreiecksbogen ausgeführt. Die Fachwerkpfosten sind radial angeordnet. Wegen der Rostgefahr wurden Gitterstäbe fast vollständig vermieden und durch vollwandige Bauglieder ersetzt. Ebenso wurde die Mindeststärke der Eisen auf das für Hallen ungewöhnliche Maß von 10 mm festgesetzt. Durch die Gedrungtheit und die einfache Linienführung ergibt sich eine auch in ästhetischer Hinsicht befriedigende Konstruktion. Die Gesamtlänge ist wegen der Temperaturdehnungen in Abschnitte von rund 50 m unterteilt. Als Belastung wurden 120 kg/m^2 zugrunde gelegt, nebenher 50 kg/m^2 und gleichzeitig 150 kg/m^2 senkrechter Fläche für Winddruck. Das Eigengewicht beträgt ohne Dachkonstruktion im Mittelschiff 145 kg/m^2 , in den Seitenschiffen 120 kg/m^2 und in den Nebenhallen 84 kg/m^2 . Etwa die Hälfte der Dachfläche ist verglast. Mit besonderer Sorgfalt wurde die Wahl des Dachmaterials vorgenommen. Da die verzinkten Wellbleche erfahrungsgemäß in Bahnsteighallen einer starken Zerstörung ausgesetzt sind, wurden, nachdem für Aluminium und Blei keine genügenden Erfahrungen vorlagen, Versuche mit Beton- und Bimsbetonplatten angestellt. Für Hallen von solch großen Abmessungen erschienen diese Baustoffe aber doch zu schwer. Man hat sich nun zu einer Abdeckung aus künstlichem Schiefer auf Holzschalung entschlossen.

Die Vollendung der Halle, die insgesamt 66500 m^2 überdecken soll, ist im Jahr 1929 zu erwarten.

R.

(Riv. tecn. d. Ferr. Ital. 1927, Nr. 6.)

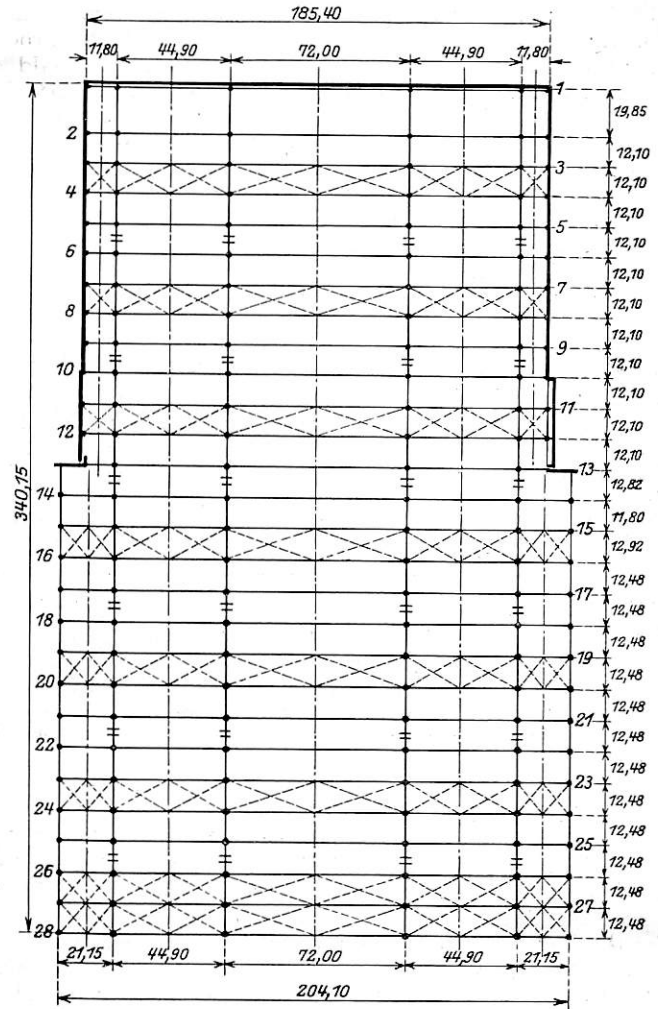


Abb. 2. Plan der Windverbände.

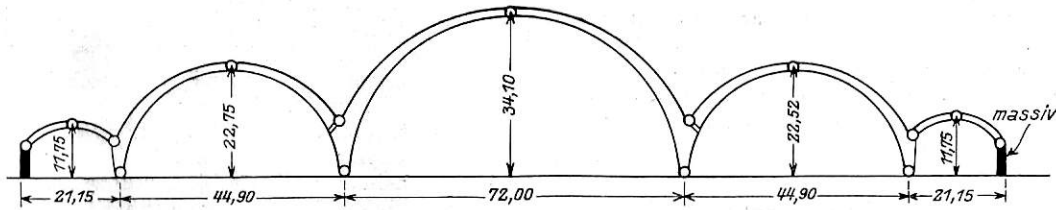


Abb. 1. Querschnitt der neuen Bahnhofhalle in Mailand.

Buchbesprechungen.

Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 10. Auflage, Schwachstromausgabe, herausgegeben von K. Strecker. Verlag Julius Springer, Berlin. Preis *R.M.* 42,—.

Der I. Teil des Buches mit der Überschrift „Allgemeine Hilfsmittel“ behandelt in der Hauptsache die mathematischen und physikalischen Hilfsmittel der Fernmeldetechnik; im II. Teil des Buches „Elektrische Meßkunde“ wird auf die elektrischen Meßverfahren und Meßvorrichtungen sowie die technischen Messungen eingegangen; der Hauptteil „Schwachstromtechnik“ zerfällt in sieben Unterabschnitte, von denen der erste die Stromversorgungsanlagen behandelt, der zweite die Erzeugung elektrischer Schwingungen, der dritte die Fernmeldeleitungen, der vierte die Telegraphie, der fünfte das Fernsprechwesen, der sechste verschiedene Sondergebiete des Fernmeldewesens, darunter die Eisenbahntelegraphie und das Eisenbahnsignalwesen, der letzte Abschnitt handelt vom Funkwesen.

In knapper, klarer Darstellung sind die verschiedenen Gebiete des Fernmeldewesens bearbeitet. Die Ergebnisse der letzten wissenschaftlichen Untersuchungen und die neuesten

Fortschritte der Technik sind berücksichtigt. Die Fernmeldeeinrichtungen werden nicht nur beschrieben, sondern Schaltungen und Betriebsweisen werden auch kritisch betrachtet. Von großem Vorteil sind die ausführlichen Quellennachweise der in- und ausländischen Literatur. Für den Eisenbahnbeamten, der mit der Fernmeldetechnik zu tun hat, erscheint das Buch als ein unentbehrliches Hilfsbuch.

Der hohe Wert des einzigartigen, vortrefflichen Buches möge durch folgende Ausführungen in keiner Weise beeinträchtigt werden. Zur Vervollständigung des Werkes dürfte es sich vielleicht empfehlen bei einer Neuauflage in dem Abschnitt „Freileitungsbau“ auch auf die bayerischen Verhältnisse einzugehen; der IV. Abschnitt „Telegraphie“ dürfte durch eine Abhandlung über die Stromstoß- und die Stromstoßunterlagerungstelegraphie zu ergänzen sein und bei dem Kapitel „Verstärker“ wären als Fortentwicklung der Schmurverstärker die automatischen Verstärker zu erwähnen.

Das Eisenbahnfernmeldewesen im Abschnitt VI ist etwas stiefmütterlich behandelt. Nachdem Ausführungen über Strecken-

fernsprecher älterer Bauart gebracht wurden, wäre auch der neue Streckenfernsprecher (Einheitsfernsprecher), der im gesamten Reichsbahngebiet zur Verwendung kommt, anzuführen. Die Entwicklung der Selbstanschlußtechnik bei der Reichsbahn, die sich infolge der Eisenbahnbetriebsbedürfnisse vielfach von der Selbstanschlußtechnik der Reichspost unterscheidet, ist nicht berücksichtigt worden; in diesem Zusammenhang dürften die Selbstanschlußbezirks-(Linien-)Fernsprecher, die Gleich- und insbesondere die Wechselstromfernwahl u. a. m. zu erwähnen sein. Leider ist auch nichts über die Umwälzungen auf dem Gebiet des Reichsbahnfernmeldewesens zu finden, die durch die Elektrisierung der Bahnen verursacht worden sind. — Bei der großen Bedeutung der Zugbeeinflussungseinrichtungen erscheint es angezeigt, auf diese Anlagen beim „Eisenbahnsignalwesen“ näher einzugehen.
Dobmaier.

Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik von Dr. Ing. Otto Mohr, Wirkl. Geh. Rat und Professor. — Dritte erweiterte Auflage. Herausgegeben von Dr. Ing. K. Beyer, o. Professor an der Technischen Hochschule Dresden und H. Spangenberg, o. Professor an der Technischen Hochschule München. — Berlin 1928. Verlag von W. Ernst und Sohn. 622 Seiten mit 528 Textabb. Geh. *R.M.* 30.—. In Leinen, geb. *R.M.* 33.—.

Zur Jahrhundertfeier der Technischen Hochschule Dresden hat im Verein mit Professor Dr. Ing. K. Beyer, Otto Mohrs treuer Schüler Professor H. Spangenberg, dessen „Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik“ neu herausgegeben. Das vom Verlage geschmackvoll ausgestattete Buch enthält 16 in sich geschlossene Abhandlungen. Diese sind so geordnet, daß jede nur vorhergegangenes voraussetzt; Wiederholungen sind möglichst vermieden und nur auf kurze Hinweise beschränkt. Das Werk erscheint somit auch als geschlossenes Ganzes. Das Buch ist in erster Linie nicht als eigentliches Lehrbuch, sondern als Quellenwerk für tiefer Schürfende gedacht. Es wurden deshalb die Arbeiten Mohrs im wesentlichen unverändert übernommen und nur den einzelnen Abschnitten Angaben über die einschlägige neuere Literatur beigegeben. Am Schlusse des Abschnittes V. über die Ursache des Bruches eines Materials hat K. Beyer einen längeren Zusatz über die weitere Entwicklung dieser Frage angefügt. Zwei Abhandlungen die erst nach Drucklegung der von Mohr noch selbst besorgten zweiten Auflage verfaßt sind, sind als Nr. XIIIa und XIIIa neu aufgenommen worden.

Der Inhalt läßt sich in kurzen Worten wie folgt skizzieren: Ausgehend vom Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten wird zunächst die Analogie zwischen Schubgeschwindigkeiten und statischen Momenten nachgewiesen und die sich ergebenden Folgerungen gezogen. Auf dieser Grundlage werden die Hauptprobleme der graphischen Statik besprochen. Daran schließt sich ein Kapitel über die Geometrie der Massen, in dem vor allem die Theorie des Mohrschen Trägheitskreises niedergelegt ist. Im vierten Abschnitt wird der Faden dann nochmals aufgenommen und das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten auf die Kinetik angewandt. Für den Statiker ist hier besonders der erste Teil mit der Ableitung des Verschiebungsplanes wichtig. Die folgenden vier Abhandlungen sind dem Spannungszustand gewidmet, der zunächst allgemein, dann unter Berücksichtigung der aufgehobenen Kohäsion und Elastizität als Erddruck und weiterhin für die bestimmten Fälle des prismatischen Balkens und der Stauwand besprochen wird. Die nächsten beiden Abschnitte befassen sich beide mit der elastischen Linie und dem durchlaufenden Träger. Auf eine kurze Ableitung der graphischen Berechnung der vollwandigen Bogenträger folgen eine Reihe ausführlicher Abhandlungen über die Theorie der Fachwerke, in denen dieser Stoff nahezu erschöpft wird.

Von großem Wert ist es, daß die zahlreichen Beispiele nicht nur die allgemeinen Fälle, sondern meist auch die Grenz- und Sonderfälle behandeln.

Das Werk muß allen Bauingenieuren wärmstens empfohlen werden, da es nicht nur grundlegende statische Kenntnisse vermittelt, sondern auch ein beredtes Zeugnis gibt von dem großen Geist unseres Lehrmeisters Otto Mohr. Spangenberg.

„**Mechanische Schwingungen**“ von Oberingenieur Dr. Ing. J. Geiger. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1927. Preis *R.M.* 24.—.

Das Werk behandelt ausführlich die Schwingungsvorgänge der Mechanik. Die Berechnungen der Biegungseigenfrequenzen von Dampfturbinenfundamenten, der Eigenfrequenzen eines federnd unterstützten starren Körpers, insbesondere eines Fahrzeuges usw. sind nicht nur für den Maschineningenieur, sondern auch für den Bauingenieur von besonderer Bedeutung. Der Verfasser hat auch die Theorie der Schwingungsmeßapparate eingehend behandelt und die wichtigeren Meßapparate beschrieben.

Das Werk, das die reichen Erfahrungen des Verfassers auf dem Gebiete der Schwingungsmessungen erkennen läßt und wohl zu den besten Werken dieses Fachgebietes gehört, wird für viele Fachleute eine reiche Fundgrube vorzüglicher Beratung bilden.
Sorger.

Magg: „**Dieselmotoren**“ V. D. I. Verlag Berlin. Preis *R.M.* 26.—.

Das Werk, das 276 Textseiten, 355 Abbildungen und neun Tafeln umfaßt, kann in der in den letzten Jahren ziemlich umfangreich gewordenen Literatur über Dieselmotoren unzweifelhaft in die erste Reihe gestellt werden.

Überall klar und leicht verständlich geschrieben und mit vorzüglichen Schnittzeichnungen und sonstigen Abbildungen ausgestattet, zerfällt es in drei Abteilungen: Grundlagen, Bauarten und Sonderprobleme.

In den Grundlagen behandelt der Verfasser zunächst in wohlthuender gedrängter Kürze die Entstehung des Dieselmotors, wobei seiner freimütigen Stellungnahme, trotzdem es sich hier um ein noch umstrittenes Gebiet handelt, restlos beizustimmen ist.

Ein weiterer gerade für den Betriebsmann besonders wichtiger Artikel dieses Abschnittes ist der Wirtschaftlichkeit gewidmet.

Besondere Beachtung verdient der Abschnitt „Bauarten“. Für alle praktisch vorkommenden Bauarten: Viertakt, Zweitakt, einfach und doppeltwirkend, stehend und liegend, Langsam- und Schnellläufer, ortsfeste, Schiffs- und Landfahrzeugmaschinen finden sich Beschreibungen von ausgeführten bewährten Typen und was ganz besonders wichtig ist, eine reiche Anzahl durchaus klarer übersichtlicher, aber doch sämtliche wichtige Einzelheiten bringender Schnittzeichnungen der besten Typen der führenden Werke.

Auch dem zukunftsreichen Gebiet der Diesellokomotive und des Motortriebwagens sind zwölf Seiten mit mehreren Abbildungen gewidmet. Wenn sich hierbei der Verfasser im wesentlichen auf den Motor selbst beschränkt, so erscheint das angesichts der Tatsache, daß z. B. die Frage der Kraftübertragung noch umstritten ist, wohl verständlich. Immerhin dürfte es sich angesichts der offenkundig zunehmenden Bedeutung der Diesellokomotive wie allgemein der Dieselschienenfahrzeuge und der bisher damit erzielten praktischen Erfolge doch empfehlen, dieses Gebiet in einer Neuauflage etwas ausführlicher zu behandeln.

Der letzte Teil des Werkes ist „Sonderprobleme“ gewidmet. Damit soll allerdings nicht gesagt sein, daß hierin alle oder auch nur alle wichtigen Sonderprobleme behandelt wären. Der Verfasser hat eine Auswahl getroffen, die sich auf thermodynamische Fragen beschränkt. Er behandelt insbesondere den Auspuff-, Spül- und Ladevorgang, das Aufladeverfahren und die Abgasturbine. Es wäre für eine Neuauflage erwägenswert, die anderen ebenfalls sehr bedeutenden Sonderfragen auch zu behandeln oder, um das Werk nicht zu umfangreich werden zu lassen, ein ausführliches Verzeichnis über die einschlägige Literatur zu bringen.

Am Schlusse ist dem Buche noch ein Literaturnachweis beigelegt, der in dankenswerter Weise eine freimütige und objektive Kritik der bisher erschienenen Werke über Dieselmotoren usw. bringt.

Alles in allem genommen kann das Werk jedermann, der sich für Dieselmotoren interessiert, dem Studierenden wie dem Konstrukteur und Betriebsmann und nicht zuletzt dem Eisenbahnfachmann, der sich in das Gebiet der Dieselmotoren einarbeiten will, wärmstens empfohlen werden. O. Geiger.