

Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

Preis Ausschreiben.

Auf Beschluß des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen werden hiermit Geldpreise im Gesamtbetrage von 30000 Reichsmark zur allgemeinen Bewerbung öffentlich ausgeschrieben, und zwar:

- A. für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind,
- B. für hervorragende schriftstellerische Arbeiten auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens.

Für die einzelnen Bewerbungen werden Preise von 1500 Reichsmark bis zu 7500 Reichsmark verliehen.

Für den Wettbewerb gelten folgende Bedingungen:

1. Nur solche Erfindungen und Verbesserungen, die ihrer Ausführung oder Erprobung nach, und nur solche schriftstellerischen Arbeiten, die ihrem Erscheinen nach in die Zeit
vom 1. Januar 1930 bis 31. Dezember 1935
fallen, werden bei dem Wettbewerb zugelassen.
2. Jede Erfindung oder Verbesserung muß von einer zum Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen gehörigen Eisenbahn bereits vor der Anmeldung erprobt sein; der Antrag auf Erteilung eines Preises muß durch diese Verwaltung unterstützt sein. Gesuche um Begutachtung oder Erprobung von Erfindungen oder Verbesserungen sind nicht an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins, sondern unmittelbar an eine dem Verein angehörende Eisenbahnverwaltung zu richten.
3. Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber dem Zuerkann, der die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.
4. Die Bewerbungen müssen in Druck- oder wenigstens in gut lesbarer Maschinschrift eingesandt werden; sie sollen die Erfindungen oder Verbesserungen durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle usw. übersichtlich so erläutern, daß über die Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirkungsweise der Erfindungen oder Verbesserungen ein sicheres Urteil gefällt werden kann. Bewerbungen, die Mängel in dieser Richtung aufweisen oder Zweifel zulassen, können zurückgewiesen werden. Solchen Bewerbungen, die nicht in deutscher Sprache eingereicht werden, ist eine deutsche Übersetzung in doppelter Ausfertigung beizufügen. Die Beschreibungen, Zeichnungen und sonstigen Anlagen gehen in das Eigentum des Vereins über.
5. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
6. Die Zuerkennung eines Preises schließt die Nachsuchung oder Ausnutzung eines Patentes durch den Erfinder nicht aus. Jeder Bewerber ist jedoch verpflichtet, die aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, die er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.
7. Die schriftstellerischen Arbeiten, für die ein Preis beansprucht wird, müssen in zwei Stücken eingereicht werden; sie gehen in das Eigentum des Vereins über.

In den Bewerbungen muß der Nachweis erbracht werden, daß die Erfindungen und Verbesserungen ihrer Ausführung oder Erprobung nach, die schriftstellerischen Arbeiten ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, die der Wettbewerb umfaßt.

Die **Bewerbungen** müssen während des Zeitraumes

vom 1. April 1935 bis 31. Januar 1936

postfrei an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen in Berlin W 9, Köthener Straße 28/29, eingereicht werden.

Der Preis Ausschuß des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen entscheidet über die Bewerbungen und über die Höhe der Preise im Laufe des Jahres 1937.

Berlin, im Juli 1934

W 9, Köthener Straße 28/29.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

Neuere Methoden zur betriebstechnischen Untersuchung der Ablaufanlage eines Verschiebebahnhofs.

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

Hierzu Tafel 20 und 21.

Die Ablaufanlage zum Zerlegen der Güterzüge ist im hohen Grade mitbestimmend für die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit eines Verschiebebahnhofs. Der Maßstab für die Leistungsfähigkeit der Anlage ist die Zeit und für die Wirtschaftlichkeit der Kostenaufwand für das Zerlegen eines Zuges. Die Kosten für das Zerlegen sind abhängig von der Zeit, der Lokomotivarbeit und dem Betriebsstoffverbrauch.

Geschieht die Zuführung abrollender Wagen zum Ablaufgipfel durch Maschinenkraft, so gehört zum Arbeitsvorgang, abgesehen von den vorbereitenden Arbeiten der Brems- und Wagenuntersuchung, des Langhängens der Kupplungen, Entkuppeln der Wagen sowie des Schreibens und Verteilens der Rangierzettel

1. die Lokomotivfahrt vom Wartegleis zu dem im Einfahr-
gleis entstehenden Zug,
2. das Anrücken des Zuges, bis dessen Spitze auf dem
Ablaufgipfel ist,
3. das Abdrücken des Zuges über den Ablaufberg, bis
alle Wagen abgelaufen sind,
4. der Rücklauf der Lokomotive zum Wartegleis.

Die Teilarbeiten 1 und 4 können zusammengefaßt werden. Während die Geschwindigkeiten für die Lokfahrten und für das Anrücken gleichförmig sind, sind die Geschwindigkeiten für das Abdrücken der Wagen veränderlich und bedeutend niedriger als die erstgenannten. Sie schlagen daher auch zeitlich mehr zu Buch. Im Gegensatz zu den Geschwindigkeiten für die Lokfahrten und das Anrücken sind die Geschwindigkeiten für das Abdrücken, abgesehen von den zur Verfügung stehenden Zug- und Bremskräften, auch noch abhängig von der Arbeitsgeschwindigkeit des Wagenentkuppplers und von der Anordnung der Weichen zwischen Ablaufberg und Richtungsgleisen. Diese Zuführungsgeschwindigkeit ist so zu bemessen, daß stets zwischen zwei Wagen die Trennungsweiche umgestellt werden kann und daß nach Trennung der Laufwege der Nachläufer an den Vorläufer vor dem Merkzeichen nicht aneckt.

Sind nach diesen Gesichtspunkten die Zuführungsgeschwindigkeiten, wie im zweiten Teil des Aufsatzes gezeigt werden soll, bestimmt und sind weiterhin die Geschwindigkeiten für die Lokfahrten und für das Anrücken bekannt, so ist die Berechnung der Zeit und nach Kenntnis der Zugkräfte und Widerstände auch die Berechnung der Lokomotivarbeit und der Betriebsstoffe sowie schließlich aus diesen Verbrauchswerten nach den im Aufsatz des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1934, H. 3 angegebenen Gleichungen die Berechnung der Kosten für den gesamten Zerlegevorgang durchführbar.

I. Ermittlung der Verbrauchswerte und der Kosten für das Zerlegen eines Güterzuges.

1. Zugkräfte und Lokomotivarbeit.

Beim Abdrücken der Wagen vermindern sich die Widerstände des durch den Ablauf immer kleiner werdenden Zugrumpfes, denen die Zugkräfte der Lokomotive stets anzupassen sind. Die Zugkräfte sollen als Ordinaten über der Wegachse zur Zugkraft-Weg-Linie aufgetragen werden. Hierfür zeichnet man den Rangierzug nach Abb. 1c (Taf. 20) in umgekehrter Reihenfolge der Wagen über dem Längenprofil (Abb. 1b) auf. Bei dieser Darstellung ist dann beim Vorrücken der Lokomotive der Wagen hinter der Lokomotive stets derjenige, der gerade auf dem Ablaufgipfel steht und der bei weiterem Vorrücken der Lok. verschwindet. Im Schwerpunkt des jeweilig ersten Wagens hinter der Lok. trägt man die zugehörige Zugkraft auf; man kann dann senkrecht darunter

die entsprechende Zuführungsgeschwindigkeit (Abb. 1d, Taf. 20) ablesen. Die Darstellung des Zuges in umgekehrter Reihenfolge der Wagen erspart das Auftragen der verschiedenen Stellungen des Rangierzuges zur Ermittlung und zum Abgreifen der Zugkräfte.

In Abb. 1c sind die Wagen nach Zahl und Gattung sowie nach den ablaufenden Gruppen dargestellt. Die ungünstigsten Wagenfolgen sind darunter noch eingehender gekennzeichnet.

Es ist die indizierte Zugkraft $Z_i = W : (1 - c_{13})$ gleich dem Zugwiderstand, wo $W = W_1 + G_1 \cdot s + G_{wx} (s + w_w)$ kg ist. Es ist $c_{13} = 0,04$ und $1 - c_{13} = 0,96$ der mechanische Wirkungsgrad der Lokomotive, deren Gewicht G_1 sei. $G_{wx} = q \cdot x (t)$ ist das Gewicht des Wagenzuges von der Länge x und $q = G_w : L_z (t/m)$ das Wagenzuggewicht je Meter. G_w ist das Gewicht des Wagenzuges von der Gesamtlänge L_z . Ferner ist $s^0/00$ die Neigung einschließlich des Krümmungswiderstandes und $w_w = 2,5$ bis $3,0$ kg/t der Laufwiderstand der Wagen. Der Luftwiderstand kann bei den geringen Geschwindigkeiten vernachlässigt werden.

Der Lokomotivwiderstand am Triebbradumfang ist bei Fahrt unter Dampf mit Vernachlässigung des Luftwiderstandes nach Strahl $W_1 = c_{11} \cdot G_{11} + c_{12} \cdot G_{12}$ kg. Hier ist $c_{11} = 2,5$ bis 3 kg/t, G_{11} das Gewicht auf den Laufachsen und G_{12} das auf den Triebachsen. Ferner ist $c_{12} = 7,5$ oder $8,5$ oder $9,5$ kg/t bei drei oder vier oder fünf Triebachsen.

Wenn Neigung und Krümmung die gleichen bleiben, so ändert sich beim Ablauf der Zugwiderstand linear. Es ist daher nur für die Punkte des Neigungs- und Krümmungswechsels Z_i auszurechnen und im Schwerpunkt des ersten Wagens hinter der entsprechenden Lokomotivstellung aufzutragen. Durch die Verbindung der Punkte erhält man die Zugkraft-Weg-Linien, die für das Anrücken, das Abdrücken und die Lokfahrten zu zeichnen sind (Abb. 1d, Taf. 20).

Der Inhalt der Flächen zwischen diesen Linien und der Wegachse ist die Lokomotivarbeit $A_1 = \sum Z_i \cdot \Delta l : 10^6$ in kmt.

2. Die Zeiten des Arbeitsvorgangs.

Nunmehr sind auf der Wegachse für das Abdrücken die Zuführungsgeschwindigkeiten v_o m/sec jedes Ablaufs aufzutragen und zwar bei Einzelwagen im Wagenschwerpunkt, bei Gruppen über dem Schwerpunkt des ersten und letzten Wagens. Sodann sind beim Ablauf der Einzelwagen die verschiedenen Geschwindigkeiten je zweier benachbarter Wagen zu ermitteln. In Abb. 1d sind die v_{om} -Werte eingeschrieben. Für die mittleren Zuführungsgeschwindigkeiten der verschiedenen Ablaufgruppen ist dann über der Wegachse die Zeit-Weg-Linie zu zeichnen. Zu diesem Zwecke zieht man mit den vorkommenden mittleren Zuführungsgeschwindigkeiten v_{om} ein Strahlenbüschel, um sodann vom Nullpunkt der Wegachse aus Parallelen zu den Strahlen aneinandergereiht auf die Länge der gleichbleibenden Zeitintervalle (20 Sekunden) zu ziehen, die die Zeit-Weg-Linie liefern. Ebenso trägt man über dem Anrückweg die Zeit-Weg-Linie als Gerade für die gleichförmige Bewegung auf, nachdem man vorher den Anfahrzeitzuschlag als Senkrechte über dem Anfangspunkt errechnet hat (Abb. 1d, Taf. 20). Der Anfahrzeitzuschlag ist aus der Beschleunigungskraft $\mu_a \cdot G_r - W$ kg und aus der Anfahrbeschleunigung $b_a = (\mu_a \cdot G_r - W) g : G_z \cdot 1000$ in m/sec^2 zu berechnen. Hier ist $\mu_a = 200$ kg/t der Reibungswert der Lokomotive bei Verwendung des Sandstreuers, G_r das Reibungsgewicht der Lokomotive, G_z das Gewicht des Rangierzuges, W der vorher angegebene Zugwiderstand,

$\rho = 1,09$ der Massenfaktor. Der Anfahrzeitzuschlag ist dann $t_a : 2 = V : 2 \cdot 3,6 \cdot b_a$ in Sek. Ebenso ist für die Bremsverzögerungskraft $\mu_b \cdot G_1 + W$ die Bremsverzögerung $b_b = (\mu_b \cdot G_1 + W) : G_z \cdot \rho \cdot 1000$ in m/sec^2 und der Bremszeitzuschlag ist $t_b : 2 = V : 2 \cdot 3,6 \cdot b_b$ in Sek. Die Bremskraft für 1 t Lok.gewicht ist nach Massute $\mu_b = 100 \text{ kg/t}$.

Bei der alleinfahrenden Lok. ist die Fahrzeit $t = 3,61 : V$ Sek. zu berechnen, l ist der Weg der Leerlokomotive. Ein Aufzeichnen der Zeit-Weg-Linie ist hier nicht erforderlich.

Der Zuschlag für Anfahren und Bremsen kann für die Lokfahrt zusammengefaßt werden, da die Beschleunigungskraft und die Bremskraft auf der Waagerechten $p_a = p_b = 70 \text{ kg/t}$ ist. Es ist daher $b_a = b_b = g \cdot 70 : \rho \cdot 1000 = 0,6 \text{ m/sec}^2$. Der Zeitzuschlag für Anfahren und Bremsen ist dann $t_z = \frac{1}{2} (t_a + t_b) = V : 3,6 \cdot 0,6 \cong V : 2 \text{ sec}$.

3. Betriebsstoffverbrauch.

Zur Ermittlung des Betriebsstoffverbrauchs dient die Lokomotivleistungstafel (Abb. 2a, Taf. 20), die im Aufsatz Heft 3, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1934 erklärt worden ist. Die einzelnen Kurven der verschiedenen Geschwindigkeiten geben für die jeweilige indizierte Zugkraft den Kohlenverbrauch für je 20 Sekunden Fahrt an. Der Kohlenverbrauch kann für je 20 Sekunden mit dem Zirkel abgegriffen werden, nachdem man kleine Querstriche in den zeitlichen Mitten der einzelnen Seiten der Zeit-Weg-Linien, also in 10, 30, 50, 70 . . . Sek. gezogen hat. Senkrecht durch diese Querstrichschnittpunkte greift man die Ordinaten (z) der Zugkraft-Weg-Linie ab und stellt für diese das darunter befindliche v_{0m} fest. Überträgt man mit dem Zirkel die Ordinate z als z' auf die Z_i -Achse der Llv-Tafel und geht dann waagerecht bis zur Kurve der entsprechenden Geschwindigkeit, die gegebenenfalls zu interpolieren ist, so erhält man den Kohlenverbrauch k für 20 Sekunden. Unter einer Skala gleichen Maßstabes wie die Abszissenachse der Llv-Tafel (Abb. 2b) reiht man diese Strecken des Kohlenbetrages k als k' aneinander und erhält so die Kohlenverbrauchsstreifen für Anrücken und Abdrücken. Der Kohlenverbrauch für die Lokleerfahrt je 20 Sekunden ist gleichbleibend. Er ist für die betreffende Geschwindigkeit auch aus der Llv-Tafel zu ermitteln, durch 20 zu teilen und mit der Zeit für die Lokfahrt zu multiplizieren, um den entsprechenden Kohlenverbrauch zu erhalten.

4. Beispiel.

a) Ermittlung der Verbrauchswerte.

Auf dem Längenprofil, für das auch der Gleisplan gezeichnet ist, steht ein Güterzug, dessen Zusammensetzung ersichtlich ist (Abb. 1a, b, c). Die Rangierlok. eine Gt 55.17 (T 16¹), beginnt im Punkt 3 mit dem Abdrücken. Die höchste Abdrückgeschwindigkeit ist $v_0 = 1,3 \text{ m/sec}$. Die zulässigen Zuführungsgeschwindigkeiten für die ungünstigen Wagenfolgen, deren Ermittlung im Beispiel des zweiten Abschnittes gezeigt werden soll, sind aus Abb. 1d, Taf. 20 zu erkennen; auf diese kleineren Geschwindigkeiten ist die Bewegung des Nachläufers gegen die des Vorläufers zu verlangsamen und bei den nachfolgenden Wagen wieder zu erhöhen in dem Maße, wie in der Abb. 1d für die ungünstigsten Wagenfolgen angegeben. Die eingetragenen Änderungen von der Höchstgeschwindigkeit zu der niedrigen und umgekehrt können, wie später gezeigt wird, mit den zur Verfügung stehenden Zug- und Bremskräften innerhalb der Anschubstrecken verwirklicht werden. Sollte es aber wegen der Verständigungsmittel oder aus einem anderen Grunde nicht möglich sein, nach der Verzögerung gleich wieder zu beschleunigen, so kann man die nachfolgende Gruppe mit geringerer Geschwindigkeit zuführen, wodurch die Wagenfolge an der Trennungswenige nicht gefährdet, sondern nur die Zerlegezeit des Zuges vergrößert wird.

Für die Aufzeichnung der Bewegung während des Abdrückens nach Zeit und Weg sind die mittleren Werte dieser Geschwindigkeitsänderungen in Abb. 1d eingetragen. Man zieht nun in Abb. 1d zur Wegachse parallel im Polabstand $p = 5 \text{ cm}$ eine Waagerechte, auf der man im Maßstab $v_0 = 1 \text{ m/sec} = 5 \text{ cm}$ die vorkommenden Zuführungsgeschwindigkeiten absetzt und die Polstrahlen zieht. Vom Nullpunkt der Wegachse zeichnet man hierzu als Seillinie die Zeit-Weg-Linie, die die Gesamtzeit für das Abdrücken (Fahrt 3 bis 4) zu 440 Sekunden ergibt. Beim Längenmaßstab 1:2000, also $1 \text{ cm} = 20 \text{ m}$ oder $0,05 \text{ cm} = 1 \text{ m}$ und dem Zeitmaßstab $1 \text{ cm} = 20 \text{ m}$ oder $0,05 \text{ cm} = 1 \text{ m}$ ist die Geschwindigkeit $1 \text{ m} : 1 \text{ sec} = 0,05 : 0,05 = 1 : 1$ dargestellt.

Für die Ermittlung des Kohlenverbrauchs unterteilt man die Zeit-Weg-Linien in den Mitten der Zeitintervalle von je 20 Sekunden durch kleine Querstriche, an die man die Endzeiten der Intervalle anschreibt.

Die Zeit-Weg-Linie ist auch für das Anrücken (Fahrt 2—3) für eine Geschwindigkeit $9 \text{ km/h} = 2,5 \text{ m/sec}$ in derselben Weise zu zeichnen. Zuschlag für das Anfahren: $\mu_a \cdot G_r = 200 \cdot 85 = 17000 \text{ kg}$ Reibungszugkraft am Triebtradumfang. Das Wagenzuggewicht $G_w = 1080 \text{ t}$, Zuggewicht $= G_z = G_w + G_1 = 1080 + 85 = 1165 \text{ t}$. Der Lokomotivwiderstand auf den waagerechten Einfahrgleisen ist $W_1 = c_{11} \cdot G_{11} + c_{12} \cdot G_{12} \text{ kg} = 85 \cdot 9,5 = 800 \text{ kg}$, da $G_{11} = 0$. Wagenwiderstand $G_w \cdot w_w = 1080 \cdot 2,7 = 3000 \text{ kg}$. Beschleunigungskraft $p_a = (17000 - 800 - 3000) : 1165 = 11,4 \text{ kg/t}$ Anfahrbeschleunigung $b_a = p_a \cdot g : 1000 \cdot 1,09 = 0,11 \text{ m/sec}^2$.

Anfahrzeitzuschlag $t_a : 2 = V : 3,6 \cdot 2 \cdot b_a = 9 : 3,6 \cdot 2 \cdot 0,11 = 12 \text{ sec}$. Bremszeitzuschlag (sämtliche Achsen der Tenderlokomotive seien gebremst): die Verzögerungskraft ist $p_b = (\mu_b \cdot G_1 + W_1 + G_w \cdot w_w) : G_z = (100 \cdot 85 + 800 + 3000) : 1165 = 10,2 \text{ kg/t}$ und daher $b_b = 0,093 \text{ m/sec}^2$. Der Steigungswiderstand des Zugschlusses auf der Gegensteigung ist hierbei vernachlässigt. Bremszeitzuschlag $t_b : 2 = 9 : 3,6 \cdot 2 \cdot 0,093 = 14 \text{ sec}$. Die Anrückstrecke beträgt 216 m, die Anrückzeit $= 3,6 \cdot 1 : V + \frac{1}{2} (t_a + t_b) = 3,6 \cdot 216 : 9 + 12 + 14 = 113 \text{ sec}$. Der Weg der Leerlok. (Fahrt 4—5) vom Ablaufberg zum Wartegleis und wieder zurück (Fahrt 5—2) ist $1032 + 248 = 1280 \text{ m}$, bei $V = 20 \text{ km/h}$ ist die Zeit $3,6 \cdot 1280 : 20 + 2 \cdot 0,5 V = 241 + 20 = 261 \text{ sec}$, bei zwei Zeitzuschlägen. Zusammenstellung der Zeiten

für Anrücken	= 113 Sek.
„ Abdrücken	= 440 „
„ Lokfahrt	= 261 „
T	= 814 Sek. = 13,5 Min.

Der laufende Meter Wagenzuggewicht ist bei $G_w = 1080 \text{ t}$ und der Zuglänge $L_z = 62 \cdot 9 = 558 \text{ m}$ $q = 1080 : 558 = 1,94 \text{ t/m}$. Der Zug ist 62 Wagen stark, Wagenlänge 9 Meter.

Berechnung der Z_i -Werte (Abb. 1d Taf. a).

Zugstellung d = c:	$W = 85 \cdot 9,5 + 1080 \cdot 2,7 = 3720 \text{ kg}$,	$Z_i =$	$= W : (1 - c_{13}) = 3720 : 0,96 = Z_i = 3900 \text{ kg}$.
„ e:	$W = 3720 + 1,94 \cdot 50 \cdot 20 = 5670$,	$Z_i =$	$= 5670 : 0,96 = 5900 \text{ kg}$.
„ f:	$W = 85 \cdot 9,5 + 1,94 \cdot 56 \cdot (2,7 + 20) =$	$Z_i =$	$= 3290$, $Z_i = 3290 : 0,96 = 3430 \text{ kg}$.
„ g:	$W = 85 \cdot (9,5 + 20) + 1,94 \cdot 44 \cdot (2,7 + 20) =$	$Z_i =$	$= 4450 \text{ kg}$, $Z_i = 4450 : 0,96 = 4640 \text{ kg}$.
„ h:	$W = 85 \cdot (9,5 + 20) = 2510 \text{ kg}$,	$Z_i =$	$= 2510 : 0,96 = 2620 \text{ kg}$.
Z_i der Leerlok.	$W = 9,5 \cdot 85 = 800 \text{ kg}$,	$Z_i =$	$= 800 : 0,96 = 835 \text{ kg}$.

Hiernach ist die Zugkraft-Weg-Linie in Abb. 1d eingetragen. Ermittlung der Lokomotivarbeit $A_1 \text{ kmt}$ aus der Zugkraft-Weg-Fläche:

Fläche a—b:	248 . 835:10 ⁶	. . . . .	= 0,21	kmt
c—d:	165 . 3900:10 ⁶	. . . . .	= 0,642	„
d—e:	55 . (3900 + 5900) . 0,5:10 ⁶	. . . . .	= 0,27	„
e—f:	490 (5900 + 3430) . 0,5:10 ⁶	. . . . .	= 2,28	„
f—g:	12 (3430 + 4640) . 0,5:10 ⁶	. . . . .	= 0,048	„
g—h:	44 (4640 + 2620) . 0,5:10 ⁶	. . . . .	= 0,16	„
h—a:	1014 . 835:10 ⁶	. . . . .	= 0,84	„
Lokomotivarbeit $\Sigma Z_i \cdot \Delta l = A_1$			. . . . .	= 4,450 kmt

Der Kohlenverbrauch ist wie beschrieben für Anrücken und Abdrücken aus der Zugkraft-Weg-Linie, der zugehörigen v_{om} -Weg-Linie und der Llv-Tafel ermittelt und in dem Kohlenverbrauchsstreifen aufgetragen. Es ist für das Anrücken der Kohlenverbrauch nach Abb. 2b 4,3 kg und für das Abdrücken 11,85 kg Kohlenverbrauch für die Lokfahrt mit $V = 20$ km/h und $Z_i = 835$ kg ist aus der Llv-Tafel für 20 Sek. $b = 0,75$ kg, für 1 Sek. ist er $0,75:20$. Kohlenverbrauch für die Lokfahrt von 261 Sek. (Weg 4—5—2) ist $261 \cdot 0,75:20 = 9,8$ kg. Die Gesamtzeit für das Abdrücken eines Zuges ist nach vorigem $T = 13,5$ min. Bei 80 Zügen in 20 Std. entfallen auf einen Zug 15 Min., daher Zeit für Stillstand $T_a = 15$ Min., wovon 0,6 Min. für zweimal Wendehalt und einmal Ankuppeln gebraucht werden. Kohlenverbrauch für Stillstand einschließlich Instandsetzen des Feuers und Anheizen (viermal im Monat) ist $b_0 = 0,6 \cdot R$ kg/min, wo $R = 2,3$ m² die Rostfläche der Gt. 55.17 ist. Es ist $b_0 = 0,6 \cdot 2,3 = 1,38$ kg/min. Kohlenverbrauch während des Stillstandes $B_a = T_a \cdot b_0 = 1,5 \cdot 1,38 = 2,05$ kg.

Zusammenstellung des Kohlenverbrauchs:

Anrücken	4,3	kg
Abdrücken	11,85	„
Lokfahrt	9,8	„
<hr/>		
für den Arbeitsvorgang: $B =$	25,95	kg
für Stillstand: $B_a =$	2,05	„
<hr/>		
Gesamtkohlenverbrauch $B_g =$	28,00	kg.

b) Kostenermittlung.

Aus den Verbrauchswerten: Zeit, Brennstoffverbrauch und Lokomotivarbeit können nach den Ausführungen des Aufsatzes Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1934, Heft 3, S. 46, die Kosten für das Zerlegen eines Zuges ermittelt werden.

1. Kohlenverbrauch.

$K_b = B_g \cdot k_b = 28,0 \cdot 0,025 = 0,70 \text{ RM.}$
 $k_b = 0,025 \text{ RM}$ Kosten für 1 kg Kohlen ab Zeche einschließlich Frachtkosten.

2. Lokomotivspeisewasser.

$K_w = 7 B \cdot k_w = 7 \cdot 0,00015 \cdot 2595 = 0,027 \text{ RM.}$
 7 = mittlere Verdampfungsziffer, $k_w = 0,00015 \text{ RM.}$
 Kosten für 1 kg Wasser einschließlich Reinigungskosten.

3. Sonstiger Betriebsstoff (Ölverbrauch usw.).

$K_{bs} = k_{bs} \cdot \vartheta \cdot L:100 = 1,03 \cdot 3,5 \cdot 2,08:100 = 0,084 \text{ RM.}$
 $k_{bs} = 1,03 \text{ Rpfl.}$ Kosten für sonstige Betriebsstoffe der Lok. je Lokomotiveinheitkilometer, $\vartheta = 3,2$ Lokomotiveleistungsziffer, $L = 2,08$ km Gesamtfahrtweg der Lok.

4. Unterhaltung des Lokomotivkessels.

$K_{ku} = f_1 \cdot B^2:T = 0,39 (25,95)^2:1000 \cdot 13,5 = 0,035 \text{ RM.}$
 $f_1 = 0,39:1000$ Festwert für Gt. 55.17 siehe Tab. 2, S. 46 Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1934, Heft 3.

5. Unterhaltung des Fahrgestells und des Tenders.

$K_{tu} = (f_2 + f_3(1 - \eta_i) \frac{A_1}{T}) L = (0,062 + 0,365 \cdot 0,42 \cdot \frac{4,45}{12,7}) 2,08 = 0,243 \text{ RM.}$
 Für Gt. 55.17 ist $f_2 = 0,062$ und $f_3 = 0,365$ sowie $1 - \eta_i = c_{13} + c_{12} \cdot G_{12} \cdot L:1000 A_1 = 0,04 + 9,5 \cdot 85 \cdot 2,08:1000 \cdot 4,45 = 0,42$.

6. Kosten für Beseitigung der Zeitschäden, sowie feste Werkkosten.

Für Gt. 55.17 im Jahre 2500 RM. Bei 300 Arbeitstagen und 80 Zügen täglich $K_{zw} = 2500:300 \cdot 80 = 0,12 \text{ RM.}$

7. Kosten für Abschreibungen und Zins einschließlich Ersatzlokomotive.

Die Ersatzlok. wird durch den Faktor 1,2 berücksichtigt. Bei einer Abschreibung von 2% und einem Zins von 6%, sowie einem Neuwert der Lok. $K_n = 1,5 \cdot 85000 = 128000 \text{ RM}$ sind die Jahreskosten $1,2 (2 + 6) \cdot \frac{128000}{100} = 12400 \text{ RM}$, daher $K_{az} = 12400:300 \cdot 80 = 0,52 \text{ RM.}$ (Preis für 1 kg Lok. = 1,50 RM.)

8. Betriebspflege der Lokomotive.

- a) Zeitkosten: 6 RM täglich oder für einen Zug 6:80 = 0,075 RM.
- b) Kosten für Bekohlung und Entschlackung nach Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1934, Heft 3, 6,85. 1,1 Bg: 10000 = 0,021 RM.

9. Kosten für Gleisbremsen bei einer Bremsanlage von vier Thyssenbremsen.

(Nach dem 6. Sonderheft der Studiengesellschaft für Rangiertechnik 1933, S. 13.)

Die Kosten der Bremsung im Ablauffetriebe betragen nach Textabb. 1 bei 80 Zügen täglich mit durchschnittlich

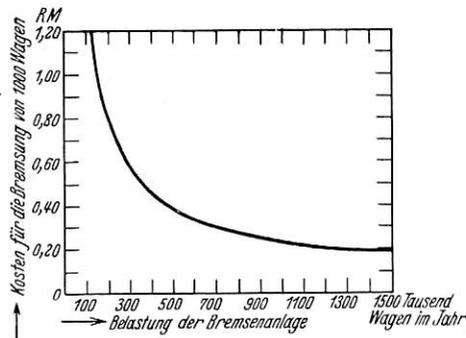


Abb. 1. Bremskosten auf 1000 Wagen bezogen bei verschiedener Belastung der Anlage.

55 Wagen (4400 Wagen am Tag oder 1350000 Wagen im Jahr) 0,2 RM für Bremsung von 1000 Wagen, also für einen Zug von 62 Wagen $0,2 \cdot 62:1000 = 0,0124 \text{ RM.}$

10. Kosten für Hemmschuhverschleiß.

Nach Verkehrstechn. Woche 1927, S. 55 sind diese Kosten für 50 Wagen 0,02 RM, bei 62 Wagen $0,02 \cdot 62:50 = 0,024 \text{ RM.}$

11. Wagenbeschädigungen.

Nach der gleichen Quelle bei 50 Wagen 0,43 RM, für 62 Wagen $0,43 \cdot 62:50 = 0,52 \text{ RM.}$

12. Personalkosten.

Stundenkosten bei 202 Dienststunden im Monat

Lokpersonal: $K_{lp} =$	
$= \frac{1,8 \text{ Monatsgehalt (Lokf. + Heizer)}}{202 \text{ Dienststunden}}$	
$= 1,8 (346 + 245):202 =$	5,25 RM/h
Weichensteller: $1,5 \cdot 222:202 =$	1,65 „
Die Faktoren 1,8 und 1,5 bedeuten einen Zuschlag für Ruhegehalt, Verwaltung, Aufsicht usw.	
Gleisbremsenwärter	1,65 „
Rangieraufseher	1,65 „
Wagenmeister (Wagenuntersuchung und Bremsprobe in den Einfahrgleisen)	1,75 „
zu übertragen	11,95 RM/h

	Übertrag . .	11,95 <i>R.M./h</i>
1 Helfer (Wagenuntersuchung und Bremsprobe in den Einfahrgleisen)	0,75	„
Rangieraufseher	1,65	„
1 Rangierarbeiter für Schreiben der Rangierzettel		
1 Rangierarbeiter für Langhängen der Kuppelungen		
1 Rangierarbeiter als Entkupppler		
8 Rangierarbeiter als Hemmschuhleger		
0,75 <i>R.M.</i> Stundenlohn = 11 · 0,75 = . .	8,25	„
Gesamtstundenkosten	22,60	<i>R.M./h</i>
Bei 4 Zügen in der Stunde Personalkosten/Zug .	5,64	„

Zusammenstellung der Kosten für das Zerlegen eines Zuges.

1. Kohlenverbrauch	0,700	<i>R.M./h</i>
2. Lokomotivspeisewasser	0,027	„
3. Sonstige Betriebsstoffe	0,084	„
4. Unterhaltung des Lok.-Kessels	0,035	„
5. Unterhaltung des Fahrgestells	0,243	„
6. Feste Werkkosten usw.	0,12	„
7. Kosten für Abschreibungen und Zins . .	0,52	„
8. Betriebspflege der Lok.		
a) Zeitkosten	0,075	„
b) Bekohlung und Entschlackung	0,021	„
9. Kosten für Gleisbremsen	0,012	„
10. Hemmschuhverschleiß	0,024	„
11. Wagenbeschädigungen	0,52	„
12. Personalkosten	5,64	„
Gesamtkosten für das Zerlegen eines Zuges .	8,02	<i>R.M./h</i>

IIa. Wagenfolgezeiten und Zuführungsgeschwindigkeiten auf Ablaufbergen.

Wie bereits oben ausgeführt, sind die Geschwindigkeiten, mit denen die Wagen vom Ablaufgipfel rollen, abhängig:

1. von den zur Verfügung stehenden Lokomotiv- und Bremskräften, die auf dem kurzen Weg von etwa einer Wagenlänge die erforderlichen Änderungen der Zuführungsgeschwindigkeiten verwirklichen sollen;
2. von der Arbeitsgeschwindigkeit des Wagenentkuppplers, durch die die obere Grenze der Zuführungsgeschwindigkeiten bestimmt wird;
3. von der Bedienungszeit der Gleisbremsen, in der sich jeweils nur ein Wagenablauf befinden darf (durch 1. bis 3. wird die obere Grenze der Zuführungsgeschwindigkeit bestimmt).
4. von der Anordnung der Verteilungsweichen, damit bei ungünstigen Wagenfolgen die Zuführungsgeschwindigkeit so bestimmt wird, daß stets zwischen zwei Wagen die Trennungswenche umgestellt werden kann, und daß nach der Trennung der Laufwege der Nachläufer an den Vorläufer vor dem Merkzeichen der Weiche nicht aneckt.

Für den letztgenannten Fall ist die erste Weiche in der Nähe des Ablaufpunktes, sowie die letzte durchlaufene Weiche, bei der sich die Laufwege der Wagen trennen, zu untersuchen. Bei der ersten Weiche müssen die beiden Wagen, deren Puffer sich noch am Ablaufgipfel berührten, so weit auseinander gezogen sein, daß die Weichenzungen zwischen beiden Wagen umgestellt werden können. Bei der letzten Weiche besteht die Gefahr, daß ein Nachläufer einem Vorläufer, nachdem ihre Abstände sich vorher vergrößert hatten, sich wieder so nähert, daß ein Umstellen der Weichen nicht mehr möglich ist und die Gefahr des Aneckens der Wagen vor dem Merkzeichen besteht.

Zu 1. Die Fahr- und Bremskräfte beim Abdrücken des Zuges.

Zu Beginn des Abdrückens ist der Zug am längsten und daher der Überschuß der Zugkräfte über die Lauf- und Streckenwiderstände am kleinsten. Auch die Bremskraft des Zuges ist dann am geringsten, da ja in der Regel nur die Lokomotive gebremst wird. Nach vorhergehendem ist die größte Zugkraft $Z_r = \mu_a \cdot G_{12}$ kg, der Lauf- und Streckenwiderstand $W = c_{11} \cdot G_{12} + c_{12} \cdot G_{12} \pm (G_{11} + G_{12}) \cdot s + G_w (w_w \pm s)$ kg.

Die Beschleunigungskraft des Rangierzuges vom Gewicht G_z ist $\mu_a \cdot G_{12} - W$ und die Beschleunigung $b_a = (\mu_a \cdot G_{12} - W) : g : G_z \cdot \rho \cdot 1000 \text{ m/sec}^2$.

Soll die Zuführungsgeschwindigkeit des Rangierzuges von $v_{0\text{min}}$ bis $v_{0\text{max}}$ auf der Strecke $L_w - \Delta l_0$ steigen, dann ist $G_z \cdot 1000 \cdot \rho (v_{0\text{max}}^2 - v_{0\text{min}}^2) : 2g = (\mu_a \cdot G_{12} - W) (L_w \pm \Delta l_0)$; nach Einsetzen von b_a ist

$$v_{0\text{max}} = \sqrt{2 b_a (L_w \mp \Delta l_0) + v_{0\text{min}}^2} \text{ m/sec}$$

die Zuführungsgeschwindigkeit, die auf der Anschubstrecke erreicht wird. $L_w \mp \Delta l_0$ ist die Anschubstrecke, wo L_w die Länge eines Wagens und Δl_0 der Abstand der Ablaufpunkte eines Gut- und eines Schlechtläufers ist. Ist der Schlechtläufer der Vorläufer, dann gilt +, ist es der Gutläufer, dann gilt —.

Ist $\mu_b = 100 \text{ kg/t}$ die von einer Tonne Lokomotivgewicht G_1 ausgeübte Bremskraft, so ist die Verzögerung

$$b_b = (\mu_b \cdot G_1 + W) : g : G_z \cdot \rho \cdot 1000 \text{ m/sec}^2$$

und

$$v_{0\text{min}} = \sqrt{v_{0\text{max}}^2 - 2 b_b (L_w \mp \Delta l_0)} \text{ m/sec}$$

die Geschwindigkeit, die durch Abbremsen auf der Anschubstrecke erreicht wird.

Zu 2. Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit des Wagenentkuppplers.

Die Schrittgeschwindigkeit des Wagenentkuppplers soll für Dauerleistungen $v_k = 1 \text{ m/sec}$ nicht übersteigen. Die Zeit für das Entkuppeln zweier Wagen während der Zugbewegung beträgt nach Massute $t_k = 3 \text{ Sek.}$ Hieraus ergibt sich nach Ermittlungen des Verfassers (Verkehrstechn. Woche 1931, Heft 6) eine Höchstzuführungsgeschwindigkeit von $v_{0\text{max}} = 1,5 \text{ m/sec.}$

Zu 3. Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Bedienungszeit der Gleisbremsen.

Bei ferngesteuerten Gleisbremsen kann als Bedienungszeit, d. h. als Zeit für das Lösen der Bremse nach Verlassen des ersten Wagens bis zur Einstellung der Bremse für den zweiten Wagen etwa 2,5 Sek. angesetzt werden. Bei der Wagenfolge von Fahrzeugen gleicher Art muß die Bedienungszeit der Bremse \leq sein als der Unterschied von Anschubzeit und Bremszeit. Hiernach ist die höchstzulässige Zuführungsgeschwindigkeit zu bestimmen, die in der Regel kleiner ist als die unter 2. berechnete. Bei Fahrzeugen ungleicher Art kann die Zuführungsgeschwindigkeit nach der später aufgestellten Gleichung für die Wagenfolgezeiten ermittelt werden. Jedoch wird hierbei die Zuführungsgeschwindigkeit in der Regel mit Rücksicht auf die Anordnung der Weichen bestimmt.

Die Zuführungsgeschwindigkeit bei Hemmschuhbremsen soll mit Rücksicht auf deren Bedienung nach Beobachtungen aus dem Betriebe den Höchstwert $v_0 = 1,2$ bis $1,3 \text{ m/sec}$ nicht überschreiten.

Zu 4. Die Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Anordnung der Weichen.

a) Die Wagenfolgezeit an der ersten Weiche unter dem Ablaufgipfel.

Es befinde sich nach Textabb. 2 beim Abdrücken des Zuges ein beliebiger Wagen mit dem Schwerpunkt gerade

über seinem Ablaufpunkt A_v . Im Ablaufpunkt ist der Laufwiderstand des Wagens w kg/t gleich dem Gefälle $s^0/100$, auf dem er steht, so daß durch die Gleichung $s = w$ der Ablaufpunkt auf dem ausgerundeten Gipfel geometrisch festgelegt ist. Hat der Wagen den Ablaufpunkt überschritten, so überwiegt die Schwerkraft, durch die das Fahrzeug in die Richtungs-gleise gelangt. Im Ablaufpunkt hört also der Einfluß der Maschinenkraft auf den Wagen auf, und der freie Ablauf durch die Schwerkraft beginnt.

Ist der Ablaufgipfel mit dem Halbmesser r_a ausgerundet, so hat der Ablaufpunkt des Vorläufers vom Scheitel S nach der Steilrampe zu den waagerechten Abstand $SA_v = w_v \cdot r_a : 1000$ m. Hier ist w_v der Laufwiderstand des Vorläufers. Der Nachläufer mit dem Laufwiderstand w_n berührt den in seinem Ablaufpunkt A_v stehenden Vorläufer mit den Puffern und der Schwerpunktsabstand der Wagen ist $L_{w_0} = L_w$ der Wagenlänge. Der Ablaufpunkt des Nachläufers sei A_n und sein Abstand vom Scheitel S ist $SA_n = w_n \cdot r_a : 1000$ m. Der waagerechte Abstand der beiden Ablaufpunkte ist $A_v A_n = (w_v - w_n) r_a : 1000 = \mp \Delta l_0$ m. Auf der Anschubstrecke

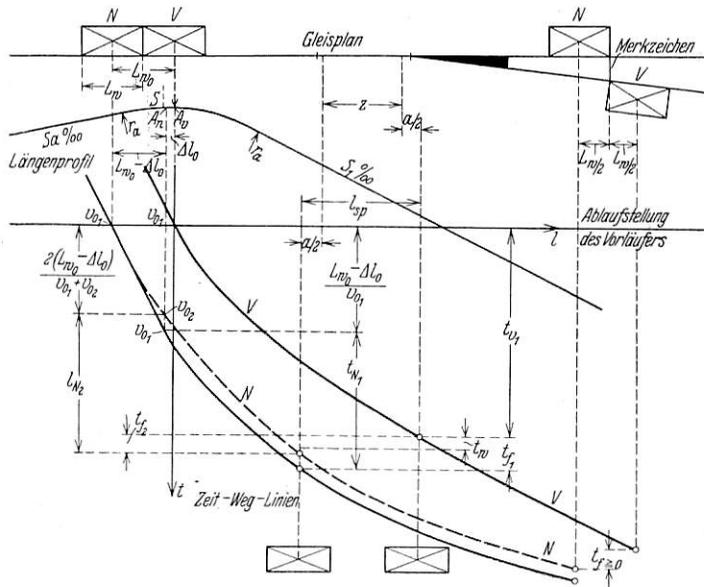


Abb. 2.

$L_w \mp \Delta l_0$ kann der Nachläufer von der Lokomotiv- oder Bremskraft noch beeinflusst werden. Ist die Zuführungsgeschwindigkeit v_{o1} auf der Anschubstrecke gleichbleibend, so ist die Anschubzeit des Nachläufers $t_a = (L_w \mp \Delta l_0) : v_{o1}$ sec. Ist aber die Zuführungsgeschwindigkeit zu Beginn der Anschubstrecke v_{o1} und an ihrem Ende v_{o2} , dann ist die Anschubzeit des Nachläufers $t_a = 2 (L_w \mp \Delta l_0) : (v_{o1} + v_{o2})$ sec.

Die Anschubzeit des Nachläufers beginnt zur gleichen Zeit, wie der freie Ablauf des Vorläufers, und beide Wagen haben zu dieser Zeit die gleiche Zuführungsgeschwindigkeit v_{o1} . Von diesem Zeitpunkt ab, in der sich also dem Vorläufer in seiner Ablaufstellung befindet, werden die Laufzeiten von Vor- und Nachläufer berechnet.

In Textabb. 2 ist über dem Längenprofil die Gleisachse und darunter die Bewegung von Vor- und Nachläufer als Zeit-Weg-Linie dargestellt. Die Wegachse l ist durch den Beginn des freien Ablaufes des Vorläufers senkrecht unter A_v gelegt. Unterhalb der waagerechten Achse ist durch die gekrümmte Zeit-Weg-Linie der freie Ablauf des Vorläufers mit v_{o1} als Ablaufgeschwindigkeit dargestellt und zwar bis über das Merkzeichen der ersten Weiche. Im waagerechten Abstand L_w nach links beginnt auf der Wegachse mit der gleichen Geschwindigkeit v_{o1} die Anschubbewegung bis senkrecht unter A_n .

Bei der gleichförmigen Bewegung v_{o1} ist auf der Anschubstrecke die Zeit-Weg-Linie gradlinig und rechts von der Senkrechten durch A_n bei freiem Ablauf des Nachläufers gekrümmt (ausgezogene Linie).

Wird aber der Nachläufer auf der Anschubstrecke von der Geschwindigkeit v_{o1} bis v_{o2} beschleunigt oder verzögert, so ist auch auf dieser Strecke die Zeit-Weg-Linie gekrümmt. Für Beschleunigung ist diese Linie gestrichelt eingetragen. Vom Ablaufpunkt A_n ab läuft dann der Nachläufer mit v_{o2} ab.

Damit nun die Weiche zwischen Vor- und Nachläufer umgestellt werden kann, darf, nachdem alle Achsen des Vorläufers die Weichenzunge verlassen haben, die erste Achse des Nachläufers erst so viel später auf die Weichenzunge gelangen, wie die Umstellzeit t_w der Weiche beträgt, da die Zungen nur dann umgestellt werden können, wenn sie achsfrei sind. Da die Ermittlung der Laufzeiten auf die Wagenschwerpunkte bezogen ist, so beginnt die Sperrstrecke l_{sp} der Weiche einen halben Achsabstand vor der Zunge und ihr Ende liegt einen halben Achsabstand dahinter, also $l_{sp} = z + a$, wo a der Achsabstand und z die Länge der Weichenzunge ist. Die Laufzeit des Vorläufers vom Ablaufpunkt bis hinter die Sperrstrecke ist t_{v1} , die des Nachläufers vom gleichen Zeitpunkt an gerechnet bis vor die Sperrstrecke ist $t_a + t_{n1}$, wo t_a die Anschub- und t_{n1} die Laufzeit des Nachläufers von seinem Ablaufpunkt ab ist. Die Zeit, in der die Zunge achsfrei ist, ist dann $t_f = t_a + t_{n1} - t_{v1} \geq t_w$ [Gl. 1a)].

Bei selbsttätig bedienter Weiche ist die Sperrstrecke, die zwischen zwei Wagen achsfrei sein muß, $l_{sp} = l_i + a$, wo l_i die Länge der isolierten Schiene ist.

Das Mittel, die Zeit t_f so zu beeinflussen, daß sie sich möglichst dem Wert t_w nähert, ist die Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit.

In Textabb. 2 zeigt die gestrichelte Zeit-Weg-Linie des Nachläufers, wie durch die Vergrößerung der Zuführungsgeschwindigkeit von v_{o1} auf v_{o2} vom Beginn bis Ende der Anschubstrecke die Zeit der achsfreien Sperrstrecke t_{f2} kleiner geworden ist und sich der Umstellzeit t_w der Weiche stark genähert hat. Andererseits kann, falls $t_f < t_w$ ist, durch Verminderung der Zuführungsgeschwindigkeit auf der Anschubstrecke t_f größer gemacht werden als t_w .

Weichenumstellzeiten.

(Nach Verkehrstechn. Woche 1933, 6. Sonderheft für Rangier-technik, S. 27, das dortige $t_2 + t_3 = t_w$).

1. Bei Bedienung der Weiche durch Weichensteller ist t_w je nach Ausbildung der Stellvorrichtung, nach den Sichtweiten und nach den Leitungslängen verschieden: a) Bei Nahbedienung der Weichen ist $t_w = 0,5$ bis 1 sec, b) bei Fernbedienung durch Drahtzugstellwerk ist $t_w = 1,5$ bis 3 sec, c) bei Kraftstellwerken mit geringer Umstellgeschwindigkeit ist $t_w = 2,5$ sec, bei schnellumlaufenden Weichenantrieb ist $t_w = 0,4$ bis 0,5 sec. In der Zeit t_w ist auch die Vorbereitungszeit zum Umstellen berücksichtigt.

Bei Ablaufstellwerken, bei denen die Umstellung und Sperrung mit Hilfe isolierter Schienenstrecken erfolgt, ist die Sperrstrecke, wie gesagt $l_{sp} = l_i + a$.

a) Die Länge l_i der isolierten Schiene muß, um eine unzeitige Umstellung der Weiche zu verhindern, größer sein, als der größte Achsabstand, also $l_i > a_{max}$.

b) Damit es ausgeschlossen ist, daß ein auf die Weiche zulaufender Wagen mit einer Achse in die in der Umstellung begriffenen Weiche läuft, muß der Beginn der Isolierstrecke so weit von der Zungenspitze entfernt liegen, daß die Laufzeit vom Beginn der Isolierung bis zur Zungenspitze (Strecke l_i') mindestens gleich der Schalt- und Umstellzeit t_w der Weiche ist, also $l_i' = v_n \cdot t_w$, wo v_n die Geschwindigkeit des Nach-

läufers an der Weichenspitze ist. Es ist z. B. bei $v_n = 7$ m/sec und $t_w = 0,5$ sec $l_1' = 7 \cdot 0,5 = 3,5$ m.

Da also bei selbsttätiger Weichenumstellung die isolierte Schiene mit Rücksicht auf die Umstellzeit länger ist, als die Weichenzunge, ist bei selbsttätigen Weichen für die achsfreie Sperrstrecke $l_{sp} = l_1 + a$ die entsprechende Zeit $t_f \geq 0$, also lautet hier die Gleichung für die Wagenfolge an der Weiche $t_f = t_a + t_{n1} - t_{v1} \geq 0$ [Gl. 1b)].

Die ersten Verteilungsweichen sind bei neueren Ablaufanlagen in der Regel mit selbsttätiger Umstellung ausgestattet. Die Weichen hinter der Gleisbremse werden von Weichenstellern geschaltet.

In Textabb. 2 ist ferner vor und hinter dem Merkzeichen im Gleisplan der Nach- und der Vorläufer mit dem halben Wagenabstand $\frac{1}{2} L_w$ eingetragen. Damit ein Ecken der Wagen vermieden wird, muß auch für diese Wagenstellungen $t_a + t_{n1m} - t_{v1m} \geq 0$ sein [Gl. 2)]. Es ist hier t_{v1m} die Laufzeit des Vorläufers von seinem Ablaufpunkt bis $\frac{1}{2} L_w$ hinter dem Merkzeichen, t_{n1m} die Laufzeit des Nachläufers von seinem Ablaufpunkt bis $\frac{1}{2} L_w$ vor dem Merkzeichen.

Beim Merkzeichen der Weiche unter dem Ablaufgipfel ist, falls die Wagenfolge für das Umstellen der Weiche untersucht ist, ein Flankenstoß durch Anecken nicht mehr zu erwarten, da hier die Wagenabstände wachsen. Anders ist es bei der Trennungsweiche hinter der Gleisbremse, wo bei ungünstigen Wagenfolgen sich die Wagenabstände mit der Laufweite verringern.

b) Die Wagenfolge an der Trennungsweiche.

Durch die Bremsstrecke (Balkenbremse oder Hemmschuhbremse) am Fuße der Steilrampe werden die Wagen auf Laufweite abgebremst; dadurch liegt die Bremswirkung fest. Damit die Trennungsweiche hinter der Gleisbremse zwischen zwei Wagen umgestellt werden kann und ein Anecken der Wagen vor dem Merkzeichen vermieden wird, ist auch hier wieder die Zuführungsgeschwindigkeit des Nachläufers so zu bestimmen, daß bei Bedienung der Trennungsweiche durch den Weichensteller

$t_f = (t_a + t_{n1} + t_{b_n} + t_{n2}) - (t_{v1} + t_{b_v} + t_{v2}) = \Sigma t_n - \Sigma t_v \geq t_w$
und daß bei selbsttätiger Umstellung $\Sigma t_n - \Sigma t_v \geq 0$ ist.

Hier ist $t_{b_n} = 2 l_b : (v_e + v_a)$ sec die Bremszeit des Nachläufers. Entsprechend ist t_{b_v} die Bremszeit des Vorläufers. l_b ist die Bremsstrecke, die bei Gleisbremsen für Einzelwagen gleich der Länge der Gleisbremse $L_b + a$ ist ($a =$ Achsabstand). Bei Hemmschuhbremsen ist die Bremsstrecke l_b gleich L_b der Rutschlänge des Hemmschuhs. Ferner ist v_e m/sec die Einlaufgeschwindigkeit in die Gleisbremse und v_a die Auslaufgeschwindigkeit. Für Nach- und Vorläufer sind t_{n2} und t_{v2} die Laufzeiten vom Auslauf aus der Gleisbremse bis vor und hinter die Sperrstrecke l_{sp} der Weiche. Diese Laufzeiten sind von der Auslaufgeschwindigkeit v_a abhängig, die wieder durch die Laufweite des Wagens bedingt ist, nicht aber von der Zuführungsgeschwindigkeit v_o . Die Wagenfolgezeit an der Trennungsweiche hinter der Bremsstrecke wird aber geregelt durch die Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit v_o . Die Einlaufgeschwindigkeit v_e in die Bremsstrecke und infolgedessen auch die Bremszeit t_b wird durch die Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit kaum beeinflusst.

Bei zwei Bremsstafeln ist für die Gleisbremsen der ersten Staffel die Bremszeit $t_{b1} = 2 l_{b1} : (v_{e1} + v_{a1})$ sec; für die Gleisbremse der zweiten Staffel ist $t_{b2} = 2 l_{b2} : (v_{e2} + v_{a2})$ sec. Die Laufzeit auf der Strecke l_{zw} zwischen den beiden Bremsen ist $t_{zw} = 2 l_{zw} : (v_{a1} + v_{e2})$ sec.

Wie gesagt, muß bei der Trennungsweiche hinter der Gleisbremse auch untersucht werden, ob ein Anecken der Wagen vor dem Merkzeichen vermieden wird. Es muß dann

die Zuführungsgeschwindigkeit so bestimmt werden, daß $\Sigma t_{nm} \geq \Sigma t_{vm}$ ist. Hier ist Σt_{nm} die Laufzeit die Nachläufers einschließlich Anschubzeit bis $\frac{1}{2} L_w$ vor das Merkzeichen und Σt_{vm} die Laufzeit des Vorläufers bis $\frac{1}{2} L_w$ hinter das Merkzeichen.

Zur schnellen Ermittlung der Zuführungsgeschwindigkeit bei ungünstigen Wagenfolgen sind Laufzeitdiagramme aufgezichnet (Abb. 4 bis 7, Taf. 21):

1. für die Anschubzeit t_a (abhängig von der mittleren Zuführungsgeschwindigkeit v_{om}) für die Anschubstrecken $L_w + \Delta l_o$, L_w und $L_w - \Delta l_o$;

2. für die Laufzeiten t_1 eines Gut- und eines Schlechtläufers vom Ablaufpunkt bis zur Gleisbremse in Abhängigkeit von der Zuführungsgeschwindigkeit v_o (Gutläufer = beladener O-Wagen (O), Schlechtläufer = leerer G-Wagen (G⁰);

3. für die Bremszeit t_b für Gut- und Schlechtläufer in Abhängigkeit von den Auslaufgeschwindigkeiten v_a (für Gutläufer und Schlechtläufer ist je eine mittlere Einlaufgeschwindigkeit v_e eingesetzt);

4. für die Laufzeiten t_2 des Vor- und Nachläufers für die maßgebenden Trennungsweichen, nebst deren Merkzeichen in Abhängigkeit von den Laufweiten.

Als ungünstige Wagenfolgen kommen in Frage:

1. kurzlaufender Gutläufer vor weitlaufendem Schlechtläufer;
2. kurzlaufender Gutläufer vor weitlaufendem Gutläufer;
3. kurzlaufender Schlechtläufer vor weitlaufendem Schlechtläufer;
4. kurzlaufender Schlechtläufer vor weitlaufendem Gutläufer.

Bei allen anderen Wagenfolgen von Einzelwagen sowie bei allen Wagengruppen sind Untersuchungen zur Bestimmung der zulässigen Zuführungsgeschwindigkeit nicht erforderlich. Hier können stets die größten möglichen Zuführungsgeschwindigkeiten angewendet werden.

Ist es aber bei den ungünstigen Wagenfolgen durch Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit v_o nicht möglich, daß die Sperrstrecke achsfrei und das Anecken der Wagen vor dem Merkzeichen vermieden wird, so ist der Nachläufer auf eine kleinere Laufweite abzubremsen.

Die Ermittlung der einzelnen Laufzeiten sowie die Auswertung der Gleichungen für die Wagenfolgezeit mittels oben genannter Laufzeitdiagramme soll in den folgenden Abschnitten gezeigt werden.

Die Gleichungen für die Wagenfolgezeiten sind bisher in anderer Form durch die drei Gleichungen:

I. $T_o = L_w : v_o$ und II. $T_o = t_p + \Delta t$, III. $t_p \geq t_s$
wiedergegeben worden.

Nach Textabb. 3 ist T_o die Wagenfolgezeit am Ablaufgipfel, t_p die Wagenfolgezeit an einem Punkte der Laufstrecke, z. B. an einer Weiche. $t_s = (z + a) : v_1 + t_w$, mit v_1 der mittleren Geschwindigkeit des Vorläufers in einer Weiche, ist die Sperrzeit der Weiche. Δt ist der Unterschied der Laufzeiten zweier Wagen vom höher gelegenen Ablaufpunkt der beiden Wagen ab gerechnet bis zu dem vorgenannten Punkt der Laufstrecke für t_p .

Δt ist sowohl von der Zuführungsgeschwindigkeit v_o als auch von der Laufweite der Wagen abhängig. Für die in Frage kommenden Zuführungsgeschwindigkeiten und Laufweiten müßten daher zur Auswertung obiger Gleichung die Δt -Linien gezeichnet werden. Man pflegt dies aber nicht zu tun, sondern man berechnet bisher die Laufzeiten des Vor- und Nachläufers (Gutläufer vor Schlechtläufer) für eine mittlere Zuführungsgeschwindigkeit v_o bis zur Talbremse. Soll nun für die ungünstige Wagenfolge zweier Wagen mit gegebenen

Laufweiten die hiervon verschiedene Zuführungsgeschwindigkeit v_{0x} ermittelt werden, so berechnet man für die Laufweiten die Bremszeiten und die Laufzeiten vom Auslauf aus der Gleisbremse bis zur Spitze der Trennungsweiche und addiert diese Zeiten zu den bereits mit v_0 ermittelten Laufzeiten des Vor- und Nachläufers bis vor die Gleisbremse. Zieht man die Gesamtlaufzeiten von Vor- und Nachläufer voneinander ab, so erhält man den Δt -Wert für die Spitze der Trennungsweiche. Nach Berechnung der Sperrzeit t_s bildet man $T_0 = t_s + \Delta t$ und behauptet, daß $L_w : T_0 = v_{0x}$ die gesuchte Zuführungsgeschwindigkeit sei, die von der mittleren Geschwindigkeit v_0 verschieden ist.

Die Gl. I $T_0 = L_w : v_0$ besagt allgemein, daß der Rangierzug und somit auch der Nachläufer von der Lokomotive in der Zeit T_0 auf die Wagenlänge L_w mit der gleichförmigen Geschwindigkeit v_0 geschoben wird. Der Vorläufer muß aber in seinem Ablaufpunkt wegen der Kraftübertragung mit dem Nachläufer noch Pufferberührung haben. Dann, haben aber

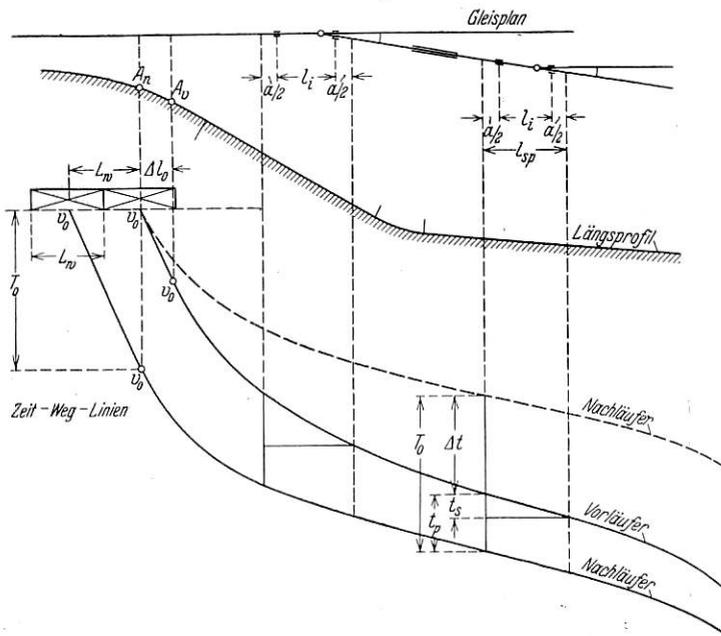


Abb. 3.

Vorläufer und Nachläufer gleiche Zuführungsgeschwindigkeit v_0 , und auch in dem etwas höher gelegenen Ablaufpunkt des Gutläufers, der der Anfangspunkt der Δt -Linie ist, ist die Geschwindigkeit v_0 .

In der Gleichung $T_0 = t_s + \Delta t$ ist aber Δt die Differenz zweier Ablaufzeiten, die beide auch die Zuführungsgeschwindigkeit v_0 haben. Wenn aber in Gl. II aus v_0 der Wert Δt und aus Δt und t_s der Wert T_0 berechnet worden sind, so müssen in Gl. I T_0 und v_0 bekannt sein und L_w wäre die Unbekannte. Dann ist aber L_w hier nicht mehr die Wagenlänge, sondern der Schwerpunktsabstand L_{w_0} zweier sich nicht mehr berührender Wagen. Es ist also $L_{w_0} \geq L_w$.

Die physikalische Voraussetzung für die Kraftübertragung ist aber die Pufferberührung, also $L_w = L_{w_0}$. Für $L_w = L_{w_0}$ ist in Gl. I $T_0 = L_w : v_0$; in Gl. II ist $T_0 = t_p + \Delta t$ und das v_0 so zu bestimmen, daß t_p möglichst gleich t_s wird. Da für Δt kein analytischer Ausdruck abhängig von v_0 und der Laufweite aufgestellt werden kann, so ist das aber nur durch Probieren möglich, indem man so lange für ein angenommenes v_0 nach dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Verfahren die Gleichung $\Sigma t_n - \Sigma t_v = t_f$ ermittelt, bis t_f möglichst gleich t_w bzw. 0 wird. Dem t_p entspricht hier t_f , dem t_s das t_w und dem T_0 die Anschubzeit t_a .

IIb. Wagenfolgezeit und Zuführungsgeschwindigkeiten auf Zulauframpen.

Liegen die Einfahrgeleise auf einer Zulauframpe, so wird die Bewegung der Wagen nach der Steilrampe durch eine Gleisbremse geregelt. Auch können die Zulauframpen, wie in Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf, mit einer Seilanlage ausgerüstet sein, deren Seilgeschwindigkeiten ferngesteuert werden. Zwischen die Schienen je zweier Gleise ist ein endloses Seil gelegt, in das profilmfrei je ein kleiner Wagen auf Schmalspurgleisen eingeschaltet ist. Aus diesem Anschubwagen wird hinter dem Zuge eine Druckstange aufgeklappt und mit dem letzten Wagen verbunden. Je nach den Widerständen des ablaufenden Zuges wird der Zug geschoben oder gebremst. Für das Entkuppeln fahren die Wagen über eine aufgelegte Handkrücke oder über eine fernbediente dachförmige Schienenaufgabe, wodurch sich der Lauf des vorderen Wagens verlangsamt, die Puffer sich nähern und die Kuppelungen ausgehoben werden können. Der Ablauf durch Schwerkraft beginnt nach dem Entkuppeln. Der Ablaufpunkt (auf den Schwerpunkt des Wagens bezogen) liegt für Vor- und Nachläufer einen halben Achsabstand oberhalb der Schienenaufgabe. Es ist also hier $\Delta l_0 = 0$ und die Anschubstrecke gleich der Wagenlänge L_w .

Im Gegensatz hierzu ist beim Ablaufgipfel der Ablaufpunkt jedes Wagens durch das Profil und den Laufwiderstand festgelegt. Die Gegensteigung entspricht der Schienenaufgabe.

Auch bei Zulauframpen mit Gleisbremsen (Verkehrstechn. Woche 1933, 6. Sonderheft für Rangiertechnik) ist durch die Entkupplungsstelle auch der Ablaufpunkt festgelegt, der hier jedoch nach praktischen Gesichtspunkten gewählt werden kann. Macht man die Annahme, daß Vor- und Nachläufer als Einzelwagen an derselben Stelle entkuppelt werden, so ist auch hier die Anschubzeit $t_a = L_w \cdot 2 : (v_{01} + v_{02})$ sec. Für Gut- und für Schlechtläufer sind zunächst die Laufzeiten t_{0z} von der Schwerpunktslage vor der Entkupplungsstelle bis zum Einlauf in die Zulaufbremse bzw. bei Seilanlagen bis zu dem Punkte, wo die Wagen mit Hemmschuh aufgefangen werden, für $v_0 = 0,5, 1,0$ und $1,5$ m/sec zu ermitteln. Die Bremszeit in der Zulaufbremse von der Bremslänge l_{b_z} ist $t_{b_z} = 2 l_{b_z} : (v_{e_z} + v_{a_z})$ sec.

Für die Strecke von der Zulauf- bis zur Talbremse sind dann für Gut- und für Schlechtläufer die Laufzeiten t_{z1} für eine höchste, mittlere und niedrige Auslaufgeschwindigkeit aus der Gleisbremse zu ermitteln. Auch für diese Laufzeiten und die hinter der Gleisbremse sind wieder die Laufzeitdiagramme aufzutragen. Hiernach sind (wie im vorigen Abschnitt) die Gleichungen für die Wagenfolgezeiten aufzustellen und für die Ermittlung der zulässigen Zuführungsgeschwindigkeiten auszuwerten.

III. Ermittlung des Wagenlaufs.

Auch zur Ermittlung der Laufzeiten durch Schwerkraft soll hier ein neues Verfahren geschildert werden, das zur anschaulichen Darstellung der dynamischen Beziehungen der Ablaufanlagen besonders geeignet ist.

1. Streckenkräfte.

Trägt man die Gefälle und Steigungen des Ablaufprofils nicht als Winkel, sondern als Ordinaten über der Laufstrecke auf und zwar die Gefälle oberhalb und die Steigungen unterhalb, so erhält man durch diese Darstellung des Längsprofils die Streckenkraftlinie (Abb. 1a, Taf. 24). Da die Krümmungs- und Weichenwiderstände auch Streckenkräfte sind, ermäßigt oder vergrößert man auf Krümmungstrecken und in Weichen die Gefäll- und Steigungskräfte $s^0_{/00}$ um die Krümmungs- und Weichenwiderstände. Es ist $-w_{rw} = 650 : (R-55)$ kg/t der Widerstand in den Weichenkrümmungen, $-w_r = 0,8 \cdot 650 : (R-55)$ kg/t der Widerstand in

den Gleiskrümmungen und $w_w = 0,2 \cdot 650 : (R - 55) \text{ kg/t}$ der Widerstand im geraden Strang der Weichen. Beim Halbmesser $R = 190 \text{ m}$ ist $w_{r_w} = 650 : (190 - 55) = 5\text{‰}$, $w_r = 0,8 \cdot w_{r_w} = 4\text{‰}$ und $w_w = 0,2 \cdot w_{r_w} = 1\text{‰}$. Auf der waagerechten Weichenzone ist der Krümmungswiderstand $w_{r_w} = 2,5\text{‰}$ gemittelt.

Für gleichbleibende Streckenkräfte verläuft die Streckenkraftlinie waagrecht. Auf den Ausrundungsstrecken zwischen den einzelnen Neigungen ist die Streckenkraftlinie geneigt. Es ist z. B. für einen Punkt der Scheitelaustrundung im Abstand x vom Scheitel S beim Ausrundungshalbmesser r_{a1} (Textabb. 4) $x^2 = y(2r_{a1} - y) \leq 2r_{a1} \cdot y$ oder die Ordinate auf die Scheitelwaagerechte bezogen ist $y = x^2 : 2r_{a1} \text{ m}$. Die Neigung des Längenprofils in der Ausrundung ist dann $\frac{dy}{dx} = x : r_{a1}$ oder $1000 x : r_{a1} = s\text{‰}$. Die Streckenkraftlinie ist also die Differentiallinie des Längenprofils und gilt für alle Einzelwagen. Sie verläuft gradlinig auf der Länge l_a der Ausrundung zwischen den Neigungen s_1 und s_2 . Es ist die Länge $l_a = (s_1 - s_2) r_{a1} : 1000$. Die Neigungen und Krümmungen werden durch die Streckenkraftlinie deutlicher dargestellt als durch Längenprofil und Gleisplan. Dies ist besonders für die Bewegungsermittlungen am Gipfel von großem Wert, da hier der Wagenlauf langsam und der Einfluß der Laufzeiten daher besonders groß ist.

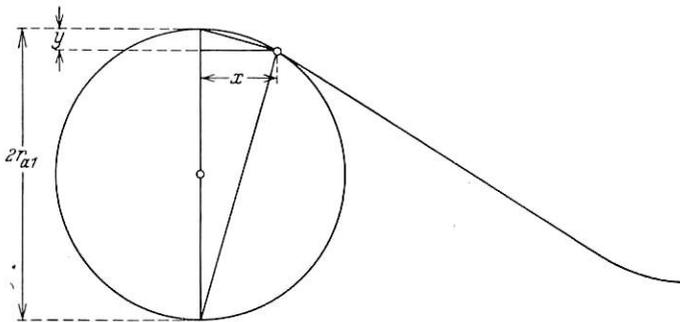


Abb. 4.

Wegen des Übergangs der Achsen von der durchgehenden Neigung zur Ausrundung werden die Enden der Streckenkraftlinie hier auf die Länge der Achsabstände abgeschrägt. Die Gleislinie, auf der die Wagenbewegung unterhalb der Streckenkraftlinie dargestellt wird, legt man möglichst waagrecht, so daß die Achse der Streckenkraftlinie wenigstens auf der Steilrampe mit ihren Ausrundungsstrecken die Länge der Gleisachse angibt. Nach der Verkehrstechn. Woche 1931, Heft 10 kann aus der Streckenkraftlinie für Einzelwagen auch die für Wagengruppen konstruiert werden, die deutlich auch den Einfluß der Zusammensetzung der Gruppe mit verschiedenen Wagengewichten erkennen läßt.

2. Laufwiderstände.

Der Laufwiderstand für 1 t Wagengewicht ist $w = w_0 + w_1 \text{ kg/t}$. Hier ist w_0 der Grundwiderstand, der in nachstehender Tabelle die von Frölich (Rangieranlagen 1920, Kreidel) angegebenen Werte enthält, und zwar für normale Temperatur.

1 leerer G-Wagen:	$w_0 = 4,5 \text{ kg/t}$
2 leere „ „	$= 4,2 \text{ „}$
3 „ „ „	$= 4,0 \text{ „}$
5 „ „ „	$= 3,9 \text{ „}$
10 „ „ „	$= 3,3 \text{ „}$
1 beladener O-Wagen:	$w_0 = 2,8 \text{ kg/t}$
2 beladene „ „	$= 2,5 \text{ „}$
3 „ „ „	$= 2,4 \text{ „}$
5 „ „ „	$= 2,2 \text{ „}$
10 „ „ „	$= 1,6 \text{ „}$

Bei Kugellagern sind die w_0 -Werte um $\frac{1}{3}$ kleiner. Bei tiefen Temperaturen sind die w_0 -Werte doppelt so groß.

Der Luftwiderstand ist $w_1 = \frac{c \cdot F}{16 G} \cdot v_r^2 \text{ kg/t}$, wo $v_r = v \pm v_1 \text{ m/sec}$ die Relativgeschwindigkeit von Wagengeschwindigkeit v und Luftgeschwindigkeit v_1 ist. Bei Gegenwind gilt das $+$ -Zeichen, bei Segelwind das $-$ -Zeichen. F ist die Stirnfläche des Wagens in m^2 , G das Wagengewicht in Tonnen und c ein Beiwert, dessen Größe nachstehende Tabelle angibt (Pirath, Verkehrstechn. Woche 1929, S. 164).

Beiwerte c

bei einem relativen Windrichtungswinkel α .

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Gutläufer..	0,94	1,23	1,34	1,4	1,27	0,82	0,28	0,09	0,03	0,0
Schlechtläufer...	0,94	1,22	1,32	1,34	1,12	0,7	0,25	0,08	0,02	0,0

Seitlicher Gegenwind läßt sich nach Textabb. 5a, b berücksichtigen.

In dem Geschwindigkeitsdreieck ist die Relativgeschwindigkeit v_r die Resultierende aus der Luftgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit, mit der die ruhenden Luftteile (Windstille) Abstand von dem rollenden Wagen erhalten. Die letztgenannte



Abb. 5 a. Gegenwind.

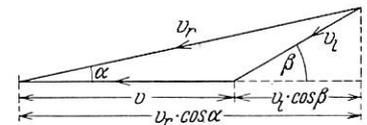


Abb. 5 b.



Abb. 6 a. Segelwind.

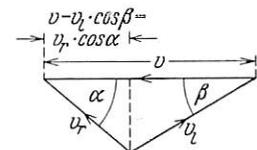


Abb. 6 b.

Geschwindigkeit ist also der Wagengeschwindigkeit entgegengesetzt. Daher ist v mit umgekehrter Pfeilrichtung eingetragen. Es ist nach dieser Darstellung die Relativgeschwindigkeit in der Laufrichtung gemessen $v_r \cdot \cos \alpha = v + v_1 \cdot \cos \beta \text{ m/sec}$. Daher ist der Luftwiderstand

$$w_1 = \frac{c \cdot F}{16 G} (v_r \cdot \cos \alpha)^2 = \frac{c \cdot F}{16 G} (v + v_1 \cdot \cos \beta)^2 \text{ kg/t}$$

in der Laufrichtung.

Seitlicher Segelwind nach Textabb. 6a, b.

Der Luftwiderstand in der Laufrichtung ist hier

$$w_1 = \frac{c \cdot F}{16 G} (v_r \cdot \cos \alpha)^2 = \frac{c \cdot F}{16 G} (v - v_1 \cdot \cos \beta)^2 \text{ kg/t}$$

Im Beispiel ist der Luftwiderstand für Gegenwind auf der Steilrampe bis zur Gleisbremse $v_1 \cdot \cos \beta = 3 \text{ m/sec}$ und hinter der Gleisbremse $v_1 \cdot \cos \beta = 1 \text{ m/sec}$. Ferner ist $c = 1,3$.

Für den Schlechtläufer (leerer G-Wagen) ist $w_0 = 4,5 \text{ kg/t}$, $F = 7 \text{ m}^2$ und $G = 9 \text{ t}$. Daher ist $w = w_0 + w_1 = 4,5 + 0,0625 \cdot v_r^2 \text{ kg/t}$. Für den Gutläufer (beladene O-Wagen) ist $w_0 = 2 \text{ kg/t}$ (Kugellager), $F = 4 \text{ m}^2$, $G = 20 \text{ t}$. Daher ist $w = 2,0 + 0,0163 \cdot v_r^2 \text{ kg/t}$. Hiernach sind die w -Linien in Abb. 2a, 3a, Taf. 21 aufgetragen.

3. Maßstäbe für Geschwindigkeiten und Kräfte.

Die Wagenbewegung soll unmittelbar in den Laufweg (die Gleisachse) eingetragen werden (Laufzeitstreifen). Man

unterteilt daher die Gleisachse in Teilstrecken, die der Wagen in gleichbleibenden Zeitintervallen zurücklegt. Die Wege in gleichen Zeitintervallen sind aber den Geschwindigkeiten proportional. Durch die Wahl des Geschwindigkeitsmaßstabs kann man die Geschwindigkeiten daher durch dieselben Zeichenstrecken darstellen, wie die im Zeitintervall Δt zurückgelegten Wege Δl . Im Beispiel ist für das gewählte Zeitintervall $\Delta t = 6$ sec; bei einem Maßstab des Gleisplans 1:500 (1 m = 2 mm) ist die Geschwindigkeit, mit der 1 m in $\Delta t = 6$ sec zurückgelegt wird, 1 m:6 sec = 2 mm. Der Maßstab der Geschwindigkeiten ist also 1 m/sec = 12 mm.

Die Ordinaten der Streckenkraft und der Widerstände sind $s = w = 1^0/00 = 2$ mm aufzutragen.

4. Ermittlung des Wagenlaufs bei gleichbleibender Streckenkraft.

a) Bewegungsgleichung und Zeitwinkel.

Nach der Gleichung Kraft = Masse mal Beschleunigung ist $p = s - w = \frac{1000 \rho}{g} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$ kg/t. Hier ist $\rho = (G + G') : G$ der Massenfaktor, der den Einfluß der sich drehenden Massen (Radreifen) berücksichtigt. $G' = 1$ t Gewicht der vier Radreifen, $G =$ Wagengewicht. Für Gutläufer mit $G = 20$ t ist $\rho = 21 : 20 = 1,05$ und für den Schlechläufer mit $G = 9$ t ist $\rho = 10 : 9 = 1,1$.

Mit $\Delta t = 6$ sec ist $\Delta v : p = g \cdot \Delta t : \rho \cdot 1000 = 9,81 \cdot 6 : 1,05 \cdot 1000 = 1 : 17,9$ für den Gutläufer und $\Delta v : p = 9,81 \cdot 6 : 1,1 \cdot 1000 = 1 : 18,7$ beim Schlechläufer. Geometrisch dargestellt mit den Maßstäben $v = 1$ m/sec = 12 mm und $p = 1^0/00 = 2$ mm ist $\Delta v : p = \text{tg } 2\gamma = 1 : 12 : 17,9 \cdot 2 = 1 : 2,98$ die Neigung des Zeitwinkels 2γ für den Gutläufer und $\Delta v : p = \text{tg } 2\gamma = 1 : 12 : 18,7 \cdot 2 = 1 : 3,12$ die Zeitwinkelneigung für den Schlechläufer.

Mit diesen Neigungen sind an die s-Achse, die in den Anfangspunkten der Wagengeschwindigkeiten v nach unten gezeichnet wird, die Zeitwinkel für $\Delta t = 6$ sec anzutragen. Für $\Delta t/2 = 3$ sec ist der Zeitwinkel zu halbieren, also $\text{tg } 2\gamma = 1 : 5,96$ bzw. $1 : 6,24$.

Ist die Laufbewegung bis zu einer Geschwindigkeit v_1 m/sec bereits ermittelt und addiert man zu v_1 das im vorigen berechnete Δv , so erhält man $v_2 = v_1 + \Delta v$ die Geschwindigkeit nach Verlauf des Zeitintervalls Δt . Ist bei Verzögerung Δv negativ, so ist $v_2 = v_1 - \Delta v$. Der Weg in der Zeit Δt ist $\Delta l = \frac{1}{2} (v_1 + v_2) \Delta t$. Nach der Maßstabrechnung der Geschwindigkeitsachse ist die Zeichenstrecke $\frac{1}{2} (v_1 + v_2)$ auch der Weg Δl in der Zeit $\Delta t = 6$ sec. Reiht man also die Strecken für $\frac{1}{2} (v_1 + v_2)$ auf der Gleisachse aneinander, so stellen die Teilstrecken nicht nur die Wege Δl , sondern auch ihre mittleren Geschwindigkeiten dar. Durch fortlaufende Nummerierung der Teilstrecken entsprechend den Zeitintervallen erhält man somit die Laufzeiten, so daß auf der Gleisachse gleichzeitig Zeit, Weg und Geschwindigkeiten dargestellt sind. Bei dem halben Zeitintervall $\Delta t/2$ ist $\Delta l = \frac{1}{2} (v_1 + v_2) \Delta t/2$ die Hälfte der Zeichenstrecke für die mittlere Geschwindigkeit, die daher an einem 2:1 zur v-Achse geneigten Strahl zu halbieren ist.

b) Verfahren.

Das Verfahren soll im Beispiel nach Abb. 1a, 2a, b der Taf. 21 für den Schlechläufer (G^0), der mit der Zuführungsgeschwindigkeit $v_0 = 1,5$ vom Ablaufpunkt über die Gipfelausrundung zur gleichbleibenden Neigung der Steilrampe in einer Laufzeit von $t = 12$ sec gelangt ist, beschrieben werden. Der Wagen hat nach 12 Sek. die Geschwindigkeit $v_1 = 4,6$ m/sec. Es ist die Bewegung für das Zeitintervall $\Delta t/2 = 3$ sec, also von 12'' bis 15'' zu ermitteln.

Die Handhabung ist folgende:

1. man überträgt mit dem Zirkel aus der gleichbleibenden Streckenkraftlinie das $s^0/00$ (Höhe b , Abb. 1a, Taf. 21) auf die w-Linie senkrecht nach unten in einem für das Zeitintervall geschätzten mittleren w_m (Strecke b') (Abb. 2a, Taf. 21);

2. sodann geht man am unteren Ende von b' nach links und greift für $s-w$ am Zeitwinkel $\Delta t/2$ das Δv (Strecke c) ab, das man an $v_1 = 4,6$ m/sec als Strecke c' anreicht, um v_2 am Ende des Zeitintervalls zu erhalten (Abb. 2a, Taf. 21);

3. in der Mitte von c' (Augenmaß) greift man nach unten bis zum Strahl 2:1 das Δl für $\Delta t/2$ als Strecke d ab, das man im Laufzeitstreifen (Gleislinie) an dem Zeitstrich für 12 Sek. bis 15 Sek. (als d') anreicht (Abb. 2a, b, Taf. 21).

Falls $\Delta t = 6$ sec greift man Δl von der Mitte c' bis zum O-Punkt der v-Achse (doppelte Strecke) ab und reiht es auf der Gleislinie wie vor an.

Das Abgreifen wird genauer, wenn man die Zeichnung auf Millimeterpapier aufträgt.

Die Laufzeiten bis zur Gleisbremse ermittelt man zweckmäßig mit $\Delta t/2 = 3$ sec, die vom Auslauf der Gleisbremse bis hinter das Merkzeichen der letzten Trennungswiche mit dem Zeitwinkel $\Delta t = 6$ sec für gleichbleibende Streckenkraft.

Die Auslaufgeschwindigkeit v_a aus der Gleisbremse wird für eine gegebene Laufweite l m und der mittleren Neigung s_m einschließlich der Krümmungswiderstände, die beide aus dem Längenprofil zu berechnen sind, sowie für einen geschätzten mittleren Laufwiderstand w_m nach der Gleichung $v_a = \sqrt{2g(s_m - w_m) \cdot l} : \rho \cdot 1000$ m/sec ermittelt.

Den mittleren Laufwiderstand w_m erhält man bei gegebener w-Linie aus dem Werte w_0 für $v = 0$ (Anhaltepunkt des Wagens), sowie aus w_a (dem Laufwiderstand für die Auslaufgeschwindigkeit aus der Gleisbremse) nach Textabb. 7 $w_m = (2w_0 + w_a) : 3$ kg/t.

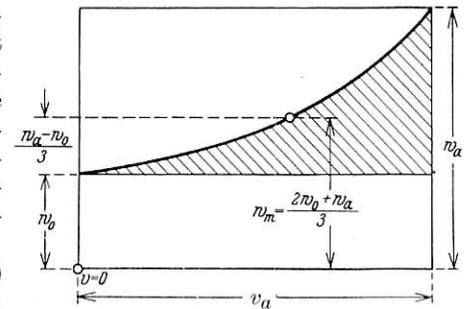


Abb. 7.

Der Inhalt des schraffierten Zwickels der über der v-Achse aufgetragenen w-Linie ist $v_a (w_a - w_0) : 3 =$ dem Rechteck über der Grundlinie v_a und der Höhe $(w_a - w_0) : 3$. Der mittlere Laufwiderstand ist daher $w_m = w_0 + (w_a - w_0) : 3 = (2w_0 + w_a) : 3$ kg/t. Es sind w_0 und w_a , letzteres für ein geschätztes v_a aus der w-Linie abzugreifen. Setzt man das hiernach berechnete w_m in die Gleichung für v_a ein, und wiederholt man bei unrichtiger Schätzung die Rechnung mit dem für das ermittelte v_a abgegriffenen w_a und dem hieraus berechneten w_m , so erhält man einen zuverlässigen Wert von v_a , mit dem man wie beschrieben in der w-Linie beginnend die Geschwindigkeitsermittlung vom Ende der Gleisbremse bis hinter das Merkzeichen der letzten Trennungswiche die Laufbewegung einträgt. In Abb. 2b, Taf. 21 ist für die Laufweiten von 150 m ab Gleisbremse deren Auslaufgeschwindigkeit hiernach zu $v_a = 4,5$ berechnet. Die zeichnerische Ermittlung liefert mit dieser Geschwindigkeit v_a beginnend nach 150 m die Geschwindigkeit $v = 0$.

5. Ermittlung des Wagenlaufs auf der Ausrundungsstrecke.

a) Ableitung der Bewegungsgleichung und des Zeitwinkels.

In Punkt x der Textabb. 8a, b ist die Bewegungskraft des Wagens $s_x - w$ kg/t. Es sei die Geschwindigkeit v_1 m/sec. Im folgenden Zeitintervall Δt ist die Mittelkraft $s_{x_m} - w =$

Krümmungen die mittleren Verhältnisse der Weichenzone dar, so daß auch für die Trennungswweichen in dem benachbarten, an dieselbe Gleisbremse angeschlossenen Gleise, die für das Gleis 7 ermittelten Laufzeiten gelten können. Da in der Regel die von einer Gleisbremse ausstrahlenden Weichenbüschel ähnlich durchgebildet sind, gilt die Untersuchung für die gesamte Gleisentwicklung der Ablaufanlage.

Zur Ermittlung der Auslaufgeschwindigkeiten v_a aus der Gleisbremse für die gegebenen Laufweiten 150 bis 450 m, mittels der Gleichung $v_a = \sqrt{2g(\pm s_m - w_m) \cdot l : \rho \cdot 1000}$ wurden bei 150 m $s_m = -2,5\text{‰}$, bei 250 m $s_m = -0,7\text{‰}$, bei 350 m $s_m = 0$ und bei 450 m $s_m = +0,5\text{‰}$ aus Längenprofil und Gleiskrümmungen ermittelt. Wegen $w_m = (2w_o + w_a) : 3 \text{ kg/t}$ sei auf das vorhergehende verwiesen. Die v_a -Werte sind in die Laufzeitstreifen hinter der Gleisbremse eingetragen.

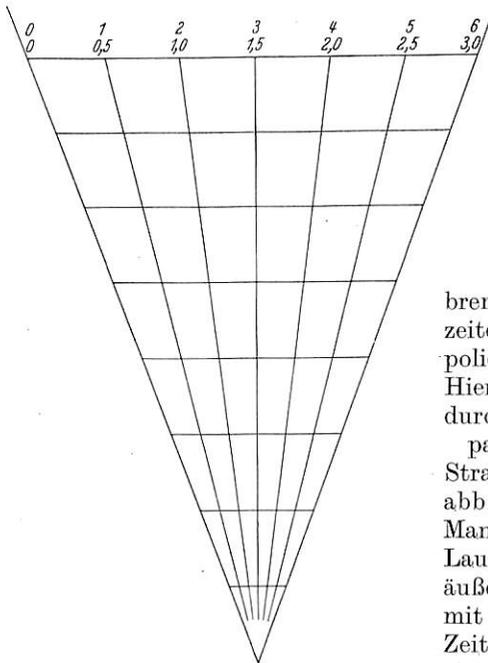


Abb. 9.

Am Beginn und am Ende der Sperrstrecke der Weichen, sowie eine halbe Wagenlänge vor und hinter dem Merkzeichen und eine halbe Achsstandlänge vor der Gleisbremse sind die Laufzeiten durch Interpolieren zu bestimmen. Hierzu dient das auf durchsichtiges Pauspapier gezeichnete Strahlenbüschel (Textabb. 9, verkleinert). Man legt es so auf die Laufzeitstreifen, daß die äußeren Strahlen sich mit den vorhandenen Zeitstrichen decken. Für einen Zwischenpunkt kann man dann die Teilzahlen ablesen.

Weiterhin ist durch Interpolieren auf der v -Achse der w -Linie bzw. den vorgenannten Pausen die Einlaufgeschwindigkeit v_e in die Gleisbremse zu bestimmen.

6. Die Laufzeitdiagramme.

a) Für den Wagenlauf durch Schwerkraft.

In Abb. 4, Taf. 21, wurden aus den Laufzeitstreifen des Gut- und des Schlechtläufers vom Ablaufpunkt bis zur Gleisbremse die Zeiten t_1 für $v_o = 0,5, 1,0$ und $1,5 \text{ m/sec}$ über einer v_o -Achse als Kurven aufgetragen. Ebenso wurden unterhalb der v_o -Achse die entsprechenden Kurven für die Einlaufgeschwindigkeit v_e für beide Wagen gezeichnet.

Weiterhin wurden die für Laufzeiten t_2 vom Auslauf aus der Gleisbremse bis zum Beginn und Ende der Sperrstrecken, sowie bis zu einer halben Wagenlänge vor und hinter dem Merkzeichen der Weichen 5 und 6 für beide Wagen Kurven über der Laufwegachse aufgetragen und zwar mit den Laufzeiten für die Laufweiten 150 bis 450 m. Die Kurven für Merkzeichen 5 gelten auch für die Sperrstrecke der Weiche 6 (Abb. 5, Taf. 21).

Es sind die betreffenden Kurven für die Sperrstrecke der Weiche 5 und für das Merkzeichen der Weiche 6 übereinander gezeichnet und die für die Sperrstrecke der Weiche 6 = Merkzeichen der Weiche 5 in einem Abstand von 5 cm seitlich davon. Der 5 cm breite Streifen zwischen diesen Diagrammen kann dazu benutzt werden, um z. B. für Weiche 10 (zwischen

Weiche 5 und 6) die entsprechenden Laufzeiten t_2 zu interpolieren. Die Streifenbreite ist für die Verhältniszahlen $\alpha = x:l_1$ unterteilt. Hier ist l_1 der Abstand zweier Punkte des Gleisplans, für die die Laufzeitkurven gezeichnet sind, x der Abstand des Punktes, für den die Laufzeit gesucht ist. Es ist $\alpha = x:l_1$ mit dem genannten durchsichtigen Strahlenbüschel aus dem Gleisplan abzulesen. Ein Beispiel für x und l_1 (Merkzeichen der Weiche 10) ist im Gleisplan eingetragen. Für einen leeren G-Wagen (G°) bei der Laufweite 300 m ist zwischen den Laufzeiten für den hinteren Punkt der Sperrstrecke Weiche 6 und dem Punkt $L_w/2$ vor dem Merkzeichen M_{6v} die Laufzeit für den genannten Punkt vor dem Merkzeichen der Weiche 10 (M_{10v}) interpoliert. Es ist $\alpha = 0,4$. Von den Punkten der Laufzeitkurven geht man, wie in Abb. 1b, Taf. 21 eingetragen, waagrecht bis zu deren t_2 -Achsen. Die Schnittpunkte verbindet man und die Höhe der Verbindungslinie über der Abszisse $\alpha = 0,4$ ergibt im Beispiel die Laufzeit $t_2 = 24 \text{ Sek.}$

Einfacher kann man zwischen zwei Punkten der übereinanderliegenden Laufzeitkurven gleicher Wagengattung und Laufweite mit dem Strahlenbüschel die Laufzeit für einen Zwischenpunkt des Gleisplans ablesen, nachdem vorher das Abstandsverhältnis $\alpha = x:l_1$ festgestellt ist. Ebenso kann man verfahren, wenn man eine durchsichtige Pause der rechtsseitigen Laufzeitkurven auf die linksseitigen legt.

Unter der Annahme, daß sich die Laufzeiten von der Gleisbremse bis zur Trennungswiche für Wagen gleicher Laufweite bei Widerständen zwischen dem für G° - und O-Wagen linear ändern, kann man die entsprechenden Laufzeiten für Wagen mit zwischengelegenen Widerständen ebenfalls aus der Abb. 5, Taf. 21, mit dem Strahlenbüschel ablesen. Es muß dann nur das Verhältnis des Zwischenwerts für den Grundwert w_o zu den Grundwerten des G° - und O-Wagens bekannt sein. Zum Interpolieren legt man das Strahlenbüschel mit seinen äußersten Strahlen auf die senkrecht übereinanderliegenden Punkte der betreffenden Laufweite des O- und des G° -Wagens auf und liest die gesuchte Laufzeit bei dem Zwischenstrahl für das gegebene Widerstandsverhältnis ab.

Es ist also durch das Strahlenbüschel die Möglichkeit gegeben, ebenso wie für alle Trennungswweichen auch für alle Wagen, deren Widerstände zwischen denen des Gut- und Schlechtläufers liegen, die ungünstigen Wagenfolgen und zulässigen Zuführungsgeschwindigkeiten zu untersuchen, ohne daß man neue Laufzeitstreifen und Laufzeitdiagramme herstellen muß.

b) Die Laufzeitdiagramme für Anschub und Bremsen.

Nach vorigem ist die Anschubzeit $t_a = 2(L_w \mp \Delta l_o) : (v_{o1} + v_{o2}) \text{ Sek.}$ Hier ist Δl_o der waagrechte Abstand der beiden Ablaufpunkte des G° - und des O-Wagens. Für eine mittlere Zuführungsgeschwindigkeit ist bei den vorhandenen w -Linien $\Delta l_o = 1 \text{ m}$. Bei G° vor O gilt das — Zeichen, O vor G° das + Zeichen. Bei Wagen gleichen Widerstandes ist $\Delta l_o = 0$. Für die Wagenlänge $L_w = 9 \text{ m}$ ist daher $L_w \mp \Delta l_o = 8, 9$ oder 10 m . Für diese Werte sind über einer Achse der mittleren Zuführungsgeschwindigkeiten $v_{om} = 0,5 (v_{o1} + v_{o2}) \text{ m/sec}$ für die genannten Wagenfolgen drei Kurven gezeichnet, aus denen man die Anschubzeiten ablesen kann (Abb. 6, Taf. 21).

Die Bremszeit ist $t_b = l_b : 0,5 (v_e + v_a) \text{ sec.}$ Nach Abb. 7, Taf. 21 ist die Bremsstrecke $l_b = 24,5 \text{ m}$. Nach den Laufzeitstreifen schwankt für den Schlechtläufer der Wert für v_e zwischen 6,4 und 6,8 m/sec und für den Gutläufer zwischen 7 und 7,7 m/sec. Es wurden daher für die Mittelwerte von $v_{ego} = 6,6 \text{ m/sec}$ und für $v_{eo} = 7,3 \text{ m/sec}$ Kurven für die Bremszeiten gezeichnet. Die Bremszeiten wurden dabei aus

den Gleichungen $t_b = l_b : 0,5 (6,6 + v_a)$ sec bzw. $t_b = l_b : 0,5 (7,3 + v_a)$ sec berechnet und über der v_a -Achse für die einzelnen Werte von v_a aufgetragen, um bequem lediglich für die Auslaufgeschwindigkeiten die Laufzeiten in der Gleisbremse ablesen zu können.

IV. Ermittlung der Zuführungsgeschwindigkeiten.

1. Die Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Lokomotiv- und Bremskräfte.

Nach Abschnitt IIa, 1 ist bei der Bremsverzögerung $b_b = (\mu_b \cdot G_1 + W) g : G_z \cdot \rho \cdot 1000$ m/sec² die Zuführungsgeschwindigkeit auf der Anschubstrecke $L_w \mp \Delta l_o$ bei gegebener Höchstzuführungsgeschwindigkeit $v_{o_{max}}$ nach der Gleichung $v_{o_{min}} = \sqrt{v_{o_{max}}^2 - 2b_b (L_w \mp \Delta l_o)}$ m/sec zu berechnen. Es ist mit $\mu_b = 100$ kg/t, $G_1 = 85$ t, $G_z = G_1 + G_w = 85 + 1080 = 1165$ t und $W = W_1 + G_w \cdot w_w + q \cdot l_g \cdot s_g = 9,5 \cdot 85 + 1080 \cdot 2,7 + 1,94 \cdot 50 \cdot 20 = 5740$ kg, sowie $\mu_b \cdot G_1 + W = 8500 + 5740 = 14240$ kg. Es ist $q = 1,94$ das laufende Meterzuggewicht, $l_g = 50$ m die Länge der Gegensteigung und s_g die Gegensteigung 20⁰/₁₀₀. Dann ist die Bremsverzögerung $b_b = 14240 \cdot 9,81 : 1165 \cdot 1090 = 0,11$ m/sec². Bei der Wagenfolge O vor G^o zu Beginn des Ablaufens ist $L_w + \Delta l_o = 10$ m und mit $v_{o_{max}} = 1,3$ m/sec ist die kleinste Zuführungsgeschwindigkeit, die durch Abbremsen auf der Anschubstrecke zu Beginn des Wagenablaufs erreicht werden kann, $v_{o_{min}} = \sqrt{1,3^2 - 2 \cdot 0,11 \cdot 10} = 0,245$ m/sec. Es wird aber nur abgebremst auf $v_{o_{min}} = 0,5$ m/sec.

Von $v_{o_{min}} = 0,5$ m/sec soll der Zug wieder bei der nächsten Wagenfolge G^o vor O auf der Anschubstrecke $L_w - \Delta l_o = 8$ m beschleunigt werden. Es ist die Beschleunigung $b_a = (\mu_a \cdot G_r - W) \cdot g : G_z \cdot \rho \cdot 1000$ m/sec². Mit $\mu_a = 200$ kg/t, $G_r = 85$ t und mit dem vorermittelten Werte für $W = 5740$ ist $b_a = (17000 - 5740) \cdot 9,81 : 1165 \cdot 1,09 \cdot 10000 = 0,09$ m/sec². Dann ist die erreichbare Zuführungsgeschwindigkeit $v_{o_{max}} = \sqrt{2b_a (L_w - \Delta l_o) + v_{o_{min}}^2} = \sqrt{2 \cdot 0,09 \cdot 8 + 0,5^2} = 1,35$ m/sec, gewählt 1,3 m/sec. Bei weiterem Abdrücken wird durch das kleiner werdende Zuggewicht Verzögerung und Beschleunigung größer.

2. Die Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Bedienungszeit der ferngesteuerten Gleisbremse.

Wie früher gesagt ist, muß die Zuführungsgeschwindigkeit so gewählt werden, daß die Bedienungszeit der Gleisbremse bei einer Wagenfolge von Fahrzeugen gleicher Art \leq sein muß als der Unterschied der Anschubzeit und Bremszeit. Aus den Laufzeitdiagrammen für Anschub- und Bremszeit ergibt sich, daß bei $v_o = 1,3$ m/sec die Bedienungszeit der Bremse $2,5$ sec $= t_a - t_b = 7,0 - 4,5 = 2,5$ sec ist.

3. Die Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die erste Weiche unter dem Ablaufgipfel.

Die erste Weiche unter dem Ablaufgipfel ist eine Weiche 1:9 mit selbsttätiger Umstellung. Die Sperrstrecke ist nach Abb. 1 b, Taf. 21 $l_{sp} = 18,5$ m $= a + l_i$. Hier ist $l_i = 15$ m und die Entfernung des vorderen Isolierstoßes von der Weichenspitze $l_i' = 3,5$ m wie früher berechnet. Damit die Weiche zwischen zwei Wagen umgestellt werden kann, muß nach vorigem $t_f = \Sigma t_n - \Sigma t_v \geq 0$ sein. Es ist $\Sigma t_n = t_a + t_n$ sowie $\Sigma t_v = t_v$.

a) Bei gleichartigen Wagen ist bei $v_{o_{max}} = 1,5$ m/sec nach Abb. 2 b, 3 b $t_a = 6$ sec und $t_n = 7,7$ sec bei O-Wagen bzw. 7,5 sec bei G^o-Wagen, bei O-Wagen ist $t_v = 12,2$, bei G^o-

Wagen ist $t_v = 12,4$ sec. Es ist daher $t_f = \Sigma t_n - \Sigma t_v = 1,5$ sec bei O-Wagen bzw. 1,1 sec bei G^o-Wagen. Die beiden letzteren für t_f sind positiv, also ist die Umstellung der Weiche zwischen zwei Wagen bei $v_{o_{max}} = 1,5$ möglich. Maßgebend ist nach 2. jedoch $v_{o_{max}} = 1,3$ m/sec.

b) Folgt wie bei dem zweiten und dritten Wagenablauf (in umgekehrter Reihenfolge in Abb. 1 c, Taf. 20 gezeichnet) auf einen G^o-Wagen ein O-Wagen und hat der G^o-Wagen die Zuführungsgeschwindigkeit $v_o = 0,5$ und daher nach Abb. 2 b, Taf. 21 $t_v = 18,2$ sec, so darf der nachfolgende O-Wagen nur auf $v_o = 1,2$ m/sec beschleunigt werden, denn es ist für $v_{o_{m}} = 0,5 (0,5 + 1,2) = 0,85$ m/sec, $t_a = 9,5$ sec und für $v_o = 1,2$ m/sec $t_n = 9$ sec (interpoliert), also $\Sigma t_n = 9,5 + 9 = 18,5'' > 18,2'' = t_v$, also $t_f = 0,3''$. Bei dem weiteren Ablauf hat mehrmals bei der Wagenfolge G^o vor O der G^o-Wagen die Zuführungsgeschwindigkeit $v_o = 0,7$ m/sec und hierfür $t_v = 16,8$ sec, der Nachläufer O-Wagen mit der Anschubstrecke $L_w - \Delta l_o = 8$ m darf dann nur auf $v_o = 1,3$ m/sec beschleunigt werden. Es ist für die mittlere Zuführungsgeschwindigkeit $v_{o_{m}} = 1,0$ m/sec die Anschubzeit $t_o = 8$ sec, und t_n interpoliert $= 8,8$ sec, also $t_a + t_n - t_v = 8 + 8,8 - 16,8 = 0$ sec.

4. Die Zuführungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Trennungswweichen hinter der Gleisbremse.

Die Weichen haben alle die Neigung 1:7,5 und die Zungenlänge 6,2 m, also ist $l_{sp} = z + a = 6,2 + 4,5 = 10,7$ m. Es ist die Weichenumstellzeit bei schnell umlaufenden Weichenmotoren $t_w = 0,8$ sec.

Die Gleichungen $t_f = \Sigma t_n - \Sigma t_v \geq t_w$ sind für die Wagenfolgen verschiedener Laufweiten zur Ermittlung der möglichen Zuführungsgeschwindigkeiten mit Hilfe der Laufzeitdiagramme durch Probieren gelöst. Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben. Hiernach sind in Abb. 1 d, Taf. 20 die zulässigen Zuführungsgeschwindigkeiten der verschiedenen Wagenabläufe eingetragen.

In der folgenden Zahlentafel ist die Untersuchung der Wagenfolge an den Weichen für die Sperrstrecke und für das Merkzeichen durchzuführen. Die kleinste Zuführungsgeschwindigkeit der beiden ist für die Weiche maßgebend. Für jede Untersuchung sind in der Tabelle vier Spalten vorgesehen, je zwei für die Sperrstrecke der Weiche (W) und je zwei für das Merkzeichen (M). In die beiden ersten Spalten unter $-V_h$ sind die Laufzeiten des Vorläufers bis zum hinteren Punkt der Sperrstrecke und bis $\frac{L_w}{2}$ hinter dem Merkzeichen einzutragen. Diese Laufzeiten sind abzuziehen, deshalb (—). Unter $+N_v$ stehen die Laufzeiten des Nachläufers für den vorderen Punkt der Sperrstrecke und für $\frac{L_w}{2}$ vor dem Merkzeichen. Das v_o unter $-V_h$ bezieht sich auf den Vorläufer, das unter $+N_v$ auf den Nachläufer. Im vorliegenden Beispiel ergibt die Untersuchung der Merkzeichen ungünstigere Zuführungsgeschwindigkeiten v_o als die Sperrstrecken der Weichen.

V. Die Schleppfahrt von den Richtungsgleisen in die Einfahrgleise.

Es soll die Fahrzeit und der Kohlenverbrauch ermittelt werden, um einen Güterzug von 1000 t Wagenzuggewicht von der Rangierlok. Gt 55.17 (T_{16}^1) über den Ablaufberg in ein Einfahrgleis zu ziehen. Bei der Rechnung wird die allmähliche Änderung des Zugwiderstandes durch Befahren des Längensprofils der Ablaufanlage berücksichtigt. Der Zug ist also nicht als Massenpunkt, sondern als Band mit gleichmäßig verteilter Zuglast zu betrachten.

Zahlentafel: Ungünstige Wagenfolgen.

	-V _h		+N _v		-V _h		+N _v		-V _h		+N _v		-V _h		+N _v	
	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M
Weiche oder Merkzeichen																
Gleis-Nr.	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	6	7	0	G ^o
Wagengattung und Zahl	0	G ^o	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}
Grundwiderstand w ₀ . .	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5
Nummer der Weiche . .	5		5		5		5		5		5		6		6	
Laufweite hinter Bremse	300	400	200	300	150	250	100	200	450	300	450	300	450	300	450	300
Auslaufgeschw. v _a . . .	3,8	6,3	3,5	5,6	3,5	5,2	3,5	5,2	3,5	4,9	3,9	5,6	3,9	5,6	3,9	5,6
Abdrückgeschw. v ₀ . . .	1,3	0,7	1,3	0,7	1,3	0,7	1,3	0,7	1,3	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8
Zeit hinter Bremse t ₂ .	30,2	15,5	32,2	17,7	33,4	19,1	34,5	20,9	42,8	26,4	42,8	26,4	42,8	26,4	42,8	26,4
Bremszeit t _b .	4,4	3,8	4,4	4,0	4,4	4,1	4,4	4,3	4,3	4,0	4,3	4,0	4,3	4,0	4,3	4,0
Zeit vor Bremse t ₁ .	20,5	24,5	20,5	24,5	20,5	24,5	20,5	24,5	20,5	24,0	20,5	24,0	20,5	24,0	20,5	24,0
Anschubzeit t _a .	11,3		11,3		11,3		11,3		10,5		10,5		12,0		12,0	
Σ t _n .	55,1		57,5		58,5		59,7		67,6		67,6		67,6		67,6	
Σ t _v .	55,1		57,1		58,3		59,4		67,4		67,4		67,4		67,4	
t _f > t _w	+ 0,0		+ 0,4		+ 0,2		+ 0,3		+ 0,2		+ 0,3		+ 0,2		+ 0,2	
Weiche oder Merkzeichen	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M
Gleis-Nr.	6	7	6	7	6	7	6	7	3	4	3	4	3	4	3	4
Wagengattung und Zahl	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G^{o}	0	G ^o
Grundwiderstand w ₀ . .	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5
Nummer der Weiche . .	6		6		6		6		10		10		10		10	
Laufweite hinter Bremse	350	250 (280)	250	180	150	100	400	300	300	200	300	200	300	200	300	200
Auslaufgeschw. v _a . . .	3,8	5,2	3,7	3,7	4,7	4,7	3,8	4,2	3,9	5,6	3,8	4,6	3,8	4,6	3,8	4,6
Abdrückgeschw. v ₀ . . .	1,3	0,7	1,3	1,3	1,0	1,0	0,5	1,3	1,3	1,3	0,5	1,3	0,5	1,3	0,5	1,3
Zeit hinter Bremse t ₂ .	44,8	29,0	31,2	47,4	22,0	35,0	49,8	46,0	31,6	23,8	32,8	29,6	32,8	29,6	32,8	29,6
Bremszeit t _b .	4,4	4,1	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,6	4,4	4,0	4,4	4,3	4,4	4,3	4,4	4,3
Zeit vor Bremse t ₁ .	20,5	25,2	20,5	20,5	22,9	22,9	25,2	21,3	20,5	21,3	25,2	21,3	25,2	21,3	25,2	21,3
Anschubzeit t _a .	12,0		10,0		10,0		12,9		8,5		11,0		11,0		11,0	
Σ t _n .	70,3		59,3		72,3		83,9		57,6		66,2		66,2		66,2	
Σ t _v .	69,7		56,1		72,3		79,4		56,5		62,4		62,4		62,4	
t _f > t _w	+ 0,6		+ 3,2		+ 0,0		+ 4,5		+ 1,1		+ 3,8		+ 3,8		+ 3,8	

Die Aufgabe wird nach dem in Heft 3 des Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1934 für „Anlaufsteigungen“ beschriebenen Verfahren gelöst. Es wird daher wegen der Ableitung des Verfahrens auf diesen Aufsatz verwiesen. Hier soll nur die Handhabung kurz beschrieben werden. Die Fahrkräfte z kg/t werden nach der in demselben Aufsatz S. 43 geschilderten Weise aus der Llv-Tafel der Gt 55.17 (Abb. 2a, Taf. 20) abgegriffen, nachdem man vorher für die Kesselgrenzleistung die Linie der Fahrweise, die Senkrechte im Abstand W_{III}: G links der Z_i-Achse sowie den Strahl für das Zuggewicht G = G₁ + G_w = 85 + 1000 = 1085 t gezeichnet hat. Es ist für Z_i = 17000 kg sowie für 1 - c₁₃ = 0,96 sodann Z_i(1 - c₁₃): G = 17000 · 0,96 : 1085 = 15⁰/₁₀₀. Ferner ist für W_{III} = 700 kg W_{III}: G = 700 : 1085 = 0,65⁰/₁₀₀.

Als Zeitwinkel wurde Δt = 20 sec. gewählt, für das auch der Kohlenverbrauch auf der waagerechten Achse der Llv-Tafel angegeben ist.

Als Längenmaßstab des Fahrzeitstreifens wurde 1:5000 oder 1 km = 200 mm gewählt. Um jedoch die Ermittlung im Fahrkraftdiagramm deutlicher zu gestalten, wurde der Maßstab der Geschwindigkeitsachse so berechnet, als ob der Längenmaßstab 1 km = 800 mm sei. Die vierfach verkleinerten V_m-Strecken ergeben dann wieder die Δl-Strecken für 20 Sek. im Längenmaßstab des Fahrzeitstreifens.

Bei dem vierfach größeren Längenmaßstab 1 km = 800 mm und dem Zeitwinkel Δt = 20 sec = 0,3 min ist ein km · 60 : 0,3 · h = = 200 km/h durch 800 mm darzustellen oder 1 km/h =

= 800 : 200 = 4 mm ist der Maßstab der Geschwindigkeitsachse. Der Kräftemaßstab ist 1⁰/₁₀₀ = 5 mm. Der unberichtigte Zeitwinkel ist nach Umformung der Bewegungsgleichung $\Delta V/2: (z-w'-1000 h_x:l_z) = \frac{3,6 \cdot g \cdot \Delta t}{1000 \cdot 2 \cdot \rho} = \frac{3,6 \cdot 9,81 \cdot 20}{1000 \cdot 2 \cdot 1,09} = 0,324$. Maßstäblich mit V = 1 km/h = 4 mm und s = w = 1⁰/₁₀₀ = 5 mm ist die Neigung des Zeitwinkels tg γ = 0,324 · 4 : 5 = 1 : 3,9. Das Korrekturglied des Zeitwinkels wird wegen seiner Kleinheit nicht berücksichtigt.

Die Werte z-w' sind nach Berechnung und Einzeichnen der w'-Linie aus dem Fahrkraftdiagramm zu entnehmen. Die Streckenkräfte 1000 h_x:l_z, wo l_z = 555 m die Zuglänge ist, kann man am jeweiligen Zugende als Höhenunterschiede zweier Längenprofile abgreifen, die horizontal um die Zuglänge verschoben sind (Abb. 3b, Taf. 20). Gezeichnet werden die Längenprofile über den Horizontalprojektionen der einzelnen Steigungen als Seilzug aus einem Strahlenbüschel mit dem Polabstand l_z (im Längenmaßstab der Strecke) und den s-Werten im Kräftemaßstab. In der Abb. 3c, Taf. 20 ist der Raumersparnis wegen als Polabstand l_z:2 gewählt, der Maßstab für s⁰/₁₀₀ ist doppelt so klein gewählt.

Unterhalb der V-Achse des Fahrkraftdiagramms ist für Δt = 20 sec. zum Abgreifen der Δl-Werte ein Strahl 4:1 eingetragen, zum Abgreifen der Strecken V₁ · Δt : 2 · 1000 ein Strahl 8:1. Für den halben Zeitwinkel, der namentlich auf der Steilrampe angewandt wird, sind diese Neigungen halbiert.

Die Fahrzeitermittlung ist für den Zugschluß eingetragen. Ein Ermittlungsgang sei für das dritte Zeitintervall beschrieben (Abb. 3a und b, Taf. 20):

1. Man greift unter dem rechten Ende des zweiten Zeitwinkeldreiecks von V-Achse bis zum Strahl 1:8 die Strecke a ab und trägt sie im Fahrzeitstreifen als a' vom Zeitstrich 40'' aus an.

2. Über dem linken Ende dieser Strecke greift man zwischen den beiden Längsprofilen die Streckenkraft b ab und überträgt sie als b' in Abb. 3a, Taf. 20 von der V-Achse nach oben für die Grundlinie des dritten Zeitwinkeldreiecks, das nun

3. gezeichnet wird.

4. Senkrecht unter dessen Spitze greift man Höhe c ab und überträgt sie als Δl von 40'' bis 60'' in den Fahrzeitstreifen. Gesamtfahrzeit: 217'' einschließlich des Bremszeitzuschlags $t_0/2 = V_e : 2 \cdot 3,6 \cdot b = 25 : 2 \cdot 3,6 \cdot 0,2 = 17''$, wo $b = 0,2 \text{ m/sec}^2$ ist. Der Dampf wird abgestellt, wenn der Zugschluß auf dem Ablaufgipfel ist.

Für die Ermittlung des Kohlenverbrauchs zeichnet man

zunächst das Diagramm der Abb. 3d, Taf. 20 über der viermal kleineren V-Achse. Die Ordinaten greift man zwischen der waagerechten Achse und der Linie des Kohlenverbrauchs in der Llv-Tafel senkrecht unter den Schnittpunkten der Zi-Linien für $V = 10$ und $14,4 \text{ km/h}$ mit der Linie der Fahrweise ab. Im gleichen Maßstabe wie diese Ordinaten zeichnet man in Abb. 3e, Taf. 20 eine lineare Skala des Kohlenverbrauchs. Man nimmt nun, wie früher geschildert, die Abstände Δl der Zeitstriche von Abb. 3b, Taf. 20 in den Zirkel, überträgt sie auf die V-Achse von Abb. 3d, Taf. 20, greift die Ordinaten ab und reiht sie unter der Skala der Abb. 3e aneinander.

Der Kohlenverbrauch für die Zugfahrt beträgt 46 kg.

Ebenso ist die Fahrzeit eines gegen die Ablaufrichtung einfahrenden Güterzuges zu ermitteln, um nach den Ausführungen des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933 H. 11 und 1934 H. 3 hieraus sowie aus den Zeiten für Fahrstraßeneinstellung und für Signalbedienung die durch die Gegenfahrt der Züge entstehende Verminderung der Leistungsfähigkeit des Ablaufbergs zu erfassen.

Die Verwendung von Mineralölen zur Holzimprägnierung.

Von Prof. Dr. Ing. A. Nowak, Mödling.

Trotz der anerkannt guten Ergebnisse der Teerölimprägnierung von Schwellen und Masten wurden in der Nachkriegszeit wegen ihrer größeren Billigkeit auch jene Verfahren häufig angewendet, die mit wasserlöslichen Salzen als fungiziden (pilzwidrigen) Mitteln arbeiten.

Auf Grund vieler in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen bevorzugt die Imprägniertechnik heute jedoch wieder ölige Imprägnierstoffe, weil sich herausgestellt hat, daß die Auswaschbarkeit von Salzen, auch wenn sie durch chemische Prozesse auf der Holzfaser festgehalten werden (U-Salze), weitaus größer ist, als die ölicher Stoffe. Es ist eine von der Erfahrung bestätigte Tatsache, daß die Wirksamkeit wasserlöslicher Salze nach mehreren Jahren rasch abnimmt und sobald der als „Schwellenwert“ gekennzeichnete Mindestgehalt an Giftstoffen im Holze nicht mehr vorhanden ist, eine Reizwirkung auf Pilze ausgeübt wird, die sogar imstande ist, sie zum Wachstum anzuregen.

Für die Schwellenimprägnierung kommt noch als Nachteil dazu, daß die Metallsalze die Schienen angreifen. Wenn die Gleisanlagen für die elektrische Signalgebung verwendet werden, können außerdem Mineralsalze oder Zusätze solcher zu Ölen die Schwellen leitungsfähig machen.

Wie eine Jahrhunderte alte Erfahrung lehrt, ist das Holz sowohl in ständig trockenem Zustande, als auch wenn es stets von Wasser umgeben ist, auch ohne Imprägnierung fast unbegrenzt haltbar. Es unterliegt aber einer sehr raschen Zerstörung, wenn Trockenheit und Feuchtigkeit und besonders auch Frost in ständigem Wechsel darauf einwirken. Ölige Stoffe gewähren nun, auch wenn sie gar keine Giftwirkung besitzen, dem Wasser keinen Einlaß in das Holz und schützen so vor seinem schlimmsten Feind, der Feuchtigkeit.

Da die Zerstörung des Holzes außerdem hauptsächlich auf der Lebenstätigkeit von Pilzen beruht und diese nur in Gegenwart von Feuchtigkeit möglich ist, kann die Konservierung des Holzes daher auf zwei Wegen erreicht werden: 1. durch Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und 2. durch giftige Stoffe, die beim Eindringen von Feuchtigkeit eine Giftwirkung auf die Pilze entfalten.

Daß sich in der Praxis ölige Tränkstoffe bisher am besten bewährt haben, ist daher nicht so sehr ihrer Giftigkeit zuzuschreiben, als vielmehr ihrer Fähigkeit, die Feuchtigkeit abzuhalten.

Wenn trotzdem auch bei Verwendung von Teeröl Mißerfolge eintraten, d. h. rasche Holzzerstörung beobachtet

wurde, so ist dies darauf zurückzuführen, daß seine Eindringtiefe auch bei Anwendung von Druck verhältnismäßig gering ist und daher, besonders nach Rißbildungen durch starke Sonnenbestrahlung, in Schwellen und Maste Wasser und Pilzsporen eindringen, so daß das Holz in weiterer Folge von innen aus zerstört wird. Außerdem verflüchtigen sich die den starken Geruch des Teeröles bewirkenden, auf die Pilze auch als Atmungsgifte sehr heftig einwirkenden Phenole bald, oder sie werden durch den Regen in wenigen Jahren ausgelaugt, wenn nicht durch Vollimprägnierung für einen genügenden Vorrat an Teeröl im Holze Vorsorge getroffen wird.

Wie eingehende Versuche an der Versuchsanstalt für Holzindustrie in Mödling zeigten, werden von Steinkohlenteeröl bei fünfwöchigen Auslageversuchen 20% ausgewaschen, und zwar in erster Linie die besonders wirksamen Phenole. Die bei gleicher Versuchsanordnung festgestellte Auswaschbarkeit wasserlöslicher (U-)Salze betrug 60%, während paraffinreiche Pacura (Abfallöl der Schmierölgewinnung) keinen Auslageverlust zeigte.

Diese Versuchsergebnisse decken sich mit von anderer Seite gemachten Beobachtungen: So fand der Chef des chemischen Laboratoriums der Norwegischen Staatsbahnen, Dr. J. Cram, daß die Schwellen binnen sechs Jahren 60 bis 80% ihres Kreosotgehaltes durch Verdampfen und Auswaschung verlieren, während viel Wasser in die Schwellen eindringt und Holzzerstörung durch Frost verursacht. Er empfiehlt, das Kreosot mit Ölen zu mischen, die bei 90° C nicht dickflüssiger sind als Kreosot, aber dank ihrer höheren Viskosität und ihres Paraffingehaltes das Eindringen von Wasser verhindern*). Auch Malenkovic kommt zu dem Schluß, daß Kreosot allein, infolge der Auswaschung und Verdampfung innerhalb kurzer Zeit aus der Schwelle verschwindet, welcher Nachteil durch Zusatz neutraler Öle (Basilineum) beseitigt werden kann**).

Gegenüber der hohen Giftigkeit, aber großen Auswaschbarkeit der Teeröle zeigen die paraffinreichen und hochsiedenden Mineralöle eine fast gänzliche Wasserunlöslichkeit und schützen daher das getränkte Holz fast vollkommen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit, wenn sie auch anderseits nur eine geringe fungizide Wirkung besitzen. In Amerika hat man beobachtet, daß Schwellen, die nur mit Gasöl getränkt waren, durch 20 Jahre hindurch tadellos erhalten

*) Zeitschrift „Teer“ Nr. 33 vom 20. November 1927.

***) „Der Bahnbau“ Nr. 36 vom 5. September 1926.

blieben. Über die Verwendung von Erdölprodukten für die Imprägnierung von Eisenbahnschwellen berichten auch Woronow und Longwinowa*).

Mit Rücksicht auf diese Erfahrungen lag es nahe, die beiden wichtigen Eigenschaften, die vollkommene Wasserunlöslichkeit der Mineralöle und die hohe pilztötende Kraft der Teeröle dadurch zu koppeln, daß man entsprechende Mischungen beider verwendet, die man je nach Holzart und nach den gewünschten Eigenschaften (Raumgewicht, Viskosität, Stockpunkt usw.) beliebig abwandeln kann.

Zuerst wurden solche Mischungen vom Inspektor der Ungarischen Staatsbahnen, Polivka, im Jahre 1899 auf der Strecke eingeführt. Nach dem Kriege wurde dieses Verfahren infolge des Steigens der Ölpreise vorübergehend aufgegeben, da die verwendeten Öle aus Galizien bezogen werden mußten. Nachdem jedoch seither erst ein geringer Prozentsatz dieser Schwellen ausgewechselt werden mußte, so daß sich eine Durchschnittslebensdauer von 30 Jahren ergab, und anderseits in der Zwischenzeit mit wasserlöslichen Salzen (Aczol und Malenit) keine guten Erfahrungen gemacht wurden, kehrte man wieder zu einer Mischung von Kreosot und Rückstand zurück**).

Das Polivka-Verfahren wurde dann von mehreren Ländern übernommen, besonders von solchen, die über ein eigenes Erdölvorkommen, aber keine ausreichende Teerölbasis verfügen.

So ging man in Rumänien von 1927 an zu diesem Verfahren über; in Ploesti allein werden jährlich 300000 Schwellen danach behandelt. Anfangs verwendete man dort eine Mischung von ein Teil Kreosot mit drei Teilen Pacura. Da jedoch die Ergebnisse nicht ganz zufrieden stellten, d. h. die Tränkflüssigkeit nicht genügend tief eindrang, wird jetzt der Pacura noch Gasöl zugesetzt.

Diese Mischung hat den Vorteil, daß sie bei der üblichen Tränktemperatur von 90° C dünn ist und bei 20° C infolge ihres Paraffingehaltes und ihrer Eigenschaft, sich bei Gegenwart von Luft in asphaltähnliche Produkte durch Polymerisation umzulagern, nicht ausgewaschen wird.

Auch in Jugoslawien und Polen wird teilweise mit Mineralölmischungen imprägniert, wobei u. a. auch der phenolreiche Holzteer, der im Lande gewonnen wird und dem Steinkohlenteer an pilztötender Wirkung mindestens ebenbürtig ist, verwendet wird. Entsprechend dem hohen Phenolgehalt des Holzteers muß der Mineralölzusatz so erhöht werden, daß schließlich der vorgeschriebene Phenolgehalt von 6 bis 10% herauskommt. Vergleichende Pilzversuche, die mit dieser Mischung und mit Steinkohlenteer an der Versuchsanstalt in Mödling vorgenommen wurden, zeigten nahezu gleiche Hemmungsgrenzen bei beiden Mitteln für die angesetzten Kulturen von *Coniophora cerebella* und *Polyporus vaporarius****).

*) „Nefljanoe Chozajstwo“, Grosnyi, Jahrg. 16, 1929, Seite 405.

***) Gellert, Südslavische Holzindustrie 1929, Nr. 15, Seite 3.

****) Untersuchungen für Destilacija drva in Teslic.

Schließlich sei noch bemerkt, daß von dem jährlichen amerikanischen Bedarf von 40 Millionen Schwellen ungefähr 9 Millionen ebenfalls mit einer Mischung von Kreosot und Mineralöl imprägniert werden*).

Eine Volltränkung mit einer Mischung von Kreosot und Mineralöl ist besonders bei Buchenschwellen sehr zu empfehlen, weil dadurch die Elastizität und die übrigen mechanischen Eigenschaften des Holzes günstig beeinflusst werden. Da die Buchenschwelle außerdem sehr häufig einen Scheinkern (falschen Kern) aufweist, der nicht imprägnierbar ist, wäre für den verbleibenden Teil das kostspielige Tränkverfahren mit reinem Teeröl unwirtschaftlich, weshalb auch aus diesem Grunde ein Zusatz geeigneter, billiger Mineralöle vorteilhaft ist. Ein weiterer Vorzug der Beimischung solcher Öle zu Kreosot ist der, daß diese Öle infolge ihres Paraffin- und Asphaltgehaltes ein Verdampfen und Auswaschen des Kreosots verhindern.

Weitaus besser als Teeröl oder Pacura dringt Gasöl in das Holz ein. Schickt man durch Gasöl ein parallelgeschaltetes Lichtstrahlenbündel vom Kondensator eines Lichtbildapparates, so kann man beobachten, daß das Licht auch durch eine mehr als 1 dm dicke Schicht leicht hindurchdringt, während schon eine 1 mm starke Schicht von Teeröl oder Pacura das Licht vollkommen verschluckt.

Daraus geht hervor, daß im Gasöl keine so hochmolekularen Verbindungen vorhanden sind, daß einerseits dem Lichte der Durchgang verwehrt, andererseits das Eindringen des Öles in Holz durch ihre Anwesenheit erschwert würde.

Tatsächlich zeigen Versuche, daß Rebpfähle nicht nur aus Kiefer und Lärche, sondern sogar auch aus Fichte und Tanne mit heißem Gasöl bei einem Drucke von 8 atü durch und durch getränkt werden können, während z. B. Steinkohlenteer nur 1 bis 2 mm tief eindringt.

Demnach wäre Gasöl bezüglich der Eindringtiefe das vollkommenste und wirksamste Imprägniermittel, wenn es nur nicht den Nachteil der größeren Flüchtigkeit und des geringeren Festhaftens an der Holzfaser zeigte.

Wenn man jedoch den mit Gasöl getränkten Gegenstand mit einem Pechmantel umhüllt**), so wird dadurch nicht nur verhindert, daß das Gasöl verdunstet, sondern es wird außerdem erreicht, daß alle in Gasöl löslichen, pilztötenden Bestandteile des Peches langsam in das Holzinnere eingesaugt werden.

Dies ergibt eine besonders für Pfähle, Rebstecken, Maste u. dergl. gut anwendbare und zukunftsreiche Verwertungsmöglichkeit von Destillationsabfällen für die Imprägnier-technik.

*) Zeitschrift für Angew. Chemie 1929, Seite 556.

***) Vergl. Ö. P. Nr. 130.251 (Verfahren zur Imprägnierung von Holz mit Destillationsabfällen).

Bücherschau.

Toleranzvorschriften für die Dampflokomotiven der Deutschen Reichsbahn. Zu beziehen durch die Deutsche Lokomotivbau-Vereinigung, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 24 und durch den Beuth-Verlag, Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, als Gesamtausgabe und als gekürzte Ausgabe „Allgemeiner Teil“.

Die erstmalig im Jahre 1926 in Gemeinschaftsarbeit zwischen Reichsbahn und Lokomotivindustrie entwickelten Toleranzvorschriften für die Dampflokomotiven der Deutschen Reichsbahn sind als Auflage 1934 neu erschienen.

Die Toleranzvorschriften dienen der erschöpfenden Zusammenfassung aller bei der Neuherstellung und Wiederherstellung von Dampflokomotiven und Teilen derselben einzuhaltenden Maßgenauigkeitsvorschriften und geben eine abgeschlossene Übersicht

über die Grundlagen des Passungswesens, sowie über alle allgemeine Vorschriften für die toleranzmäßige Fertigung und für das Meßwesen.

In der Neubearbeitung ist die Übereinstimmung gewahrt mit allen anderen zu den Toleranzvorschriften in Wechselbeziehung stehenden und im Fluß befindlichen Arbeiten, wie Lonormen, Werknormen der Reichsbahn, Vermessungsvorschriften für die Ausbesserung der Lokomotiven und Besondere Bedingungen der Deutschen Reichsbahn. Grundsätzlich wurden Umfang und Grad der Maßgenauigkeitsvorschriften auf das Maß des vom Standpunkt des Bestellers (Reichsbahn) aus Notwendigen abgebaut (Maßvorschriften!).