

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

89. Jahrgang

1. Februar 1934

Heft 3

Betriebstechnische Untersuchungen der freien Strecke.

Von Dr.-Ing. Wilhelm Müller, ord. Professor an der Technischen Hochschule Berlin.

Hierzu Tafel 4.

In Heft 11, Jahrgang 1933 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. ist im Aufsatz „Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen flachgeneigter Bahnhöfe“ ein Verfahren zur Ermittlung der Zugbewegungen angegeben worden. Dieses Verfahren der Fahrzeitermittlung und seine Anwendung auf die freie Strecke bildet die Grundlage der folgenden betriebstechnischen Untersuchungen.

Die Fahrzeitermittlung eines Zuges liefert zugleich mit der Ermittlung des Betriebsstoffverbrauchs, der indizierten Lokomotivarbeit, der Luftpump- und Bremsklotzarbeit eine Grundlage zur Bestimmung der Zugförderungskosten und damit des wirtschaftlichsten Leitungsweges der Güterzüge. Weiterhin liefert die Fahrzeitermittlung zweier Züge mit der Signal- und Blockbedienung in Verbindung gebracht die kleinsten Zeiten, in denen die Züge einander folgen dürfen (Vorsprungszeiten). Man erhält somit eine Grundlage für die Aufstellung und die Durchführung des Fahrplans und daher für die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Strecken. Auch die günstigste Austeilung der Blockstrecken kann nach diesen Ermittlungen erfolgen.

Die vorgenannten Untersuchungen bauen sich auf den planmäßigen Fahrzeiten auf. Bei Abweichungen von Plan und Regel, besonders bei verspäteter Abfahrt, beim Befahren von Langsamfahrstrecken oder durch außerplanmäßiges Halten vor Signalen treten Verspätungen auf, die durch Anwendung der kürzesten Fahrzeiten nach Möglichkeit wieder eingeholt werden sollen. Es ist deshalb für die Durchführung des Betriebes einer Strecke, z. B. bei Bauarbeiten, eine Dienstanweisung aufzustellen und hierbei zu untersuchen, auf welcher Fahrstrecke diese Verspätung wieder eingeholt oder wie weit bei einer gegebenen Strecke der Zeitverlust wieder eingefahren werden kann.

Besonders empfindliche Stellen der freien Strecke sind die Anlaufsteigungen, vor allem, wenn Züge an deren Fuß vor einem Signal zum Halten gekommen sind. Hier liegt die Gefahr vor, daß der Zug nach dem Wiederanfahren auf der Anlauframpe zum Stehen kommt. Die Anlaufsteigung ist daher so zu bemessen, daß der eben geschilderte Fall nicht eintritt.

Für die vorstehend angedeuteten Untersuchungen der freien Strecke sollen nachstehend Methoden entwickelt werden.

A. Vergleich der Leitungswege zweier Güterzüge.

Nach folgendem Beispiel führt der Leitungsweg für den durchgehenden Güterverkehr aus einem Kohlengbiet S nach einer Großstadt D über Ar, wo die Lokomotive umsetzen muß. Nach Abb. 1 kann der Fahrweg S—D verkürzt und das Umsetzen der Lokomotive vermieden werden, wenn die jetzt in Schw endigende Bahnlinie Kl—Schw bis Wie zur Einmündung in die Linie Ar—S verlängert wird. Die Länge der eingleisigen Neubaustrecke beträgt 12,12 km, die zu überwindende Höhe ist 11,75 m. Die Streckenlängen der ganzen Linie

S—D	über Ar	über Schw
insgesamt	81 km	69 km

Die unterschiedlichen Teilstrecken Wie—Kl 53,87 km 41,7 km
Ersparnis. 12,17 km.

Die Linie Kl—Schw hat Krümmungen bis $r = 300$ m und als größte Steigung $s = 16,7\text{‰}$, die Neubaustrecke nur $s = 1,85\text{‰}$. Die Linie über Ar hat Krümmungen mit $r = 450$ m und als größte Steigung $s = 10\text{‰}$.

Der durchgehende Güterzugverkehr S—D besteht hauptsächlich aus Kohlenzügen und aus den rücklaufenden Leerwagenzügen.

Für die Bauwürdigkeit der Neubaustrecke Schw—Wie ist zunächst durch Ermittlung der Zugförderkosten die Frage zu beantworten, ob die kürzere Linie auch zugleich der wirtschaftlichere Leitungsweg ist.

Die Zugförderkosten setzen sich aus Kostenanteilen zusammen, die folgenden Gruppen angehören: 1. Lokomotivkosten einschließlich Betriebsstoffkosten, 2. Wagenkosten, 3. Zugpersonalkosten, 4. Oberbaukosten.

Zur Vorkalkulation sind für diese Kostenanteile Gleichungen aufgestellt (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, Heft 21 und 22, sowie Dienstvorschrift für die Berechnung der Kosten einer Zugfahrt „Zuko“), die den Aufbau $K = S_k \cdot A$ (R/M) haben. A ist der Aufwand an Fahrweg, Fahrzeit und Aufenthaltszeit, an Betriebsstoff, indizierter Lokomotivarbeit, an Arbeit des Getriebewiderstandes oder der Klotzbremsen. Diese Werte seien die Verbrauchswerte genannt. S_k ist der statistisch oder durch Versuche ermittelte Kostenmaßstab, bezogen auf die Einheit des zugehörigen Verbrauchswertes. Die von der Zugförderung abhängigen Verbrauchswerte bauen sich auf den Grundwerten auf, die 1. durch die Strecke, 2. durch die Fahrzeuge und 3. durch die Betriebsweise bedingt sind.

Für den wirtschaftlichen Vergleich der beiden unterschiedlichen Strecken sind daher zu ermitteln: I. Die Grundwerte, II. Die Verbrauchswerte, III. Die Zugförderungskosten.

I. Die Grundwerte.

a) Das Längenprofil.

Als Unterlagen dienen die Längenprofile und das Kurvenband. Um die Arbeiten ohne Schaden der Genauigkeit zu verringern, kann man innerhalb der unten angegebenen Grenzen die Neigungen und die Krümmungswiderstände zu einem mittleren Streckenwiderstand

$$s_m = (s_1 \cdot l_1 + s_2 \cdot l_2 + \dots) : \Sigma l \text{‰}$$

vereinigen. Hier sind l die Längen der einzelnen Neigungsstrecken, Σl deren Summe, s_1, s_2, \dots sind die Neigungen einschließlich des Krümmungswiderstandes $w_r = 650 : (r - 55) \text{‰}$, der auf der Krümmungstrecke l_r zu den Steigungen zu addieren und von den Gefällen abzuziehen ist, um die Streckenwiderstände $s \text{‰}$ zu erhalten. Halbmesser $r \geq 600$ m und Krüm-

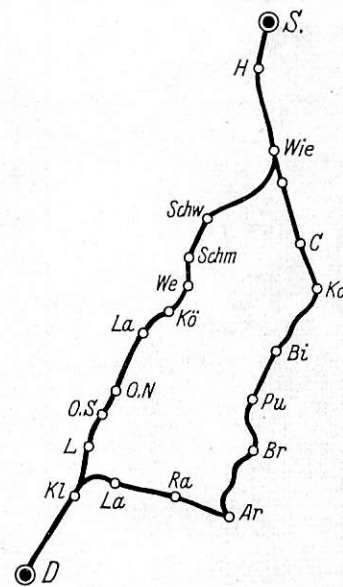


Abb. 1.

mungsstrecken $l_r \leq 300$ m sind zu vernachlässigen. Benachbarte Neigungsstrecken dürfen zusammengefaßt werden auf Längen bis zu 5 km, wenn der Unterschied des kleinsten und größten Streckenwiderstandes $2,5\text{‰}$ nicht übersteigt. Abgesehen von Anfahrstrecken sind bei Gipfel- und Kehlwaagerechten die benachbarten Neigungen bis zu ihrem Schnitt zu verlängern. Gefälle von mehr als 2‰ sind nur unter sich zusammenzufassen, also nicht mit schwächeren Gefällen oder Steigungen. Strecken mit Geschwindigkeitsbeschränkungen sind zu kennzeichnen. Hiernach ist das Längenprofil für die Fahrzeitermittlung schematisch (Taf. 4, Abb. 1) aufzutragen. Darüber ist die Kilometrierung, darunter sind die Bahnhöfe und Blockstellen einzuschreiben. Bei Rechtsbetrieb sind darunter die Signale und die sogenannten Verbrauchstreifen für die Fahrrichtung links-rechts einzutragen, oberhalb des Längenprofils die für die Gegenrichtung.

b) Die Lokomotivgattung.

Als Unterlagen dienen die Lokomotivleistungstafeln (Abb. 2). Im vorliegenden Beispiel ist für beide Strecken die

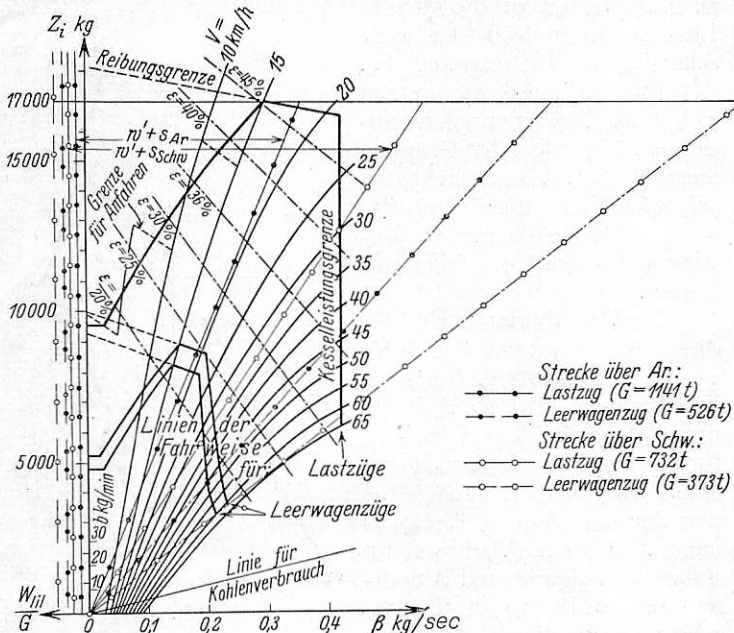


Abb. 2.

gleiche Lokomotivgattung gewählt G 56.16 (G 12 pr) mit dem Betriebsdienstgewicht einschließlich Tender $G_1 = 141$ t, dem Reibungsgewicht $G_{12} = 82,5$ t, der Rostfläche $R = 3,9$ m². (Heizwert der Kohle 6800 k Cal.)

1. Lokomotivwiderstand auf gerader waagerechter Bahn bei Fahrt ohne Kraftverbrauch (siehe 1933, Heft 11, Seite 219)

$$W_1' = W_{III} + c_{11} \cdot G_1 + c_{12} \cdot G_{12} + c_{14} \left(\frac{V}{10}\right)^2 \text{ kg.}$$

W_{III} ist der Widerstand der Lokomotive aus Maschinenreibung und Luftwiderstand in den Zylindern bei Fahrt ohne Dampf; hier ist $W_{III} = 770$ kg. Gewicht von Lokomotive + Tender auf den Laufachsen $G_{11} = G_1 - G_{12} = 141 - 82,5 = 58,5$ t, $c_{11} = 2,5$ kg/t, $c_{12} = 9,4$ kg/t bei 5 gekuppelten Achsen und 3 Zyl., $c_{14} = 6$ daher

$$W_1' = 770 + 2,5 \cdot 58,5 + 9,4 \cdot 82,5 + 6 \left(\frac{V}{10}\right)^2 = 1691,75 + 6 (V:10)^2 \text{ kg.}$$

2. Lokomotivwiderstand auf gerader waagerechter Bahn bei Fahrt mit Kraftverbrauch $W_1 = W_1' + c_{13} \cdot Z_i - W_{III}$ kg, wo $c_{13} = 0,04$ und Z_i die indizierte Zugkraft aus der Lokomotivleistungstafel ist. Die Zugkraft am Triebbradumfang ist $Z_t = (1 - c_{13}) Z_i$ kg.

c) Wagenzuggewichte.

Das größte Wagenzuggewicht ist dasjenige, das von der Reibungszugkraft Z_{tr} auf der maßgebenden Steigung (einschließlich Krümmungswiderstand) $s_{ma}\text{‰}$ mit der Übergangsgeschwindigkeit $V_{\bar{u}}$ von der Reibungs- zur Kesselzugkraft gefahren werden kann. Es ist $Z_{tr} = Z_{ir} (1 - c_{13})$ kg und dann das Wagenzuggewicht

$$G_w = \frac{Z_{ir} (1 - c_{13}) - W_1' + W_{III} - G_1 \cdot s_{ma}}{s_{ma} + w_w} \text{ t.}$$

Hier sind die Werte W_1' und w_w für $V_{\bar{u}} = 15$ km/h zu ermitteln, wobei $w_w = 2 + (0,007 + m) \cdot (V:10)^2$ kg/t = Widerstand für 1 t Wagenzuggewicht, $m = 0,05$ für gewöhnliche Güterzüge, $m = 0,04$ für Eilgüterzüge, $m = 0,025$ für Rohgutzüge und $m = 0,1$ für Leerwagenzüge.

1. Strecke über Ar.

Größte Steigung 10‰ , hierzu Krümmungswiderstand für $r = 450$ m mit $w_r = 1,65\text{‰}$ also $s_{ma} = 10 + 1,65 = 11,65\text{‰}$. Bei $V_{\bar{u}} = 15$ km/h ist $Z_{tr} = Z_{ir} (1 - c_{13}) = 17000 \cdot 0,96 = 16320$ kg.

$$W_1' = 1691,75 + 6 (15:10)^2 = 1705 \text{ kg,}$$

$$w_w = 2 + (0,007 + 0,025) (15:10)^2 = 2,07 \text{ kg/t,}$$

dann ist

$$G_w = \frac{16320 - 1705 + 770 - 141 \cdot 11,65}{11,65 + 2,07} = 1000 \text{ t}$$

Packwagen 16 t, restliches Wagenzuggewicht $1000 - 16 = 984$ t. Bei durchschnittlich 9 t Eigengewicht eines Wagens und 15 t Last ist die Wagenzahl $984:(9 + 15) = 41$ Wagen.

Hiernach Wagenzuggewicht des Leerwagenzuges $G_{w1} = 41 \cdot 9 + 16 = 385$.

Zuggewichte: Lastzug $G = G_1 + G_w = 141 + 1000 = 1141$ t
 Leerwagenzug $G = 141 + 385 = 526$ t.

2. Strecke über Schw.

Größte Steigung $16,7\text{‰}$, hierzu Krümmungswiderstand für $r = 300$ m mit $w_r = 2,65\text{‰}$ also $s_{ma} = 16,7 + 2,65 = 19,35\text{‰}$. Im Längenprofil ist für die Fahrzeitermittlung die maßgebende Steigung mit benachbarten Steigungen zu einem mittleren $s_m = 18,1\text{‰}$ zusammengefaßt. Das Wagenzuggewicht ist aber für $s_{ma} = 19,35\text{‰}$ ermittelt.

$$G_w = \frac{16320 - 1705 + 770 - 141 \cdot 19,35}{19,35 + 2,07} = 591 \text{ t,}$$

ohne Packwagen ist Wagenzuggewicht $591 - 16 = 575$ t, Wagenzahl $575:24 = 24$ Wagen. Wagenzuggewicht des Leerwagenzuges $G_{w1} = 24 \cdot 9 + 16 = 232$ t.

Zuggewichte: Lastzug $G = 141 + 591 = 732$ t
 Leerwagenzug $G = 141 + 232 = 373$ t
 Zuglänge: $(48 + 2) 4,5 + 20 = 250$ m.

d) Fahrweisen.

Die Fahrweisen sind in den Lokomotivleistungstafeln durch stärkere Linien zu kennzeichnen. Im Gegensatz zu den Untersuchungen der schienenfreien Kreuzungen auf Bahnhöfen (s. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 11, Seite 221) könnte hier, wo es sich um längere Fahrzeiten handelt, die Ermittlung der Bewegung gleich mit der vollen Reibungszugkraft begonnen werden. Es braucht daher hier nicht das allmähliche Vorverlegen der Steuerung berücksichtigt zu werden (vergl. Glasers Ann. 1928, Dezemberheft, Nordmann). Für die Lastzüge gilt als Linie der Fahrweise die Grenzlinie der Kesselleistung. Für die Leerwagenzüge wird im vorliegenden Beispiel die Fahrweise unter der Voraussetzung festgelegt, daß sie unter Dampf mit denselben Fahrzeiten gefahren werden, wie die Lastzüge. Die Ermittlung wird später gezeigt.

Regelmäßige Leerwagenzugverbindungen werden jedoch meist schneller gefahren.

e) Begrenzung der Fahrgeschwindigkeiten.

Für beide Strecken ist die Höchstgeschwindigkeit bei planmäßigen Fahrzeiten $V_h = 60$ km/h. Geschwindigkeits-einschränkungen sind im Fahrzeitstreifen durch eine -----Linie mit Geschwindigkeitsangabe gekennzeichnet (Taf. 4, Abb. 2c).

f) Bremsprozent.

Die Güterzüge haben durchgehende Bremsen. Da die Strecke S—D ohne Wechsel in der Bremsbesetzung gefahren wird, ist die ganze Strecke für die Bestimmung der Bremsprozent maßgebend. Bremsprozent $b_r = 100 G_b : G_w$. Es ist G_b das im Wagenzuggewicht enthaltene abbrembare Gewicht (Bremsgewicht). Nach den bestehenden Vorschriften zur Feststellung der Bremsprozent sind für die Lastzüge auf beiden Strecken $b_r = 41\%$ erforderlich. Hierfür ist maßgebend die Gefällfahrt Kl—D mit $s = 18,0\text{‰}$ bei $V = 50$ km/h. Die Leerwagenzüge haben dieselben Bremsprozent. Die bei kürzester Fahrzeit von 60 auf 65 km/h erhöhte Höchstgeschwindigkeit darf nur dann erreicht werden, wenn die vorhandenen Bremsprozent es zulassen.

g) Halten der Züge.

Ein Betriebsaufenthalt für die durchgehenden Güterzüge S—D und umgekehrt ist vorgesehen auf der bisherigen Strecke in Ar und auf der neuen Strecke in Wie und Kö, in der Gegenrichtung in Kl und Kö.

II. Die Ermittlung der Verbrauchswerte.

Die Verbrauchswerte umfassen

- a) die Fahr- und Aufenthaltszeiten einschließlich des Zeitaufwandes für Vorbereitung und Abschluß,
- b) den Brennstoffverbrauch,
- c) die indizierte Lokomotivarbeit und die Arbeit des Getriebewiderstandes der Lokomotive bei geschlossenem Regler,
- d) die Bremsarbeit der Klotzbremsen.

Die Ermittlung der Verbrauchswerte geschieht nach einem zeichnerischen Verfahren, das an Stelle der nach der „Zuko“ durchzuführenden Berechnungen mittels Streckentafel, Lokomotivtafel und Berechnungsblättern tritt. Bei diesem Verfahren des Verfassers werden die einzelnen zeichnerisch ermittelten Verbrauchswerte in sehr übersichtlicher Weise zu „Verbrauchsstreifen“ zusammengefaßt und sind nach Vergleichsrechnungen ebenso genau und vollständig. Außer den in Heft 11, 1933 gezeigten Vorteilen des Fahrzeitstreifens, gewinnt man noch den, daß man ihn hier unmittelbar mit den Signalen der Strecke in Verbindung bringen kann, ein Vorteil, der besonders bei den Untersuchungen der folgenden Abschnitte wertvoll ist.

a) Fahrzeitermittlung.

Das Verfahren der Fahrzeitermittlung ist bereits im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 11, Seite 219 bekanntgegeben worden, so daß hier nur seine Anwendung auf das Beispiel zu beschreiben ist.

1. Berechnung des Maßstabes der Geschwindigkeitsachse.

Als Längenmaßstab wählt man zweckmäßig 1:25000 oder 1 km = 40 mm. Das ist der Maßstab der Meßtischblätter, so daß sich die Fahrzeiten auch in die Bahnlängen der Meßtischblätter eintragen lassen. Der Hauptgrund für diesen Maßstab ist die Verbindung des Fahrzeitstreifens mit den Signalen der Strecke, die sich bei 1:25000 noch klar und genau darstellen lassen.

Als Zeitintervall ist $\Delta t = 1$ min gewählt, da ja auch die Minute die Einheit des Fahrplans ist. Nur beim Anfahren der Dampfzüge und wenn beim Übergang von einer Neigung zur anderen der Weg für eine Minute zu stark über den Neigungsknick übergreift, verwendet man $\Delta t : 2 = 0,5$ min (zweckmäßig zweimal hintereinander, um die Strecke möglichst auf volle Minuten auszuteilen). An dem Geschwindigkeitsmaßstab der V-Achse ändert sich hierdurch nichts. Es ist lediglich der halbe Zeitwinkel einzutragen und der Weg für eine Minute zu halbieren.

Wählt man $\Delta t = 1$ Min. = 1 : 60 h und als Streckenmaßstab 1 km = 40 mm, und soll ferner der Weg in einem Zeitintervall 1 km betragen, so hat der Zug die Geschwindigkeit $V' = 1 \text{ km} : \frac{1}{60} \text{ h} = 60 \text{ km/h}$. V' ist in der Zeichnung durch 40 mm, den Maßstab für 1 km Weg, darzustellen. Der Geschwindigkeitsmaßstab ist dann $1 \text{ km/h} = 40 : 60 = 0,667 \text{ mm}$.

2. Aufzeichnen der w'-Linie (Fahrt ohne Kraftverbrauch).

Der Laufwiderstand je t Zuggewicht G ist

$$w' = \frac{W_1' + G_w \cdot w_w}{G}$$

Die Werte w' werden für verschiedene Geschwindigkeiten unterhalb der V-Achse in Taf. 4, Abb. 2a zur w' -Linie aufgetragen. Der Kräftemaßstab ist $w' = 1\text{‰} = 5 \text{ mm}$.

Zur Berechnung der w' -Werte ist hier für alle Züge $W_1' = 1691,75 + 6 (V:10)^2$. Für den Lastzug über Ar mit $G_w = 1000 \text{ t}$ und $G = 1141 \text{ t}$ ist $w_w = 2 + 0,032 (V:10)^2 \text{ kg/t}$, für den Leerwagenzug über Ar mit $G_w = 385 \text{ t}$ $G = 526 \text{ t}$ ist $w_w = 2 + 0,107 (V:10)^2$. Für die Strecke über Schw ist beim Lastzug $G_w = 591 \text{ t}$ und $G = 732 \text{ t}$, für den Leerwagenzug $G_w = 232 \text{ t}$ und $G = 373 \text{ t}$. Die Gleichungen für w_w sind dieselben wie vorstehend.

3. Aufzeichnen der Fahrkraftlinien (Taf. 4, Abb. 2a).

Um aus der Lokomotivleistungstafel (Abb. 2) die Ordinaten der Fahrkraftlinien abzugreifen ist links der Z_i -Achse im Kräftemaßstab $W_{III} : G \text{ kg/t}$ abzusetzen und eine Senkrechte zu ziehen. Rechts der Z_i -Achse ist z. B. für $Z_i = 17000 \text{ kg}$ im gleichen Maßstab $Z_i (1 - c_{13}) : G$ anzutragen und den Endpunkt mit $Z_i = 0$ zu verbinden. Die waagerechten Abstände zwischen Senkrechten und Strahl in denselben Höhen, wie die Schnittpunkte der Z_i -Kurven gleicher Geschwindigkeiten mit der Linie der Fahrweise, sind die $(s + w')$ -Werte. Diese setzt man in den gleichen Geschwindigkeiten von der w' -Linie nach oben zur Aufzeichnung der Fahrkraftlinie ab.

Für $Z_i = 17000 \text{ kg}$, $c_{13} = 0,04$, $W_{III} = 770 \text{ kg}$ ist bei

G t	1141	526	732	373
$Z_i (1 - c_{13}) : G \text{ kg/t}$	14,3	31,0	22,25	43,7
$W_{III} : G$ „	0,67	1,46	1,05	2,06

Wenn Strecken in der Waagerechten oder auf geringen Neigungen mit Dampf befahren werden und die zulässige Höchstgeschwindigkeit erreicht ist, so ist die Z_i -Kurve für diese Höchstgeschwindigkeit die Linie der Fahrweise. Man kann dann aus dem Fahrkraftdiagramm $s + w'$ abgreifen, diese Strecke in der Lokomotivleistungstafel zwischen Strahl und Senkrechten waagerecht übertragen und die verminderte Zugkraft Z_i ablesen.

Soll, wie unter I d, der Leerwagenzug unter Dampf dieselben Fahrzeiten haben wie der Lastzug, so muß er auch dieselben $(s + w')$ -Werte haben. Die Linie der Fahrweise des Leerwagenzuges erhält man dann, wenn man für dieselben Geschwindigkeiten die Ordinaten $s + w'$ zwischen Fahrkraft- und w' -Linie entnimmt und in der Lokomotivleistungstafel

waagrecht zwischen der Senkrechten für $W_{III}:G$ und dem Strahl für $Z_I(1-c_{13}):G$ absetzt; dann ergeben die Schnitte dieser Waagerechten mit den Z_I -Kurven gleicher Geschwindigkeiten die entsprechenden Punkte der Linie der Fahrweise des Leerwagenzuges.

4. Aufzeichnen des Zeitwinkels (Taf. 4, Abb. 2 b).

Das konstante Verhältnis $\frac{1}{2}\Delta V:p = \frac{\Delta t \cdot 3,6 \cdot g}{2 \cdot 1000 \cdot \rho}$ für $\Delta t = 1 \text{ Min.} = 60 \text{ Sek.}$ und für $\rho = 1,09$, einem Faktor, der bei Dampfzügen die umdrehenden Massen, sowie die Formänderungsarbeit in Zug- und Druckfedern bei Geschwindigkeitsänderungen berücksichtigt, ist $\frac{1}{2}\Delta V:p = \frac{60 \cdot 3,6 \cdot g}{2 \cdot 1000 \cdot 1,09} = 1:1,03$. Mit dem berechneten Maßstab $V = 1 \text{ km/h} = 0,667 \text{ mm}$ und dem gewählten Krätemaßstab $p = s = w = 1 \text{ kg/t} = 5 \text{ mm}$ ist geometrisch dargestellt $\frac{1}{2}\Delta V:p = \text{tg } \gamma = \frac{1 \cdot 0,667}{1,03 \cdot 5} = 1:7,72$ die Neigung des Zeitwinkels.

5. Die Fehler beim Zeitwinkelverfahren.

Bei stark geneigten Fahrkraftlinien entstehen Fehler bei der Geschwindigkeit und beim Weg. Zur praktischen Beseitigung verwendet man an diesen Teilen der Fahrkraftlinie den halben oder den viertel Zeitwinkel. Durch die Verkleinerungsstrahlen an der V-Achse kann man schnell die entsprechenden Wegstrecken Δl abgreifen und in den Fahrzeitstreifen eintragen.

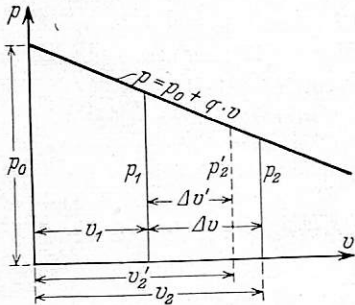


Abb. 3.

1. $a_v = \Delta v' - \Delta v$ und $a_l = \Delta l' - \Delta l$ die Absolutfehler für Geschwindigkeit und Weg und
2. $c_v = \Delta v' : \Delta v$ und $c_l = \Delta l' : \Delta l$ die prozentualen Fehler. Es ist $c_v = (\Delta v' + \Delta v - \Delta v) : \Delta v = 1 + a_v : \Delta v$. Ebenso ist $c_l = 1 + a_l : \Delta l$.

a) Ableitung der genauen Werte $\Delta v'$ und $\Delta l'$.

Die Fahrkraftlinie sei eine Gerade nach der Gleichung 1). $p = p_0 + q \cdot v \text{ kg/t}$ (Abb. 3). q ist die Neigung der Fahrkraftlinie steigend (+ q), fallend ($-q$). Die Beschleunigung $b = p \cdot g : 1000 \rho \text{ m/sec}^2$. Für $\rho = 1,06$ und $g = 9,81$ ist $b = p : 108$. Mit $b = dv : dt$ ist $dt = dv : b = 108 dv : (p_0 + q \cdot v)$, und

$$\int dt = \Delta t = \frac{108}{q} \ln(p_0 + qv) \Big|_{v_1}^{v_2} = \frac{108}{q} \ln \frac{p_0 + qv_2}{p_0 + qv_1} = \frac{108}{q} \ln \frac{p_2'}{p_1} \text{ Sek.},$$

wobei nach Gleichung 1) $p_1 = p_0 + qv_1$ und $p_2' = p_0 + qv_2'$ gesetzt ist. Δt ist das gewählte Zeitintervall, p_2' die genaue Fahrkraft am Ende von Δt . Hiernach ist $p_2' = p_1 \cdot e^{q \cdot \Delta t : 108} \text{ kg/t}$ [Gl. 2)]. Die Werte für $e^{q \cdot \Delta t : 108}$ sind der Hütte 1925, Bd. 1, S. 30 zu entnehmen.

Beim Zeitwinkelverfahren ist $p_2' : p_1 = e^{q \cdot \Delta t : 108}$ konstant.

Es ist der genaue Wert von $v_2' = (p_2' - p_0) : q \text{ m/sec}$ und von $\Delta v' = (p_2' - p_1) : q \text{ m/sec}$ [Gl. 3)].

Der genaue Wert $\Delta l'$ im Zeitintervall Δt wird aus der Gleichung

$$dl = v \cdot dt = v \cdot dv : b = 108 \cdot v \cdot dv : (p_0 + q \cdot v)$$

und

$$\int dl = \Delta l' = \int_{v_1}^{v_2'} \frac{108}{q^2} \left\{ (p_0 + q \cdot v) - p_0 \ln(p_0 + q \cdot v) \right\} \Big|_{v_1}^{v_2'} = \frac{108}{q^2} \left\{ (p_2' - p_1) - p_0 \ln \frac{p_2'}{p_1} \right\} \text{ m.}$$

Mit $p_2' = p_1 \cdot e^{q \cdot \Delta t : 108}$ ist

$$\Delta l' = \frac{108}{q} \left\{ \frac{p_1}{q} (e^{q \cdot \Delta t : 108} - 1) - \frac{p_0 \cdot \Delta t}{108} \right\}$$

oder

$$\Delta l' = \frac{108}{q} \left(\Delta v' - \frac{p_0 \cdot \Delta t}{108} \right) \text{ m [Gl. 4].}$$

b) Ableitung der Näherungswerte Δv und Δl .

Beim Zeitwinkelverfahren ist gegeben: v_1 dazu die Kraft p_1 und das Zeitintervall Δt , gesucht: v_2 dazu p_2 und der Weg Δl während der Zeit Δt . Man nimmt dabei die mittlere Kraft $p_m = (p_1 + p_2) : 2$ und rechnet mit dieser, als ob p_m während Δt gleichmäßig wirkt. Es ist $\Delta v = p_m \cdot \Delta t : 108$ und $\Delta l = v_m \cdot \Delta t$, wo die mittlere Geschwindigkeit $v_m = (p_m - p_0) : q$ ist. Es ist das unbekannte p_2 durch Δt und Δv auszudrücken.

Nach der Abb. 3 ist $p_2 - p_1 = q \cdot \Delta v$, ferner $p_2 + p_1 = 2(p_1 + q \cdot \Delta v) = 2p_1 + q \cdot \Delta v$. Daher wird $\Delta v = p_m \cdot \Delta t : 108 = (2p_1 + q \cdot \Delta v) \cdot \Delta t : 2 \cdot 108$ und hieraus

$$\Delta v = 2p_1 \cdot \Delta t : (216 - q \cdot \Delta t) \text{ m/sec [Gl. 5].}$$

$$\text{Weiterhin ist } p_m = \frac{1}{2} \left(2p_1 + \frac{2q \cdot p_1 \cdot \Delta t}{216 - q \cdot \Delta t} \right) = p_1 \frac{216}{216 - q \cdot \Delta t}$$

und $v_m = (p_m - p_0) : q = \left(p_1 \frac{216}{216 - q \cdot \Delta t} - p_0 \right) : q$ sowie

$$\Delta l = v_m \cdot \Delta t = \left(\frac{p_1 \cdot 216}{216 - q \cdot \Delta t} - p_0 \right) \Delta t : q \text{ [Gl. 6].}$$

c) Die absoluten Fehler a_v und a_l .

$$\text{Es ist } a_v = \Delta v' - \Delta v = \frac{p_1}{q} (e^{q \cdot \Delta t : 108} - 1) - \frac{2p_1 \cdot \Delta t}{216 - q \cdot \Delta t}.$$

Setzt man hierin $\Delta t = \frac{108}{q} \ln \frac{p_2'}{p_1}$ und $\frac{p_2'}{p_1} = e^{q \cdot \Delta t : 108}$ so ist $a_v = \frac{p_1}{q} \left(\frac{p_2'}{p_1} - 1 \right) - \frac{2p_1 \ln \frac{p_2'}{p_1}}{q(2 - \ln \frac{p_2'}{p_1})}$ und weiter zusammengefaßt

$$a_v = \frac{p_1}{q} \left(\frac{p_2'}{p_1} - \frac{2 + \ln \frac{p_2'}{p_1}}{2 - \ln \frac{p_2'}{p_1}} \right).$$

$$\text{Setzt man } p_1 : p_2' = x, \text{ so wird } a_v = \frac{p_1}{q} \left(\frac{1}{x} - \frac{2 - \ln x}{2 + \ln x} \right) \text{ [Gl. 7].}$$

Es ist für $a_l = \Delta l' - \Delta l =$

$$= \frac{108}{q} \left\{ \frac{p_1}{q} (e^{q \cdot \Delta t : 108} - 1) - \frac{p_0 \cdot \Delta t}{108} \right\} - \frac{\Delta t}{q} \left(p_1 \frac{216}{216 - q \cdot \Delta t} - p_0 \right).$$

Mit $e^{q \cdot \Delta t : 108} = \frac{p_2'}{p_1}$ ist nach Auflösen der Klammer mit $\frac{p_1}{p_2'} = x$.

$$a_l = \frac{108 p_1}{q^2} \left(\frac{1}{x} - \frac{2 - \ln x}{2 + \ln x} \right) \text{ m [Gl. 8].}$$

Vergleicht man Gl. 7) mit Gl. 8), so ist: $a_l = a_v \cdot \frac{108}{q}$ [Gl. 8a)].

Die Fehler a_v und a_l sind zwar dimensionsverschieden, aber ihre Absolutwerte sind verhältnisgleich. Zur schnellen Ermittlung kann man $\frac{1}{x} - \frac{2 - \ln x}{2 + \ln x}$ für verschiedene Werte x berechnen und über eine Achse für x auftragen. Bei der Ausrechnung der prozentualen Fehler kann man die Werte Δv und Δl mit dem Zeitwinkel ermitteln.

6. Anfertigung des Fahrzeitstreifens (Taf. 4, Abb. 2 c).

Für die Fahrt mit Kraftverbrauch sind, wie gesagt, die Zeitwinkeldreiecke zwischen der Waagerechten für Neigung $s^0/00$ und der Fahrkraftlinie, für die Fahrt ohne Kraftverbrauch zwischen der w' -Linie und den Waagerechten für die Gefälle einzutragen. Auf letzteren Waagerechten sind auch bei der Fahrt ohne Kraftverbrauch die ΔV -Strecken nach dem vereinfachten Verfahren aneinanderzureihen. Die mit Dampf befahrenen Strecken sind im Fahrzeitstreifen stark auszuzeichnen. Unterhalb des Streifens sind an jedem Neigungswechsel und bei Eintritt der gleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeiten aus dem Fahrkraftdiagramm anzuschreiben. Da im Fahrzeitstreifen außerdem noch die Strecken Δl (für die Wege je Min. = V_m = den mittleren Geschwindigkeiten) durch die Teilstriche markiert sind und an letzteren die Minutenziffern stehen, so

ist der Bewegungsvorgang im Fahrzeitstreifen vollständig dargestellt und eine Nachprüfung der Ermittlung leicht möglich.

Die Durchfahrzeit auf einem Bahnhof oder einer Blockstelle ist durch Interpolieren zu finden. Beim Halten auf einem Bahnhof ist zur Durchfahrzeit der Bremszeitzuschlag hinzuzuzählen, der unter Berücksichtigung der Bremsprozente für Personen- und Güterzüge aus den Abb. 11 und 12, Heft 11, 1933 zu entnehmen ist. Zur Zeit wird bei der Reichsbahn der Bremszeitzuschlag gleich der halben Bremszeit gesetzt, der $\frac{1}{2} t_b = V_e : 2 \cdot 3,6 \cdot 60 \cdot b_r$ Min. ist. Hier ist V_e die Geschwindigkeit beim Bremsbeginn, etwa am Einfahrsignal, $b_r = 0,2 \text{ m/sec}^2$ die Bremsverzögerung für Güterzüge und $b_r = 0,3 \text{ m/sec}^2$ diejenige für Personenzüge.

b) Ermittlung des Kohlenverbrauchs.

1. Kohlenverbrauch B bei Fahrt mit Kraftverbrauch

(Textabb. 7, Taf. 4, Abb. 3 a, b).

In der Lokomotiveleistungstafel zieht man zur Abszissenachse $\beta \text{ kg/sec}$ einen Strahl, dessen Ordinaten den Kohlenverbrauch $b = 60 \cdot \beta \text{ kg/min}$ darstellen. Senkrecht unter den Schnittpunkten der Zugkraftkurven mit der Linie der Fahrweise greift man für die verschiedenen V die Kohlenverbrauchsordinaten b ab und überträgt sie auf eine V -Achse gleichen Maßstabes wie die der Fahrkraftlinie zur Darstellung der b/V -Linie (Taf. 4, Abb. 3a). Für die Abstände Δl der Zeitstriche im Fahrzeitstreifen als V_m greift man über der V -Achse der b/V -Linie die Ordinaten ab und reiht sie unter der Kohlenverbrauchsskala (Taf. 4, Abb. 3b) gleichen Maßstabes wie die b -Achse aneinander, um den Kohlenverbrauch B der Fahrt als Kohlenverbrauchsstreifen darzustellen.

2. Kohlenverbrauch B_0 für Fahrt ohne Kraftverbrauch.

Bei abgestelltem Dampf während der Zugfahrt ist der Kohlenverbrauch $0,6 R \text{ kg/min}$, wo $R \text{ m}^2$ die Rostfläche ist. Auch dieser Kohlenverbrauch ist auf dem zugehörigen Streifen für die Zeit T_0 Min. (Tabelle 1), der Fahrzeit ohne Kraftverbrauch, anzureihen. $B_0 = 0,6 \cdot R \cdot T_0 \text{ kg}$. Hier ist $R = 3,9 \text{ m}^2$.

3. Kohlenverbrauch B_a für Stillstand.

Dieser ist $B_a = 0,6 \cdot R \cdot T_a$, wo T_a Min. die Stillstandszeit innerhalb der Zugfahrt ist.

Der Betriebsaufenthalt in Ar und der Kohlenverbrauch wird, wie folgt, berechnet:

- | | |
|--|----------|
| 1. Aufenthalt auf dem Güterzuggleis | 0,5 Min. |
| 2. Abkuppeln | 0,7 „ |
| 3. Lokomotivfahrt zur Drehscheibe und zum Wasserkran, weiter zurück zum andern Zugende einschließlich Wendehalt und Ansetzen an den Zug ($B_a = 0,75 \cdot R \cdot T_a$) | 4,0 „ |
| 4. Drehen der Lokomotive | 3,8 „ |
| 5. Wassernehmen | 5,0 „ |
| 6. Ankuppeln und Bremsprobe | 2,2 „ |
| 7. Aufenthalt auf dem Güterzuggleis | 0,5 „ |

$$T_a = 17 \text{ Min.}$$

Kohlenverbrauch $B_a = 0,75 \cdot 3,9 \cdot 4$ (Pkt 3) + $0,6 \cdot 3,9 \cdot 13 = 42,1 \text{ kg}$, Betriebsaufenthalt in Kö: Betriebsstoff fassen $T_a = 8 \text{ Min.}$, $B_a = 0,6 \cdot 3,9 \cdot 8 = 19 \text{ kg}$.

4. Kohlenverbrauch B_n für Nebenleistungen.

Diese sind Fahrt vom und zum Zug, Ruhe im Feuer, Bereitschaftsdienst und Anheizen der Zuglok. Im Durchschnitt ist $B_n = 0,25 \cdot R \cdot 200 = 195 \text{ kg}$ mit $R = 3,9 \text{ m}^2$.

c) Ermittlung der Lokomotiv- und der Getriebearbeit (Taf. 4, Abb. 4a, b).

Man berechnet für die Linie der Fahrweise die minutliche Lokomotivarbeit $\Delta A_1 = Z_i \cdot V : 60 \cdot 1000 \text{ kmt/min}$ und zeichnet das $\Delta A_1/V$ -Diagramm (Taf. 4, Abb. 4a) über der gleichen V -Achse wie oben. Für die V_m werden wieder die Ordinaten unter einer Skala für kmt gleichen Maßstabes wie die Ordinaten ΔA_1 auf dem Arbeitsstreifen (Taf. 4, Abb. 4b) aneinandergereiht.

Bei Fahrt mit abgestelltem Dampf ist die minutliche Getriebearbeit unter Berücksichtigung des Luftwiderstandes in den Zylindern $\Delta A_p = W_{III} \cdot V : 60 \cdot 1000 \text{ kmt/min}$ (Taf. 4, Abb. 4a), die man ausrechnet und im Maßstab von kmt an den Arbeitsstreifen anreicht (Taf. 4, Abb. 4b).

d) Ermittlung der Bremsklotzarbeit.

Die Bremsklotzarbeit ist gleich der lebendigen Kraft des Zuges vom Beginn bis zum Ende des Bremsens, vermindert um die Widerstandsarbeit des Zuges infolge des Streckenwiderstandes. Es ist

$$A_b = \frac{1000 \cdot 1,09 \cdot G (V_2^2 - V_1^2) - G (\pm s - w) l_{br}}{2 \cdot 3,6^2 \cdot g \cdot 10^6} \cdot \frac{10^6}{10^6} = \frac{4,3 G (V_2^2 - V_1^2) - G (\pm s - w) l_{br}}{10^6} \text{ kmt.}$$

Hier ist l_{br} der Bremsweg, der nach dem Verfahren Heft 11, Seite 221 bestimmt oder gegebenenfalls aus Abb. 7, Seite 220/221, Org. 1933 durch Interpolieren gefunden werden kann. Da aber $G (\pm s - w) l_{br} : 10^6$ nur ein Teilbetrag der Bremsarbeit A_b ist und diese in der Kostenformel für die Erneuerung des Oberbaues auch wieder nur als Teilbetrag vorkommt, so genügt es, wenn l_{br} für das Haltbremsen auf Bahnhöfen bei Güterzügen für eine mittlere Verzögerung $b_r = 0,2 \text{ m/sec}^2$ mit $l_{br} = V_a^2 : 2 \cdot 3,6^2 \cdot b_r$ berechnet wird. Die Bremsarbeit beim Halten ist mit $V_2 = 0$ und $V_1 = V_a$ dann $A_{bh} = -G [4,3 V_a^2 + (s - w) l_{br}] : 10^6 \text{ kmt}$. V_a ist die Geschwindigkeit am Einfahrsignal. Auf Bahnhöfen ist $s^0/00$ sehr klein. Man macht daher keinen großen Fehler, wenn man hier das zweite Glied der Gleichung wegläßt.

Falls der Zug gebremst mit gleichförmiger Geschwindigkeit fahren soll und daher nur die überschüssige Gefällkraft $+ s^0/00$ abgebremst werden soll, so ist $A_b = G \cdot (s - w) l_{br} : 10^6 \text{ kmt}$ und die minutliche Bremsarbeit ist $A_b = \frac{G (s - w) V}{10^6 \cdot 60} \text{ kmt/min}$

für die gebremste Strecke. Im Fahrzeitstreifen (Taf. 4, Abb. 2 c) sind diese Bremsstrecken durch eine gestrichelte Linie unterstrichen, die Bremsgeschwindigkeit ist angeschrieben. In dem Streifen für die Bremsarbeit sind die ermittelten Werte für A_{bh} und für A_b aufgetragen; diese Strecken sind durch dieselben Minutenziffern wie im Fahrzeitstreifen bezeichnet. Überhaupt sind die Kohlenverbrauch-, Lokomotivarbeit- und Bremsarbeitstreifen durch die gleichen Minutenziffern in bezug auf den Fahrzeitstreifen und somit auch das Längsprofil orientiert.

Aus den aufgezeichneten Verbrauchsstreifen, deren Ermittlungen in der Taf. 4 nur für den Last- und Leerwagenzug der Strecke Wie—Kl wiedergegeben sind, während von der Strecke Wie—Kl über Ar nur die Ergebnisse mitgeteilt werden, enthält Tabelle 1 die zusammengestellten Verbrauchswerte der vier zu vergleichenden Zugfahrten.

Da sich die zu untersuchenden Zugfahrten nur über ein Teilstück L des gesamten Weges L_g zwischen den Lokomotivewechselstationen S und D erstrecken, so ist der Kohlenverbrauch B_n und die Vorbereitungs- und Abschlußzeit nur im Verhältnis $L : L_g$ in Rechnung gesetzt. Für die bisherige Strecke über Ar ist $L : L_g = 54 : 81 = 0,665$ und für die Strecke über Schw ist $L : L_g = 42 : 69 = 0,61$.

Tabelle 1.
Zusammenstellung der Verbrauchswerte.

Verbrauchswerte	Lastzug		Leerwagenzug	
	über Ar G _w = 1000 t	über Schw G _w = 591 t	über Ar G _w = 385 t	über Schw G _w = 235 t
Gesamte Fahrzeit T min	77,0	59,0	71,7	60,4
Fahrzeit ohne Kraftverbrauch T ₀ min	24,5	18,5	28,7	26,9
Stillstand . . T _a min	17	8	17	8
Vorbereitungs- u. Abschlußzeit für Personal T _{vp} min	107	98	107	98
*) für Lok T _{v1} min	100	92	100	92
Kohlenverbrauch B kg	1251	773	478	347
„ B ₀ kg	57	44	67	63
„ B _a kg	42	19	42	19
*) „ B _n kg	130	119	130	119
Gesamtkohlen- verbrauch . . B _g	1480	955	717	548
Lokomotivarbeit A ₁ kmt	329,4	208,5	131,7	89
Getriebearbeit A _p kmt	16,5	10,4	20,2	13,8
Bremsklotzarbeit A _{bh} + A _b	23,9	13,1	18,9	6,3

*) T_{vp}, T_{v1} und B_n sind im Verhältnis L : L_g reduziert.
T_{vp} = 160 min, T_{v1} = 150 min für ganze Strecke.

III. Die Zugförderkosten.

Es sind hierunter lediglich die unmittelbar durch die Ausführung der Zugfahrt entstehenden Kosten einschließlich derjenigen für die Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues der durchgehenden Hauptgleise zu verstehen. Die Höhe dieser veränderlichen Kosten ist in erster Linie von den im vorigen Abschnitt ermittelten Verbrauchswerten abhängig. Die festen Kosten der Zugfahrt, d. h. diejenigen für die allgemeine Verwaltung, das stationäre Personal, die Bahnhofsanlagen, den Unterbau, die Hochbauten usw. können für den Vergleich der Leitungswege unberücksichtigt bleiben, da sie sich durch die Übernahme der geplanten Güterbewegung auf die eine oder die andere Strecke kaum ändern.

Die veränderlichen Betriebskosten einer Zugfahrt werden eingeteilt in

- a) Personalkosten.
 - 1. Lokomotiv- und Zugbegleitpersonal.
- b) Lokomotivkosten.
 - 2. Betriebspflege der Lokomotiven,
 - 3. Kohlenverbrauch,
 - 4. Lokomotivspeisewasser,
 - 5. Sonstige Betriebsstoffe,
 - 6. Unterhaltung des Kessels der Lokomotiven,
 - 7. Unterhaltung des Fahrgestells und des Tenders,
 - 8. Zeitkosten für Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung der Lokomotiven.
- c) Wagenkosten.
 - 9. Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung der Wagen.
- d) Oberbaukosten.
 - 10. Unterhaltung des Oberbaues,
 - 11. Erneuerung des Oberbaues.

Die Berechnung der Kosten erfolgt nach den von der Deutschen Reichsbahn in der „Zuko“ aufgestellten Formeln

(vergl. Ehrensberger, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, Heft 21/22). Wegen des Aufbaues der Formeln sei auf die genannten Quellen verwiesen. Die von den Lokomotivgattungen abhängigen Festwerte f₁ bis f₇ hat die Reichsbahn in einem besonderen Blatt zusammengestellt. Es sollen nachstehend die Kostengleichungen für die genannten elf Kostenteile sowie die von der Lokomotivgattung unabhängigen und von der Lokomotivgattung des Beispiels abhängigen Festwerte angegeben und ausgewertet werden.

Tabelle 2.
Festwerte der Kostenformeln für Güterzuglokomotiven.

Lokomotiv- Gattung	T _{wbm}	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇
G 56.20 43	1,63	$\frac{0,170}{1000}$	0,1160	0,350	0,0113	0,0260	0,0347	1,065
G 56.20 44	1,78	$\frac{0,165}{1000}$	0,1200	0,350	0,0119	0,0266	0,0354	0,853
G 56.16 G 12	1,68	$\frac{0,204}{1000}$	0,1050	0,350	0,0101	0,0216	0,0288	0,778
G 55.15 G 10	1,37	$\frac{0,320}{1000}$	0,0870	0,350	0,0090	0,0185	0,0237	0,464
G 44.17 G 8 ¹	1,37	$\frac{0,320}{1000}$	0,0810	0,357	0,0078	0,0173	0,0217	0,452
Gt 55.17 T 16 ¹	1,26	$\frac{0,39}{1000}$	0,062	0,365	0,0104	0,0198	0,0175	0,393
Gt 46.17 T 14 ¹	1,26	$\frac{0,300}{1000}$	0,075	0,365	0,0081	0,0167	0,0209	0,685
Pt 34.17 T 12	1,06	$\frac{0,52}{1000}$	0,044	0,348	0,0108	0,013	0,0151	0,359

1. Kosten für Lokomotiv- und Zugbegleitpersonal.

$$K_p = E_m \frac{T + T_a + T_v}{60 D_{st}} \mathcal{R}M = \frac{26100}{60 \cdot 2300} (T + T_a + T_v) \mathcal{R}M.$$

E_m = n₁ · E₁ + E_z + n_s · E_s = durchschnittliches Jahreseinkommen des Zugpersonals (Lokomotivpersonal, Zugführer, Schaffner, bei Schnellzügen auch noch Dienstfrau) einschließlich Nebeneinnahmen, Fahrgeldern und Personalverwaltungskosten.
n₁ = 2 · n_s = 1

$$\begin{aligned} n_1 \cdot E_1 & \dots \dots = 14200 \mathcal{R}M \\ E_z & \dots \dots = 6150 \text{ „} \\ n_s \cdot E_s & \dots \dots = 5750 \text{ „} \\ \hline E_m & = 26100 \mathcal{R}M \end{aligned}$$

D_{st} = 2300 Std. im Jahr vom Zugpersonal durchschnittlich geleistete Dienststunden (Fahrstunden + Vorbereitungs- und Abschlußzeit) abzüglich des Stundenausfalls für Urlaub und Erkrankung. Die T-Werte in der Klammer nach Tabelle 1.

2. Betriebspflege der Lokomotive.

$$K_{bpf} = k_{bpf} \left(\frac{T_{wbm} \cdot L}{l_f \cdot L_g} + \frac{1,1 B_g}{10000} \right) = 6,85 \left(\frac{1,68 L}{2 L_g} + \frac{1,1 B_g}{10000} \right) \mathcal{R}M.$$

k_{bpf} = 6,85 $\mathcal{R}M$ Tagesausgaben für einen Tagewerkskopf eines Betriebsarbeiters einschließlich Personalverwaltungskosten.

T_{wbm} = 1,68 (Festwert für G 12) erforderliche Zahl von Tagewerkköpfen für die Arbeiten an einer voll ausgenutzten Lokomotive, umzulegen auf L:L_g. Aus Tabelle 1 Gesamtkohlenverbrauch B_g.

l_f = 2 Zahl der Läufe, die als Tagesdurchschnitt auf die Lokomotive entfallen.

3. Kohlenverbrauch.

$$K_b = B_g \cdot k_b = B_g \cdot 0,025 \mathcal{R}M.$$

k_b = 0,025 $\mathcal{R}M$ Kosten für 1 kg Kohlen ab Zeche zuzüglich Frachtkosten.

4. Lokomotivspeisewasser.

$$K_w = 7,5 B \cdot k_w = 7,5 \cdot 0,00015 B \text{ R.M.}$$

7,5 = mittlere Verdampfungsziffer, $k_w = 0,00015 \text{ R.M.}$
Kosten für 1 kg Wasser zuzüglich Reinigungskosten.

5. Sonstige Betriebsstoffe (Ölverbrauch usw.).

$$K_{bs} = \frac{k_{bs} \cdot \vartheta \cdot L}{100} = \frac{1,03 \cdot 3,5 L}{100} \text{ R.M.}$$

$k_{bs} = 1,03 \text{ R.M.}$ Kosten für sonstige Betriebsstoffe für die Lokomotive je Lokomotiveinheitskilometer $\vartheta = 3,5$ Lokomotivleistungsziffer, L km Streckenlänge.

6. Unterhaltung des Lokomotivkessels.

$$K_{ku} = f_1 \frac{B^2}{(T - T_0)} = \frac{0,204}{1000} \frac{B^2}{(T - T_0)} \text{ R.M.}$$

$$f_1 = \frac{60 H_k \cdot k_{Hk}}{R \cdot r_o} = \frac{0,204}{1000} \text{ Festwert für G 12.}$$

Die Quotienten der Festwerte (wenn auch ohne Erklärung der Faktoren) sind angeschrieben, um das Auffinden in der Zuko oder in der Zusammenstellung der Reichsbahn zu erleichtern. (Tabelle 2 für Güterzuglokomotiven.)

7. Unterhaltung des Fahrgestells und des Tenders.

$$K_{tu} = \left(f_2 + f_3 (1 - \eta_i) \frac{A_1 + A_p}{T} \right) L =$$

$$= \left[0,102 + 0,35 (1 - \eta_i) \frac{A_1 + A_p}{T} \right] L \text{ R.M.}$$

$$f_2 = \frac{e \cdot H_t \cdot k_{Ht}}{1000} = 0,102, f_3 = \frac{(1 - e) H_t \cdot k_{Ht}}{a_{10} (1 - \eta_{10}) 1000} = 0,39 \text{ für G 12:}$$

$$\eta_i = 1 - c_{13} - \frac{c_{12} \cdot G_{12} \cdot L}{1000 \cdot A_1}$$

ist der mechanische Wirkungsgrad der Lokomotive auf der befahrenen Strecke, c_{13} und c_{12} sowie G_{12} s. Lokomotivwiderstände.

Für Lastzug über Ar ist $\eta_i = 0,834$

„ Leerwagenzug „ „ „ $\eta_i = 0,64$

„ Lastzug „ Schw „ $\eta_i = 0,805$

„ Leerwagenzug „ „ „ $\eta_i = 0,597$.

8. Zeitkosten für Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung der Lokomotiven.

$$K_{ze} = \left(f_4 + f_5 + f_6 + f_7 \cdot \frac{z_1}{100} \right) \left(T + T_a + T_v \cdot \frac{L}{L_g} \right) =$$

$$= \left(0,0605 + \frac{0,778 z_1}{100} \right) \left(T + T_a + T_v \cdot \frac{L}{L_g} \right) \text{ R.M.}$$

$$z_1 = \text{Zinsfuß hier } 2,69, f_4 = \frac{H_z \cdot k_{Hz}}{60 n_d D_{stl}} = 0,0101,$$

$$f_5 = \frac{k_{luz}}{60 n_d D_{stl}} = 0,0216.$$

$$f_6 = \frac{a_1 \cdot k_{el}}{60 n_d D_{stl}} = 0,0288, f_7 = \frac{k_{al}}{60 n_d D_{stl}} = 0,778,$$

für G 12 ist $f_4 + f_5 + f_6 = 0,0605$.

9. Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung der Wagen.

$$K_w = (k_{uwg} + z_w \cdot f_8) \frac{G_w (T + T_a) V_{rm}}{6000} =$$

$$= (0,04 + z_w \cdot 0,0062) G_w \frac{(T + T_a)}{6000} \cdot 28,6 \text{ R.M.}$$

$z_w =$ Zinsfuß für Wagen hier 2,85.

$V_{rm} = 28,6 \text{ km/h}$ mittlere Reisegeschwindigkeit der betreffenden Zugattungsgruppe, $k_{uwg} = 0,04 \text{ R.M.}$ Kosten der Unterhaltung und Erneuerung der Wagen für ein Bruttotonnenkilometer der Wagenart.

$f_8 = k_w = 0,92 \cdot 0,0067 = 0,0062$ unabhängig von der Lokomotivgattung.

10. Unterhaltung des Oberbaues.

$$K_{ou} = f_9 \frac{L}{V_B} \cdot G \left[(60 + n : 3) + 6 \sqrt[3]{V_B} \right] \text{ R.M.}$$

Die Formel gilt nur für zweigleisige Flachlandhauptbahnen ($s \leq 10 \text{ ‰}$). Sonst sind nach der Zuko Zuschläge erforderlich. Statt $60 + n : 3$ ist bei eingleisigen Hauptbahnen $45 + 2 n : 3$, bei eingleisigen Nebenbahnen $30 + n$ zu setzen. $V_B =$ Verkehrsbelastung in t in beiden Richtungen täglich einschließlich Lokomotiven. n ist die Zahl der täglich in beiden Richtungen verkehrenden Züge.

Alte Strecke	L km	V_B t	n	Bahnart
Wie—Ar	38,67	11000	24	eingl. HB
Ar—Kl	15,2	46000	105	zweiggl. HB
Neue Strecke Wi—Kl	41,7	10000	40	eingl. HB

$$f_9 = k_{tw} \frac{(1 + \epsilon)}{365} = 0,0325 \text{ unabhängig von Lokomotive.}$$

11. Erneuerung des Oberbaues.

$$K_{on} = \left[\frac{2,5}{1000} \left(\frac{G \cdot L}{1000} + \eta_i \cdot A_1 + A_p + \frac{w_b \cdot L_b \cdot G}{1000} \right) + \frac{3,25 A_b}{1000} \right] f_{10} \text{ R.M.}$$

mittlerer Bogenwiderstand der Strecke $= \frac{l_b \cdot w_b}{L_b}$, $L_b =$ Gesamtbogenlänge. Für die Strecke über Ar ist $w_b = 0,92 \text{ ‰}$, für die über Schw ist $w_b = 2,65 \text{ ‰}$

$$f_{10} = k_w [T_{wh}(1 + \lambda) + T_{wn}(1 + \mu)] = 22,6$$

unabhängig von Lokomotive. Alle anderen Größen sind Verbrauchswerte.

Für die einzelnen Strecken ausgewertet, ergibt sich nach Tabelle 3 die Zusammenstellung der Zugförderkosten.

Tabelle 3.

Zusammenstellung aller Zugförderkosten*).

Kostenanteile	Lastzug		Leerwagenzug	
	über Ar $G_w = 1000 \text{ t}$ R.M.	über Schw $G_w = 591 \text{ t}$ R.M.	über Ar $G_w = 385 \text{ t}$ R.M.	über Schw $G_w = 235 \text{ t}$ R.M.
1. Personalkosten	38,10	31,40	37,10	31,50
2. Betriebspflege d. Lokomotive	4,95	4,23	4,37	3,92
3. Kohlenverbrauch	37,00	23,90	17,90	13,70
4. Lokomotiv-Speisewasser ..	1,41	0,87	0,54	0,39
5. Sonstige Betriebsstoffe	1,94	1,50	1,94	1,50
6. Unterhaltg. des Lok.-Kessels ..	6,05	3,01	1,08	0,73
7. Unterhaltg. des Fahrgestells und Tenders..	23,05	17,05	23,30	16,35
8. Zeitkosten für Unterhaltung, Erneuerung u. Verzinsung der Lokomotive...	15,80	12,91	15,37	13,02
Gesamtlokomotivkosten	90,20	63,47	64,50	49,61
9. Wagenkosten .	25,80	10,90	9,38	4,36
10. Oberbauunterhaltungskosten	28,94	19,80	13,80	10,10
11. Oberbauerneuerungskosten ...	23,83	14,45	9,60	6,03
Oberbaukosten ...	52,77	34,25	23,40	16,13
Gesamtkosten	206,87	140,02	134,38	101,60
Kosten je Tonne Wagenzuggewicht ohne Packwagen..	0,21	0,244	0,365	0,468

*) Für die Durchrechnung des Beispiels bin ich Herrn Dipl.-Ing. Schönfelder zu besonderem Danke verpflichtet.

Der neue Leitungsweg, der mit dem Bau der Bahnstrecke Wie—Schw geschaffen werden soll, ist hiernach teurer, deshalb ist die Neubaustrecke für diesen Durchgangsverkehr nicht bauwürdig. Obgleich die Betriebsstoffkosten über Schw niedriger sind, ist sie unwirtschaftlich, weil wegen der großen Steigung nur ein weit geringeres Zuggewicht befördert werden kann. Die Untersuchung zeigt auch, daß die Ausnützung der zur Verfügung stehenden Zugkraft auf der neuen Strecke viel ungünstiger ist als auf der bisherigen. Nimmt man an, daß bisher täglich eine bestimmte Anzahl von Lastzügen (Kohlenzüge) und die entsprechenden Leerwagenzüge zwischen S und D verkehrten, so würden dann, gleiche Frachtmengen vorausgesetzt, bei Umstellung des Betriebes auf die neue Strecke eine größere Zahl von Zügen gefahren werden müssen. Das Verhältnis der Zugzahl über A zu der über Schw = 3:5. Bei bisher fünf Güterzugfahrten über Ar müßten künftig über Schw deren acht gefahren werden.

5 Gz-Paare über Ar: $5 \cdot (206,87 + 134,38) = 1700 \text{ R.M.}$
 8 Gz-Paare über Schw: $8 \cdot (140,02 + 101,60) = 1915 \text{ R.M.}$
 also Mehraufwand 215 R.M. täglich oder im Jahr an 300 Betriebstagen 64500 R.M.

Der Mehraufwand vergrößert sich noch, da hierfür die ganze Strecke maßgebend ist.

B. Vorsprungszeiten.

Nach § 36¹ der Fahrdienstvorschriften darf ein Zug vor einem Zug mit Vorrang nur dann abgelassen werden, wenn er auf dem nächsten zur Überholung geeigneten Bahnhof so früh eintrifft, daß er den nachfolgenden Zug nicht aufhält. Die Vorsprungszeiten ergeben sich aus dem Vergleich der Fahrzeiten beider Züge auf den für die Zugfolge maßgebenden Streckenabschnitten, den Aufhalten und dem Zeitaufwand für die Signalbedienung. Auf Strecken mit dichter Zugfolge und häufigen Überholungen werden die Vorsprungszeiten in Vorsprungstafeln zusammengestellt. Nach den Vorsprungszeiten regelt also der Fahrdienstleiter die Zugfolge. Sie sind daher für die Durchfahrstelle des Bahnhofs, an der der Fahrdienstleiter sie feststellen kann, zu berechnen.

Zunächst sind die für die Vorsprungszeiten maßgebenden Streckenabschnitte zu kennzeichnen. Das Signal für die Einfahrt in eine Blockstrecke kann erst dann gezogen werden, wenn durch Rückblockung gemeldet ist, daß der vorausgefahrte Zug das Fahrgleis bis zur Zugschlußstelle am Ende der Blockstrecke geräumt hat. Damit aber Halten oder Stutzen des nachfolgenden Zuges vermieden wird, müssen die Einfahr- und Blocksignale, sowie deren Vorsignale bereits auf Fahrt stehen, wenn die Spitze des Zuges sich dem Vorsignal auf 150 bis 200 m genähert hat. Im Beispiel sind 150 m gewählt. Da nun bei der Fahrzeitermittlung die Bewegung des Zuges für die Zugmitte dargestellt wird, so verlängert sich die eben bezeichnete zugfreie Strecke an ihrem Anfang und ihrem Ende um je eine halbe Zuglänge. Im Längenprofil bezeichnet man für durchfahrende Züge den Beginn der zugfreien Strecke $\frac{1}{2} l_z + 150 \text{ m}$ vor dem eingetragenen Vorsignal mit S. Man behält diesen für den längsten Güterzug der Strecke ermittelten Punkt S auch für die Personen- und Schnellzüge bei. Bei einer Güterzuglänge von 550 m gewinnt man dann für eine Schnellzuglänge von 250 m für die Spitze des letzteren $\frac{1}{2} (550 - 250) = 150 \text{ m}$; der Abstand ist damit im ganzen gleich 300 m. Für haltende Züge liegt der Beginn eine halbe Zuglänge vor dem Ausfahrtsignal bzw. in der Bahnsteigmitte (Abfahrtsstelle A). (Abb. 4, 5, 6.)

Damit eine Blockstrecke zugfrei gemeldet werden kann, muß der Zug mit seinem Schluß die sogenannte Zugschlußstelle überfahren haben, die um die Schutzstrecke z hinter dem Block- oder dem Einfahrtsignale liegt. In der Praxis wählt man $z = 0,3 l_{br}$ bis $0,4 l_{br}$, wo l_{br} der Bremsweg ist. Für Blocksignale und Haltebahnhöfe gilt 0,3 und für Bahnhöfe,

die ohne Halt durchfahren werden, 0,4. Der Bremsweg ist hierfür nach den mittleren Neigungsverhältnissen der letzten 1000 m vor der Zugschlußstelle zu bestimmen.

Bremsweg bei Fahrt	Hauptbahn m	Nebenbahn m
In Gefällen und Steigungen bis $s = 2,5^0/00$	700	400
In Steigungen $s = 2,5$ bis $5^0/00$	600	350
„ „ $s = 5$ bis $10^0/00$	500	300
„ „ über $s = 10^0/00$	400	250

Auf die Zugmitte bezogen, bezeichnet man im Längenprofil als Ende der zugfreien Strecke die Stellen Z, die $\frac{1}{2} l_z + z \text{ m}$ hinter dem Block- oder dem Einfahrtsignal liegen. Letztere decken sich für haltende Züge meist mit der Abfahrtsstelle A.

Wie gesagt, kann das Signal für die Einfahrt erst dann gezogen werden, wenn die Rückblockung eingetroffen ist. Vor Eintreffen der Rückblockung kann aber auf dem Bahnhof schon, nachdem der vorausgefahrte Zug die isolierte Schiene mit der letzten Achse überfahren hat, nach Zurücklegen des Ausfahrtsignalhebels die Fahrstraße aufgelöst und die neue Ausfahr- oder Durchfahrstraße gestellt werden. Wird nun eine an den Bahnhof anschließende kurze Blockstrecke von einem schnellfahrenden Zug befahren, so kann die Rückblockung bereits eingetroffen sein, bevor das Auflösen und Neueinstellen der Fahrstraße nebst Ziehen des Signals für Ausfahrt oder Durchfahrt beendet ist. In diesem Falle, der besonders bei durchfahrenden Zügen vorkommt, ist nicht das Überfahren des vorgenannten Punktes Z der vorgelegenen Blockstelle oder des Bahnhofs für den Zeitpunkt der Fahrtstellung des Einfahrtsignals maßgebend, sondern die Stelle K des Bahnhofs, die $\frac{1}{2} l_z$ hinter der isolierten Schiene der Ausfahrt liegt. Auch diese Stellen sind im Längenprofil zu bezeichnen. Die Fahrzeiten, für die eben gekennzeichneten Streckenabschnitte S—Z, A—Z sowie S—K und A—K sind leicht durch Interpolieren aus dem Fahrzeitstreifen zu entnehmen.

Nunmehr soll der Zeitaufwand für die Block- und Signalbedienung, sowie für die Zubereitung zusammengestellt werden. Als Grundlage dienen die von Dr.-Ing. Hofmann in seiner Dissertation, Dresden 1930, ermittelten Zeitwerte für die Einzeltätigkeiten, die in Tabelle 4 zusammengestellt sind. Zunächst aber seien für durchfahrende und haltende Züge die einzelnen Blockbedienungen angegeben.

Durchfahrender Zug.

1. Bedienungszeiten auf der Blockstelle.

b_1 (am Ende der Blockstrecke)
 Beobachtung des Zugschlusses 3 Sek.
 Block- oder Einfahrtsignal auf Halt 8 „
 Rückblockung 4 „
 $b_1 = 15 \text{ Sek.}$

b_2 (am Anfang der Blockstrecke)
 Wahrnehmen der Rückblockung 3 Sek.
 Stellen des Block- oder Ausfahrtsignals . 6 „
 $b_2 = 9 \text{ Sek.}$

$b = b_1 + b_2 = 15 + 9 \text{ Sek.} = 0,4 \text{ Min.}$

2. Zeiten für die Bedienung des Bahnhofsblocks.

$d_1 =$ Zurücklegen des Ausfahrtsignalhebels und Auflösen der Durchfahrstraße.
 $d_2 =$ Einstellen der Durchfahrstraße bis zum Zeitpunkt, wo Rückblockung eintreffen muß.
 $d_3 =$ Zeit vom Eingang der Rückblockung, einschließl. der Zeit dafür, beim Stellwerk für Ausfahrt bis zum Ziehen des Einfahrtsignals durch Stellwerk für Einfahrt.
 $d = d_1 + d_2 + d_3$ ist durch Auswerten der Blockbedienungspläne zu ermitteln.

3. Zeiten für die Bedienung des Streckenblocks des Bahnhofs.

b_1 (Am Ende der Blockstrecke) wie vor = 15 Sek.
 d_3 (Auf dem Durchfahrbahnhof A)
 $b_d = b_1 + d_3$.

Haltender Zug.
 Auf dem Abfahrbahnhof A.

1. Zeiten für die Abfertigung und Bedienung des Streckenblocks.

b_1 (Am Ende der Blockstrecke) wie vor = 15 Sek.
 a_3 Wahrnehmen der Rückblockung 3 Sek.
 Stellen des Ausfahrsignals 6 „
 Aufnahme des gezogenen Signals durch den Aufsichtsbeamten und Lokomotivführer, Prüfung der Abfahrbereitschaft 15 „
 Erteilen des Abfahrbefehls an Lokomotivführer und Zeit bis zur Abfahrt 15 „
 $a_3 = 39$ Sek.
 $b_a = b_1 + a_3 = 15 + 39 = 54$ Sek. = 0,9 Min.

2. Zeiten für Abfertigung und Bedienung des Bahnhofblocks.

a_1 Zurücklegen des Ausfahrsignalhebels und Auflösen der Fahrstraße.
 a_2 = Einstellen der Ausfahrstraße bis zur Zeit, wo Rückblockung eingehen muß.
 a_3 wie vor = 39 Sek.
 $a = a_1 + a_2 + a_3$.

Auf dem Einfahrbahnhof E.

b_1 (Ende der Blockstrecke) wie vor = 15 Sek.
 e_1 = Auflösen der Einfahrstraße von Abgabe der Rückblockung an.
 e_2 = Einstellen der neuen Einfahrstraße einschließlich Ziehen des Einfahrsignals.
 $e_b = b_1 + e_1 + e_2$.

Zur Auswertung der Zeiten d , b_d , a und e_b aus den Blockbedienungsplänen, die nach der Stellwerksanordnung, dem Blocksystem und der Zahl der Weichen verschieden sein können, sei auf nachfolgende Tabelle 4 verwiesen, sowie auf die durchgeführten Beispiele in der erwähnten Dissertation Hofmanns.

Tabelle 4.
 Zeitwerte nach Hofmann.

Tätigkeiten an Blockfeldern.	Dauer in Sek.
Das Betätigen von Wechselstromblockfedern mit von Hand bedientem Blockinduktor:	
Blocken eines Feldes durch sechsmaliges Drehen der Induktorkurbel, wenn der Wärter beim Beginn der Tätigkeit vor dem Block steht, einschließlich Niederdrücken und Loslassen der Blocktaste	4
Das Betätigen von Wechselstromblockfedern mit selbsttätiger Wechselstromquelle:	
Blocken eines Stationsblockfeldes lediglich durch Drücken der betreffenden Blockfeldtaste, wenn der Wärter beim Beginn der Tätigkeit vor dem Block steht, einschließlich Niederdrücken und Loslassen der Blocktaste	3
Blocken eines Streckenblockfeldes wie vorher	4
Entblocken eines Feldes selbsttätig nach dem Blocken eines anderen Feldes einsetzend	1
Blocken eines Gleichstromfeldes durch einfaches Niederdrücken und Loslassen der Blocktaste, wenn der Wärter beim Beginn der Tätigkeit vor dem Block steht	2
Tätigkeiten an Hebeln	
für mechanische Stellwerke von 30 bis 50 Hebeln geltend (Annahme: Dem Block am nächsten befinden sich die Signalhebel).	
3 m Weg vom Block, Fernsprecher oder Fenster bis zum ersten Weichenhebel zurücklegen	3

Weichenhebel umlegen (hier sind nur die Wege zwischen den Hebeln berücksichtigt)	Dauer in Sek.
einen Hebel umlegen	4
zwei „ „	8
drei „ „	12
vier „ „	16
fünf „ „	20
sechs „ „	24
Fahrstraßenhebel umlegen im Anschluß an eine oder vor einer Blocktätigkeit ohne Weg	1
Fahrstraßenhebel umlegen einschließlich $4\frac{1}{2}$ m Weg vom letzten umgestellten Weichenhebel bis zum Fahrstraßenhebel	5
Das Ziehen oder Zurücknehmen von Signalen einschließlich $2\frac{1}{2}$ m Weg von der Mitte des Blockes oder vom Fenster (nach Beobachtung des Zugschlusses) bis zu den Hebeln oder von den Hebeln bis zur Mitte des Blocks zurück (gegebenenfalls einschließlich Ziehen oder Zurückstellen des Signalverschlußhebels)	6
Ziehen oder Zurücknehmen eines einzelnen Hauptsignals oder Vorsignals	6
Ziehen oder Zurücknehmen eines Hauptsignals und zugehörigen Vorsignals mit gemeinsamem Hebel	8
mit getrennten Hebeln	9
Für elektrische Stellwerke mit 30 bis 50 Hebeln Bauart Siemens & Halske, geltend.	
$2\frac{1}{2}$ m Weg vom Fernsprecher oder Fenster bis zum ersten Weichenhebel zurücklegen	3
Weichenhebel umlegen (hier sind nur die Wege zwischen den Hebeln berücksichtigt)	
einen Hebel umlegen	3
zwei „ „	6
drei „ „	8
vier „ „	11
Fahrstraßenhebel umlegen einschließlich $2\frac{1}{2}$ m Weg vom letzten gestellten Weichenhebel bis zum Fahrstraßenhebel	5
Fahrstraßenhebel zurücknehmen (Standort des Wärters vor der Tätigkeit verschieden, nach der Tätigkeit vor dem ersten zurückzunehmenden Weichenhebel einschließlich 4 m Weg)	6
Fahrstraßen- und Signalhebel umlegen einschließlich 2 m Weg vom letzten gestellten Weichenhebel bis zum Fahrstraßensignalhebel, kein Vorsignal vorhanden oder Vorsignal wird getrennt gestellt	6
Vorsignal kommt automatisch mit	9
Fahrstraßensignalhebel in die 45° -Lage zurücknehmen einschließlich $2\frac{1}{2}$ m Weg vom Fenster (nach Beobachtung des Zugschlusses) bis zum Hebel, kein Vorsignal vorhanden	5
Vorsignal kommt automatisch mit zurück	6
Vorsignalhebel umlegen, anschließend an das Umlegen des Hauptsignalhebels	3
Vorsignalhebel zurücknehmen einschließlich $2\frac{1}{2}$ m Weg vom Fenster bis zum Hebel	5
Hauptsignalhebel zurücknehmen, anschließend an das Zurücknehmen des Vorsignalhebels	3
Handbediente Magnetsperre ziehen, zuvor den Schutzkasten aufschließen, einschließlich 2 m Weg vom Fernsprecher zum Schutzkasten	5
Auflösetaste betätigen	1
Sonstige Tätigkeiten,	
für mechanische und elektrische Stellwerke geltend.	
Umlegen des Befehlschalters (Standort des Fahrdienstleiters vor dem Befehlschalter)	2
Abgabe gruppierter Klingelsignale.	
Abgabe mit Induktorstrom:	
Abgabe des Signals —	3
„ „ „ — — — —	7
Abgabe mit Batteriestrom:	
Abgabe des Signals —	4
„ „ „ — — — —	7
„ „ „ und Annahme fernmündlicher Aufträge	10

BI. Ermittlung der Vorsprungszeiten.

Es soll hier nur der Fall behandelt werden, daß die Überholung auf dem nächsten Bahnhof stattfindet, jedoch sollen sich zwischen den beiden Bahnhöfen eine, zwei oder drei Blockstrecken befinden.

Mit den nachstehend entwickelten Ausdrücken können auch die Vorsprungszeiten für die folgenden Bahnhofsabstände bis zu der Überholungsstation bei sinngemäßer Anwendung ermittelt werden.

Eine Blockstrecke.

Es sind in der Abb. 4 als Skizze die Gleisachsen, die Signale und die Punkte S, K, Z, A und E, sowie die gradlinigen Zeitweglinien, wie bei einem bildlichen Fahrplan auf-

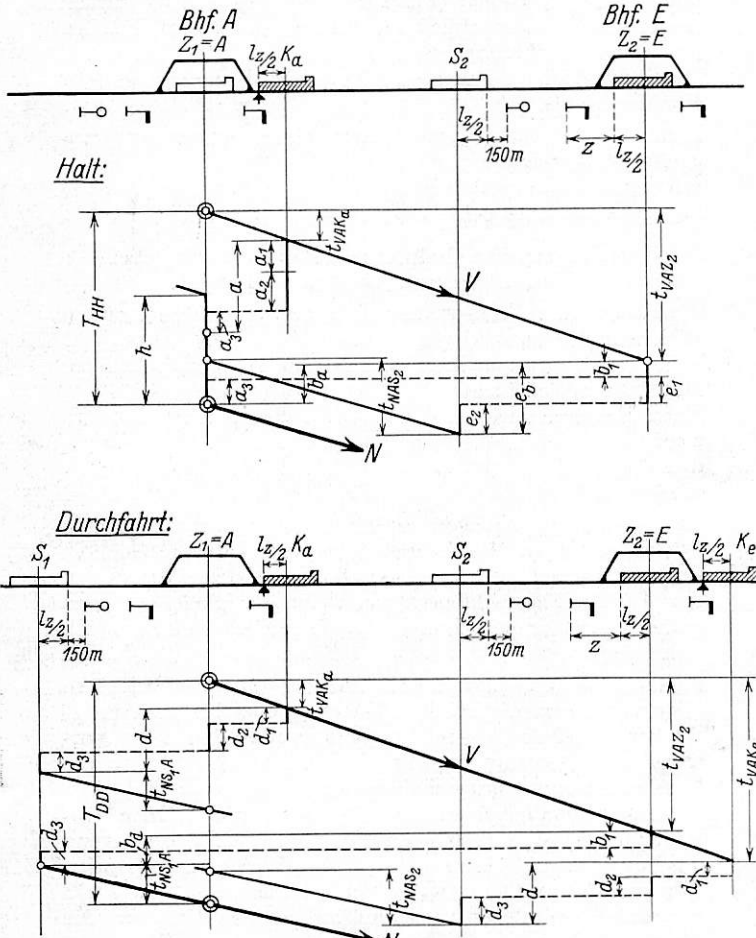


Abb. 4.

gezeichnet und die Block- und Signalbedienungszeiten unter den zugehörigen Punkten aufgetragen. h = Aufenthaltszeit.

Beide Züge halten auf den Bahnhöfen A und E.

Es ist die Vorsprungszeit im Punkte A (Abb. 4).

I) $T_{HH} \geq t_{VAZ_2} + e_b - t_{NAS_2}$ (Vorläufer hält in E)
 $\geq t_{VAZ_2} + a_a \geq t_{VAKa} + a$ (Nachläufer hält in A).

Der größte der drei Ausdrücke ist maßgebend. Index v ist der Vorläufer, Index n der Nachläufer.

Beide Züge fahren auf den Bahnhöfen A und E durch:

II) $T_{DD} \geq t_{VAKe} + d_e - t_{NAS_2}$ (Vorläufer fährt in E durch)
 $\geq t_{VAZ_2} + b_d + t_{nS1A} \geq t_{VAKa} + d_a + t_{nS1A}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Zwei Blockstrecken (Abb. 5).

Beide Züge halten auf den Bahnhöfen A und E.

III) $T_{HH} \geq t_{VAZ_3} + e_b - t_{NAS_3}$ (Vorläufer hält in E)
 $\geq t_{VAZ_3} + b - t_{NAS_2} \geq t_{VAZ_4} + b - t_{NAS_3}$ (Streckenblock)

$\geq t_{VAZ_2} + b_a \geq t_{VAKa} + a$ (Nachläufer hält in A).

Beide Züge fahren auf den Bahnhöfen A und E durch:

IV) $T_{DD} \geq t_{VAKe} + d_e - t_{NAS_3}$ (Vorläufer fährt in E durch)
 $\geq t_{VAZ_3} + b - t_{NAS_2} \geq t_{VAZ_4} + b - t_{NAS_3}$ (Streckenblock)

$\geq t_{VAZ_2} + b_d + t_{nS1A} \geq t_{VAKa} + d_a + t_{nS1A}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Drei Blockstrecken (Abb. 6).

Beide Züge halten auf den Bahnhöfen A und E.

V) $T_{HH} \geq t_{VAZ_4} + e_b - t_{NAS_4}$ (Vorläufer hält in E)
 $\geq t_{VAZ_3} + b - t_{NAS_2} \geq t_{VAZ_4} + b - t_{NAS_3}$ (Streckenblock)

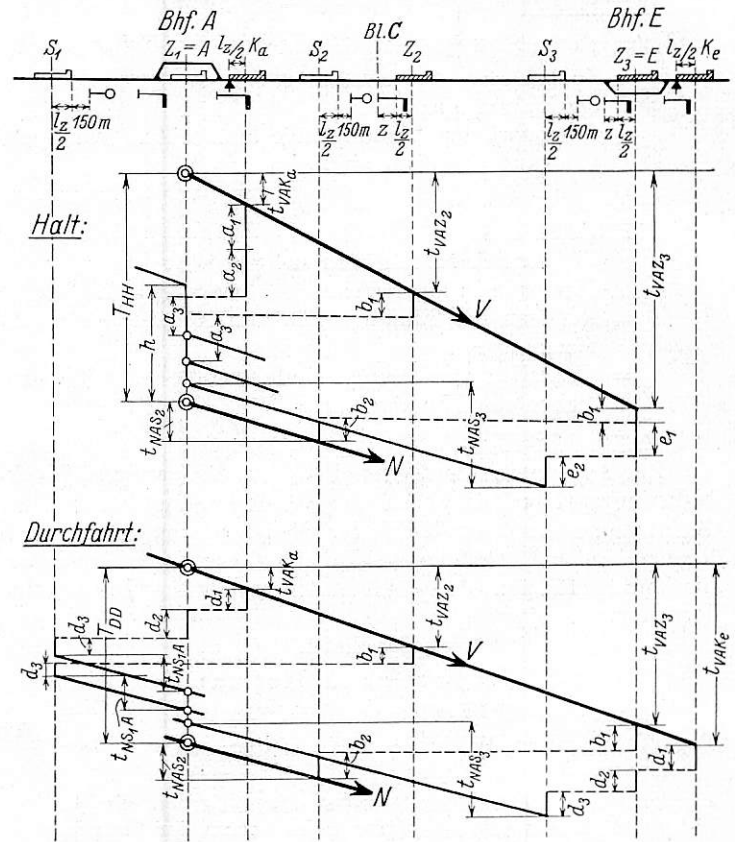


Abb. 5.

$\geq t_{VAZ_2} + b_a \geq t_{VAKa} + a$ (Nachläufer hält in A).

Beide Züge fahren auf den Bahnhöfen A und E durch.

VI) $T_{DD} \geq t_{VAKe} + d_e - t_{NAS_4}$ (Vorläufer fährt in E durch)
 $\geq t_{VAZ_3} + b - t_{NAS_2} \geq t_{VAZ_4} + b - t_{NAS_3}$ (Streckenblock)

$\geq t_{VAZ_2} + b_d + t_{nS1A} \geq t_{VAKa} + d_a + t_{nS1A}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Halten nicht beide Züge auf den Bahnhöfen A und E, oder fahren sie nicht beide durch, so kann man, je nachdem der Vorläufer oder der Nachläufer hält oder durchfährt, bei einer Blockstrecke die Zeilen 1 und 2 der Ausdrücke I und II und ebenso bei zwei und drei Blockstrecken die Zeilen 1 und 3 der Ausdrücke III, IV und V, VI für die verschiedenen Betriebsfälle kombinieren. Maßgebend ist hierbei der Vorläufer

in E und der Nachläufer in A. Je nachdem diese in E und A durchfahren, ergeben sich die Vorsprungszeiten

$$T_{DH} \text{ d. h. } \frac{\text{Vorläufer in E} \mid \text{Durch}}{\text{Nachläufer in A} \mid \text{Halt}}$$

oder

$$T_{HD} \text{ d. h. } \frac{\text{Vorläufer in E} \mid \text{Halt}}{\text{Nachläufer in A} \mid \text{Durch}}$$

Ist der Vorläufer ein in A haltender Zug, so wird meist das Glied $t_{vAZ_2} + b_a$ am größten sein, wenn der Nachläufer

und Schm (E) die Vorsprungszeiten ermittelt werden. Der Güterzug hat nach Abschnitt A, Seite 42 eine Länge von $l_z = 250$ m. Aus dieser werden die Abstände $150 + \frac{1}{2} \cdot 250$ und $0,3 \cdot 700 + \frac{1}{2} \cdot 250$ berechnet und die Punkte S und Z im Längenprofil eingetragen.

Der Personenzug besteht aus einer Lokomotive P 35.17 (P 8) + Tender mit $G_1 = 127,8$ t, einem Packwagen = 10 t und zehn Wagen je 33,25 t = 332,5 t. Zuggewicht $G = 470,3$ t. Gewicht auf den Triebachsen $G_{12} = 51$ t, daher $G_{11} = 77$ t.

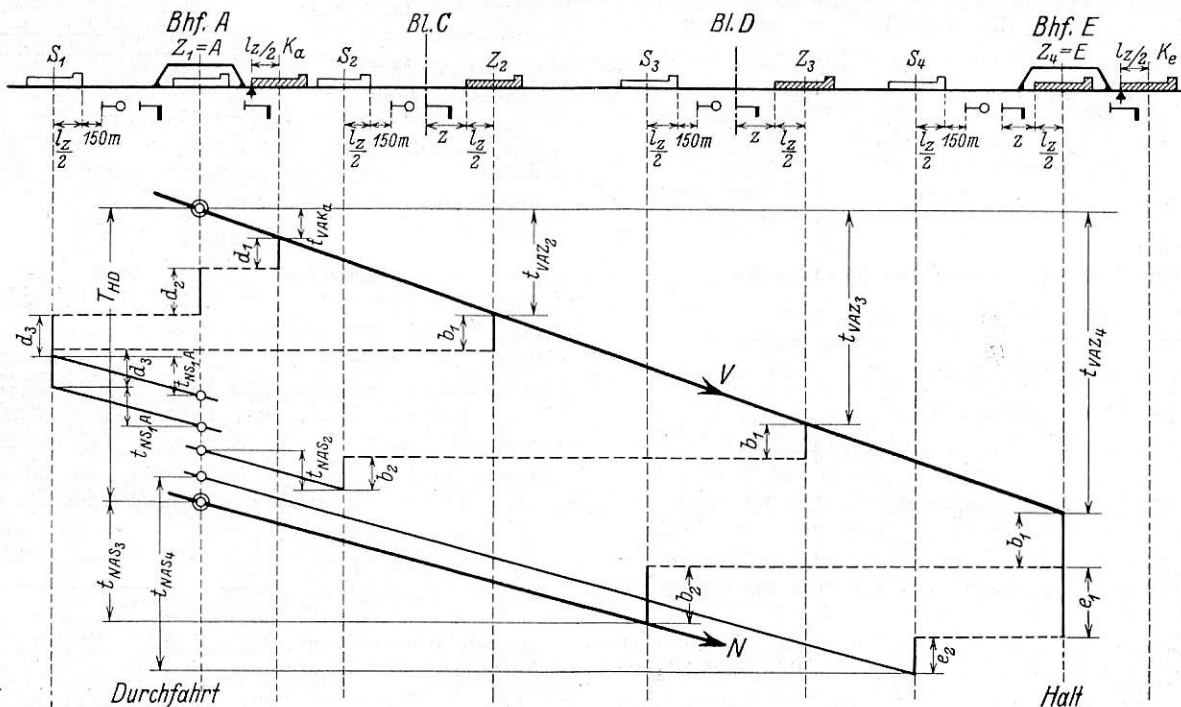


Abb. 6.

in A hält, oder das Glied $t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS1A}$, wenn der Nachläufer in A durchfährt.

Ebenso trifft dies in der Regel zu, falls der Vorläufer zwar in A durchfährt, aber die an den Bahnhof anschließende Blockstrecke größer ist als 2,5 bis 3 km. Am ehesten kommt bei kleineren Blockstrecken für durchfahrende Schnellzüge als Vorläufer die Auswertung der vorstehenden Ausdrücke für die Vorsprungszeiten in Frage. Sonst vereinfachen sich diese wie folgt:

Eine Blockstrecke.

- Ia) $T_H = t_{vAZ_2} + b_a$ (Nachläufer hält in A)
- IIa) $T_D = t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS1A}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Zwei Blockstrecken.

- IIIa) $T_H \geq t_{vAZ_2} + b_a \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2}$ (Nachläufer hält in A)
- IVa) $T_D \geq t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS1A} \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Drei Blockstrecken.

- Va) $T_H \geq t_{vAZ_2} + b_a \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2} \geq t_{vAZ_4} + b - t_{nAS_3}$ (Nachläufer hält in A)
- VIa) $T_D \geq t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS1A} \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2} \geq t_{vAZ_4} + b - t_{nAS_3}$ (Nachläufer fährt in A durch).

Beispiel.

Es sollen an Hand der Fahrzeitstreifen und der Zeiten für die Blockbedienung zwischen den Bahnhöfen Schw (A)

Aus der Lokomotivleistungstafel Abb. 7 wurde die Fahrkraftlinie (Abb. 9a, Taf. 4) und aus dieser in Abb. 9b, Taf. 4 unter den Fahrzeitstreifen des Güterzuges derjenige für den Personenzug konstruiert (Abb. 2c, Taf. 4).

Auswertung der Ausdrücke für die Vorsprungszeiten.

- 1. Zugfolge: Vorläufer in Schw und Schm durchfahrender Gz. Nachläufer in Schw und Schm haltender Pz. Vorsprungszeit $T_H = t_{vAZ_2} + b_a = 5,5' + 0,9' = 6,4'$.

Aus Fahrzeitstreifen des Gz ist $t_{vAZ_2} = 18,4' - 12,9' = 5,5'$, $b_a = 0,9'$ wie vor.

- 2. Zugfolge: Vorläufer in Schw und Schm haltender Pz. Nachläufer in Schw und Schm durchfahrender Gz.

Vorsprungszeit $T_D = t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS1A} = 6,3' + 1,5' + 1,5' = 9,3'$. Für Pz ist $t_{vAZ_2} = 6,3'$, für Gz ist $t_{nS1A} = 12,9' - 11,4' = 1,5'$, $b_d = b_1 + d_3 = 15'' + 74'' = 89'' = 1,5'$.

Es ist $d_3 = A_a - A_e = 102'' - 28'' = 74''$ nach Seite 224, 1. Spalte, Heft 11, 1933.

Zwei Blockstrecken.

Zwischen den Bahnhöfen La und On, dazwischen die Blockstelle

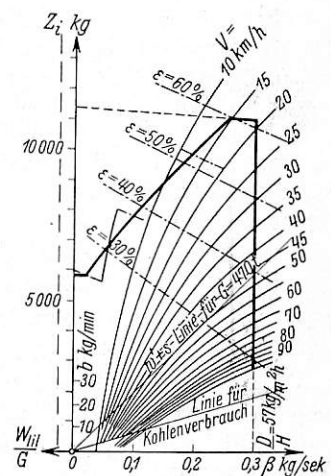


Abb. 7.

1. Zugfolge: Vorläufer in La und On durchfahrender Gz.
Nachläufer in La und On haltender Pz.

$$T_H \geq t_{vAZ_2} + b_a \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2} \geq 4,4' + 0,9' = 5,3' \leq 8' + 0,4' - 3,9' = 4,5'$$

Für Gz ist $t_{vAZ_2} = 9,6' - 5,2' = 4,4'$, $t_{vAZ_3} = 13,2' - 5,2' = 8'$,
für Pz ist $t_{nAS_2} = 2,9'$, $b_a = 0,9'$ und $b = 0,4'$ wie vor.
Maßgebende Vorsprungszeit $T_H = 5,3'$.

2. Zugfolge: Vorläufer in La und On haltender Pz.
Nachläufer in La und On durchfahrender Gz.

$$T_D \geq t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS_1A} \geq t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2} \geq 5,65' + 1,5' + 1,95' = 9,1' \leq 8,7' + 0,4' - 2,7' = 6,4'$$

Für Pz ist $t_{vAZ_2} = 5,65'$, $t_{vAZ_3} = 8,7'$, für Gz ist $t_{nS_1A} = 5,2' - 3,25' = 1,95'$.

$t_{nAS_2} = 7,9' - 5,2' = 2,7'$. Maßgebend ist Vorsprungszeit $T_D = 9,1'$.

BII. Günstigste Austeilung der Blockstrecken.

Unter der Voraussetzung, daß Züge gleicher Fahrzeiten einander folgen, kann man mit den Ausdrücken IIIa bis VIa die günstigste Lage der Blockstellen ermitteln.

Zwei Blockstrecken.

Es müssen dann die Ungleichungen IIIa und IVa zu Gleichungen werden. Ob nun die auf dem Bahnhof haltenden oder durchfahrenden Züge für diese Austeilung wichtiger sind, hängt von den Betriebsverhältnissen ab. Zweckmäßig wird die Untersuchung für die schneller fahrenden Züge durchgeführt, da diese ja in bezug auf die Verspätung empfindlicher sind.

Nach IVa ist also für den durchfahrenden Nachläufer $t_{vAZ_2} + b_d + t_{nS_1A} = t_{vAZ_3} + b - t_{nAS_2}$. In dieser Gleichung sind bekannt t_{vAZ_3} , t_{nS_1A} und b sowie b_d , unbekannt t_{nAS_2} und t_{vAZ_2} . Bei gleichen Fahrzeiten von Vor- und Nachläufer können die Indizes n und v fortfallen, dann lautet die Gleichung (beide Seiten vertauscht)

$$t_{AZ_3} + b - t_{AS_2} = t_{AZ_2} + b_d + t_{S_1A} = t_{AS_2} + t_{S_2Z_2} + b_d + t_{S_1A}$$

Bei Zügen gleicher Fahrzeiten ist $t_{AZ_2} = t_{AS_2} + t_{S_2Z_2}$. Da die Strecke $S_2Z_2 = \frac{1}{2} \cdot l_z + 150 + l_{vh} + z + \frac{1}{2} l_z$ vorher bekannt ist und sich die Fahrzeit $t_{S_2Z_2}$ auf dieser Strecke durch die Neigungsverhältnisse wenig ändert, so kann man aus den Fahrzeitstreifen diese Fahrzeit für die schätzungsweise aufgesuchte Lage der Blockstelle als bekannt entnehmen. l_{vh} = Abstand Vorsignal vom Hauptsignal. Nach der unbekanntenen Fahrzeit t_{AS_2} aufgelöst, ist

$$t_{AS_2} = \frac{1}{2} (t_{AZ_3} - t_{S_2Z_2} - t_{S_1A} - b_d + b) \text{ min.}$$

Bei einem nachfolgenden haltenden Zug (IIIa) ist b_a statt $b_d + t_{S_1A}$ zu setzen, dann lautet die Gleichung

$$t_{AS_2} = \frac{1}{2} (t_{AZ_3} - t_{S_2Z_2} - b_a + b)$$

Rechnet man hieraus die Zeiten t_{AS_2} aus und interpoliert von der Abfahrstelle A aus im Fahrzeitstreifen diese Zeit, so erhält man S_2 im Längenprofil (durch Heraufloten). Von diesem geht man $\frac{1}{2} l_z + 150 + l_{vh}$ in der Fahrtrichtung weiter und erhält den Standort des Blocksignals. Die Werte l_{vk} in Abhängigkeit von der Steigung sind in der Tabelle Seite 48 angegeben.

Drei Blockstrecken.

Hier werden die Ungleichungen Va und VIa zu Gleichungen unter Fortfall der Indizes n und v . Bei Zügen gleicher Fahrzeiten lauten für den durchfahrenden Zug nach VIa die drei Gleichungen:

- 1) . . . $t_{AZ_4} + b - t_{AS_3} = t_{AZ_3} + b - t_{AS_2}$
- 2) . . . $t_{AZ_3} + b - t_{AS_2} = t_{AZ_2} + b_d + t_{S_1A}$
- 3) . . . $t_{AZ_2} + b_d + t_{S_1A} = t_{AZ_4} + b - t_{AS_3}$

Setzt man wieder $t_{AZ_3} = t_{AS_3} + t_{S_3Z_3}$ und $t_{AZ_2} = t_{AS_2} + t_{S_2Z_2}$ und schreibt man auf die linke Seite die Unbekannten, so ist

- 1) . . . $2 t_{AS_3} - t_{AS_2} = t_{AZ_4} - t_{S_3Z_3}$
- 2) . . . $2 t_{AS_2} - t_{AS_3} = t_{S_3Z_3} - t_{S_2Z_2} - t_{S_1A} - b_d + b$
- 3) . . . $t_{AS_2} + t_{AS_3} = t_{AZ_4} - t_{S_2Z_2} - t_{S_1A} - b_d + b$

Durch Addition von Gleichung 1) und 3) erhält man $t_{AS_3} = \frac{1}{3} (2 t_{AZ_4} - t_{S_3Z_3} - t_{S_2Z_2} - t_{S_1A} - b_d + b)$.

Durch Addition von Gleichung 2) und 3) erhält man $t_{AS_2} = \frac{1}{3} (t_{AZ_4} + t_{S_3Z_3} - 2 t_{S_2Z_2} - 2 t_{S_1A} + 2 b - 2 b_d)$.

Setzt man nach Va) in den vorgenannten Gleichungen b_a statt $t_{S_1A} + b_d$, so ist für einen haltenden nachfolgenden Zug

$$t_{AS_3} = \frac{1}{3} (2 t_{AZ_4} - t_{S_3Z_3} - t_{S_2Z_2} - b_a + b) \text{ und}$$

$$t_{AS_2} = \frac{1}{3} (t_{AZ_4} + t_{S_3Z_3} - 2 t_{S_2Z_2} + 2 b - 2 b_a)$$

Nach Ausrechnung der Klammer können wieder durch Interpolieren dieser Werte im Fahrzeitstreifen die Stellungen der Blocksignale gefunden werden.

Beispiel.

Es ist für Personenzüge, die in Wie anfahren, die Strecke zwischen Wie und Schw durch zwei Blocksignale zu unterteilen. Es ist der Abstand $S_2Z_2 = S_3Z_3 = \frac{1}{2} l_z + 150 + 700 + 210 + \frac{1}{2} l_z = 1060 + l_z$ m. Für l_z ist die Länge des Güterzuges zu 250 m eingeführt, daher $S_2Z_2 = S_3Z_3 = 1060 + 250 = 1310$ m. Nach dem Fahrzeitstreifen wird an den voraussichtlichen Stellen für S_2Z_2 und S_3Z_3 der Zug mit $V = 75$ km/h gefahren. Dann ist $t_{S_2Z_2} = t_{S_3Z_3} = 1,31 \cdot 60 : 75 = 1'$. Mit $b_a = 0,9'$ und $b = 0,4'$ ist für haltenden Pz

$$t_{AS_2} = \frac{1}{3} (t_{AZ_4} + t_{S_3Z_3} - 2 t_{S_2Z_2} + 2 b - 2 b_a) = \frac{1}{3} (12 + 1 - 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,4 - 2 \cdot 0,9) = 3,3'$$

Ferner ist $t_{AS_3} = \frac{1}{3} (2 t_{AZ_4} - t_{S_3Z_3} - t_{S_2Z_2} - b_a + b) = \frac{1}{3} (2 \cdot 12 - 1 - 1 - 0,9 + 0,4) = 7,2'$.

Durch Interpolieren sind im Fahrzeitstreifen des Pz die Stellen für S_2 und S_3 gefunden, die den Fahrzeiten $t_{AS_2} = 3,3'$ und $t_{AS_3} = 7,2'$ entsprechen. Die Blocksignale sind von S_2 und S_3 um je $\frac{1}{2} l_z + 150 + 700 = 125 + 150 + 700 = 975$ m entfernt.

C. Das Einholen von Verspätungen beim Befahren von Langsamfahrstrecken.

Um Verspätungen einzuholen, fahren die Züge statt der planmäßigen die kürzesten Fahrzeiten. Bevor daher Methoden angegeben werden sollen, um die Einholstrecke zu ermitteln, sind die Begriffe der planmäßigen und kürzesten Fahrzeit zu erörtern. Hierbei sei auf die Ausführungen von Janisch in der Verkehrstechn. Woche 1932, Heft 43, Bezug genommen.

1. Die planmäßigen Fahrzeiten.

Die Höchstlast eines Personenzuges ist nach dem wirklichen Bedarf festzusetzen und auf die Gesamtstrecke zu beziehen, die ohne Veränderung des Zugewichts durchfahren wird. Für die Höchstlast ist bei Ausnützung der Grenzggeschwindigkeit und der Leistung der Lokomotive an der Reibungs- und Verdampfungsgrenze, sowie bei einer angemessenen Bremswirkung die planmäßige Fahrzeit zu ermitteln. Die Grenzggeschwindigkeit ist die von der Deutschen Reichsbahn angegebene Höchstgeschwindigkeit, die für planmäßige Fahrzeiten z. B. der Personenzüge auf 75 km/h und für die kürzesten Fahrzeiten auf 85 km/h festgesetzt ist. In den Lokomotivleistungsstafeln ist die Linie der Fahrweise hiernach durch die Reibungs- und Verdampfungsgrenze bestimmt. Beim Durchfahren der Strecke sind die ständigen Geschwindigkeitsbeschränkungen von vornherein zu beachten.

Bei Güterzügen ist als Höchstlast in der Regel die zu ermitteln (s. oben), die mit der Reibungszugkraft auf der maßgebenden Steigung gefahren werden kann. Die planmäßigen Fahrzeiten werden auch für Güterzüge aus der Lokomotivleistung an Reibungs- und Verdampfungsgrenze ermittelt.

Die planmäßige Fahrzeit aus der Höchstlast bringt den Nachteil mit sich, daß der Fahrzeitüberschuß, also die Möglichkeit Verspätungen einzufahren, auf verhältnismäßig ebenen und auf Gefällstrecken klein werden kann. Bei Personenzügen bringt aber die Heraufsetzung der Höchstgeschwindigkeit von 75 km/h auf 85 km/h meist den erforderlichen Fahrzeitgewinn. Auch kann man besonders bei Güterzügen so vorgehen, daß man die planmäßigen Fahrzeiten auf Waagerechten und schwachen Gefällen für den ohne Kraftverbrauch (Auslaufen) fahrenden Zug berechnet und für den Fahrzeitgewinn diese Strecken mit Dampf befährt.

Nach den Bestimmungen der Reichsbahn soll für die oben angegebenen Grenzgeschwindigkeiten und für die Leistungen der Lokomotive an der Reibungs- und Verdampfungsgrenze die Fahrzeit für die Regellast ermittelt werden, zu der ein angemessener Verspätungszuschlag hinzuzufügen ist, um die planmäßige Fahrzeit zu erhalten. Die Regellast soll nach der durchschnittlichen Besetzung des Zuges unter Ausschaltung nur zeitweiser Verspätungen und nach seinen sonstigen Verkehrsaufgaben festgesetzt werden. Nach Janisch entspricht es aber besser den wirklichen Verhältnissen, die planmäßige Fahrzeit aus der Höchstlast unmittelbar zu berechnen, da z. Z. wohl die meisten Lokomotivführer die vorgeschriebene Fahrzeit auf Steigungen etwas überschreiten und den Fahrzeitverlust durch Ausnutzung der Höchstgeschwindigkeit auf günstigen Streckenabschnitten wieder auszugleichen suchen, weil sie bei dieser Fahrweise weniger Kohlen brauchen.

2. Kürzeste Fahrzeiten.

Die kürzesten Fahrzeiten werden für deren festgesetzte Grenzgeschwindigkeit (also für Personenzüge 85 km/h) sowie für die Grenzleistung des Kessels, aber für das kleinste Wagenzuggewicht berechnet, das nach den Fahrberichten auf der Strecke wirklich vorkommt. Die Fahrzeiten für dazwischenliegende Lasten erhält man dadurch, daß man für eine dazwischenliegende Last diese ermittelt, die drei Werte als Ordinaten aufträgt und durch die drei Punkte eine Kurve legt.

3. Das Befahren der Langsamfahrstrecken.

Zum Einholen der Verspätungen sind außer Kürzungen der Aufenthalte die kürzesten Fahrzeiten hinter der Langsamfahrstrecke, gegebenenfalls auch schon vor dieser anzuwenden.

Bei Gleisarbeiten sollen keine Bauweisen angewendet werden, die eine Ermäßigung der Geschwindigkeit auf weniger als 20 km/h bedingen. Geschwindigkeitsermäßigungen auf 10 km/h oder auf Halt dürfen nur ganz ausnahmsweise, z. B. bei Rutschungen, gewissen Brückenarbeiten, Gefahr- und Unfallstellen vorgeschrieben werden.

Die Langsamfahrstrecke ist durch die Signale 5 zu kennzeichnen. Die A-Scheibe des Langsamfahrsignals soll vom Beginn der Langsamfahrstelle eine solche Entfernung haben, daß auf ihr der Zug auf die verlangte Geschwindigkeit abgebremst werden kann. Mindestlänge dieser Strecke ist auf Hauptbahnen 300 m, auf Nebenbahnen 150 m. Es ist also zunächst für den Zug der Strecke, der den größten Bremsweg erfordert, diese Entfernung zu ermitteln und darnach das Signal 5 aufzustellen. Der Bremsweg ist abhängig von der Art der Bremse (schnell oder langsam wirkende durchgehende Bremsen oder Handbremsen), ferner von den Bremsprozenten, der Geschwindigkeit auf der Langsamfahrstrecke und der Abbremsgeschwindigkeit, sowie von den Neigungen der Strecke.

Für Reisezüge, die ja mit schnellwirkenden Bremsen ausgerüstet sind, sind nach den Vorschriften bei den Berechnungen 80 Bremsprozent und 22 Bremsprozent für Güterzüge anzusetzen.

Zur Ermittlung von Bremszeit und Bremsweg soll eine mittlere Bremsverzögerung eingeführt werden, die abgesehen

von den Bremsprozenten auch von den Geschwindigkeiten, sowie von der Neigung der Strecke abhängig ist. Im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 11, Seite 221 ist ein zeichnerisches Verfahren zur genauen Ermittlung der Bremsbewegung angegeben. In den Abb. 4 bis 6 und 8 bis 10 sind dort für Reise- und Güterzüge über der V-Achse die w-Linien und darauf die Linien für die Bremskräfte p_0 kg/t auf der Waagerechten bei gleichbleibendem Bremsklotzdruck aufgetragen. Zeichnet man von der Abbremsgeschwindigkeit entsprechend der Bedienungsweise des Bremsventils, die dort nach Abb. 1, 1a und 2, 2a durch den zeitlichen Verlauf des Klotzdruckes gegeben ist, die Zeitwinkel aneinandergereiht ein und ver-

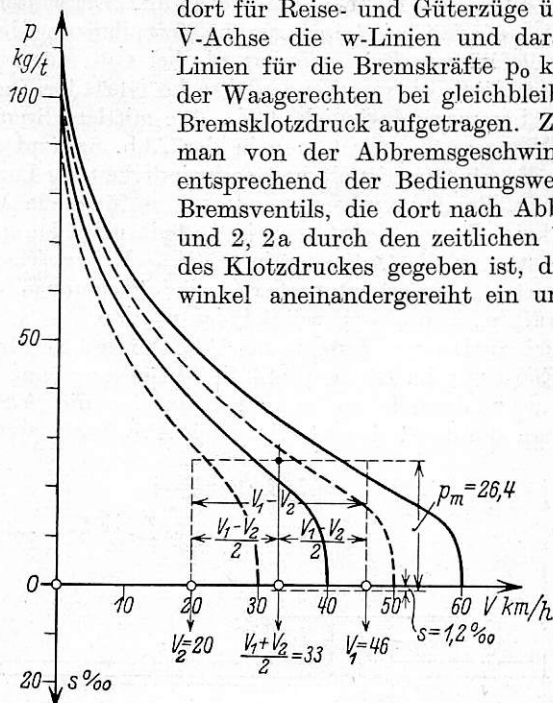


Abb. 8a.

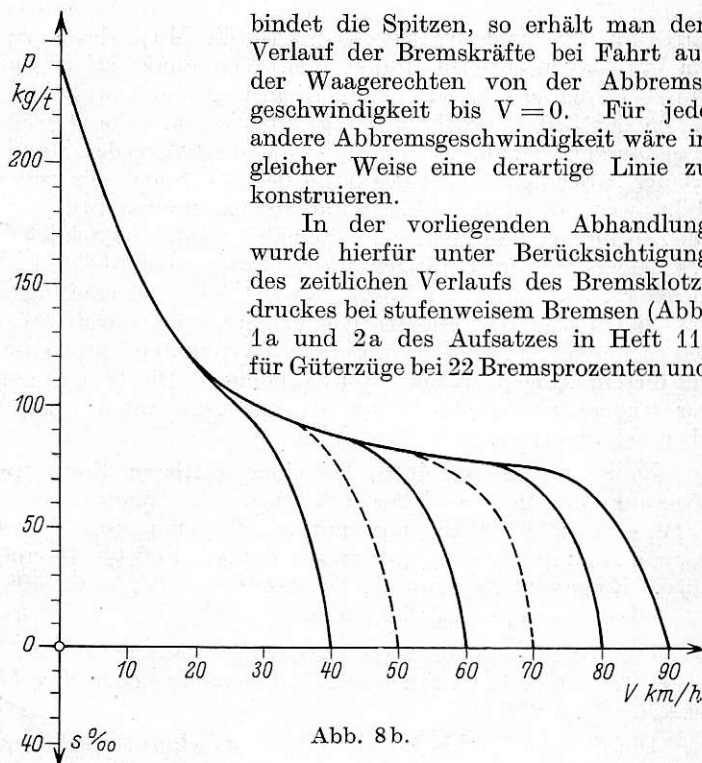


Abb. 8b.

bindet die Spitzen, so erhält man den Verlauf der Bremskräfte bei Fahrt auf der Waagerechten von der Abbremsgeschwindigkeit bis $V=0$. Für jede andere Abbremsgeschwindigkeit wäre in gleicher Weise eine derartige Linie zu konstruieren.

In der vorliegenden Abhandlung wurde hierfür unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs des Bremsklotzdruckes bei stufenweisem Bremsen (Abb. 1a und 2a des Aufsatzes in Heft 11) für Güterzüge bei 22 Bremsprozenten und

für Reisezüge bei 80 Bremsprozenten der Verlauf der Bremskräfte p_0 kg/t auf der Waagerechten für verschiedene Abbremsgeschwindigkeiten konstruiert (Abb. 8a und 8b). Bei stark geneigten Bremskraftlinien erhält man bei einer mittleren Bremskraft zu kurze Bremswege. Da jedoch bei Langsamfahrstrecken in der Regel auf 20 km/h abgebremst wird und erst für kleinere Geschwindigkeiten die Linie stark

steigt, so kann man hier doch die mittleren Bremskräfte zur Berechnung zuverlässiger Bremswege und Zeiten einführen, wenn man die Zeit vom Anlegen der Hand an das Bremsventil bis zum Beginn der Bremswirkung an allen Bremsklötzen etwas reichlicher, also bei Reisezügen mit $t_0 = 5$ Sek. und bei Güterzügen mit $t_0 = 6$ Sek. bemißt. Der Unterschied beruht darauf, daß bei Reisezügen die Fortpflanzung der Auslaßluftwelle kürzere Zeit erfordert als bei Güterzügen. Auf der dieser Zeit t_0 entsprechenden Strecke fährt der Zug noch mit der Abbremsgeschwindigkeit V_1 . Die mittlere Bremskraft auf der Waagerechten liest man in der Abb. 8a und 8b für $\frac{1}{2}(V_1 + V_2)$ ab. Hier ist V_2 die Geschwindigkeit der Langsamfahrstrecke. Bei Abbremsgeschwindigkeiten, für die in Abb. 8a und 8b keine Kurve eingetragen ist, erhält man das mittlere p_{om} , indem man die Ordinaten in $\frac{1}{2}(V_1 + V_2)$ zwischen zwei benachbarten Kurven interpoliert. Bei Steigungen ist die Bremskraft $p_m = p_{om} + s$, bei Gefällen $p_m = p_{om} - s$, so daß man gleich auch diese Werte in den Abb. 8a und 8b abgreifen kann. Es ist nun im Längenprofil die Entfernung vom Beginn der Langsamfahrstelle zu ermitteln, in der die A-Scheibe des Signals 5 aufzustellen ist. Ist nach Abb. 9 die Spitze des

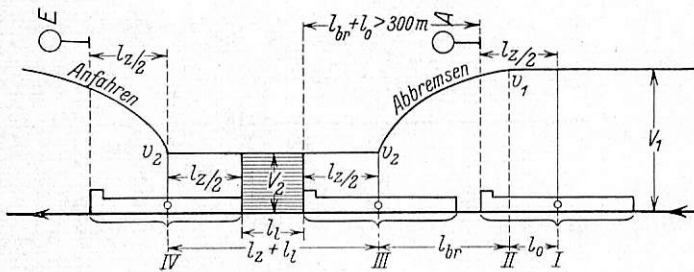


Abb. 9.

Zuges an der Langsamfahrstelle, so ist die Mitte des Zuges um $\frac{1}{2} l_z$ davon entfernt (Punkt III). Von Punkt III ist der Punkt II der aus p_m ermittelte Bremsweg und von II bis I der in der Zeit t_0 gefahrene Weg aufzutragen. Von I trägt man dann in der Fahrtrichtung $\frac{1}{2} l_z$ ab und erhält so den Standort der A-Scheibe des Signals 5, an dem die Spitze des Zuges steht, wenn der Führer die Hand an das Bremsventil legt. Die Zeit für das Wahrnehmen des Signals 5 und für das Schließen des Reglers bis zum Betätigen des Führerbremsventils braucht nicht berücksichtigt zu werden, weil nach Signalordnung das Signal von der Lokomotive aus auf mindestens 100 m wahrnehmbar sein muß, so daß die letztgenannten Tätigkeiten auf diesem Wege ausgeführt werden können. Die Berechnung der längeren Fahrzeiten durch das Langsamfahren beginnt aber bei Punkt II.

Es ist die Bremszeit t_b bei einer mittleren Bremsverzögerung b_m m/sec² daher $t_b = (V_1 - V_2) : 3,6 b_m$ sec = $(V_1 - V_2) : 3,6 \cdot 60 \cdot b_m$ min mit $v = V : 3,6$ m/sec. Es ist $b_m = g \cdot p_m : 1000$ $\varrho = p_m : 108$ m/sec² mit $\varrho = 1,06$ für Dampfzüge. Eingesetzt ist dann die Bremszeit $t_b = (V_1 - V_2) 108 : 60 \cdot 3,6 \cdot p_m = (V_1 - V_2) : 2 p_m$ min.

Der Bremsweg ist dann $l_{br} = t_b (V_1 + V_2) 60 : 2 \cdot 3,6 = (V_1 + V_2) t_b : 0,12$ m. Die der Zeit t_0 entsprechende Strecke ist $l_0 = V_1 \cdot t_0 : 3,6$ m.

Die Strecke III bis IV, die mit V_2 gleichmäßig befahren wird, ist nach Abb. 9) $l_z + l_1$ und die Zeit hierfür ist $t_1 = (l_z + l_1) 3,6 : 60 V_2 = 0,06 (l_z + l_1) : V_2$ min. Eine Zuglänge hinter der Langsamfahrstrecke ist die E-Scheibe des Signals 5 aufzustellen.

Die Berechnung des Anfahrens mit verstärkter Zugkraft zum Einholen der Verspätung beginnt $\frac{1}{2} l_z$ hinter der Langsamfahrstrecke bei Punkt IV. Das Anfahren ist mit dem Zeitwinkelverfahren zu ermitteln.

Beispiel.

Der Leerwagenzug von 250 m Länge soll von Kl nach Wie in km 40 eine 180 m lange Langsamfahrstrecke mit $V_2 = 20$ km/h befahren. Er brems auf einer Steigung $s = 1,2 \text{‰}$ von $V_1 = 46$ km/h, wie schätzungsweise aus dem Fahrzeitstreifen gefunden wurde. Die mittlere Geschwindigkeit ist $\frac{1}{2}(46 + 20) = 33$ km/h. Aus Abb. 8a liest man hierfür $p_m = p_{om} + s = 25,2 + 1,2 = 26,4 \text{‰}$ ab. Hierfür ist die Bremszeit $t_b = \frac{1}{2}(V_1 - V_2) : p_m = \frac{1}{2}(46 - 20) : 26,4 = 0,50$ min.

Der Bremsweg ist $l_{br} = t_b (V_1 + V_2) : 0,12 = 0,50 (46 + 20) : 0,12 = \dots \dots \dots 275$ m
 Die Strecke $l_0 = V_1 \cdot t_0 : 3,6 = 46 \cdot 6 : 3,6$ (mit $t_0 = 6$ sec) = $\dots \dots \dots 77$ „
 $l_{br} + l_0 = 352$ m

Hiernach ist die A-Scheibe des Signals 5 auszustecken.

Die Fahrzeit auf der Langsamstrecke $l_1 + l_z = 180 + 250 = 430$ m ist $t_1 = 0,06 (l_1 + l_z) : V_2 = 0,06 \cdot 430 : 20 = 1,25$ min.

Die Bremsung beginnt nach dem Fahrzeitstreifen, der über dem für die ungebremste Fahrt nach Abb. 10 b, Taf. 4 aufzuzeichnen ist, bei 1,7 Min. nach der Abfahrt in Kl Bremszeit $t_b = \dots \dots \dots = 0,50$ „
 t_1 Zeit auf Langsamfahrstrecke = 1,25 „

Es ist also nach $\dots \dots \dots 3,45$ Min. mit der Kesselgrenzbeanspruchung von $V_2 = 20$ km/h wieder anzufahren. Hierdurch liegt die Linie der Fahrweise fest.

In Abb. 2 sind für das Zuggewicht $G = 373$ t die Senkrechte in Abstand $W_{III} : G$ und der Strahl $-o-o-o-$ gezeichnet. Aus dieser Abbildung werden die Abstände $s + w'$ zwischen diesen Linien in die Abb. 10a, Taf. 4 in halbem Maßstab von der w' -Linie nach oben zur Fahrkraftlinie aufgetragen. Der Geschwindigkeitsmaßstab ist derselbe wie bisher. Wegen der auf die Hälfte verkleinerten Fahrkräfte ist der bisherige Zeitwinkel für 1 Min. nunmehr derjenige für 0,5 Min. Die V_m -Werte sind aber, bevor sie als $\Delta 1$ für 0,5 Min. in den Fahrzeitstreifen Abb. 10 b, Taf. 4 übertragen werden, an einem 1:2 zur V-Achse geneigten Strahl zu halbieren. Von 3,45' des Fahrzeitstreifens für die Langsamfahrt ist hiernach das Anfahren aufzutragen. Fahrt mit Dampf von 3,45' bis 4', von da ab Auslaufen bis 5,5', von wo der Zug bis 6,5' von $V = 43$ auf 35 km/h abgebremst wird und wieder die planmäßige Geschwindigkeit und Fahrzeit erreicht hat. Man sieht an den beiden übereinanderliegenden Fahrzeitstreifen, wie sich von der Langsamfahrstelle bis 6,5' die Zeitstriche gleicher Ziffern immer mehr nähern, bis die Verspätung eingefahren ist. Von 6,5' an haben beide Züge gleiche Geschwindigkeiten und Fahrzeiten und daher übereinanderliegende Zeitstriche der Fahrzeitstreifen.

D. Anlaufsteigungen.

Auf Anlaufsteigungen sind die Steigungs- und Laufwiderstände eines Zuges größer als die Reibungszugkräfte der Lokomotive. Bei größerer Länge der Anlaufsteigung könnte daher der Zug durch die genannten Widerstände zum Halten kommen, besonders dann, wenn er keine durch Anlauf gewonnene hohe Geschwindigkeit am Fuße der Steilrampe hat. Der ungünstigste Betriebsfall ist also der, daß der Zug am Rampenfuß zum Halten gekommen ist und wieder anfahren soll. Die Anlauframpe muß daher nach Steigung und Länge so bemessen werden, daß der ausgelastete Güterzug vom Rampenfuß anfährt und am Kopf der Rampe nicht zum Halten kommt, sondern dort noch mit einer geringen Geschwindigkeit fährt. Für eine gegebene Anlaufsteigung ist die Fahrzeitermittlung durchzuführen, um für die Fahrt auf der Rampe den Weg zu ermitteln, bei der die kleinst zulässige Geschwindigkeit erreicht ist und der dann für die Länge der Anlauframpe maßgebend ist.

Bei dieser Untersuchung ist die vorherbeschriebene Fahrzeitermittlung, bei der der Zug als Massenpunkt betrachtet wird, etwas verändert, da hier die Bewegung unter Berücksichtigung der allmählichen Änderung des Zugwiderstandes beim Übergang von der schwachen Neigung zur Anlaufsteigung zu ermitteln ist und der Zug daher als Band mit gleichmäßig verteilter Zuglast zu betrachten ist.

Es ist dann $G:l_z$ t/m oder $1000 G:l_z$ kg/m das Zuggewicht auf den laufenden Meter. Bezeichnet man die Anlaufsteigung mit $s_a^{0/100} = s_a:1000$ und die davorliegende schwächere Neigung mit $s_1^{0/100} = s_1:1000$ (+Steigung, -Gefälle), so ist nach Abb. 10a der Streckenwiderstand

$$S = 1000 \frac{G}{l_z} \left[\frac{\pm s_1}{1000} (l_z - l_x) + \frac{s_a \cdot l_x}{1000} \right] \text{ kg.}$$

Rückt der Zug in der Zeit Δt sek. um Δl m mit der mittleren Geschwindigkeit $v_m = V_m:3,6$ m/sec vor, so ist $\Delta l = \Delta t \cdot V_m:3,6$ m. Es ist $V_m = V_1 \pm \frac{1}{2} \Delta V$, wo V_1 die Geschwindigkeit zu Beginn und ΔV die Geschwindigkeitsänderung am Ende der Zeit Δt ist.

Es ist also $\Delta l = \Delta t \cdot V_1:3,6 \pm \Delta t \cdot \Delta V:3,6 \cdot 2$ m.

Der mittlere Streckenwiderstand während des Vorrückens Δl ist dann

$$\begin{aligned} S_m &= \left[\frac{\pm s_1}{1000} \cdot (l_z - l_x - \Delta l:2) + \frac{s_a}{1000} \cdot (l_x + \Delta l:2) \right] 1000 G:l_z \\ &= \left[\frac{\pm s_1}{1000} \cdot (l_z - l_x - V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6 \mp \Delta V \cdot \Delta t:4 \cdot 3,6) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{s_a}{1000} (l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6 \pm \Delta V \cdot \Delta t:4 \cdot 3,6) \right] 1000 G:l_z \\ &= \left[\frac{\pm s_1}{1000} \cdot (l_z - l_x - V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6) + \frac{s_a}{1000} \cdot (l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6) \right. \\ &\quad \left. \pm \frac{s_a \mp s_1}{1000} \cdot \Delta V \cdot \Delta t:4 \cdot 3,6 \right] 1000 G:l_z. \end{aligned}$$

Ist der Zug über den Rampenfuß um die Strecke $l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6$ vorgerückt, so steht die Spitze des Zuges gegen das Ende nach Abb. 10b um

$$\frac{s_1}{1000} \cdot (l_z - l_x - V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6) + \frac{s_a}{1000} \cdot (l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6) = h_x$$

höher und der mittlere Widerstand ist

$$S_m = \left[h_x \pm \frac{(s_a \mp s_1)}{1000} \Delta t \cdot \Delta V:4 \cdot 3,6 \right] 1000 G:l_z \text{ kg.}$$

Für 1 t Zuggewicht ist

$$S_m:G = s_m = \left[h_x \pm \frac{(s_a \mp s_1)}{1000} \Delta t \cdot \Delta V:4 \cdot 3,6 \right] 1000:l_z \text{ kg/t.}$$

In der Bewegungsgleichung $p = z - w - s_m = \frac{1000 \cdot \rho \cdot \Delta V}{g \cdot 3,6 \Delta t}$ kg/t den Wert für s_m eingesetzt, ist

$$z - w - \left[h_x \pm \frac{(s_a \mp s_1)}{1000} \Delta t \cdot \Delta V:4 \cdot 3,6 \right] 1000:l_z = \frac{1000 \cdot \rho \cdot \Delta V}{3,6 g \Delta t}$$

oder

$$\begin{aligned} z - w - 1000 h_x:l_z &= \frac{1}{2} \Delta V \left[\frac{1000 \rho \cdot 2}{3,6 g \Delta t} \pm \frac{(s_a \mp s_1) \Delta t \cdot 1000}{1000 \cdot 3,6 \cdot 2 l_z} \right] \\ &= \frac{1}{2} \Delta V \left[\frac{1000 \cdot \rho \cdot 2}{3,6 g \Delta t} \pm \frac{(s_a \mp s_1) \Delta t}{3,6 \cdot 2 l_z} \right] \\ &= \frac{1}{2} \Delta V \left[\frac{2000 \cdot \rho}{3,6 g \Delta t} \pm \frac{(s_a \mp s_1) \cdot \Delta t \cdot 2000 \rho g \cdot 3,6 \Delta t}{3,6 \cdot 2 l_z \cdot g \cdot 3,6 \Delta t \cdot 2000 \cdot \rho} \right] \\ &= \frac{\Delta V \cdot 2000 \cdot \rho}{2 \cdot g \cdot 3,6 \Delta t} \left[1 \pm \frac{(s_a \mp s_1) \cdot \Delta t^2 \cdot g}{1000 \rho \cdot 4 \cdot l_z} \right] \text{ kg/t.} \end{aligned}$$

Es ist $1 \pm \frac{(s_a \mp s_1) \Delta t^2 \cdot g}{1000 \rho \cdot 4 \cdot l_z} = \alpha$ das Korrekturglied.

Es gilt das $\alpha > 1$, wenn der Knick im Längenprofil konkav ist, für Verzögerung (Rampenfuß), das $\alpha < 1$

für Beschleunigung (konvex) (Kopf der Steilrampe). Es ist nun $\frac{1}{2} \Delta V : (z - w - 1000 h_x:l_z) = \frac{3,6 \cdot g \cdot \Delta t}{1000 \cdot 2 \cdot \rho} \cdot \frac{1}{\alpha}$, wo $z = Z:G$ die Zugkraft in kg/t.

Die rechte Seite ist für gleichbleibendes Δt und s_a und s_1 konstant und kann geometrisch unter Berücksichtigung der Maßstäbe für V und z als Neigung des Zeitwinkels dargestellt werden, wie früher beschrieben. Der Ausdruck $1000 h_x:l_z$ kann, wie nachstehend gezeigt, aus dem Längenprofil abgegriffen werden. Es ist

$$h_x = \frac{s_1}{1000} (l_z - l_x - V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6) + \frac{s_a}{1000} (l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6).$$

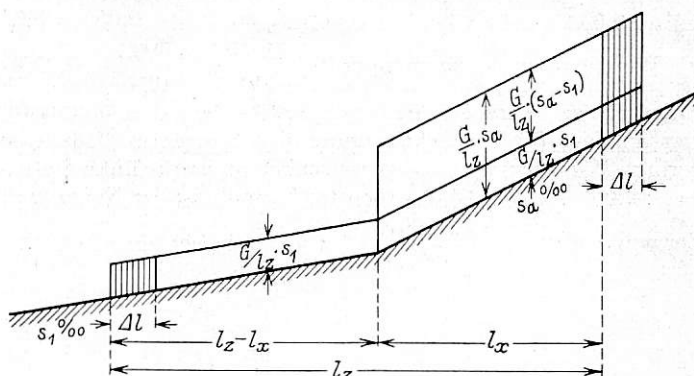


Abb. 10a.

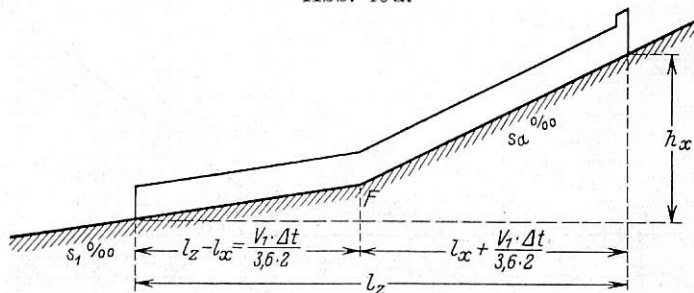


Abb. 10b.

Für $l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6 = 0$ ist $h_x = \frac{s_1}{1000} \cdot l_z$ oder

$$1000 h_x:l_z = s_1.$$

Für $l_x + V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6 = l_z$ ist $h_x = l_z \cdot s_a:1000$ oder $1000 h_x:l_z = s_a$.

Beide Seiten der obigen Gleichung für h_x mit $1000:l_z$ multipliziert, geben

$$1000 h_x:l_z = \left(l_z - l_x - \frac{V_1 \cdot \Delta t}{2 \cdot 3,6} \right) s_1:l_z + \left(l_x + \frac{V_1 \cdot \Delta t}{2 \cdot 3,6} \right) s_a:l_z.$$

Es ist daher das Längenprofil in einem solchen Maßstab zu zeichnen, daß man aus ihm $1000 h_x:l_z$ abgreifen kann. Man trägt auf einer Senkrechten (Abb. 11) im Kräftemaßstab der Fahrkraftlinie die Neigung s_1 auf und schreibt unten und oben an die Endpunkte 1 und 2 an. Bei Steigung s_1 zieht man am unteren Endpunkt 1 eine Waagerechte und schlägt um den oberen Endpunkt 2 einen Kreisbogen mit l_z im Längenmaßstab der Strecke, der die Waagerechte im Pol P schneidet. Sodann trägt man von Punkt 1 nach oben bis Punkt 3 Steigung s_a auf, verbindet 3 mit P und zieht hierzu durch 2 nach rechts eine Parallele, die dann das Längenprofil der Anlaufsteigung ist.

Es soll nun das Verfahren an einem Beispiel erläutert werden. Derselbe Güterzug, wie in 1933, Heft 11, S. 219 mit dem Gewicht $G = 1241$ t, bespannt mit der Lokomotive G 56.16 vom Gewicht $G_1 = 141$ t und der Zuglänge 500 m sei am Fuße der Anlauframpe $s_a = 15^{0/100}$ auf der schwachen Steigung $s_1 = 1,5^{0/100}$ zum Halten gekommen und soll wieder anfahren.

Auf der Anlauframpe soll aber die Geschwindigkeit von 8 bis 10 km/h nicht unterschritten werden.

Maßstäbe: Zur Berechnung der V-Achse wählt man $\Delta t = 30'' = 0,5'$ und als Längenmaßstab 1 km = 200 mm oder 1:5000. Es ist dann $\frac{1 \text{ km} \cdot 60}{0,5 \text{ h}} = 120 \text{ km/h} = 200 \text{ mm}$ oder

1 km/h = 200:120 = 1,667 mm der Maßstab der V-Achse. Als Maßstab für z, w und s sei 1‰ = 5 mm gewählt. Dann ist in der Gleichung $\frac{1}{2} \Delta V: (z - w - 1000 h_x:l_z) = \frac{3,6 g \cdot \Delta t}{1000 \cdot 2 \cdot \rho} \cdot \frac{1}{\alpha}$

Mit $\alpha = 1 \pm \frac{(s_a \mp s_1) \Delta t^2 \cdot g}{1000 \cdot 4 l_z \cdot \rho} = 1 \pm \frac{(15 - 1,5) 30^2 \cdot 9,81}{1000 \cdot 4 \cdot 500 \cdot 1,09} = 1 \pm 0,055 = 1,055$ bei Verzögerung und $1 - 0,055 = 0,945$ bei Beschleunigung, die linke Seite $\frac{3,6 \cdot 9,81 \cdot 30}{1000 \cdot 2 \cdot 1,09} (1 - 0,055) = 1:1,95$ bei Verzögerung bzw. 1:2,14 bei Beschleunigung.

Der Fehler bei Vernachlässigung des Korrekturglieds α ist gering. Man kann daher α weglassen; dann ist die linke Seite = 1:2,06. Mit den Maßstäben für V und z ist die Neigung des Zeitwinkels $\text{tg } \gamma = \frac{1 \cdot 1,667}{2,06 \cdot 5} = 1:6,18$ unberichtigt, berichtigt

nach der zweckmäßigen Anfahrweise des Lokomotivführers zu bestimmen. Im Beispiele wurde für das Anfahren die untere Linie gewählt, weil dies der ungünstigere Fall ist. Ist der Zug in Fahrt, so wird bei Verzögerung am Kopf der Anlaufsteigung mit voller Reibungszugkraft gefahren.

Man überträgt nun den Abstand der Zeitwinkelspitze von der s-Achse in den Fahrzeitstreifen, setzt ihn waagrecht zum Zugschluß des aufgestellten Zuges nach rechts ab und macht den Zeitstrich für 0,5'. Sodann greift man im Fahrkraftdiagramm senkrecht unter dem rechten Ende des Zeitwinkeldreiecks zwischen der V-Achse und dem Halbierungsstrahl die Ordinate $V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6$ ab, die man im Fahrzeitstreifen vom Zeitstrich 0,5' nach rechts absetzt. Die Senkrechte dieses Endpunktes zwischen den Neigungen P—2 und P—3 überträgt man dann im Fahrkraftdiagramm senkrecht oberhalb der Waagerechten für $s_1 = 1,5‰$ und zieht eine kleine Waagerechte; dies ist die Verkürzung der Fahrkraft durch die Streckenkräfte der Zugspitze auf der Rampe. Über dieser kleinen Waagerechten zeichnet man nun das Zeitwinkeldreieck für die nächste 1/2 Min., also für 1'. Man setzt das Verfahren in der beschriebenen Weise fort, indem man die Abzüge für die Streckenwiderstände stets von

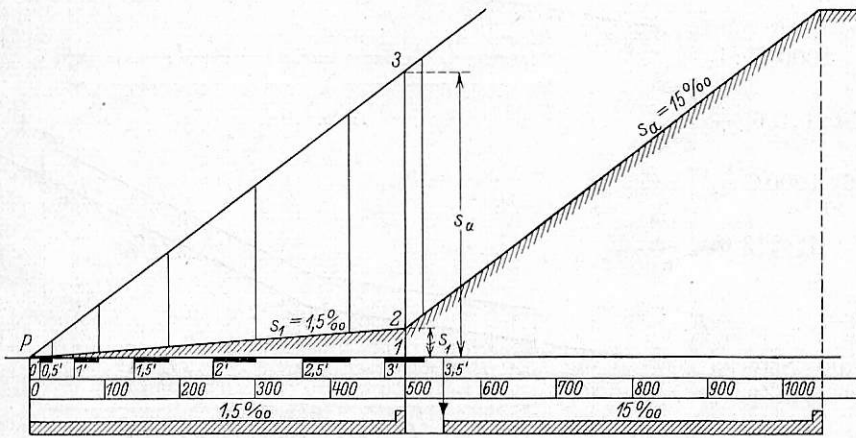


Abb. 11.

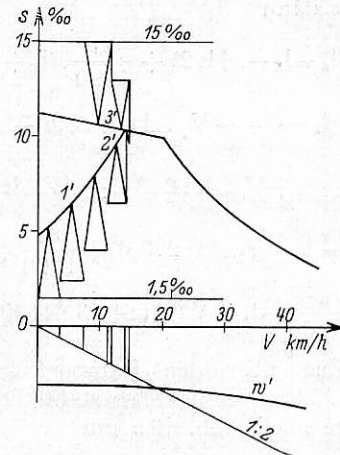


Abb. 12a.

Abb. 12b.

in der Konkaven bei Verzögerung $1,055 : 6,18 = 1:5,86$ und bei Beschleunigung $0,945 : 6,18 = 1:6,53$.

Man trägt in Abb. 12b diese Zeitlinie, sowie in den angegebenen Maßstäben die Fahrkraftlinie, Abb. 12a aus 1933, Heft 11, Taf. 18, Abb. 3 auf. Es ist unter der V-Achse der Fahrkraftlinie ein Halbierungsstrahl gezeichnet, mit dem man unter V_1 (Ende des letztgezeichneten Zeitwinkeldreiecks) die Ordinate $V_1 \cdot \Delta t:2 \cdot 3,6$ abgreift, die wegen der Verwandtschaft der Maßstäbe für Geschwindigkeit und Längen der halbe in Δt mit V_1 zurückgelegte Weg ist. Das Längenprofil ist wie vor beschrieben in Abb. 11 für $l_z = 500$, $s_a = 15‰$ und $s_1 = 1,5‰$ aufgezeichnet. Der Zug steht, wie eingetragen, auf $s_1 = 1,5‰$ mit der Spitze am Fuß von s_a , wo er anfahren soll. Vom Zugende aus ist eine Parallele zur Anlaufsteigung s_a gezeichnet. Es sind dann jeweils die Ordinaten zwischen dieser Parallelen und der Neigung s_1 am Zugende die Streckenkräfte $1000 h_x:l_z$ während des Vorrückens. Die Zugbewegung wird für den Zugschluß im Fahrzeitstreifen aufgetragen, aber mit den Kräften für die Zugmitte. Im Fahrkraftdiagramm zeichnet man von $V = 0$ aus und von der Waagerechten für die Steigung $s_1 = 1,5‰$ den Zeitwinkel für 0,5' bis zur Fahrkraftlinie. Man kann hierfür entweder diejenige für die volle Reibungszugkraft oder die tiefer liegende ansteigende Linie wählen, die dem allmählichen Vorverlegen der Steuerung entspricht. Welche Linie zu wählen ist, ist nach den örtlichen Gleisverhältnissen oder

der Waagerechten für $1,5‰$ absetzt. Die Beschleunigungskräfte vermindern sich, bis nach 2,5' Verzögerung eintritt. Nach 3' ist der Zug vollständig auf der Anlaufsteigung, der Streckenwiderstand ist dann $s_a = 15‰$ konstant, bis die Zugspitze wieder auf eine andere Neigung kommt. Nach 3' hat der Zug $V_1 = 12 \text{ km/h}$ und nach 3,5' $V_1 = 8 \text{ km/h}$. Soll dies die Mindestgeschwindigkeit auf der Rampe sein, so trägt man im Fahrzeitstreifen vom Zeitstrich 3,5' nach rechts die Zuglänge $l_z = 500 \text{ m}$ auf, um die Länge der Anlaufsteigung zu erhalten.

In der Praxis wird man einer neuen Bahnlinie nur solche Steigungen geben, daß Güter- und Personenzüge an jeder Stelle der Strecke anfahren können. Anders verhält es sich dagegen vor Bahnhöfen, wo die Linien meist bei späterem Umbau schienenfrei über- oder unterführt werden müssen. Man kommt daher bei schienenfreien Überschneidungen notgedrungen zu Anlaufsteigungen. Die wirtschaftliche Gestaltung der Anlauframpe erfordert aber eine Ermittlung hinsichtlich ihrer Länge und Neigung aus den gegebenen ungünstigsten Verhältnissen der Zugbewegung nach dem beschriebenen Verfahren, das also ein Kriterium dafür gibt, ob die Anlauframpe für den Betrieb störend ist oder nicht. Das Halten der Lokomotiven am Fuße der Rampe ist ein Ausnahmefall, für den wohl die Streckenverhältnisse durchgebildet sein müssen, der aber für die Fahrplanbildung selbstverständlich nicht zu berücksichtigen ist.

Zweiseitig ausschwenkbares Warnkreuz für Eisenbahnwegübergänge.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Hartwig, Dresden.

Der Standort der Warnkreuze muß so gewählt werden, daß sie auf genügende Entfernung sichtbar sind. Dabei ist es vielfach nicht zu vermeiden, daß ihre straßenseitigen Flügel in die Fahrbahn hineinragen. Diese einragenden Flügel werden

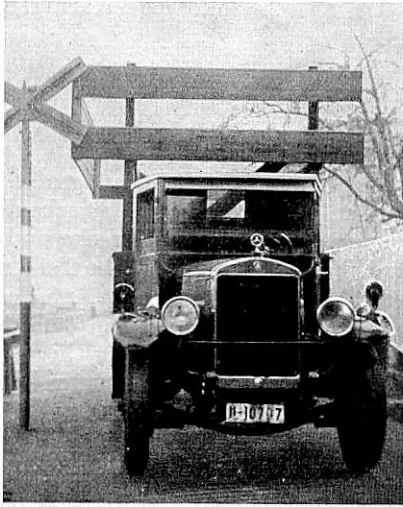


Abb. 1.

häufig von hochbeladenen Fahrzeugen von vorn oder von rückwärts angefahren und umgebogen. Die Folge davon ist, daß die Warnkreuze vorzeitig zerstört werden, und daß sie bis zur Wiederherstellung nicht voll als Warnsignale erkennbar sind.

Eine Umfrage der Reichsbahndirektion Dresden über die Zahl der verbogenen Warnkreuze an beschränkten Wegübergängen ergab, daß 7,3% der Kreuze verbogen waren. Das ist der günstigste Fall, da solche Warnkreuze vermöge der Kürze der unteren Kreuzbalken am wenigsten angefahren werden. Dagegen wurden auf einer sächsischen

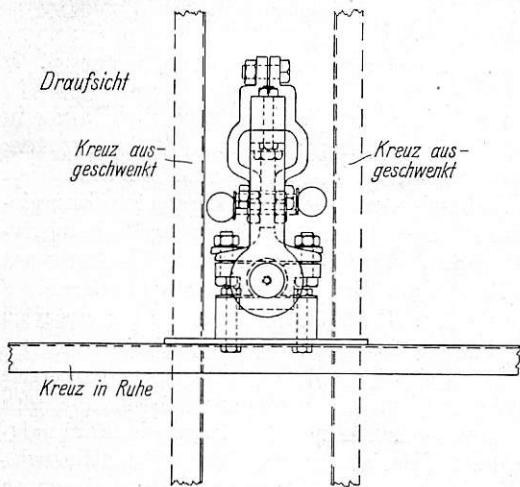


Abb. 2.

Schmalspurstrecke, bei der die Verhältnisse für die Erhaltung der Warnkreuze besonders ungünstig liegen, weil eine enge Talstraße mit starkem Verkehr in vielen Krümmungen die Bahn häufig schneidet, bei 28 Übergängen 38 verbogene Kreuze gezählt, das sind 68%. Eine vorsichtige Annahme darf also dazu kommen, daß 10% aller Kreuze verbogen sind und daß alljährlich 5% der Kreuze verbogen werden. Die Instandsetzung verbogener Flügel erfordert einen Kostenaufwand, der für das gesamte Gebiet der Deutschen Reichs-

bahn eine beachtliche Summe ergibt. Dazu kommt die vorzeitige Zerstörung der Kreuze bei mehrmaligem Hin- und Herbiegen der Flügel und schließlich der Nachteil, daß Warnkreuze mit abgebogenen Flügeln in vielen Fällen vom Straßenverkehr nicht mehr als Signale anerkannt werden, so daß sich aus dieser Sachlage besondere Verwicklungen ergeben können.

Versuche, diese Nachteile abzustellen, brachten die Erkenntnis, daß eine befriedigende Lösung nur dann gefunden wird, wenn das Warnkreuz durch Drehung dem anstoßenden Fahrzeuge bis zu 90° aus der Grundstellung ausweicht, nach Beendigung der Berührung aber in die Grundstellung zurückgeführt wird und dort zur Ruhe kommt. Es wurden versuchsweise mehrere Bauarten angefertigt, bei denen das Warnkreuz durch eine Feder oder durch ein Hebeldruckgewicht oder durch ein Zuggewicht in die Grundstellung zurückgebracht wurde.

Da die Erprobung dieser Kreuze im Betriebe mehr oder weniger vom Zufall abhängig ist, wurden besondere Versuche veranstaltet, bei denen die Kreuze in jeder Beziehung ausprobt werden konnten. Auf einem Lastkraftwagen wurde ein Bohlengerüst aufgebaut, das mit zwei Bohlen über die Seitenfläche des Wagens hinausragte, um das Anfahren des Kreuzes ohne Beschädigung des Wagens zu ermöglichen (Abb. 1). Bei den Anfangsversuchen bewährte sich noch am ehesten das Kreuz mit Zuggewicht. Es ergab sich, daß diese Bauart bis zu einer Geschwindigkeit des Kraftwagens von 10 km/h zuverlässig arbeitete, daß aber bei größerer Geschwindigkeit das Zuggewicht so stark hemmend auf die Beweglichkeit des Kreuzes wirkte, daß Verbiegungen am Dreh-

Seitenansicht

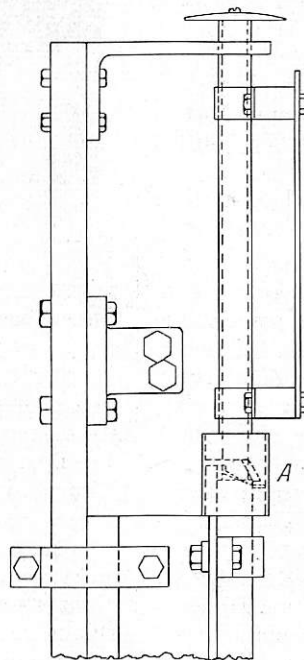


Abb. 3.

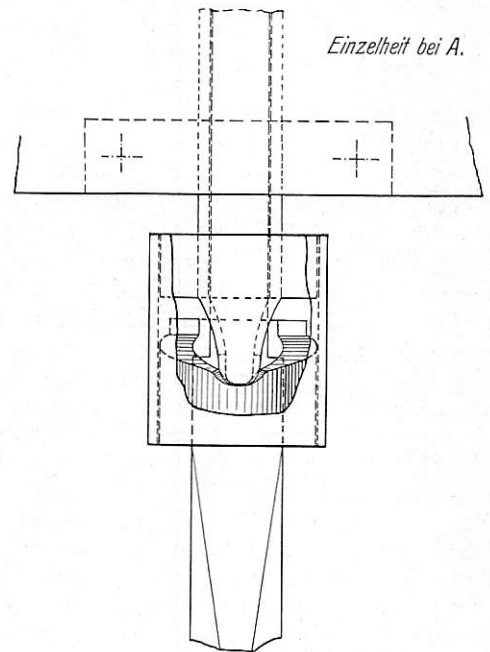


Abb. 4.

zapfen eintraten. Abänderungen dieser Bauart ergaben wohl Verbesserungen, aber keine restlos befriedigende Lösung; deshalb wurde eine wesentlich vereinfachte Bauart ausgeführt, bei der das Kreuz in einer schiefen Ebene aufsteigt; nach einer Drehung von 90° (gegenüber der Grundstellung) wird es an einem Anschlag angehalten und dreht sich durch sein eigenes Gewicht wieder in die Grundstellung zurück, sobald es von dem anstoßenden Fahrzeug nicht mehr berührt wird (vergl. Abb. 2 bis 4). Die neue Bauart hat gegenüber den ersten

Ausführungen auch noch den großen Vorteil, daß sie auch wirksam bleibt, wenn das Kreuz von hinten angefahren wird. Die mit dieser neuen Ausführung angestellten Versuche ergaben einwandfreies Verhalten, auch wenn die Geschwindigkeit des anstoßenden Lastkraftwagens bis auf 30 km/h stieg. Eine größere Geschwindigkeit dürfte nirgends in Frage kommen, da Lastfahrzeuge und Autobusse vor schienengleichen Wegübergängen mit Rücksicht auf die Schläge beim Überfahren der Schienen stets abgebremst werden müssen und da die

Kreuze in der Regel beim Ausweichen, also bei verminderter Fahrgeschwindigkeit, angefahren werden. Die Versuche ließen erkennen, daß es zweckmäßig ist, die Flügel des Kreuzes weitgehend zu verstärken; deshalb ist auf die Blechflügel ein geschweißtes Winkelkreuz aufgenietet worden.

Eine Kostenberechnung für Massenanfertigung ergab so günstige Werte für den Herstellungspreis, daß die Wirtschaftlichkeit des ausschwenkbaren Warnkreuzes gesichert erscheint.

Das moderne Sicherungswesen der Reichsbahn.

(Die elektromagnetische [induktive] Zugbeeinflussung.)

Das Übersehen und Überfahren von Haltesignalen gehört dank dem gut ausgebildeten und zuverlässigen Lokomotivpersonal zu den Seltenheiten. Dessenungeachtet ist die Reichsbahn unausgesetzt bemüht, sich der neuesten Mittel der Technik zu bedienen, um die Folgen menschlicher Unvollkommenheit vollständig auszuschließen und die Sicherheit der Reisenden noch weiter zu erhöhen. Hierher gehört unter anderem die Zugbeeinflussung, die einen Zug, der ein auf Halt stehendes Signal überfährt, selbsttätig abbremst.

An der Lösung des Problems der Zugbeeinflussung arbeiten die Sicherungstechniker aller größeren Eisenbahnverwaltungen des In- und Auslandes im Benehmen mit den Signalbauanstalten schon seit Jahren. Die zu überwindenden Schwierigkeiten sind aber größer als sie auf den ersten Blick erscheinen mögen. Die Deutsche Reichsbahn hat seit einigen Jahren für das Studium dieser Fragen bei dem Reichsbahn-Zentralamt für Bau- und Betriebstechnik ein Sonderdezernat eingerichtet (Reichsbahnrat Kraußkopf), von dem die folgenden Angaben stammen.

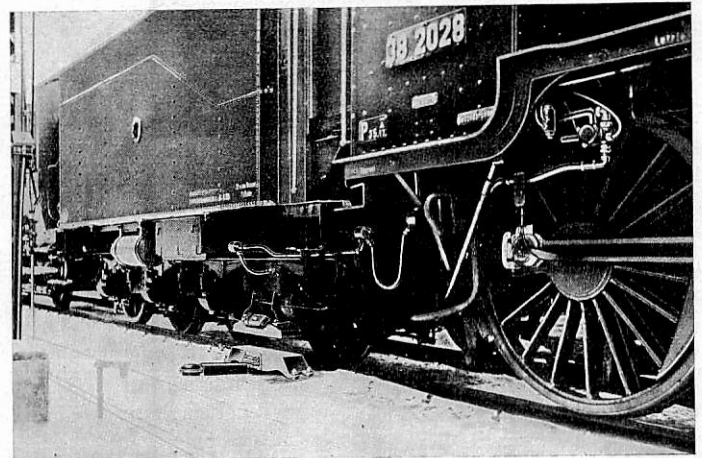
Die ersten Versuche, die durch die Eisenbahnverwaltungen in Deutschland angestellt wurden, reichen fast 30 Jahre zurück und erstreckten sich vorwiegend auf Einrichtungen mit mechanischer Übertragung. Auf den Stadt- und Vorortbahnen wurden derartige Einrichtungen, sogenannte Fahrsperrn, die in Abhängigkeit von den Signalen stehen und bei Überfahren eines Signals den Zug selbsttätig abbremsen, eingeführt. Sie haben sich hier gut bewährt. Der Streckenanschlag befindet sich unmittelbar am Hauptsignal.

Bei Fernbahnen hingegen, auf denen künftig Züge mit Geschwindigkeiten bis 160 km in der Stunde verkehren sollen, genügen derartige einfache Einrichtungen nicht mehr den gestellten Anforderungen. Abgesehen davon, daß bei hohen Fahrgeschwindigkeiten die Übertragungsteile der Zerstörung, zumindest aber außergewöhnlich starker Abnutzung ausgesetzt sind, sind hier Einrichtungen zweckmäßiger, die namentlich hinsichtlich der Übertragungsteile eine größtmögliche klimatische Unempfindlichkeit aufweisen; die zweckmäßigste Form wurde in der elektromagnetischen Zugbeeinflussung gefunden. Gerade im Winter bei Frost, Rauheif, Nebel und Schneegestöber muß eine derartige zusätzliche Sicherungseinrichtung unbedingt zuverlässig arbeiten. Die Zugbeeinflussungseinrichtung soll im übrigen so durchgebildet sein, daß der Lokomotivführer in seiner verantwortlichen Tätigkeit als Führer des Zuges keinesfalls behindert wird, denn der Lokomotivführer ist und bleibt Träger der Sicherheit des fahrenden Zuges. Nur dann, wenn der Lokomotivführer als Mensch versagen sollte, soll die Zugbeeinflussung in Tätigkeit treten.

Die sichere Übertragung des Streckenimpulses auf die Lokomotive stellt das eigentliche Problem der Zugbeeinflussung dar.

Auf Grund jahrelanger Erfahrungen und technischer Erkenntnisse hat die Deutsche Reichsbahn der Entwicklung der sogenannten induktiven elektromagnetischen Zugbeeinflussung ganz besonderes Interesse entgegengebracht. Die

induktive Zugbeeinflussung besitzt den großen Vorzug, daß Teile der fahrenden Lokomotive mit Streckenteilen nicht in Berührung kommen. Auf der freien Strecke sind weder Stromquellen erforderlich, noch sind bewegliche Teile mit Ausnahme der Signalstromschließer vorhanden. Auf der Lokomotive befindet sich ein Resonanzstromkreis, in dem der Sender der Energiestrahlung, der Lokomotivmagnet, liegt (s. Abbildung). Während der Fahrt werden durch diesen Sender ständig elektromagnetische Kraftlinien von bestimmter Frequenz ausgestreut. Treffen diese Kraftlinien bei halt- oder warnung-



Lokomotive mit Lokomotivmagneten über Gleismagneten.

zeigenden Signalen auf einen am Signal seitlich des Gleises in einem besonderen Gehäuse untergebrachten Gleismagneten, dessen Schwingungskreis auf gleiche Frequenz abgestimmt ist, dann tritt durch Induktion und Rückwirkung eine Energieentziehung und damit eine Stromschwächung im Lokomotivstromkreis ein. Hierdurch wird die gewünschte Wirkung auf der Lokomotive (Bremsung, Ertönen einer Hupe oder eines Klingelzeichens) ausgelöst. Bei Fahrtstellung des Signals wird durch den Signalstromschließer der Gleisstromkreis so geschaltet, daß eine Rückwirkung auf den Lokomotivstromkreis nicht eintreten kann, denn die Gleismagnete sind durch Signalstromschließer von der Stellung der Signale in Abhängigkeit gebracht. Die ersten Einrichtungen arbeiteten mit Energie sender nur einer Frequenz, die 1000 Hertz betrug; sie konnten dementsprechend nur eine Wirkung übertragen. Die neuesten Einrichtungen hingegen gestatten das gleichzeitige Ausstreuen dreier Kraftlinienfelder verschiedener Frequenzen von der Lokomotiveinrichtung aus. Der Lokomotivmagnet, der als Dreifrequenzmagnet ausgebildet ist, strahlt also gleichzeitig Felder mit den Frequenzen 500, 1000 und 2000 Hertz aus. Jeder Frequenz ist ein ganz bestimmtes Aufgabengebiet zugeordnet. So bewirkt beispielsweise die Frequenz 500 eine unbedingte Fahrsperrung am Hauptsignal, die Frequenz 1000 eine Wachsamkeitsüberprüfung am Vorsignal und die Frequenz 2000 eine Geschwindigkeitsüberprüfung an besonderen Stellen

des Gleises. Dementsprechend sind auf der Strecke Gleismagnete mit entsprechend abgestimmten Schwingungskreisen verlegt und zwar am Vorsignal der Magnet mit der Frequenz 1000, am Hauptsignal der Magnet mit der Frequenz 500 und an einem Geschwindigkeitsüberwachungspunkt der Magnet mit der Frequenz 2000. Die Geschwindigkeitsgleismagnete liegen in der Regel 250 m vor den Hauptsignalen. Sie können aber auch unabhängig von Signalen, also in dauernder „Wirk“-schaltung, vor gewissen Gefahrenpunkten z. B. vor Umbaustellen usw. zur Geschwindigkeitsüberwachung dauernd oder vorübergehend angeordnet werden. Die wichtigste Wirkung kommt dem Magneten am Vorsignal mit der Frequenz 1000 zu.

Die Zugbeeinflussung ist bei der Reichsbahn im wesentlichen nach dem Wachsamkeitsprinzip durchgebildet, d. h. der Hauptwert wird auf die Überprüfung der Wachsamkeit des Lokomotivführers im Augenblick des Überfahrens des Vorsignals gelegt. Man geht hierbei von der Voraussetzung aus, daß der Lokomotivführer, der die Stellung eines Vorsignals erkannt hat, auch entsprechend handelt und bei Warnstellung eines Vorsignals auch die Vorbereitungen zum Halten des Zuges am Hauptsignal trifft. Lediglich da, wo eine Verwechslung von Einfahrsignalen vorkommen kann oder wo aus anderen Gründen die Geschwindigkeitsüberwachung vor einem Einfahrsignal besonders wichtig erscheint, wird in Abhängigkeit von dem Hauptsignal noch ein besonderer Magnet zur Überprüfung der Geschwindigkeit verlegt.

Eine Beeinflussung wirkt sich auf der Lokomotive wie folgt aus: Falls ein Lokomotivführer ein Vorsignal in Warnstellung unachtsam überfahren hat, so tritt nach etwa 10 Sek. eine selbsttätige Zwangsbremmung ein. Erkennt der Lokomotivführer die Warnstellung und drückt nach Vorbeifahrt des Signals innerhalb dieser 10 Sek. eine Taste, die Wachsamkeitstaste, dann wird die Lokomotiveinrichtung wieder in ihre Grundstellung gebracht und eine Zwangsbremmung vermieden. Das Drücken der Taste wird registriert. Bei Überfahren eines Geschwindigkeitsgleis-

magneten mit zu großer Geschwindigkeit ertönt im Führerstand ein Klingelzeichen. Das Überfahren eines Hauptsignals in Haltstellung löst eine sofortige selbsttätige Zwangsbremmung aus.

Bei den großen Geschwindigkeiten der Schnelltriebwagen und der Schnellzuglokomotiven wird die Triebwagen- bzw. die Lokomotiveinrichtung so ausgebildet, daß ein in Warnschaltung überfahrener Vorsignalgleismagnet noch eine weitere Wirkung auslöst. Sollte nämlich der Führer nach Drücken der Wachsamkeitstaste aus irgend einem Grunde die Fahrgeschwindigkeit nicht auf ein vorgeschriebenes Maß ermäßigen, dann tritt etwa 10 bis 15 Sek. nach erhaltener Beeinflussung trotz Drückens der Taste die Zwangsbremmung ein.

Die Lokomotiveinrichtung ist weiter so ausgebildet worden, daß ein Überfahren eines gestörten Hauptsignals, das sich in Haltstellung befindet, auf besonderen Befehl möglich ist. Der Lokomotivführer kann in diesem Falle durch Drücken einer Taste, der Befehlstaste, die unter Plombenverschluß liegt, den Streckenimpuls ausschalten.

Hervorgehoben sei noch, daß die Schnelltriebwagen und Schnellzuglokomotiven mit besonderen Registriervorrichtungen ausgerüstet werden, die die Geschwindigkeiten, Zwangsbremmungen und Betätigung der Wachsamkeits- und Befehlstaste registrieren. Außerdem ist auf dem Registrierstreifen zu erkennen, ob die Zugbeeinflussungseinrichtung ein- oder ausgeschaltet war.

Im ganzen sind z. Z. rund 2600 km Gleis mit induktiver Zugbeeinflussung ausgerüstet. Der großzügige Ausbau dieser wichtigen Sicherheitseinrichtung ist in vollem Gange. Der auf der Strecke Berlin—Hamburg verkehrende Schnelltriebwagen erhielt von vornherein diese Einrichtung. Sechs in Auftrag gegebene Schnelltriebwagen, die auf den Strecken Berlin—Köln, Berlin—Leipzig und Berlin—Dresden verkehren sollen, werden mit induktiver Zugbeeinflussung ausgerüstet, desgleichen die vorgenannten Strecken, soweit sie noch nicht ausgerüstet sind.

Persönliches.

Sektionschef i. R. Dr. Ing. Trnka.

Mit Ablauf des Preisausschusses für die Periode 1929 bis 1933 hat Dr. Trnka im Dezember 1933 seine vieljährige Tätigkeit im VMEV. abgeschlossen.

In den Reihen derjenigen Eisenbahnfachmänner, die ihr ganzes Können und Wissen dem Verein jederzeit arbeitsfreudig zur Verfügung gestellt haben, ist Dr. Trnka von den Österreichischen Bundesbahnen eine der markantesten Persönlichkeiten gewesen.

Dr. Trnka wurde im Jahre 1869 geboren und begann nach Abschluß der Studienzeit seine Laufbahn als Assistent für höhere Geodäsie an der Technischen Hochschule in Wien. Im Jahre 1892 wurde er der Bauleitung der Wiener Stadtbahn, im Jahre 1899 der Eisenbahnbauleitung in Ragusa zugeteilt. Im Jahre 1901 in das Departement für Baukonstruktionen des ehemaligen Eisenbahnministeriums berufen, wurde er im Laufe der Zeit mit der Leitung des Departements für Oberbau und Stationsanlagen sowie für Hochbau und Wohnungsfürsorge betraut. Von 1922 bis zur Errichtung der Unternehmung „Österreichische Bundesbahnen“ stand Dr. Trnka der Bausektion im Bundesministerium für Handel und Verkehr vor. Am 1. Oktober 1932 wurde er zum Baudirektor der Unternehmung „Österreichische Bundesbahnen“ berufen und gehörte seit 1928 dem Vorstand dieses Unternehmens an. Mitte des Jahres 1930 ist er in den Ruhestand getreten. —

Dr. Trnkas Tätigkeit als Vertreter der Österreichischen Bundesbahnen im Verein begann im Jahre 1907 und endigte

im Jahre 1933. Seine vielseitige berufliche Tätigkeit und sein bedeutendes fachliches Wissen befähigte ihn in hervorragendem Maße an den Arbeiten des Vereins maßgebend mitzuwirken.

Im Technischen Ausschuss beteiligte er sich in den Jahren 1907 bis 1921 an allen wichtigen bautechnischen Fragen, die die Eisenbahnverwaltungen des Vereins in den letzten Jahrzehnten beschäftigt haben. Vor allem war es das schwierige und vielseitige Problem des Oberbaues, dem sich Dr. Trnka erfolgreich widmete. — Die Frage der zweckmäßigen Oberbauausbildung in Gleiskrümmungen hinsichtlich Spurerweiterung, Überhöhung und Übergangsbogen, die Beseitigung der schädlichen Einflüsse des Schienenstoßes, die Frage des Einflusses der seitlichen Schienenkopfabnutzung in den Gleiskrümmungen auf die Entgleisungen von Fahrzeugen, die auf dem Grenzgebiet zwischen Bau- und Maschinentechnik liegende Frage des Laufes und der Beladung der Fahrzeuge, sowie die Stofffragen des Oberbaues haben die tätige Mitwirkung Dr. Trnkas gefunden.

Er war weiter beteiligt an den Untersuchungen über die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der Verwendung des Eisenbetons bei Eisenbahnbauten. — Auch bei der Aufstellung und Beantwortung der sogenannten „Technischen Fragen“ wirkte Dr. Trnka an hervorragender Stelle mit. Es fehlt hier der Raum, um alle Gebiete zu nennen, auf denen er seine Arbeitskraft dem Technischen Ausschuss in langen Jahren zur Verfügung stellte.

Dem Preisausschuss gehörte Dr. Trnka vom

Oktober 1916 bis zum Dezember 1933, seit 1926 als Vorsitzender an. Hier hat er sein großes Wissen in den Dienst der Begutachtung der Preisbewerbungen gestellt und durch erschöpfende und mustergültige Referate gründlichste Beurteilung ermöglicht. Als Vorsitzender des Ausschusses leitete er die Verhandlungen von hoher Warte mit größter Objektivität. Dem „Organ“ ist Dr. Trnka dadurch näher getreten, daß er dem Beirat lange Jahre angehörte und in dieser Eigenschaft die Schriftleitung durch Vermittlung wertvoller Aufsätze aus seinem Geschäftsgebiet in freundlichster Weise unterstützte.

Dr. Trnka verfügte auf dem ganzen bautechnischen Gebiet des Eisenbahnwesens über ein hervorragendes Maß fachtechnischer Kenntnisse und gründlicher praktischer Erfahrung, wobei ihm die Gabe eigen war, seine Ansichten mit Nachdruck in vornehmster Form zu vertreten.

Was die Mitarbeiter Dr. Trnkas neben seiner bedeutenden fachwissenschaftlichen Begabung und neben seinem unermüdbaren Fleiß besonders hochschätzten, das war sein vornehmes, liebenswürdiges und sachliches Wesen, das einer abgeklärten Weltanschauung und einer reinen Seele entsprang. Dabei schlossen seine weitgehenden Kenntnisse nicht mit dem Beruf ab, sondern über diesen hinaus verfügt Dr. Trnka über eingehendes Wissen auf den verschiedensten Gebieten, so ist er u. a. ein gründlicher Kenner der kirchlichen Baukunst.

Alle, die ihm während seiner Zugehörigkeit zum Verein näher treten durften, werden den edlen, lautereren und hochbegabten Mann nie vergessen und ihm das allerbeste Andenken bewahren. Möge es ihm vergönnt sein, noch recht viele Jahre in körperlicher und geistiger Rüstigkeit zum Wohle der Seinen zu wirken.

Der Name Trnka bleibt mit ehernen Lettern in den Geschichtstafeln des Vereins verewigt. N.

Ein Pionier des elsäß-lothringischen Eisenbahnwesens.

Oberbaurat i. R. Rohr 80 Jahre alt.

Der Oberbaurat i. R. und langjährige Leiter der Maschinentechnischen Abteilung der früheren Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen Paul Rohr vollendete am 25. Januar in Dornholzhausen bei Homburg v. d. H. sein 80. Lebensjahr.

Dieser Tag ließ die Erinnerung wieder wach werden an die ruhmvolle Zeit dieser Verwaltung und der Männer, die es verstanden hatten, das Eisenbahnnetz als starke Stütze der mit ungehörter Kraft vorwärts drängenden Wirtschaft dieses Grenzlandes zu entwickeln und zu betreiben. Und eine der wichtigsten Säulen dieses herrlichen Baues war Paul Rohr. Ausgezeichnet durch einen scharfen und klugen Verstand, eisernen Fleiß und unbeugsamen Willen gegen

sich wie seine Mitarbeiter, verstand er es, die ihm anvertrauten Belange mit einem ungewöhnlichen Erfolge zu fördern.

Er trat im Jahre 1876 in die Verwaltung der Elsaß-Lothringischen Bahnen ein und durchlief nach damaligem Brauch zunächst in rascher Folge die Stellen des mittleren Dienstes, um sich dann nach glänzenden, mit Auszeichnung bestandenen Staatsprüfungen als Regierungsbaumeister und etatsmäßiger Kaiserlicher Maschineningenieur vor allem im elektrotechnischen Dienst zu betätigen. Im Jahre 1899 wurde er als Hilfsarbeiter in die Kaiserliche Generaldirektion berufen, um dort das neugeschaffene Dezernat für Betriebsmaschinendienst und Elektrotechnik zu übernehmen. Bereits nach wenigen Monaten wurde er im Jahre 1900 zum Regierungsrat und zum Mitglied der Kaiserlichen Generaldirektion ernannt. Mit einer ungewöhnlichen Liebe nahm er sich dieses neuen Amtes und besonders des Betriebsdienstes an, und alle, die damals den Vorzug hatten, unter seiner Leitung zu arbeiten, wird es unvergeßlich sein, wie nachhaltig und doch großzügig er für die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit dieses Dienstzweiges sorgte. Bei der Neuorganisation der Kaiserlichen Generaldirektion im Jahre 1909 wurde er unter Ernennung zum Oberbaurat zum Leiter der neugeschaffenen maschinentechnischen Abteilung V ausersehen und übernahm zugleich das Werkstättendezernat. Mit derselben Energie, die er dem Betriebsdienst zugewandt hatte, nahm er sich nunmehr des Werkstättenwesens an und sorgte vor allem für einen ausreichenden, dem ungeahnten Wachsen des Betriebes folgenden Ausbau der Werkstätten. Wenn die elsäß-lothringischen Eisenbahnen so wohlvorbereitet die ihnen im Kriege zufallenden schweren Aufgaben des Zuförderdienstes und der Fahrzeugunterhaltung, noch dazu unter ständiger feindlicher Einwirkung, fast reibungslos zu erfüllen vermochten, so hatten sie das in erster Linie der Umsicht und Tatkraft des Leiters ihrer maschinentechnischen Abteilung zu danken.

Trotz seiner großen Arbeitslast fand Rohr noch Zeit, sich gemeinnützigen Zwecken zur Verfügung zu stellen. So war er lange Zeit Vorsitzender des Elsaß-Lothringischen Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, ein Amt, das bei den eigenartigen Verhältnissen des Grenzlandes viel Geschicklichkeit erforderte. Seiner rastlosen Tätigkeit gelang es, diesen Verein zu außergewöhnlicher Blüte zu entwickeln.

Mit welchen Gefühlen dieser Mann aber dann im August 1919 das Land verließ, in dem er auch sein ganzes Glück begraben hatte, kann sich wohl nur der ganz vorstellen, der in ähnlicher Lage war. Mit berechtigtem Stolz kann Oberbaurat Rohr heute die Erfolge seiner Lebensarbeit übersehen. Weiteste Kreise danken ihm für diese opferwillige, selbstlose Hingabe an sein Werk, wie für die nie sich versagende Hilfsbereitschaft, die jeder bei ihm fand, und wünschen ihm, daß er noch manches Jahr in voller Gesundheit und ungeprübter Frische des Geistes verleben möge!

Verschiedenes.

Eisenbahnkatastrophe in Frankreich.

Am Weihnachtsvorabend des abgelaufenen Jahres ereignete sich eine der schwersten Eisenbahnkatastrophen, die in der Geschichte des Eisenbahnwesens zu verzeichnen sind: Der D-Zug Paris—Straßburg fuhr etwa 20 km von Paris entfernt auf einen zwischen den Stationen Noire—Thorey und Lagny—Thorigny haltenden Eilzug mit seiner vollen Streckengeschwindigkeit von über 100 km/h auf. Die Wagen des Eilzuges, ältere Personenzüge der Holzbauart, wurden nahezu sämtlich zertrümmert; über 200 Tote und eine überaus große Anzahl Schwerverletzter waren die Opfer der Katastrophe. Ob das den Eilzug deckende Signal irrtümlich auf Fahrt gestellt war oder ob es in der Haltstellung infolge des herrschenden dichten Nebels vom Zugpersonal

des D-Zuges nicht rechtzeitig wahrgenommen wurde, ist noch nicht bekannt geworden.

Die Katastrophe ist in ihrem furchtbaren Ausmaß nur dem grausigen Eisenbahnunglück bei dem Einsturz der Tay-Brücke zu vergleichen, bei dem, ebenfalls in den Weihnachtstagen, am 28. Dezember 1879 ein Zug von der Höhe der Brücke ins Meer stürzte und bei dem ebenfalls 200 Personen den Tod fanden.

Die Eisenbahntechnik der verschiedenen großen Eisenbahnländer arbeitet an Einrichtungen, durch die das Überfahren von Haltesignalen unmöglich gemacht werden soll. Über die Bestrebungen und Maßnahmen der Deutschen Reichsbahn auf diesem Gebiet gibt der Artikel auf S. 58 kurz Aufschluß.