

Verschiebedienst ohne Ablaufanlage.

Von Reichsbahnrat Massute, Dresden.

I. Die Arten des Verschiebedienstes.

Je nachdem, in welchem Grade bei der Ausführung von Verschiebewegungen die Schwerkraft oder Lokomotivkräfte wirksam sind, lassen sich drei Arten des Verschiebedienstes unterscheiden.

Auf den Ablaufanlagen der reinen Gefällbahnhöfe wirkt nur die eigene Schwere der Wagen, auf denen der Flachbahnhöfe werden die Wagen durch Lokomotivkraft an den Ablaufgipfel herangeführt, um von dort mit Hilfe der Schwerkraft in die Richtungsgleise zu gelangen. Beim Verschieben im Stoßverfahren schließlich werden die Bewegungen ausschließlich oder ganz überwiegend durch Lokomotivkräfte hervorgerufen.

Sollen Fahrzeuge einen Weg im freien Ablauf zurücklegen, ohne unterwegs zum Halten zu kommen, so muß für jeden Punkt vor dem Laufziel die Summe der Arbeiten der beschleunigenden Kräfte und der dem Fahrzeug innewohnenden lebendigen Kraft die Summe der Arbeiten der verzögernden Kräfte überwiegen.

Wenn die Fahrzeuge die Masse M ($\text{kg sec}^2 \text{m}^{-1}$) und das Gewicht G (t) besitzen und der freie Ablauf mit der Geschwindigkeit v_0 (m/sec) beginnt, wenn ferner auf den Teilstrecken Δl (m) des Weges Gefällkräfte s (kg/t) treibend und Widerstände w (kg/t) hemmend wirksam sind, muß also für jeden Bahnpunkt vor dem Laufziel gelten

$$1) \dots \frac{M}{2} \cdot v_0^2 + G \cdot \Sigma s \cdot \Delta l > G \cdot \Sigma w \cdot \Delta l \quad \text{kgm.}$$

Dabei sind die beiden folgenden Grenzfälle möglich:

1. Beim Ablauf aus dem Ruhezustand auf fallenden

Gleisen wird v_0 und damit $\frac{M}{2} \cdot v_0^2 = 0$.

2. Beim Abstoßen auf waagerechten Gleisen verschwindet das Glied $G \cdot \Sigma s \cdot \Delta l$, und der gesamte Energiebedarf ist von der abstoßenden Lokomotive zu decken.

Zwischen dem Verschieben mit Hilfe der Schwerkraft und dem Verschieben im Stoßverfahren bestehen zwei grundsätzliche Unterschiede:

1. Wo mit der Schwerkraft gearbeitet wird, ist es notwendig, den Höhenunterschied zwischen dem Ablaufpunkt und dem Laufziel, das alle Wagen erreichen sollen, so zu bemessen, daß auch die Wagen mit den größten Widerständen unterwegs nicht zum Halten kommen. Dadurch wird einerseits allen Fahrzeugen mit geringeren Widerständen ein Zuviel an Energie zugeführt, das später wieder vernichtet werden muß. Andererseits besitzt der Rangierleiter auf diese Weise eine sehr zuverlässige Grundlage für die Handhabung seines Dienstes, die ihn von jeder schwierigen Denkarbeit befreit.

Beim Verschieben im Stoßverfahren ist es zwar theoretisch möglich, die Energiezufuhr stets dem Energiebedarf anzupassen, doch läßt sich dieser Vorteil in der Praxis nicht ausnützen, da der Rangierleiter nur in seltenen, besonders einfach liegenden Fällen in der Lage ist, den Energiebedarf der abzustoßenden Fahrzeuge richtig einzuschätzen.

2. Beim Verschieben mit Hilfe der Schwerkraft kann das Zerlegen eines Zuges bei sachgemäßem Arbeiten in einer einzigen ununterbrochenen Bewegung geschehen, da die geringe Fahrgeschwindigkeit sowohl das Lösen der Kupplungen während

der Fahrt gestattet als auch ausreichende Zwischenräume zum Umstellen der Weichen zwischen den ablaufenden Fahrzeugen entstehen läßt.

Im Gegensatz hierzu muß beim Stoßverfahren die Bewegung nach dem Abstoßen jeder Wagengruppe durch ein Anhalten unterbrochen werden, da bei den notwendigen hohen Geschwindigkeiten die Wagen nicht mehr während der Fahrt entkuppelt werden können und außerdem die Wagenfolge viel zu dicht werden würde, um zwischen zwei aufeinander folgenden Gruppen Weichen umlegen zu können.

Aus diesen Ausführungen folgt, daß das Verschieben mit Hilfe der Schwerkraft dem Stoßverfahren bedeutend überlegen ist. Daher ist es natürlich, wenn die Aufgaben der eigentlichen Verschiebebahnhöfe in der Regel mit Hilfe der Schwerkraft erledigt werden, während das Stoßverfahren dort angewendet wird, wo es sich um Verschiebearbeiten geringeren Umfanges handelt.

Bisher hat sich die Eisenbahn-Betriebswissenschaft, was das Verschiebewesen angeht, in ganz überwiegendem Maße mit den Vorgängen und Anlagen auf den eigentlichen Verschiebebahnhöfen beschäftigt, während sie dem Verschieben im Stoßverfahren, d. h. auf Bahnhöfen ohne Ablaufanlage, noch weniger Aufmerksamkeit schenkte.

Die folgenden Darlegungen behandeln die Elemente der Verschiebevorgänge beim Stoßverfahren.

II. Zergliederung des Verschiebedienstes ohne Ablaufanlage.

a) Die Grundformen der Verschiebevorgänge.

Für die Bewegungen im Eisenbahnbetriebe ist kennzeichnend, daß sich Fahrzeuge mit festen oder annähernd festen Achsen fast ausnahmslos in ihrer Längsrichtung auf geraden oder nur schwach gekrümmten Bahnen bewegen, die durch die Gleispläne der Bahnanlagen gegeben sind. Bewegungen in der Querrichtung und Drehungen müssen, soweit dazu nicht Schiebebühnen und Drehscheiben verwendet werden, ebenfalls in Längsbewegungen aufgelöst werden, wobei die Querverschiebungen durch Zuhilfenahme der anwendbaren Gleiskrümmungen erreicht werden.

Diesen Grundsätzen entspricht auch die Gestaltung der Bahnhöfe, bei denen eine Anzahl gleichgerichteter Gleise mit Hilfe von Gleisverbindungen in ein gemeinschaftliches Gleis an einem oder beiden Enden der Anlage (Ausziehgleis oder Abschnitt der freien Strecke) einmünden, über welches Fahrzeuge von einem Gleis nach einem danebengelegenen gelangen können.

Als Grundaufgabe des Verschiebedienstes kann beim Stoßverfahren das Verschieben von Wagengruppen von einem Gleis (Ausgangsgleis) auf ein anderes (Bestimmungsgleis) über das Ausziehgleis angesehen werden.

Wenn die Lokomotive und die bewegten Wagen während einer Bewegung gekuppelt sind, soll dies im folgenden als „Überführen“ bezeichnet werden, sind die Kupplungen gelöst und legen die Wagen einen Teil ihres Weges allein zurück, so soll von „Abstoßen“ die Rede sein.

Unter der Annahme, daß sich die Lokomotive in dem Augenblick, wo sie einen Auftrag erhält, auf dem Ausziehgleis

befindet, setzt sich die Durchführung der genannten Aufgabe bei Anwendung des Stoßverfahrens aus folgenden Bewegungen und Unterbrechungen der Bewegungen (Halten) zusammen:

1. Heranfahen der Lokomotive an die Wagengruppe im Ausgangsgleis;
 2. Halten zum Ankuppeln und Umlegen der Steuerung;
 3. Überführen der Wagengruppe auf das Ausziehgleis;
 4. Halten zum Entkuppeln der ersten Wagengruppe, zum Herstellen der Fahrstraße der ersten Gruppe in ihr Bestimmungsgleis und zum Umlegen der Steuerung;
 5. Abstoßen der ersten Wagengruppe;
 6. Halten zum Entkuppeln der zweiten Wagengruppe und zum Herstellen der Fahrstraße der zweiten Gruppe in ihr Bestimmungsgleis;
 7. Abstoßen der zweiten Wagengruppe; usw.
- 2 n + 2) Halten zum Entkuppeln der n-ten Wagengruppe und zum Herstellen der Fahrstraße der n-ten Gruppe in ihr Bestimmungsgleis;
- 2 n + 3) Abstoßen der n-ten Wagengruppe;
- 2 n + 4) Halten der Lokomotive auf dem Ausziehgleis zum Herstellen der Fahrstraße in das Ausgangsgleis.

Demgegenüber ergibt sich unter sonst gleichen Voraussetzungen für Überführungsfahrten folgendes Bild:

1. Heranfahen der Lokomotive an die Wagengruppe im Ausgangsgleis;
2. Halten zum Ankuppeln und zum Umlegen der Steuerung;
3. Überführen der Wagengruppe auf das Ausziehgleis;
4. Halten zum Herstellen der Fahrstraße in das Bestimmungsgleis und zum Umlegen der Steuerung;
5. Überführen der Wagengruppe in das Bestimmungsgleis;
6. Halten zum Abkuppeln und zum Umlegen der Steuerung;
7. Fahrt der Lokomotive auf das Ausziehgleis;
8. Halten der Lokomotive auf dem Ausziehgleis zum Herstellen der Fahrstraße in das nächste Ausgangsgleis und zum Umlegen der Steuerung.

Ist das Ausgangsgleis gleichzeitig Bestimmungsgleis, so fallen die Tätigkeiten 3 und 4 weg, und je nachdem, ob in einem solchen Falle bei der Überführungsfahrt 5 die Bewegungsrichtung (1) beibehalten oder umgekehrt wird, ist die Steuerung nur bei dem Halt 6 oder 2 umzulegen.

b) Die Arbeitseinteilung.

An den Verschiebearbeiten sind in der Regel vier Gruppen von Bediensteten beteiligt, deren Tätigkeit von einem Aufsichtsbeamten überwacht wird. Dies sind:

1. die „Rangierkolonne“, die aus dem Rangiermeister und bis zu vier Rangierern besteht und die Rangierabteilung begleitet. Der Rangiermeister trifft die Anordnungen zur Durchführung der Verschiebewegungen und gibt die entsprechenden Rangiersignale. Die Rangierer kuppeln die Fahrzeuge an und ab, bedienen die Wagenbremsen der Rangierabteilung und begleiten Wagengruppen, die nicht ohne besetzte Bremse ablaufen dürfen. Ferner beteiligen sie sich an der Übermittlung der Signale;

2. die Besatzung der Verschiebelokomotive, die nach den Anweisungen und Signalen des Rangiermeisters die Bewegungen durchführt;

3. die Weichenwärter, die die Fahrwege für die Rangierabteilung und die abgestoßenen Fahrzeuge herstellen. Wenn die Stellvorrichtungen für die Weichen in einem Stellwerk zusammengefaßt sind, werden sie von einem oder auch zwei Stellwerkswärtern gestellt, denen die Befehle oft durch einen „Zurifer“ außerhalb des Stellwerks übermittelt werden. Andernfalls muß jede Weiche an Ort und Stelle von Hand

umgelegt werden. Dies geschieht durch sogenannte „Handweichenposten“, von denen jeder eine Anzahl Weichen zu bedienen hat und außerdem bei der Weitergabe der Rangiersignale mitwirkt. Die Zahl der Handweichenposten richtet sich nach Umfang und Anordnung der Gleisanlagen. Sie wird in der Regel sechs nicht überschreiten;

4. die Hemmschuhleger, die die abgestoßenen Fahrzeuge mit Hemmschuhen in den Bestimmungsgleisen auffangen und wenn möglich, mit den bereits angesammelten Wagen kuppeln. Je nach der Gestaltung des Gleisplanes sind einem Hemmschuhleger drei bis sechs Gleise zugeteilt.

Bei einfacheren Verhältnissen kommt es auch vor, daß Weichen und Hemmschuhe von denselben Leuten bedient werden.

c) Die Bewegungen.

1. Die Elemente der Bewegungen.

Jede Verschiebewegung setzt sich aus Bewegungen und Halten zusammen. Die Bewegungen sind zu trennen nach solchen, die unter Mitwirkung von Lokomotiven, und zwar von Lokomotiven allein oder von Lokomotiven und Wagen gemeinsam, und solchen, die von Wagen allein ausgeführt werden.

Bei Bewegungen, an denen Lokomotiven beteiligt sind, lassen sich drei Abschnitte unterscheiden, nämlich

1. das Anfahren,
2. die Fahrt mit ziemlich gleichbleibender Geschwindigkeit und
3. das Bremsen.

Wie sich diese drei Abschnitte nach Weg und Zeit auf den Bewegungsvorgang verteilen, richtet sich nach den dabei wirksamen Kräften und nach der gestellten Aufgabe. Während bei Überführungsfahrten die zu Gebote stehenden Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte in der Regel nicht voll in Anspruch genommen werden, geschieht dies beim Abstoßen, weil es dort darauf ankommt, durch Beschränkung der Bewegungen auf möglichst kurze Wege die Gleislängen so gut wie möglich auszunutzen.

2. Das Anfahren.

Für das Anfahren kann im Verschiebedienst fast ausnahmslos mit der Reibungszugkraft $\mu_a \cdot G_r$ (kg) der Lokomotive gerechnet werden. Die gesamte Beschleunigungskraft p_a je Tonne Zuggewicht ist dann

$$\text{II) } \dots p_a = \frac{\mu_a \cdot G_r}{(G_1 + G_w)} - (w \pm s) \quad \text{kg/t.}$$

Der Anteil p_a' der Beschleunigungskraft, der von der Dampfmaschine der Lokomotive herrührt, wird durch das erste Glied dargestellt:

$$\text{II') } \dots p_a' = \frac{\mu_a \cdot G_r}{(G_1 + G_w)} \quad \text{kg/t.}$$

Eine bestimmte Endgeschwindigkeit v (m/sec) wird nach einer Anfahrzeit von

$$\text{III) } \dots t_a = \frac{1000 \cdot \rho \cdot v}{p_a \cdot g} \quad \text{sec}$$

und einem Anfahrweg

$$\text{IV) } \dots l_a = \frac{1000 \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot p_a \cdot g} \quad \text{m}$$

erreicht. Zwischen p_a , l_a und t_a besteht die Beziehung

$$\text{V) } \dots p_a = \frac{2000 \cdot l_a \cdot \rho}{g \cdot t_a^2} \quad \text{kg/t.}$$

In diesen Gleichungen ist

G_w das Gewicht des Wagenzuges in t,

G_1 das Dienstgewicht der Lokomotive in t,

G_r das Reibungsgewicht der Lokomotive in t,

w der Laufwiderstand der Rangierabteilung in kg/t,

s die Bahnneigung in kg/t (Steigung +s, Gefälle -s),

ρ ein die umdrehenden Radmassen berücksichtigender Faktor und

μ_a die Reibungsziffer beim Anfahren in kg/t.

Für G_w , G_l , w , s und ρ gelten die gleichen oder sehr ähnliche Voraussetzungen wie im Zugförderungsdienst. Anders verhält es sich mit p_a und p_a' . Es erscheint nicht ohne weiteres zugänglich, hierfür dieselben Werte wie beim Zugförderungsdienst einzusetzen, wie dies in der Literatur bisher geschehen ist. (Dr. Ing. Gaede rechnet z. B. in seiner Abhandlung „Der Zuglauf bei Bahnen mit nur in einer Fahrriehtung benutzten Streckengleisen“ (Archiv für Eisenbahnwesen 1921) bei einer alleinfahrenden Verschiebelokomotive mit einer Anfahrbeschleunigung von $0,25 \text{ m/sec}^2$, was einem p_a von etwa 27 kg/t entspricht.) Würde wirklich so verfahren, so würde dies bei kleinen Wagengewichten und alleinfahrenden Lokomotiven eine sehr mangelhafte Ausnutzung der vorhandenen Lokomotivkräfte bedeuten. Um die im Betriebe

Betriebsstoffvorräte gerechnet, die Unterlagen hierfür wurden dem Merkbuch für die Fahrzeuge der Reichsbahn, I. Dampflokomotiven und Tender (Regelspur) entnommen.

Für eine Beobachtungsreihe mit Verschiebelokomotiven 89² (Gt 33.14) auf Dresden Hbf. und eine zweite mit Güterzuglokomotiven 57¹⁰⁻⁴⁰ (G 55.15) auf Bahnhof Bad Lausick sind die Beobachtungsergebnisse in die Abb. 1 und 2 eingetragen. In der Waagerechten erscheint das Wagengewicht G_w und in der Senkrechten die Reibungsziffer μ_a , während die p_a' -Werte durch Strahlen dargestellt sind, die von einem Punkte — G_l auf der x-Achse ausgehen. Die Werte für das Anfahren beim Abstoßen und bei Überführungsfahrten (Vorziehen oder Zurückdrücken) sind durch die Darstellungsweise unterschieden, alleinfahrende Lokomotiven sind unter $G_w = 0$ zu finden.

Die Mehrzahl der Werte liegt weit oberhalb derjenigen, die für den Zugförderungsdienst gelten. Die Beschleunigungen

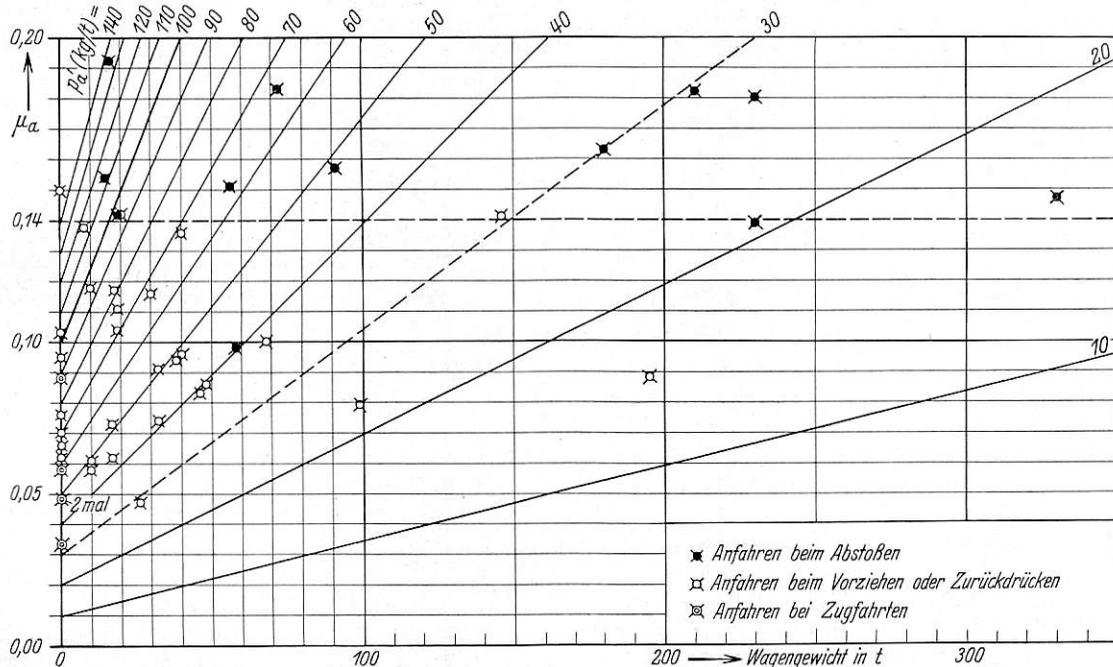


Abb. 1. Anfahrwerte für Verschiebelokomotiven 89² (Gt 33.14; VT [sa]).

tatsächlich vorkommenden Werte festzustellen, wurden Messungen von Anfahrstrecken und -zeiten ausgeführt, um p_a' aus der Beziehung

$$V) \dots \dots p_a' = \frac{2000 \cdot l_a \cdot \rho}{g \cdot t_a^2} + w \pm s \quad [\text{kg/t}]$$

zu berechnen. Als Meßstrecken l_a dienen bekannte Schienen- oder Fahrzeuglängen, t_a wurde mit der Stoppuhr auf $1/5$ Sek. genau bestimmt. Für ρ wurde der meist verwendete Wert von $1,06$ eingesetzt, der einem durchschnittlichen Wagengewicht von $16,7 \text{ t}$ entspricht. Der Laufwiderstand w wurde zu $2,7 \text{ kg/t}$ angenommen, wie sich dies aus den gebräuchlichen Formeln für die im Verschiebedienst vorkommenden Geschwindigkeiten ziemlich übereinstimmend ergibt. Die Bahneigung s wurde den Gleisplänen entnommen. Die über ρ und w getroffenen Annahmen können die errechneten p_a' um ± 2 bis 4 kg/t verfälschen, was angesichts der großen Streuung der gefundenen Werte unbedenklich hingenommen werden kann.

Bei allen Messungen wurde auch G_w , G_l und G_r aufgenommen, um aus der Gleichung II') für jeden Fall gleichzeitig μ_a ermitteln zu können. G_w wurde aus den Gewichtangaben an den Wagen und auf den Wagenbezeichnungen errechnet. Bei G_l und G_r wurde, soweit nicht genauere Angaben zu erhalten waren, mit den Lokomotivgewichten bei $3/4$ der

sind beim Anfahren zum Abstoßen größer als bei Überführungsfahrten und alleinfahrenden Lokomotiven. Wenngleich die Zahl der Beobachtungen zur Bildung eines Mittelwertes nicht ausreicht, so erscheint doch die Folgerung gerechtfertigt, daß als Rechnungsgrundlage für einen flotten Verschiebebetrieb unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen $\mu_a = 140 \text{ kg/t}$ mit der Einschränkung benutzt werden darf, daß bei alleinfahrenden Lokomotiven und Überführungsfahrten $p_a' = 70 \text{ kg/t}$ und beim Abstoßen $p_a' = 80 \text{ kg/t}$ nicht überschritten wird.

3. Die Fahrt mit ziemlich gleichbleibender Geschwindigkeit.

Für die Teilstrecke l_g der Verschiebewegung, die mit der gleichbleibenden Geschwindigkeit v_g zurückgelegt wird, ist die Fahrzeit $t_g = l_g : v_g \text{ sec}$ und die Geschwindigkeit durch FV § 82 (2) im Regelfalle auf 25 km/Std. , d. s. rund 7 m/sec , nach oben begrenzt.

Nach den Beobachtungen wird bei Überführungsfahrten durchschnittlich eine Geschwindigkeit von 5 bis 6 m/sec entwickelt, wenn sich die Lokomotive an der Spitze der Rangierabteilung befindet. Schiebt die Lokomotive die Rangierabteilung, so wird diese Geschwindigkeit nur bei guter Übersicht erreicht. Andernfalls kommen Geschwindigkeiten herab bis zu 3 m/sec vor, ja noch weniger, besonders

beim Zurückdrücken in besetzte Gleise ($v = 1$ bis 3 m/sec). Beim Abstoßen wird häufiger die zulässige Höchstgeschwindigkeit angewendet. Dabei ist die Zeit, die vom Abstellen des Dampfes bis zum Einsetzen der Bremswirkung vergeht und während der die Höchstgeschwindigkeit etwa beibehalten wird, mindestens 2 Sek. Auch alleinfahrende Lokomotiven fahren auf längeren Wegen oft mit der Höchstgeschwindigkeit. Beim Zurückfahren an eine neue Wagengruppe wird die Geschwindigkeit unmittelbar nach der letzten Stoßbewegung gewöhnlich stark vermindert (v bisweilen unter 1 m/sec), um ein Halten vor derjenigen Weiche zu vermeiden, wo sich der Weg der Lokomotive von dem der zuletzt abgestoßenen Wagengruppe trennt. Die letzten 10 bis 20 m vor der neuen Wagengruppe werden meist in Schrittgeschwindigkeit, d. h. mit 1 bis 2 m/sec zurückgelegt. Beim Zusammendrücken von Wagen in Aufstellgleisen bei der Zugbildung wurden je nach der Größe der Lücken zwischen den Wagen Geschwindigkeiten

und der Bremsweg

$$IVa) \dots \dots \dots l_b = \frac{1000 \cdot \rho \cdot v^2}{2 p_b \cdot g} \quad m.$$

Ferner ist entsprechend Gleichung V')

$$Va') \dots p_b' = \frac{2000 \cdot l_b \cdot \rho}{g \cdot t_b^2} - (w \mp s) \quad kg/t.$$

Für die Größen G_w , G_l , w , s und ρ gelten die gleichen Voraussetzungen wie beim Anfahren.

Zu dem Bremsgewicht G_b gehört zunächst das Gewicht G_{bl} der gebremsten Achsen der Lokomotive, das sich noch durch gebremste Wagenachsen vom Gewicht G_{bw} erhöhen kann. Es ist also $G_b = G_{bl} + G_{bw}$ [t]. Bei Tenderlokomotiven stimmt G_{bl} in der Regel mit G_r überein, bei Lokomotiven mit Schlepptender ist $G_{bl} > G_r$, da auch die Tenderachsen gebremst werden können. Ferner ist zu prüfen, ob etwa auch Laufachsen Bremsvorrichtungen besitzen.

Wagenachsen einer Rangierabteilung werden gewöhnlich durch Handbremsen gebremst, es sei denn, daß bei Verschiebewegungen mit Zuglokomotiven die von der Zufahrt her an die Druckluftleitung angeschlossenen Bremsapparate zur Bremsung benutzt werden. Für die Handbremsung ist nach BO § 55 (3) b „für Güterwagen aller Art und Güterzugpackwagen das Gesamtgewicht des Wagens einschließlich der Ladung, jedoch höchstens $24 t$ “ als gebremstes Gewicht G_{bw} einzusetzen. Die im Verschiebedienst notwendige Bremsbesetzung ist ebenfalls durch FV § 82 (2) festgelegt. Sie ist nach der Bremsstafel I für Handbremsen auf Hauptbahnen (BO § 55) zu bemessen, die für je $100 t$ Wagengewicht bei der im Verschiebedienst zugelassenen Höchstgeschwindigkeit von 25 km/Std. folgende gebremsten Wagengewichte vorschreibt: bei einem maßgebenden Gefälle von 0 bis 5‰ $6 t$, von 6‰ $7 t$, von 7‰ $8 t$, von 8‰ $9 t$, von 10‰ $12 t$, von 12‰ $14 t$, von 14‰ $16 t$ usw.

Um über die Größenordnung von p_b' und μ_b sowie das Zusammenwirken der Lokomotiv- und Wagenbremsen einen Anhalt zu gewinnen, sind unter Benutzung der Gleichungen $Va')$ und $IIa')$ ähnlich wie für das Anfahren Beobachtungen von Bremsvorgängen ausgewertet worden.

Abb. 3 ist wie Abb. 1 aufgebaut und enthält die Auswertungen einer Beobachtungsreihe mit Zuglokomotiven der Gattung 57^{10-40} (G 55.15) im Verschiebedienst auf Bahnhof Bad Lausick, wobei stets nur Lokomotive und Tender gebremst waren. Danach liegen bei kleinen Wagengewichten auch die Bremskräfte vielfach weit über den Höchstwerten, mit denen im Zugförderungsdienst gerechnet wird, auch sind sie zwischen zwei Stoßbewegungen durchschnittlich bedeutend höher als nach Überführungsfahrten.

In Abb. 4 ist eine Anzahl von Werten zusammengestellt, die bei Verschiebelokomotiven verschiedener Gattungen auf Bahnhof Pirna ermittelt wurden. Unabhängig vom bewegten Wagengewicht G_w und vom gebremsten Wagengewicht G_{bw} , das an die einzelnen Beobachtungswerte angeschrieben ist, liegen die Werte um $\mu_b = 100$ kg/t. Wegen der Verschiedenheit der Lokomotivgattungen und der gebremsten Wagengewichte ließ sich hier p_b' nicht wie in Abb. 1 bis 3 mit in die Darstellung einbeziehen.

Abb. 3 und 4 lassen den Schluß zu, daß man unter durchschnittlichen Verhältnissen für Bremsungen im Verschiebedienst ohne Rücksicht auf das Verhältnis von G_{bw} zu G_b mit $\mu_b = 100$ kg/t rechnen darf, wobei die obere Grenze von p_b' unbedenklich zu 80 kg/t angenommen werden kann.

5. Die Bewegungsvorgänge bei frei ablaufenden Wagen.

Das Kräftespiel bei der Bewegung frei ablaufender Wagen ist als Kernfrage aller ablaufdynamischen Untersuchungen

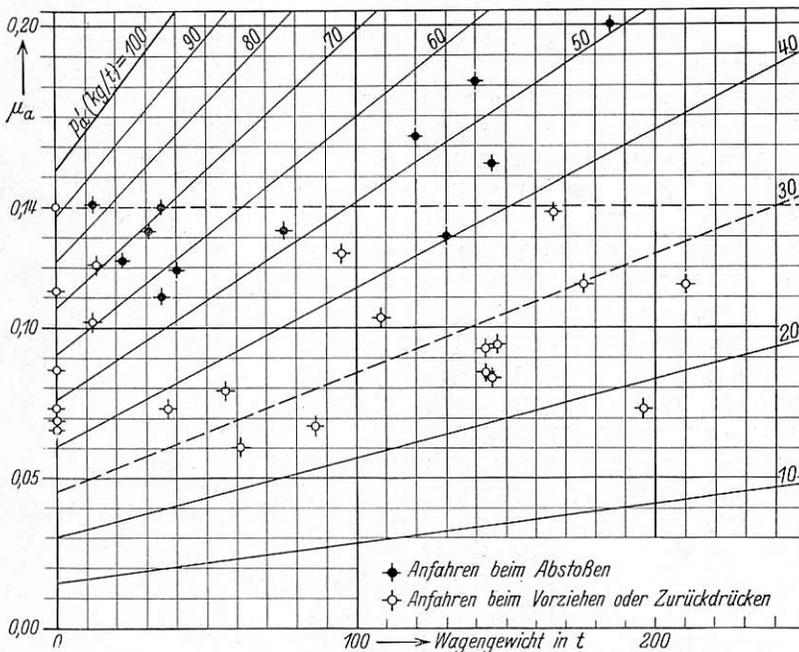


Abb. 2. Anfahrwerte für rangierende Zuglokomotiven 57^{10-40} (G 55.15; G 10 [pr]).

zwischen 1 und 3 m/sec, beim Zuführen von Wagen zur Gleiswaage zwischen zwei Verwiegungen solche von $0,3$ bis $1,5$ m/sec, im Mittel $0,7$ m/sec beobachtet.

4. Das Bremsen.

Die Gleichungen für den Bremsvorgang gleichen im Aufbau denen für das Anfahren. An Stelle der Beschleunigungskraft p_a tritt die Verzögerungskraft p_b , das Reibungsgewicht G_r der Lokomotive ist durch das gebremste Gewicht G_b der Rangierabteilung und μ_a durch μ_b zu ersetzen, die Größen w und s erscheinen mit dem entgegengesetzten Vorzeichen wie beim Anfahren.

Es ist die gesamte Verzögerungskraft

$$IIa) \dots \dots p_b = \frac{\mu_b \cdot G_b}{(G_l + G_w)} + (w \mp s) \quad kg/t,$$

die Verzögerungskraft aus der Wirkung der Bremsen allein wird durch das erste Glied dargestellt:

$$IIa') \dots \dots p_b' = \frac{\mu_b \cdot G_b}{(G_l + G_w)} \quad kg/t.$$

Für irgendeine Anfangsgeschwindigkeit v ist die Bremszeit bis zum Halten

$$IIIa) \dots \dots t_b = \frac{1000 \cdot \rho \cdot v}{p_b \cdot g} \quad sec$$

bereits Gegenstand vieler wissenschaftlichen Untersuchungen gewesen. Deshalb sei hier nur auf die grundlegenden Arbeiten von Dr. Ing. Frölich (Rangieranlagen und ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb, C. W. Kreidels Verlag, Berlin) und Professor Dr. Ing. W. Müller (u. a. Abschnitt Ablaufdynamik in Foersters Taschenbuch für Bauingenieure, 5. Auflage 1928, S. 1195 ff.) hingewiesen.

Für den Verschiebedienst im Stoßverfahren sind darüber hinaus folgende Punkte von Wichtigkeit:

FV § 82 (3) schreibt vor:

„In der abgestoßenen Wagengruppe muß mindestens der zehnte Teil der Achsen bediente Bremsen haben, jedoch dürfen Gruppen bis zu zehn Achsen ohne bediente Bremsen abgestoßen werden.“

Wenn, wie dies nach dem Gesagten zulässig ist, Gruppen von fünf Wagen mit Hemmschuhen zum Halten gebracht werden, können sehr lange Bremswege vorkommen, besonders wenn an der Spitze einer Gruppe beladener Wagen ein leerer Wagen läuft. Da in solchen Fällen die Betriebssicherheit nicht mehr voll gewährleistet ist, soll für diese Abhandlung die oben angeführte Vorschrift in der gleichen Weise eingeschränkt werden, wie es der Zusatz der Reichsbahndirektion Dresden zu § 82 (7) der FV verlangt:

„Mehr als drei leere oder zwei beladene Wagen dürfen nicht gleichzeitig durch Bremschuhe aufgehalten werden.“

Wenn die Wagen nach FV § 82 (2) mit höchstens 25 km/Std. = rund 7 m/Sek. abgestoßen werden, wird diese Geschwindigkeit auf flachgeneigten Gleisanlagen auch beim freien Ablauf selten überschritten werden. Indessen dürfte es sich aus Gründen der Betriebssicherheit empfehlen, an den Stellen des Laufweges, wo die Wagen mit Hemmschuhen aufgefangen zu werden pflegen, nicht über $v = 6$ m/sec hinauszugehen.

d) Die Haltezeiten beim Zerlegen und Bilden von Güterzügen.

Das Halten einer Rangierabteilung oder alleinfahrenden Verschiebelokomotive hat in den meisten Fällen nur den Zweck, die nächste Bewegung vorzubereiten. Hierzu gehört stets das Geben, Weitergeben und Aufnehmen der Rangiersignale für diese Bewegung. Ferner sind je nach Lage der Dinge Dispositionen für die bevorstehende Arbeit zu treffen,

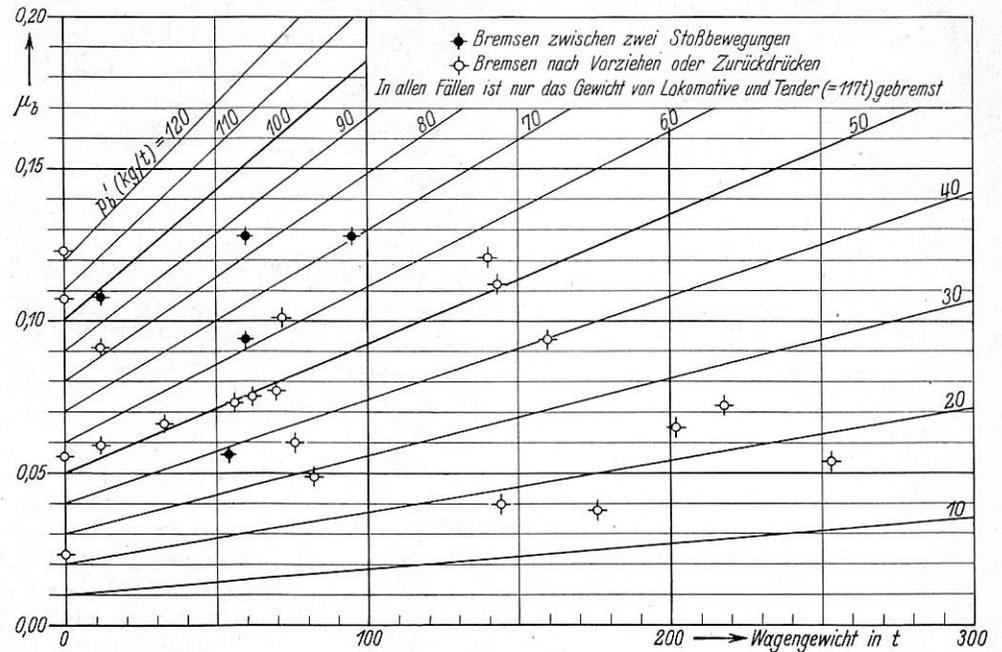


Abb. 3. Bremswerte für rangierende Zuglokomotiven 57¹⁰-40 (G 55.15; G 10 [pr]).

Stärke und Bremsbesetzung der Rangierabteilung zu verändern, neue Fahrstraßen herzustellen oder auch ein Wechsel der Bewegungsrichtung einzuleiten. Außerdem kommt es vor, daß zur betrieblichen, verkehrlichen oder maschinentechnischen Behandlung von Fahrzeugen gehalten wird, z. B. zur Beladung und Entladung sowie zum Wiegen von Wagen, zur Ergänzung der Betriebsstoffvorräte und zur Wartung der Lokomotive. Die Länge der Haltezeit richtet sich nach dem Zeitbedarf für die einzelnen Tätigkeiten und danach, ob sie

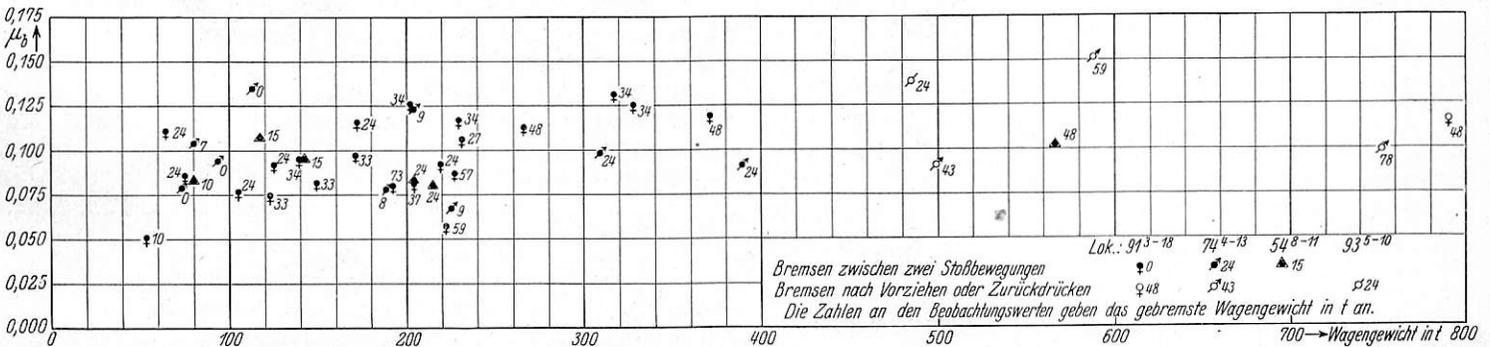


Abb. 4. Bremswerte beim Rangieren im Stoßbetrieb.

Bei der Untersuchung der Bewegung abgestoßener Wagen wird demnach bei einer Gruppenstärke bis zu drei leeren oder zwei beladenen Wagen darauf zu achten sein, daß $v = 6$ m/sec nicht mehr überschritten wird, sobald die Wagen die Weichenzone verlassen haben. Bei größeren Gruppen ist dies nicht notwendig, da die Geschwindigkeit dort mit Hilfe der besetzten Wagenbremsen geregelt werden kann.

Die in diesem Abschnitt für die Bewegungsvorgänge angegebenen Zahlenwerte sind zu der nachstehenden Zusammenstellung 1 vereinigt.

gleichzeitig oder nur nacheinander ausgeführt werden können. In der Literatur sind bisher nur spärliche Angaben über dieses Gebiet zu finden.

Um genauere Unterlagen zu erhalten, sind auf Bahnhof Pirna vornehmlich bei der Zugzerlegung und Zugbildung Zeitstudien angestellt worden. Auf die Ergebnisse war es ohne Einfluß, daß die Verschiebearbeiten von Lokomotiven verschiedener Gattungen ausgeführt wurden. Im Beobachtungsbereich wurden fast alle Weichen von Handweichenposten bedient und die Hemmschuhe von besonderen Hemmschuhlegern ausgelegt.

Zusammenstellung 1.

Zahlenwerte für die Bewegungen beim Verschiebedienst auf Bahnhöfen ohne Ablaufanlage.

I		Bewegungen unter Mitwirkung von Lokomotiven		
1	a	Anfahren		
		Rangierabteilungen		
	aa	bei Überführungsfahrten	$\mu_a = 140 \text{ kg/t};$ $pa'_{\max} = 70 \text{ kg/t}$	
		bb beim Abstoßen	$\mu_a = 140 \text{ kg/t};$ $pa'_{\max} = 80 \text{ kg/t}$	
	b	alleinfahrende Lokomotiven	$\mu_a = 140 \text{ kg/t};$ $pa' = 70 \text{ kg/t}$	
		2		
	a	Fahrt mit etwa gleichbleibender Geschwindigkeit		
		aa	Rangierabteilungen	
			bei Überführungsfahrten vorwärts	$v = 5 \text{ bis } 6 \text{ m/sec}$
		bb	bei Überführungsfahrten rückwärts	
1. bei guter Übersicht			$v = 5 \text{ bis } 6 \text{ m/sec}$	
2. bei weniger guter Übersicht			$v_{\text{im Mittel}} = 3 \text{ m/sec}$	
cc		3. beim Drücken in besetzte Gleise	$v = 1 \text{ bis } 3 \text{ m/sec}$	
		beim Abstoßen	$v_{\max} = 7 \text{ m/sec}$	
dd		beim Zusammendrücken von		
		Wagen	$v = 1 \text{ bis } 3 \text{ m/sec}$	
ee	beim Zuführen von Wagen zur			
	Gleiswaage	$v = 0,3 \text{ bis } 1,5 \text{ m/sec},$ im Mittel $0,7 \text{ m/sec}$		
b	alleinfahrende Verschiebelokomotiven			
	aa auf längeren Wegen	$v = 6 \text{ bis } 8 \text{ m/sec}$		
bb	10 bis 20 m vor einer anzukuppelnden			
	Wagengruppe	$v = 1 \text{ bis } 2 \text{ m/sec}$		
3	Bremsen			
	a	Rangierabteilungen	$\mu_b = 100 \text{ kg/t};$ $pb'_{\max} = 80 \text{ kg/t}$	
b	alleinfahrende Lokomotiven	$\mu_b = 100 \text{ kg/t};$ $pb' = 80 \text{ kg/t}$		
	II			
a	Bewegungen von alleinfahrenden Wagen und Wagengruppen			
	aa	auf dem Ausziehgleis	$v_{\max} = 7 \text{ m/sec}$	
	bb	in der Weichenstraße und in den		
		Aufstellgleisen		
aa	unbegleitete Wagen und Wagen-			
	gruppen	$v_{\max} = 6 \text{ m/sec}$		
bb	begleitete Wagen und Wagen-			
	gruppen	$v_{\max} = 7 \text{ m/sec}$		

In der Übersicht (Zusammenstellung 2), Seite 76/77, werden die verschiedenen Arten der Halte, die bei der Zerlegung und Bildung von Güterzügen vorkommen, mit dem ermittelten durchschnittlichen Zeitbedarf aufgeführt. Weiter sind bei jedem Halt die Tätigkeiten und die für den Zeitbedarf maßgebenden Faktoren angegeben. Soweit Beobachtungswerte in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen, sind sie bildlich dargestellt und die charakteristischen Werte nach den Grundsätzen der Häufigkeitsrechnung beigefügt. Stützt sich der mittlere Zeitwert nur auf eine kleine Zahl von Beobachtungen, so ist er als Näherungswert zu betrachten, dessen genauere Feststellung noch offensteht. Diese Fälle sind in der Übersicht besonders bezeichnet.

Zu den Zeitaufnahmen ist im einzelnen noch folgendes zu bemerken:

1. und 1a. Wendehalt im Ausgangs- oder im Endgleis vor dem ersten Vorziehen einer Wagengruppe auf das Ausziehgleis.

In der großen Schwankungsbreite und Streuung der Beobachtungswerte kommt die Mannigfaltigkeit der Voraussetzungen zum Ausdruck, unter denen dieses Halt stattfinden kann. Eine Gesetzmäßigkeit zwischen der Zahl der ange-

kuppelten Wagen und dem Zeitbedarf ließ sich nicht feststellen. So gehören z. B. zu den kleinsten Zeitwerten von 6, 7 und 8 Sek. 11, 8 und 10 angekuppelte Wagen und zu dem Größtwert von 81 Sek. deren 12, während der größten beobachteten Zahl von 39 angehängten Wagen eine Haltezeit von 40 Sek. zugeordnet ist.

Für 194 Fälle betrug die mittlere Stärke der Rangierabteilung beim ersten Vorziehen auf das Ausziehgleis 10,7 Wagen. Die Wagenzahl schwankte zwischen 1 und 39, am häufigsten kamen zehn Wagen vor.

Auf Grund einer allerdings ziemlich kleinen Zahl von Beobachtungen erscheint beim Halten vor dem Vorziehen der ersten Gruppe eines neu eingegangenen Zuges (Ifd. Nr 1a) ein Zuschlag von etwa 70 Sek. angebracht.

2. Wendehalt einer Rangierabteilung auf dem Ausziehgleis vor Beginn des Abstoßens.

Auch bei dieser Haltezeit fand sich kein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Zeitbedarf und Stärke der Rangierabteilung. Ebenso wenig war die Haltezeit davon abhängig, ob die Rangierabteilung zum ersten, zweiten oder dritten Male auf das Ausziehgleis vorgefahren war. Besonders kleine Werte kamen meist dann vor, wenn die Rangierabteilung nach dem Vorziehen sehr langsam gebremst wurde, so daß die notwendigen Tätigkeiten von der Rangierkolonne, die bereits abgesprungen war, zum Teil schon erledigt waren, ehe die Rangierabteilung zum Halten gekommen war. Fast alle hohen Werte sind auf mangelhafte Verständigung zwischen den beteiligten Bediensteten, nur einige auf weite Wege der Handweichenposten zurückzuführen. Auf den Zeitbedarf für diesen Halt ist die Güte der Befehlsübermittlung vom Rangiermeister zu den Weichenwärtern und dem Lokomotivführer von erheblichem Einfluß.

Das Abkuppeln dauert 3 bis 4 Sek., das Umlegen der Steuerung der Lokomotive bis zu 5 Sek., wenn es mit Hilfe einer Spindel, und 1 bis 2 Sek., wenn es mit einem Hebel geschieht.

3. Zwischenhalt einer Rangierabteilung zwischen zwei Stoßbewegungen.

Vergl. Bemerkungen zu 2. — Verzögerungen gegenüber der Haltezeit unter 2. können dadurch eintreten, daß darauf gewartet werden muß, bis die vorher abgestoßene Gruppe die Fahrstraße der nächsten Gruppe verlassen hat. Ferner wird nach Stoßbewegungen kaum jemals so allmählich gebremst, daß die Rangierkolonne dadurch Zeit gewinnt, um schon vor Beendigung der Bewegung nennenswerte Arbeiten zu leisten.

4. Wendehalt einer Rangierabteilung vor erneutem Vorziehen auf das Ausziehgleis.

In der Stetigkeit der Verteilung der Beobachtungswerte zwischen 5 und 17 Sek. spiegelt sich offenbar die Einfachheit des Vorganges wieder. Die höheren Werte sind entweder darauf zurückzuführen, daß der Rangiermeister das Signal verhältnismäßig spät gab oder daß die Befehlsübermittlung zu wünschen übrig ließ.

5. Zwischenhalt einer Verschiebelokomotive nach der letzten Stoßbewegung vor der Fahrt in das nächste Ausgangs- oder Endgleis.

Nachdem die letzte Gruppe abgestoßen ist, muß für die Verschiebelokomotive die Fahrstraße in das nächste Ausgangs- oder Endgleis hergestellt werden. Entweder kommt hierbei die Lokomotive dicht vor der ersten Trennungswiche zum Halten, oder der Führer vermindert die Geschwindigkeit vorübergehend so weit, daß dieses Halten vermieden wird, was in etwa 40% aller Fälle geschieht.

Unter 72 Beobachtungen waren 43 Halte von durchschnittlich 12,3 Sek., während die Lokomotive 29mal ohne Halt in das nächste Ausgangsgleis gelangte. Unter der Voraussetzung, daß die durchfahrende Lokomotive ihre Geschwindigkeit auf $v = 1,0$ m/sec. ermäßigt und diese Geschwindigkeit auf einer Strecke von 10 m beibehält, wird ihre Fahrzeit 18,8 Sek. länger, als wenn sie mit der Höchstgeschwindigkeit von 25 km/Std. weiterfährt. Dies kommt einer Haltezeit von 8,8 Sek. gleich, wenn man die Brems- und Anfahrzeiten bei den haltenden Lokomotiven berücksichtigt. Als Haltezeit sind dann durchschnittlich rund 11 Sek. einzusetzen, womit sowohl die Fälle des Haltens als auch die Durchfahrten erfaßt sind.

6. Wendehalt einer alleinfahrenden Lokomotive.

Ob, wie die bisher errechneten Mittelwerte vermuten lassen, für den Richtungswechsel „Vorwärtsfahrt/Rückwärtsfahrt“ allgemein etwas weniger Zeit als für den Richtungswechsel „Rückwärtsfahrt/Vorwärtsfahrt“ nötig ist, muß noch durch weitere Beobachtungen geklärt werden. Der angegebene Mittelwert von 10 Sek. berücksichtigt diesen Unterschied nicht.

7. Zwischenhalt beim Schließen von Lücken zwischen Wagengruppen (Zusammendrücken).

Da bei diesen Verschiebearbeiten mit sehr geringen Geschwindigkeiten gefahren wird, kann der Rangiermeister seine Anweisungen meist während der Fahrt geben. Der Zeitbedarf ist gering, solange die Lücken groß und nicht sehr weit voneinander entfernt sind. Andernfalls können auch lange Haltezeiten vorkommen.

8. Wendehalt beim Überführen einer Wagengruppe.

Bei den angestellten Zeitstudien kamen nur selten Überführungsfahrten vor. Der angegebene mittlere Zeitwert kann daher nur als angenähert gelten.

9. Halt im Bestimmungsgleis nach dem Überführen einer Wagengruppe (Zwischenhalt oder Wendehalt).

Vergl. Bemerkungen zu 8. — Der etwa für das Umlegen der Steuerung notwendige Zeitaufwand bleibt auf die Gesamtzeit ohne Einfluß, da der Lokomotivführer die Richtung der anschließenden Bewegung schon bei Beginn des Haltens selbst zu beurteilen vermag.

Weitere Beobachtungen haben gezeigt, daß sich die Haltezeiten auf Bahnhofsanlagen mit fernbedienten Weichen nur wenig von den mitgeteilten Durchschnittszeiten unterscheiden. — Auf Bahnhöfen, wo für das Legen der Hemmschuhe keine besonderen Bediensteten eingesetzt sind, sondern diese Arbeit den Handweichenposten mit übertragen ist, sind die Haltezeiten zwischen zwei Stoßbewegungen infolge der weiteren Wege dieser Bediensteten wesentlich länger. Es muß in diesem Fall mit etwa 30 Sek. für Halt 3 gerechnet werden.

e) Weitere Haltezeiten im Verschiebedienst.

Gelegentlich der Zeitstudien zur Ermittlung der bisher besprochenen Werte wurden, wenn auch nicht so umfassend, noch Beobachtungen über andere Haltezeiten angestellt, deren Ergebnisse hier mitgeteilt werden mögen:

1. Im Verschiebedienst allgemein:

a) Wassernehmen einer Lokomotive.

Das Halten zur Ergänzung der Wasservorräte der Lokomotiven setzt sich aus drei Abschnitten zusammen. Während des ersten, der von der Ankunft der Lokomotive am Wasserkran bis zum Aufdrehen der Wasserleitung dauert, wird der Deckel des Wasserkastens vom Lokomotivheizer geöffnet und der Ausleger des Wasserkrans zur Wasserabgabe eingeschwenkt. Der Zeitbedarf hierfür betrug bei zehn Beobachtungen im

Mittel etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Min. und schwankte zwischen 23 und 43 Sek. Die Dauer des zweiten Abschnittes, während dessen die Wasserleitung läuft, kann von Fall zu Fall als Quotient des ergänzten Wasservorrates W m³ durch die in der Minute ausfließende Wassermenge W' m³/Min. errechnet werden. Der dritte Abschnitt beginnt, sobald die Wasserleitung wieder zugekehrt ist und endet mit der Weiterfahrt der Lokomotive. In dieser Zeit wird der Ausleger des Wasserkrans in die Ausgangsstellung zurückgedreht, der Heizer schließt den Wasserkasten und begibt sich wieder auf seinen Platz auf dem Führerstand. Bei Schwankungen zwischen 29 und 74 Sek. lag der Mittelwert hierfür bei acht Beobachtungen wenig unter $\frac{3}{4}$ Min. Insgesamt sind also zum Wassernehmen etwa $W:W' + 1\frac{1}{4}$ Min. notwendig.

b) Drehen einer Lokomotive.

Die Beobachtungen zu diesem Punkte beziehen sich auf handbediente Drehscheiben. — Beim Aufenthalt einer Lokomotive auf der Drehscheibe lassen sich ebenfalls drei Abschnitte unterscheiden. Zum ersten gehört das Lösen der Sperrklinke der Drehscheibe und der Weg der Bedienungsmannschaft zu der Drehvorrichtung. Elf Beobachtungswerte dafür lagen zwischen 8 und 33 Sek., ihr Mittel betrug 20 Sek. Das Drehen selbst erforderte in 13 Fällen zwischen 124 und 208, durchschnittlich 170 Sek. Für den dritten Abschnitt, der das Festlegen der Sperrklinke und das Signal zur Abfahrt umfaßt, wurden bei zwölf Beobachtungen Zeitwerte zwischen 12 und 49 Sek. gemessen, deren Mittelwert 23 Sek. war. Für das Drehen einer Lokomotive sind somit bei Handbetrieb von der Ankunft auf der Scheibe bis zur Abfahrt rund $3\frac{3}{4}$ Min. anzusetzen.

2. In Güteranlagen.

a) Aufenthalt eines Wagens auf der Gleiswaage.

Der Zeitraum von der Ankunft eines Wagens auf der Gleiswaage bis zur Abfahrt, der durch das Wiegen und das Signal zum Heranführen des nächsten Wagens ausgefüllt ist, betrug bei 16 Beobachtungen durchschnittlich 65 Sek. Der kürzeste Aufenthalt war 45, der längste 105 Sek.

b) Langhängen einer Kupplung und Trennen der Druckluftleitung vor der Zugzerlegung.

Für diese Arbeiten wurde für eine Trennstelle im Mittel ein Zeitbedarf von etwa $\frac{1}{2}$ Min. ermittelt. Der gesamte Zeitbedarf für das Langhängen eines Zuges ist die Summe aus dem Produkt dieser Zeit mit der Zahl der Trennstellen und der durch die Laufgeschwindigkeit des betreffenden Rangierers dividierten Zuglänge. Sind mehrere Rangierer an der Arbeit gleichzeitig beteiligt, so ist der Zeitaufwand durch ihre Anzahl zu teilen.

c) Anzünden der Lampen einer Verschiebelokomotive.

Das Anzünden der Laternen und der Lampe auf dem Führerstand dauert bei Gasbeleuchtung etwa $2\frac{1}{4}$ Min.

d) Aufenthalt beim Bedienen von Anschlußgleisen.

Beim Bedienen einer Anlage von mehreren Gleisanschlüssen mit einer Lokomotive der Gattung 98⁷⁰ (L 22.13), deren Steuerung durch Umlegen eines Hebels umgestellt wird, wurden folgende mittleren Zeitwerte festgestellt:

Ankuppeln	14 Sek.
Abkuppeln	14 „
Richtungswechsel ohne Änderung der Stärke der Rangierabteilung	5 „

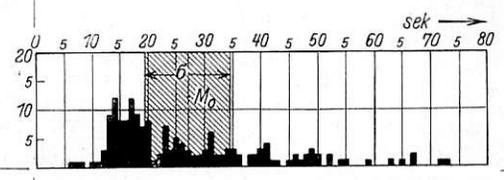
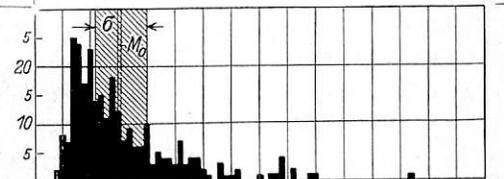
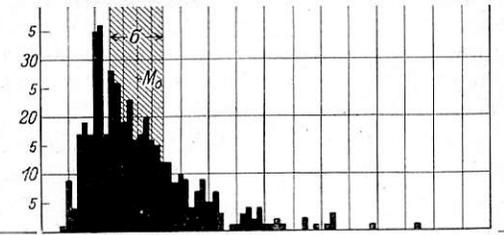
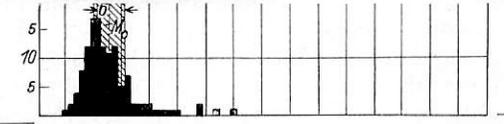
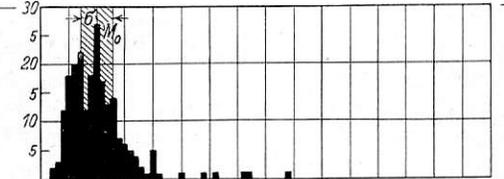
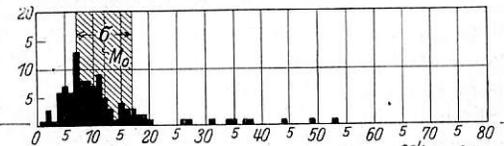
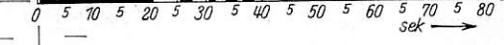
Das Aufschließen eines Weichenschlosses und einer benachbarten Gleissperre beansprucht etwa $1\frac{1}{2}$ Min. Für das Verschließen ist diese Zeit nur dann besonders anzusetzen, wenn die Rangierabteilung nach der Bedienung des Anschlußgleises ohne Richtungswechsel weiterfährt, da anderenfalls

Zusammenstellung 2. Die Haltezeiten beim Zerlegen und

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Art des Halts Abkürzungen: Gr. = Gruppe Gl. = Gleis Z.-Gl. = Ausziegleis Rgabt. = Rangier- Abteilung	Durchschnittlicher Zeitbedarf (Sek.)	Während des Haltens auszuführende Tätigkeiten Abkürzungen: Lokf. = Führer der Verschiebelokomotive Rgmstr. = Rangiermeister Rgr. = Rangierer Weichenw. = Weichenwärter	Für den Zeitbedarf maßgebende Tätigkeiten (mit den Bezeichnungen der Spalte 4)
1	Wendehalt im Ausgangsgleis vor dem ersten Vorziehen einer Wagengr. auf das Z.-Gl.	27	a) Rgmstr. trifft Anordnungen über die Zahl der mitzunehmenden Wagen b) Rgmstr. gibt Lokf. Stärke der Rgabt. und die auszuführenden Bewegungen an. c) Rgr. kuppelt mitzunehmende Wagengr. vom Zuge ab d) Rgr. kuppelt mitzunehmende Wagengr. an Lok. an e) Rgr. besetzen — falls nötig — Handbremsen f) Lokf. legt Steuerung für Fahrt ins Z.-Gl. um g) Rgmstr. gibt Abfahrtsignal für Fahrt ins Z.-Gl.	a + b + g. (Voraussetzung, daß Druckluftleitungen zwischen den abzustößenden Gr. bereits getrennt u. die Kupplungen langgehängt sind. — Bevorstehender Richtungswechsel ist dem Lokf. in diesem Fall stets vorher bekannt.)
1a	Desgl. bei der 1. Gr. eines neu eingegangenen Zuges	97 ¹⁾	Wie unter 1	a + b + g. (Mehrbedarf durch größeren Aufwand für a bedingt.)
2	Wendehalt einer Rgabt. auf dem Z.-Gl. vor Beginn des Abstoßens	16	a) Rgmstr. signalisiert Weichenw. und Hemmschuhlegern Bestimmungsgl. der abzustoßenden Gr. b) Weichenw. stellen Fahrstraße f. d. 1. Gr. her. c) Rgr. kuppelt 1. Gr. ab d) Rgr. besetzen — falls nötig — Handbremsen der 1. Gr. e) Lokf. legt Steuerung um. f) Rgmstr. gibt Signal zum Abstoßen (Richtungswechsel)	a + f, wenn Weichenw. weite Wege zurückzulegen haben, auch b. — (Bevorstehender Richtungswechsel ist dem Lokf. in diesem Fall stets vorher bekannt.)
3	Zwischenhalt einer Rgabt. zwischen zwei Stoßbewegungen	18	a)) b)) c)) d)) f)) entsprechend Halt 2	Wie unter 2, abgesehen von der Bemerkung über den Richtungswechsel. — (Auf Bahnhöfen, wo die Weichenw. auch die Hemmschuhe auslegen, sind für Halt 3 etwa 30 Sek. einzusetzen.)
4	Wendehalt einer Rgabt. vor erneutem Vorziehen auf das Z.-Gl.	13	a) Rgmstr. gibt Signal für Fahrt ins Z.-Gl. (Richtungswechsel) b) Lokf. legt Steuerung um	a + b; wenn beabsichtigter Richtungswechsel dem Lokf. vorher bekannt, nur a.
5	Zwischenhalt einer Verschiebelok. nach d. letzten Stoßbewegung vor der Fahrt ins nächste Ausgangsgl.	11 ¹⁾	a) Weichenw. stellen für die Lok. Fahrstraße ins nächste Ausgangsgl. her	a. — (Zeitwert berücksichtigt auch die Fälle, wo Halt vermieden, sondern nur v stark herabgemindert wird.)
6	Wendehalt einer allein-fahrenden Lok.	10	a) Rgmstr. gibt Abfahrtsignal (Richtungswechsel) b) Lokf. legt Steuerung um	a + b; wenn beabsichtigter Richtungswechsel dem Lokf. vorher bekannt, nur a.
7	Zwischenhalt beim Schließen von Lücken zw. Wagengr. (Zusammen-drücken)	12	a) Rgr. kuppelt die zu vereinigenden Wagengr. aneinander b) Rgmstr. gibt Signal zur Weiterfahrt und teilt dabei dem Lokf. ungefähre Weglänge der bevorstehenden Bewegung mit	a + b.
8	Wendehalt beim Überführen einer Wagengr.	9 ¹⁾	a) Rgmstr. signalisiert Weichenw. d. Bestimmungsgl. b) Weichenw. stellen Fahrstraße in d. Bestimmungsgl. her c) Lokf. legt Steuerung um d) Rgmstr. gibt Abfahrtsignal (Richtungswechsel)	a + b + d. — (Lokf. erfährt bevorstehenden Richtungswechsel spätestens durch Tätigkeit a.)
9	Halt im Bestimmungsgl. nach dem Überführen einer Wagengr. (Zwischenhalt oder Wendehalt)	27 ¹⁾	a) Rgr. begibt sich zur Trennstelle und kuppelt die überführten Wagen ab b) Lokf. legt, falls sich die Bewegungsrichtung ändert, Steuerung um c) Rgmstr. gibt Anordnungen für die nächste Bewegung und Abfahrtsignal (u. U. Richtungswechsel)	a + b; Länge des Weges bei a von wesentlichem Einfluß auf den Zeitbedarf. — (U. U. bevorstehender Richtungswechsel ist dem Lokf. aus der Richtung der vorausgegangenen Bewegung bekannt.)

1) Näherungswert.

Bilden von Güterzügen auf Bahnhöfen ohne Ablaufanlage.

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zahl der Beobachtungen n	a) Minimum (Sek.) b) Maximum (Sek.) c) häufigster Wert (Sek.)	Variationsbreite V = (Max. - Min.) (Sek.)	Mittelwert Mo (Sek.)	Grenzen der mittl. Werte a) M ₁ (sek) b) M ₂ (Sek.)	Streuung σ = M ₂ - M ₁ (Sek.)	σ:V (^o / _o)	Zahl der mittleren Werte a) n _m (Sek.) b) (n _m :n)	Größter Fehler durch eine weitere Beob. a) ε (Sek.) b) $\left(\frac{\epsilon}{M_0}\right)$ (^o / _o)	Zahl der Beobachtungen Bildliche Darstellung der Beobachtungswerte
167	a) 6 b) 81 c) 14 u. 17	75	26,9	a) 19,5 b) 34,3	14,7	19,7	a) 51 b) (30,5)	a) 0,45 b) (1,7)	
273	a) 4 b) 67 c) 7	63	15,5	a) 10,7 b) 20,4	9,8	15,5	a) 108 b) (39,6)	a) 0,24 b) (1,5)	
450	a) 4 b) 67 c) 11	63	17,6	a) 12,9 b) 22,3	9,4	15,0	a) 192 b) (42,6)	a) 0,14 b) (0,8)	
125	a) 5 b) 35 c) 10 u. 11	30	13,2	a) 10,6 b) 15,7	5,1	16,8	a) 57 b) (45,6)	a) 0,24 b) (1,8)	
43 (72)	—	—	12,3 (11) ¹⁾	—	—	—	—	—	—
215	a) 2 b) 44 c) 10	42	10,1	a) 7,3 b) 13,1	5,7	13,6	a) 101 b) (47,0)	a) 0,20 b) (1,9)	
103	a) 1 b) 53 c) 7	52	12,1	a) 7,3 b) 16,9	9,7	18,6	a) 48 b) (46,5)	a) 0,51 b) (4,2)	
18	a) 5 b) 21 —	16	9 ¹⁾	—	—	—	—	—	
29	—	—	27 ¹⁾	—	—	—	—	—	—

¹⁾ Näherungswert.

diese Tätigkeit während der Bewegung und des Wendehalts der Rangierabteilung erledigt werden kann.

3. Auf Personenbahnhöfen.

a) *Wendehalt beim Überführen eines Leerwagenzuges.*

Die mittlere Dauer des Wendehalts eines Leerwagenzuges betrug bei 50 Beobachtungen 15 Sek., die Minstdauer war 4 und die Höchstdauer 25 Sek.

b) *Wendehalt alleinfahrender Personenzuglokomotiven.*

Aus 79 Beobachtungen für diesen Halt, das zwischen 3 und 31, jedoch nur in drei Fällen über 18 Sek. beanspruchte, wurde ein Mittelwert von 11 Sek. errechnet, während die größte Häufigkeit mit 13 Fällen bei 10 Sek. lag.

c) *Halt nach dem Überführen eines luftgebremsten Leerwagenzuges.*

Vom Halt d) 9. unterscheidet sich dieser Halt insofern, als zwei Kupplungen, von denen eine erst aufgeschraubt werden muß, zu lösen sind und außerdem die Druckluftleitung zu trennen ist. Für den gesamten Aufenthalt der Lokomotive wurde bei 34 Beobachtungen eine mittlere Dauer von 42 Sek. gefunden, wovon durchschnittlich 32 Sek. auf das eigentliche Abkuppeln entfallen, während bis zur Abfahrt der Lokomotiven im Mittel noch weitere 10 Sek. vergehen. Die Grenzwerte für die ganze Haltezeit waren 22 und 95 Sek.

d) *Ankuppeln der Zuglokomotive an einen Wagenzug unter gleichzeitigem Anschluß der Druckluftleitung.*

In 34 Fällen dauerte es im Mittel 40 Sek. (mindestens 24 und höchstens 62), bis die Zuglokomotive nach dem Heranfahren an einen im Ausfahr Gleis stehenden Wagenzug an diesen angekuppelt war. Das Ankuppeln wurde als beendet angesehen, wenn der damit beschäftigte Rangierer wieder aus dem Gleise herausgetreten war.

e) *Bremsprobe bei Personenzügen.*

Für die Bremsprobe ergab sich aus 23 Beobachtungen ein Durchschnittswert von rund 1½ Min. Bei einmaligem Anlegen und Lösen der Bremsklötze betrug der Kleinstwert 36 Sek., der Größtwert 105 Sek. Mußte die Bremsprobe wiederholt werden, so kamen Werte bis zu 145 Sek. vor. In einem Ausnahmefall, der bei der Bildung des Mittelwertes ausgeschieden wurde, war die Bremsprobe erst nach 244 Sek. beendet.

Zur besseren Übersicht sind die im Abschnitt II. e mitgeteilten Zeitwerte in der Zusammenstellung 3 nochmals zusammengefaßt.

f) **Die Kosten des Verschiebedienstes.**

Die Kosten des Verschiebedienstes setzen sich aus festen und beweglichen Kosten zusammen. Die festen Kosten bestehen aus dem Aufwande für Verzinsung und Unterhaltung der baulichen Anlagen (Gleise, Stellwerke usw.) des Bahnhofsteiles, auf dem die Verschiebearbeiten ausgeführt werden. Sie schwanken ihrem Absolutwerte nach nur wenig, wenn sich Dauer und Umfang des Dienstes ändern. Die Hauptteile der beweglichen Kosten sind die Ausgaben für die am Verschiebedienst beteiligte Mannschaft und für die Verschiebelokomotiven, in die die Aufwendungen für die Verwaltung als Zuschläge eingerechnet werden können.

In dieser Abhandlung soll auf die festen Kosten gar nicht eingegangen werden. Für die beweglichen Kosten werden eine Anzahl Angaben gebracht, die in erster Linie die Möglichkeit geben sollen, Kostenvergleiche für Verschiebearbeiten anzustellen, wenn die Voraussetzungen bei ihrer Durchführung geändert werden.

Die Durchschnittskosten für einen Bediensteten auf den Verschiebebahnhöfen sind in der Anlage B des Berichts des

Zusammenstellung 3.

Weitere Haltezeiten im Verschiebedienst.

1	im Verschiebedienst allgemein	
a	Wassernehmen einer Lokomotive	W:W'+ 1¼ Min.
b	Drehen einer Lokomotive (Handbetrieb)	3¾ Min.
2	in Güteranlagen	
a	Aufenthalt eines Wagens auf der Gleiswaage	65 Sek.
b	Langhängen einer Kupplung und Trennung der Druckluftleitung vor der Zugzerlegung	½ Min.
c	Anzünden der Lampen einer Verschiebelokomotive	2¼ Min.
d	Aufenthalte beim Bedienen von Anschlußgleisen [Lok 98 ⁷⁰ (L 22.13)]	
	beim Ankuppeln	14 Sek.
	beim Abkuppeln	14 Sek.
	beim Richtungswechsel ohne Änderung der Stärke der Rangierabteilung	5 Sek.
	Aufschließen eines Weichenschlosses und einer benachbarten Gleissperre	1½ Min.
3	auf Personenbahnhöfen	
a	Wendehalt beim Überführen eines Leerwagenzuges	15 Sek.
b	Wendehalt alleinfahrender Personenzuglokomotiven	11 Sek.
c	Halt nach dem Überführen eines luftgebremsten Leerwagenzuges zum Abkuppeln der Lokomotive	42 Sek.
d	Ankuppeln eines Wagenzuges an die Zuglokomotive bei gleichzeitigem Anschluß an die Druckluftleitung	40 Sek.
e	Bremsprobe bei Personenzügen	1½ Min.

Ausschusses für die Wirtschaftsstatistik der Verschiebebahnhöfe behandelt (Verf. der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vom 23. März 1925). Die Berechnungen sind getrennt nach Beamten und Arbeitern. Bei den Beamten ist als Durchschnittssatz das Gehalt für die vierte Stufe der betreffenden Gehaltsgruppe eingesetzt und angenommen, daß sie den Wohnungsgeldzuschuß der Ortsklasse B erhalten, verheiratet sind und drei Kinder von 6 bis 14 Jahren haben. Zur Ermittlung der Kosten der täglichen Arbeitsleistung wird das Gehalt durch 262 wirkliche Arbeitstage*) im Jahre geteilt. Zu den so gefundenen Werten werden für Unkosten einschließlich Pensionen 50% zugeschlagen. Die Selbstkosten für einen Beamten sind danach arbeitstäglich

$$VI) \dots K_B = \frac{1,5 \cdot \text{Jahresgehalt}}{262} \quad R.M./\text{Tag.}$$

Bei den Arbeitern wird zu dem Tagelohn eines verheirateten Arbeiters mit zwei Kindern ein 25%iger Zuschlag für Verwaltungskosten hinzugerechnet:

$$VII) \dots K_A = 1,25 \cdot \text{Tagelohn} \quad R.M./\text{Tag.}$$

Wenn die Selbstkosten für die Arbeitsstunde berechnet werden sollen, sind die täglichen Kosten durch den sechsten Teil der wöchentlich nach den Dienstdauervorschriften zu leistenden Arbeitsstunden zu teilen, die meist zwischen 50 und 60 Std. liegen. Für Voranschläge kann mit einer täglichen Arbeitszeit von 9 Std. gerechnet werden.

Die Berechnungsgrundlagen für die Kosten einer Verschiebelokomotivstunde sind in der Anlage C des Berichts des Ausschusses für die Wirtschaftsstatistik der Verschiebebahnhöfe niedergelegt. Diese Kosten setzen sich aus denen für die Lokomotivbesatzung, den Lokomotivkosten, den Bedienungskosten der Lokomotive und den Kosten für die Betriebsstoffe zusammen.

Bei der Berechnung der Kosten der Lokomotivbesatzung wird von dem Gehalt zuzüglich 80% Zuschlag

*) In der Wirtschaftsstatistik der Verschiebebahnhöfe wird neuerdings mit 278 wirklichen Arbeitstagen gerechnet.

ausgegangen. Der Zuschlag besteht aus 55% für sonstige Kosten, 10% für Verwaltung, 5% für Aufsicht und 10% für Rangiergelder. Bei 26 Arbeitstagen im Monat und 7,75 Std. in der Schicht, die im Verschiebedienst auf die eigentliche Leistung entfallen, ergeben sich die stündlichen Kosten des Verschiebelokomotivpersonals zu

$$\text{VIII) } \dots K_{LP} = \frac{1,8 \cdot \text{Jahresgehalt für Führer und Heizer}}{2424} \quad \mathcal{R.M./Std.}$$

In der Anlage C kommt der Ausschuß zu einem Werte von 3,50 $\mathcal{R.M./Std.}$

Unter den Lokomotivkosten werden die Aufwendungen für Abschreibung, Verzinsung und Ausbesserung der Lokomotiven verstanden, die in Prozenten des Anschaffungswertes berechnet werden. Lassen sich die Anschaffungskosten nicht feststellen, so kann man nach einer Denkschrift der Gesellschaft für Oberbauforschung vom 9. Oktober 1928 damit rechnen, daß 1 kg Lokomotive etwa 1,50 $\mathcal{R.M.}$ und 1 kg Tender 0,90 $\mathcal{R.M.}$ kosten. Hierbei sind die Leergewichte G_L' und G_t' der Fahrzeuge zugrunde zu legen. Für Abschreibung werden bei 25jähriger Lebensdauer der Lokomotiven 4%, für Verzinsung 8% der Anschaffungskosten K_o eingesetzt, woraus sich ein jährlicher Durchschnittssatz von $z = 10\%$ ergibt. Die jährlichen Ausbesserungskosten liegen je nach der Lokomotivgattung zwischen $a = 12$ und $a = 20\%$ des Anschaffungswertes (z. B. 12% bei G 5, G 7, T 3, T 9, T 11, 15% bei G 8, G 10, T 14, T 16, T 20 und 20% bei G 12). Unter der Voraussetzung, daß eine Verschiebelokomotive im Jahr an 250 Arbeitstagen täglich zwei Schichten von 7,75 Std. = 15,50 Std. leistet, ist der Jahresaufwand durch 250mal 15,5 = 3875 zu dividieren, wenn man die stündlichen Lokomotivkosten errechnen will. Diese sind somit

$$\text{IX) } \dots \dots \dots K_{LL} = \frac{(a + z)}{100} \cdot \frac{K_o}{3875}$$

bzw.

$$\frac{(a + z)}{100} \cdot \frac{(1,5 G_L' + 0,9 G_t')}{3875} \quad \mathcal{R.M./Std.}$$

Die Bedienungskosten der Lokomotive richten sich nach der Anzahl H der Handwerker, Werkhelfer und Betriebsarbeiter, die in den Kopfplan des Bahnbetriebswerks für die Lokomotive eingesetzt sind. Je nach der Größe der

Lokomotive ist mit 0,8 bis 2,6 Köpfen zu rechnen (z. B. 0,8 Köpfe bei T 3; 1,4 Köpfe bei G 5, G 7, T 9, T 11; 1,8 Köpfe bei T 14, T 16; 2,2 Köpfe bei G 8, G 10 und 2,6 Köpfe bei G 12, T 20). Wenn bei der Bezahlung dieser Bediensteten mit dem Schichtlohn eines verheirateten Arbeiters der Lohngruppe VI mit zwei Kindern gerechnet wird, sind die Bedienungskosten einer Lokomotive, auf die Lokomotivstunde bezogen,

$$\text{X) } \dots K_{LB} = \frac{H \cdot \text{Schichtlohn der Gruppe VI}}{15,5} \quad \mathcal{R.M./Std.}$$

Bei der Ermittlung der Kosten der Betriebsstoffe wird davon ausgegangen, daß im Verschiebedienst stündlich je Quadratmeter der Rostfläche R 60 kg Kohlen verbraucht werden. Der stündliche Kostensatz wird dann bei einem Kohlenpreis frei Tender von K_K $\mathcal{R.M./t}$ und bei einem Zuschlag von 20% zu den Verbrauchswerten, der je zur Hälfte die Ruhe im Feuer und den Wertanteil für sonstige Betriebsstoffe berücksichtigt:

$$\text{XI) } \dots \dots K_{LK} = \frac{72 \cdot R \cdot K_K}{1000} \quad \mathcal{R.M./Std.}$$

Die Gesamtkosten einer Verschiebelokomotivstunde sind somit

$$\text{XII) } \dots K_L = K_{LP} + K_{LL} + K_{LB} + K_{LK} \quad \mathcal{R.M./Std.}$$

III. Zusammenfassung.

In den vorstehenden Ausführungen sind die Verschiebevorgänge auf Bahnhöfen ohne Ablaufanlage soweit zergliedert worden, daß die gewonnenen Einzelarbeiten von allen örtlichen Besonderheiten vollkommen unabhängig sind. Aus diesen können die Verschiebevorgänge für Verschiebeaufgaben irgendwelcher Art für jeden Gleisplan, jedes Längsprofil und jede Lokomotivgattung aufgebaut und nach Weg, Zeit und Kosten zutreffend beurteilt werden. Die Tatsache, daß dabei weder geschätzte Größen in die Rechnung eingeführt zu werden brauchen, noch Werte übernommen werden müssen, die auf anderen Anlagen unter anderen Voraussetzungen ermittelt worden sind, ist vor allem für die Veranschlagung der Betriebsvorgänge bei neuen Entwürfen von Wert.

Ein eigens für solche Untersuchungen entwickeltes zeichnerisches Verfahren soll später mitgeteilt werden.

Kontrollpunkte und Geschwindigkeitsgrenzen bei der Zugbeeinflussung mit punktweiser Geschwindigkeitsüberwachung.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Gläsel, Berlin.

Hierzu Tafel 6 und 7.

Bei der Zugbeeinflussung auf Fernstrecken sind zu unterscheiden: die Einwirkung am Hauptsignal, die dem Zuge sofort Schnellbremsung erteilt, und die Einwirkung am Vorsignal oder auf der Strecke zwischen den beiden Signalen. Die Einwirkung am Hauptsignal allein hat sich hauptsächlich bei städtischen Schnellbahnen eingeführt und wird gewöhnlich „Fahrsperr“ genannt. Fernbahnen legen im allgemeinen mehr Wert darauf, die erste Einwirkung schon vor dem Hauptsignal zu geben, weil sonst bei der größeren Fahrgeschwindigkeit der Züge die Überfahrängen am Hauptsignal zu groß werden würden. Manche Bahnen verzichten auch ganz auf die Haltwirkung am Hauptsignal, z. B. die Große Westbahn in England. Im allgemeinen werden aber beide Arten der Einwirkung angewendet.

Die erste Einwirkung, also schon vor dem Hauptsignal, kann nun benutzt werden,

entweder, um die Wachsamkeit des Lokomotivführers zu prüfen, wenn das Vorsignal auf Warnung steht,

oder, um zu prüfen, daß der Lokomotivführer das Warnsignal auch befolgt, also bremst — und zwar in der Form,

daß an bestimmten Punkten zwischen Vor- und Hauptsignal stichprobenweise die Geschwindigkeit des Zuges überprüft wird, die einen für jeden Punkt festgesetzten Höchstwert nicht überschreiten darf.

Im ersten Fall muß der Lokomotivführer zum Zeichen seiner Wachsamkeit bei jedem Warnsignal eine vorgeschriebene Handlung vollziehen, gewöhnlich einen Hebel oder Taster drücken, und wird gewissermaßen dadurch häufig an das Vorhandensein der Zugbeeinflussung erinnert. Im zweiten Fall dagegen macht sich die Zugbeeinflussung bei richtiger Führung des Zuges überhaupt nicht bemerkbar, ist aber bereit, bei Bedarf sofort einzugreifen. Es ist offensichtlich, daß die zweite Art der Zugbeeinflussung, mit Geschwindigkeitskontrolle, fahrdienstlich gewisse Vorteile vor der Lösung mit Wachsamkeitsprobe hat. Sie verlangt vom Lokomotivführer keine zusätzliche, öfters auszuübende Handlung, läßt sich in jeder beliebigen Genauigkeit den Betriebs- und Bahnverhältnissen anpassen und gestattet, auch sonst noch alle Betriebslagen zu sichern, bei denen in die Bewegung der Züge beschränkend eingegriffen werden muß, z. B. an Weichen,

an Langsamfahrstellen und Einfahrten in Kopfgleise, oder bei Fahrausschlüssen. Schließlich laufen alle hier vorkommenden Fälle¹⁾ auf die Forderung hinaus, zu erzwingen, daß kein Zug an gewissen wichtigen Stellen der Bahn schneller fährt, als mit Rücksicht auf die Sicherheit des Betriebes jeweils zugelassen werden kann.

Das Zugbeeinflussungssystem mit Geschwindigkeitsüberwachung von außerhalb des Zuges an einzelnen, beliebig wählbaren Punkten verdient deshalb besondere Beachtung. Seine betriebliche und technische Durchbildung kann für die Weiterentwicklung der Zugbeeinflussung von entscheidender Bedeutung werden.

Für die technische Seite der Frage hat der Hauptverfechter des Systems, Dr. Bäseler, erstmalig eine Lösung mit optisch-elektrischen Mitteln²⁾ angegeben und durchgebildet, die durch ihre Eigenartigkeit bemerkenswert ist. Möglich ist die Geschwindigkeitsüberwachung aber ebenso bei mechanisch-elektrischer Übertragung³⁾, ferner auch bei rein mechanischer oder magnetischer Einwirkung auf den Zug, wenn Doppelpunkte als kurze Meßstrecken in Verbindung mit einem Zeitmeßgerät angewendet werden.

Somit wäre die Frage technisch mehrfach gelöst. Es bestand aber noch eine gewisse Unsicherheit, als es galt, die Lage der Kontrollpunkte zwischen Vor- und Hauptsignal und ihre Geschwindigkeitsgrenze festzusetzen. Man war auf mehr gefühlsmäßige Schätzungen angewiesen. Wenn diese den zweckmäßigsten Werten vielleicht auch in einem für die Bedürfnisse des Betriebes ausreichenden Maße nahe gekommen sein mochten, so blieb doch immer der Wunsch, einen fester begründeten Weg zur Bestimmung der Kontrollpunkte zu finden. Als „zweckmäßig“ werden dabei die Werte dann betrachtet, wenn einerseits bei Warnsignal kein fahrtechnisch richtig geführter Zug unnötig Zwangsbremmung durch die Zugbeeinflussung erleidet, auch dann nicht, wenn er die Bremskraft und die Bremsstrecke bis zum äußersten ausnützt sollte; andererseits soll zweckmäßig bei einem unachtsam geführten und durch die Zugbeeinflussung zwangsgebremsten Zuge die Überfahrlänge am Hauptsignal auf ein Kleinstmaß heruntergedrückt werden, mindestens aber unter der zugelassenen Grenze von 200 m bleiben.

Es ist nun versucht worden, diesen Weg aus der Erfahrung des praktischen Betriebes selbst zu gewinnen. Hierzu wurde eine größere Zahl von Lokomotivführern im Schnellzugsdienst darüber befragt, welche Geschwindigkeit sie im allgemeinen am Vorsignal einhalten, wenn unsichtiges Wetter ist oder das Vorsignal auf Warnung steht. Aus den schriftlichen Antworten ließ sich eindeutig entnehmen, daß die Lokomotivführer in solchen Fällen höchstens 100 km/h am Vorsignal für richtig halten und bei noch schnellerer Fahrt schon vor dem Vorsignal mit der Geschwindigkeit vorsorglich herunter zu gehen pflegen. Etwa die Hälfte der Führer hat sich sogar für eine noch größere Ermäßigung der Geschwindigkeit ausgesprochen.

In Anlehnung an diese Feststellung schien es zulässig, ganz große Geschwindigkeiten, z. B. 110 und 120 km bei der Bestimmung der Kontrollpunkte für den Regelfall außer Betracht zu lassen und ihr Vorkommen bei der vorliegenden Frage als Ausnahmefälle zu betrachten, die sich, aber auch nur wieder bei gewissen Umständen, in einer etwas größeren Überfahrlänge (Durchrutschweg am Hauptsignal) auswirken würden. Vorsorglich wird man aber gewisse, noch notwendige Annahmen nicht zu günstig wählen.

Die hiernach in einfacher Weise zeichnerisch ermittelten Werte für die Lage der Kontrollpunkte und die Geschwindigkeitsgrenzen können allerdings nur als eine Art Mittelwerte gelten und lassen noch geringe Verschiebungen zu. Immerhin werden sie geeignet sein, einen verlässlicheren Anhalt für die ständig wechselnden Fälle des Betriebs zu bieten, als wenn man nur auf Schätzung angewiesen ist. Die auf dem zeichnerischen Wege erreichte Genauigkeit wird als ausreichend angesehen werden dürfen, weil die Bremsbewegung der Züge starken Schwankungen unterworfen ist, ferner weil schon die Geschwindigkeitsmessung auf dem fahrenden Zuge mit Hilfe eines Tachometers, eines Zeit- oder Wegrelais nicht allzu genau ist und folglich auch die Geschwindigkeitskontrolle durch die Zugbeeinflussung, die darauf aufbaut, nur eine begrenzte Genauigkeit erreichen kann. Weiter ist es aber eine allgemeine Erfahrung, daß gerade zeichnerische Verfahren meist eine gute Ausgleichung von Ungenauigkeiten ergeben.

A. 700 m Vorsignalabstand.

Nimmt man nun an, daß der Lokomotivführer mit 100 km/h am Vorsignal vorbeifährt und die 700 m zwischen Vorsignal und Hauptsignal für die Bremsung voll ausnützt,

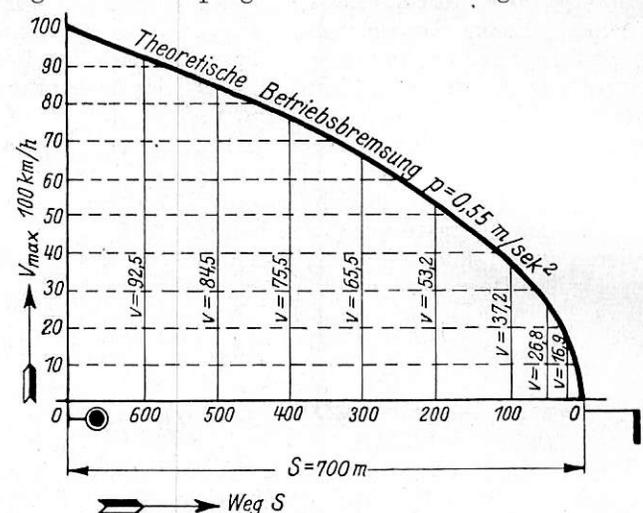


Abb. 1. Betriebsbremsung auf 700 m Geschwindigkeitslinie.

was etwa einer verlangsamten Betriebsbremsung gleichkäme, so kann man sich diesen Bremsvorgang angenähert in einer Kurve nach Abb. 1 veranschaulichen. Diese Linie, die mit einer gleichbleibenden Verzögerung von 0,55 m/sec² entwickelt ist, stellt die Grenzlinie für die Änderung der Geschwindigkeit einer Betriebsbremsung dar, nach der sich der Zug äußerstenfalls bewegen müßte, wenn er noch am Hauptsignal zum Stehen kommen soll. In Wirklichkeit brems jeder Lokomotivführer schärfer als es in Abb. 1 angenommen ist, namentlich zu Anfang, und wird es vermeiden, ganz an das Hauptsignal heranzufahren. Es darf deshalb damit gerechnet werden, daß die wirklichen Zugbewegungen unterhalb dieser Grenzlinie verbleiben. Bestimmt man also die Lage und die Geschwindigkeitsgrenzen für die Überwachungspunkte dennoch nach dieser Grenzlinie, so ist sichergestellt, daß kein Lokomotivführer, der seinen Zug fahrtechnisch richtig führt, Eingriffe durch die Zugbeeinflussung erleidet.

Die volle Bremswirkung ist nach Abb. 2⁴⁾ erst nach 1 bis 2 Sek. vorhanden. Das bedeutet bei schnellfahrenden Zügen einen Wegverlust von 20 bis 40 m. Die gezeichnete Grenzlinie (Abb. 1) ist deshalb für einen Zug gedacht, der mehr als 100 km gefahren ist und schon vor dem Vorsignal leichte Bremsung erhalten hat, so daß die Bremsen anliegen

⁴⁾ Aus Anlage 20 der Niederschrift über die 2. Beratung des Ausschusses für Bremsen.

¹⁾ Verkehrstechn. Woche 1929, Heft 27.

²⁾ Ztg. d. Ver. dtsh. Eisenb.-Verw. 1926, Nr. 42, 43; 1928, Nr. 27; 1929, Nr. 44; Verkehrstechn. Woche 1929, Hefte 24 bis 27.

³⁾ Ztg. d. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. 1932, Nr. 40.

und die Verzögerung in der Bremswirkung keinen wesentlichen Einfluß mehr auf die Grenzlinie hat. Die Bremswirkung steigt gegen Schluß der Bremsung, etwa in den letzten 3 bis 4 Sek., bedeutend an. Da aber gegen Schluß der Bremsung die zurückgelegten Wege in 1 Sek. nur noch wenige Meter betragen, hat dieser Anstieg des Verzögerungswertes keinen entscheidenden Einfluß auf die Form der Grenzlinie und auf die Länge des Bremsweges, also auch der Überfahrlängen, und ist deshalb vernachlässigt worden.

Die nun folgenden Kurvenbilder entsprechen Schnellbremsungen und sind unter dem Gesichtspunkt entwickelt worden, daß dem schnellfahrenden Zuge nur eine kleine, dem langsamer fahrenden eine größere Überfahrlänge am Hauptsignal zuzubilligen ist, weil beim schnellfahrenden Zuge die Gefahr, ein Signal bei schlechter Sicht zu übersehen, und die zu erwartenden Abweichungen in der Bremsweglänge größer sein dürften als bei langsamen Zügen, und weil die

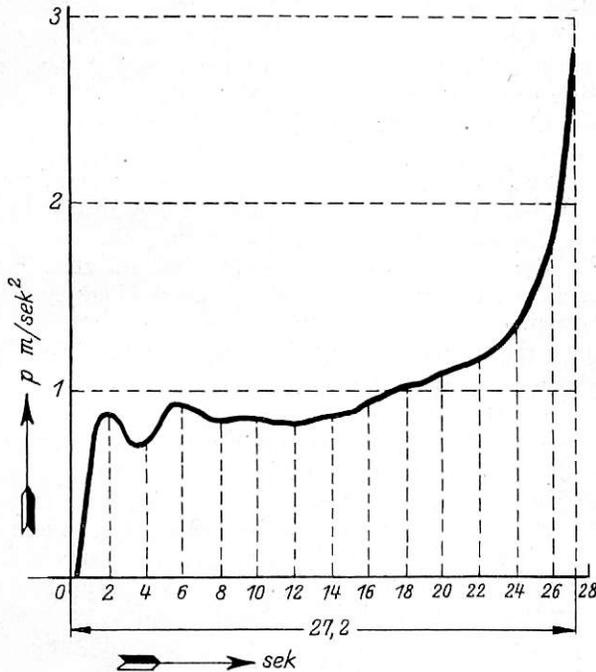


Abb. 2. Verzögerungsschaulinie der KKS-Bremse bei 100 km.

Bremswerte (Verzögerungen), die den Schnellbremskurven zugrunde gelegt wurden, Mittelwerte sind, die im Betriebe gewisse Abweichungen erfahren können.

Es ist ferner in allen Fällen vorausgesetzt worden, daß am Hauptsignal eine Haltsperre mit der Geschwindigkeitsgrenze = 0 km/h vorhanden ist. —

In den Abb. 3 bis 59 auf den Tafeln 6 und 7 ist nun auf Grund der vorstehenden Annahmen rein empirisch versucht worden, die zweckmäßigen Lagen für die Überwachungs- punkte zu ermitteln, und zwar

1. bei einem, bei zwei und bei drei Zwischenpunkten auf waagerechter Bahn,
2. bei Teilbremsungen (Langsamfahrstrecken usw.),
3. bei Steigungs- und Gefällstrecken,
4. bei einigen Sonderfällen.

Es sind dabei aber jeweils mehrere Fälle dargestellt, um durch unmittelbaren Vergleich die Richtung der Veränderung erkennen zu lassen.

Jede waagerechte Linie in den Abbildungen stellt einen Zug dar, der einen Kontrollpunkt (Dreieck) mit gleichbleibender Geschwindigkeit ohne Beeinflussung gerade unterfährt und am nächsten Punkt Zwangsbremung erleidet, weil dieser Punkt auf eine niedrigere Fahrgeschwindigkeit eingestellt ist. Die Bremswege für die Schnellbremsungen sind ebenfalls der in Fußnote 4 genannten Quelle entnommen.

1. Waagerechte Strecke.

Abb. 3 bis 8, Taf. 6 geben verschiedene Lösungen mit einem Zwischenpunkt. Am günstigsten erscheint die mittlere Lage, Abb. 6, bei der die Überfahrlängen hinter dem Hauptsignal etwa gleich groß werden. Auch in diesem, vergleichsweise günstigsten Fall wird die zugelassene Überfahrlänge von 200 m nahezu voll benötigt.

Abb. 9 bis 17 geben Lösungen mit zwei Zwischenpunkten. Sie lassen auch die Wirkung von Verschiebungen der Punkte aufeinander erkennen. Am günstigsten erscheinen die Lösungen nach Abb. 9 und 10, besonders nach Abb. 9, wo die Überfahrlängen deutlich umgekehrt nach der Fahrgeschwindigkeit gestuft sind. Aber auch die anderen Abbildungen, namentlich 11, 14 und 15 ergeben durchaus brauchbare Lösungen — in keinem Fall werden die 200 m Überfahrlänge voll in Anspruch genommen —, so daß man mit zwei Zwischenpunkten in fast allen Fällen wird auskommen und sich auch noch den örtlichen Verhältnissen weitgehend anpassen können.

Abb. 18 bis 26 zeigen Lösungen mit drei Zwischenpunkten. Die Wirkung des dritten Punktes ist in der Hauptsache die, daß die Überfahrlängen etwas kürzer werden. In den günstigeren Lösungen, z. B. Abb. 20 bis 23 übersteigen sie 100 m nicht. Die schnellsten Züge werden theoretisch noch vor dem Hauptsignal zum Stehen gebracht. Abb. 25 und 26 ergeben ebenfalls durchweg sehr geringe Überfahrlängen, es überfahren aber alle Züge. Eine der mittleren Lösungen wäre wohl vorzuziehen.

Mit drei Zwischenpunkten werden sich alle vorkommenden Fälle befriedigend lösen lassen. Es muß aber betont werden, daß man die Überfahrlängen auch durch drei Spiegel noch nicht ganz so weit herunterdrücken kann, wie es nötig sein wird, um Fahrstraßenausschlüsse entbehrlich zu machen.

Mit einem vierten Zwischenpunkt ließen sich die Überfahrlängen noch um 20 bis 30 m kürzen. Der Aufwand für die Streckenausrüstung, die voraussichtlich elektrische Antriebe oder besondere Drahtzugleitungen mit eigenen Antrieben für die Streckengeräte verlangt, dürfte aber dann in den meisten Fällen die wirtschaftlich tragbare Grenze übersteigen, die auch schon bei drei Zwischenpunkten überschritten sein kann, da dann ein Streckengerät einschließlich Überwachung auf 800 bis 1200 *R.M.* gerechnet werden muß. Diese beiden Lösungen werden also wohl auf besonders gelagerte Fälle beschränkt bleiben müssen.

Die volle Beseitigung der Überfahrlängen ist nur dadurch möglich, daß der Abstand der Kontrollpunkte vom Hauptsignal um die Länge der Überfahrwege vergrößert wird. Entsprechendes gilt bei Langsamfahrstrecken, wo der gesamte Bremsvorgang vor der gelben viereckigen Scheibe am Anfang der eigentlichen Langsamfahrstrecke abgewickelt sein muß (vergl. unter 2, Teilbremsungen).

Von besonderer betrieblicher Bedeutung wird diese Maßnahme bei Ausfahrtsignalen. Hier wird die Verschiebung der Kontrollpunkte wegen der meist übergroßen Abstände zwischen Vor- und Hauptsignal in den meisten praktischen Fällen ohne weiteres möglich und zulässig sein und brächte den Vorteil, daß vermutlich an zahlreichen Stellen Fahrstraßenausschlüsse würden aufgehoben werden können. Der Punkt, an dem die Züge äußersten Falls zu halten hätten, wäre dann zweckmäßig besonders zu kennzeichnen, z. B. durch eine H-Tafel.

2. Teilbremsungen (Langsamfahrstrecken usw.).

Alle Streckengeräte werden auf eine bestimmte Geschwindigkeitsgrenze dauernd fest eingestellt.

Abb. 27 und 28, Taf. 6 gelten für Langsamfahrstrecken mit 45 km/h
 „ 29, „ 6 „ „ „ „ 30 „
 „ 30 bis 32, „ 6 „ „ „ „ 20 „

Aus allen Abbildungen ist ersichtlich, daß jeder Kontrollpunkt mindestens um seine Überfahrlänge vor dem Gefährpunkt liegen muß, und daß also alle Züge schon eine gewisse Strecke vor diesem Gefährpunkte, nämlich vom letzten Kontrollpunkte an, auf der niedrigen Geschwindigkeit sein müssen. Am deutlichsten zeigt das die Abb. 30, die für 20 km/h mit nur einem Kontrollpunkt entworfen ist. Die unnötige Langsamfahrt auf der Überfahrlänge (fast 500 m) würde für alle Züge Zeitverlust bedeuten. Die Gefahr, daß die Züge die zugelassenen 20 km/h am Kontrollpunkt noch nicht ganz erreicht haben und auch noch Zwangsbremung erleiden, wird besonders groß sein. Die Lösung mit nur einem Kontrollpunkt wird demnach kaum jemals in Frage kommen können — auch nicht bei 45 km/h Geschwindigkeitsgrenze.

Mit zwei Kontrollpunkten (Abb. 28 und 31) bleiben die Überfahrlängen hinter dem letzten Punkt bei den Geschwindigkeitsgrenzen 45 bis 20 km/h unter 200 m. Diese Lösung wird für alle durchschnittlichen Fälle ausreichend sein.

Für besondere Fälle bliebe eine Lösung mit drei Kontrollpunkten nach Abb. 27, 29 oder 32. Die Überfahrlängen hinter dem letzten Punkt gehen dabei bis nahe an 100 m herunter. Ganz lassen sie sich auf diesem Wege aber auch bei weiterer Vermehrung der Punkte nicht beseitigen (vergl. Abb. 33, Taf. 6). Außerdem würden die Kosten für die Streckenausrüstung zu hoch. Es bleibt nichts übrig, als alle Kontrollpunkte um das Maß der letzten Überfahrlänge zurückzuschieben, obwohl man dadurch den Betrieb drosselt (vergl. Abb. 27 bis 32).

Die rechteckige gelbe Scheibe, die den Anfang der langsam zu befahrenden Strecke kennzeichnet, müßte neben dem letzten Kontrollpunkt aufgestellt werden, nicht erst am Anfang der Gefahrstrecke (Abb. 31 und 32 beispielsweise).

3. Steigungs- und Gefällsstrecken.

Für Steigungs- und Gefällsstrecken sind die Neigungen 1:100 und 1:40 untersucht worden.

Abb. 34 bis 37, Taf. 6 gelten für Steigung 1:100 und zeigen, daß im allgemeinen ein Zwischenpunkt genügen wird. Die Überfahrlängen lassen sich schon mit diesem auf etwa 100 m herunterdrücken. Der zweite Zwischenpunkt bringt nur etwa 30 m weitere Ermäßigung.

Abb. 38 und 39 für Steigung 1:40 (als Grenzfall) zeigen, daß nur die Haltsperrung am Hauptsignal erforderlich ist. Bei elektrischen Triebwagenzügen, die auf 1:40 noch 60 km/h erreichen, könnte vielleicht in Ausnahmefällen ein Zwischenpunkt erwünscht sein.

Abb. 40 bis 45, Taf. 7 gelten für Gefälle 1:100. Abb. 44 zeigt, daß ein Zwischenpunkt im Gefälle nicht ganz ausreicht. Die gezeichnete Lösung stellt schon ungefähr den günstigsten Fall dar. Abb. 43 mit zwei Zwischenpunkten kann als eine brauchbare Lösung nach den eingangs entwickelten Gesichtspunkten betrachtet werden.

Abb. 42 und 45 sind Lösungen mit zwei Zwischenpunkten, bei denen aber der äußere als Streckengerät mit unveränderlicher Einstellung (fest) angeordnet werden kann und zugleich dazu ausgenutzt wird, die auf 1:100 zulässige größte Geschwindigkeit von 90 km/h zu überprüfen, in diesem Fall am Vorsignal. Diesen Vorteilen steht der Nachteil etwas größerer Überfahrlängen gegenüber (in Vergleich zu Abb. 43).

Abb. 40 und 41 zeigen Lösungen mit bewegbaren Streckengeräten an zwei Zwischenpunkten und außerdem einem festen Streckengerät am Vorsignal. Außer einer mäßigen Herabsetzung der Überfahrlängen ergeben sich keine weiteren Vorteile gegenüber Abb. 42 und 45.

Abb. 46 bis 49 gelten für Gefälle 1:40 und die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 55 km/h. Außerdem ist noch ein durchgegangener Zug mit 80 km/h eingetragen. Der äußere

Kontrollpunkt ist als festes Streckengerät angenommen worden. Abb. 46 und 47 verwenden außerdem noch einen, Abb. 48 und 49 noch zwei weitere (bewegbare) Kontrollpunkte. Die Überfahrlängen sind auch in den Abb. 46 und 47 so gering, daß man auch auf Gefällen 1:40 im ganzen mit zwei Kontrollpunkten, einem festen und einem bewegbaren, in den allermeisten Fällen wird auskommen können.

4. Sonderfälle.

In den Abb. 50 bis 59, Taf. 7 ist noch eine Beschleunigung des Zuges nach Vorbeifahrt am Zwischenpunkt berücksichtigt, und zwar in

Abb. 50 bis 55 durch Dampfgeben auf waagerechter Strecke bei einem, zwei und drei Zwischenpunkten,

Abb. 56 durch Dampfgeben auf Gefällen 1:100 bei zwei bewegbaren und einem festen Zwischenpunkt,

Abb. 57 bis 59 durch Lösen der Bremse und Laufenlassen des Zuges auf Gefälle 1:40 bei zwei bewegbaren und einem festen Zwischenpunkt.

Zusammenfassend läßt sich zu den Sonderfällen sagen:

Mit einem Zwischenpunkt (Abb. 50 und 51) ist keine befriedigende Lösung möglich. Die Überfahrlängen werden zu groß.

Mit zwei Zwischenpunkten können die Überfahrlängen in allen Fällen genügend unter 200 m heruntergedrückt werden. Günstige Lösungen wären Abb. 53, 56 und 57.

Mit drei Zwischenpunkten läßt sich in allen Fällen, also auch auf Gefälle 1:40 eine genügende Verkürzung der Überfahrlängen erreichen (vergl. Abb. 55 und 59).

Auf Strecken mit geringerer Höchstgeschwindigkeit, z. B. 80 km/h, wird man dem Lokomotivführer zubilligen müssen, daß er die Höchstgeschwindigkeit auch noch hinter dem Warnsignal einhält und erst an der äußersten, noch zulässigen Stelle mit der Betriebsbremung beginnt. Dann ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie bei den 100 km-Kurven, z. B. die Abb. 26. Die Bremsung müßte etwa 250 m hinter dem Vorsignal beginnen. Verzichtet man noch auf die Überprüfung der Höchstgeschwindigkeit, so würde auch der Kontrollpunkt bei 450 m entbehrlich sein.

Ergebnis.

Werden Lage der Kontrollpunkte und Höhe ihrer Geschwindigkeitsbegrenzung in Anlehnung an die Abbildungen festgesetzt, so wird man mit Bestimmtheit damit rechnen können, daß einerseits jede Beeinträchtigung des Lokomotivführers in der Führung seines Zuges durch die Zugbeeinflussung vermieden ist, und daß andererseits alle berechtigten Forderungen an die Zugbeeinflussung hinsichtlich des Überfahrschutzes erfüllt sind.

Die Abbildungen zeigen ferner, daß es in jedem praktischen Fall eine Lösung gibt, die als die günstigste vom betrieblichen und sicherheitlichen Standpunkte aus zu werten ist, daß aber außerdem noch ein ziemlich weiter Spielraum hinsichtlich der Wahl der Kontrollpunkte vorhanden ist, ohne daß die Forderungen der Sicherheit gefährdet sind — eine für die Anwendung beruhigende Erkenntnis.

B. 1200 m Vorsignalabstand.

Vor kurzem ist die Reichsbahn dazu übergegangen, die Strecke Berlin—Altona für Geschwindigkeiten bis zu 150 km/h einzurichten und dazu den Vorsignalabstand auf 1200 m zu bringen. Außerdem sind Schnelltriebwagen für 150 km/h im Bau⁵⁾. Man wird damit rechnen dürfen, daß die Bremskraft solcher Einzelfahrzeuge wesentlich größer ist als bei Dampfzügen; genaue Angaben sind aber noch nicht bekannt.

⁵⁾ Inzwischen sind die ersten Versuchsfahrten ausgeführt worden.

Im Hinblick auf diese Entwicklung im Schnellverkehr sind die vorstehenden Untersuchungen über die Lage der Kontrollpunkte und die Geschwindigkeitsgrenzen für 1200 m Vorsignalabstand und 150 km/h größter Geschwindigkeit am Vorsignal wiederholt worden. Über die Bremsverzögerung mußten in Ermangelung fester Anhalte Annahmen gemacht werden. Die Art des übrigen Vorgehens entspricht genau den Ausführungen unter A.

Für die „Grenzlinie“ ergibt sich eine mittlere Verzögerung von $0,725 \text{ m/sec}^2$. Dieser Wert liegt beträchtlich über dem Mittelwert der Abb. 1 und zeigt: entweder, daß bei 1200 m Vorsignalabstand auch schon

im regelmäßigen Betriebe ziemlich scharfe Bremsungen nötig sind, die ungefähr den Verhältnissen auf elektrischen Schnellbahnen (Stadt-, Ring- und Vorortbahn, Untergrundbahn in Berlin) entsprechen, aber sich wohl auch bei Dampfzügen noch werden erreichen lassen,

oder daß der Vorsignalabstand mit 1200 m Länge bei Geschwindigkeiten bis zu 150 km/h nicht gerade reichlich bemessen ist.

Unter Beachtung dieser Vorbemerkungen und der eingangs unter A für die 700 m-Kurven dargelegten Gesichtspunkte sind nun in den Abb. 60 bis 69 einige Beispiele für die Wahl der Kontrollpunkte entwickelt worden. Für die Verzögerung bei der Schnellbremsung sind dabei $0,8 - 1,0 - 1,2 - 1,5$ und $2,0 \text{ m/sec}^2$ zugrunde gelegt.

Eine Einzelbesprechung der Abbildungen dürfte sich nach den Erläuterungen zu den Abb. 3 bis 59 erübrigen. Die Beispiele, die nur einen ungefähren Anhalt zu einer allgemeinen Beurteilung der Verhältnisse geben sollen, lassen einerseits die Abhängigkeit zwischen Bremswert und Zahl der Kontrollpunkte, andererseits die Wirkung auf die Überfahrlängen erkennen, wenn man die Lage und die Geschwindigkeitsgrenzen der Kontrollpunkte verändert. Für die verschiedenen Bremswerte haben sich für gerade und waagerechte Bahn die in nebenstehender Tabelle zusammengestellten Werte ergeben.

Die Beispiele mit kurzen Überfahrlängen lassen erkennen, daß die dargestellten Verhältnisse selbst dann noch ausreichen werden, wenn man annimmt, daß die Bremswirkung zu Beginn der Bremsung mit einer gewissen Verzögerung einsetzt (vergl. Abb. 2).

Besonders aufschlußreich sind die letzten Abbildungen, aus denen man ersieht, daß auch bei nur einem oder zwei Kontrollpunkten befriedigend kleine Überfahrlängen eingehalten werden können, wenn nur der Bremswert ausreichend gesteigert werden kann, was bei elektrischen Triebwagen bereits gelungen sein soll. Kann diese Bedingung jedoch nicht erfüllt werden, oder nimmt man an, daß Fahrgeschwindigkeiten von 140 und 150 km/h auch von Dampfzügen erreicht werden, was bei Versuchsfahrten bereits geschehen ist und bei

den schnellsten englischen Zügen fahrplanmäßig gefahren wird, so würde auch der neue Vorsignalabstand von 1200 m kaum mehr ausreichend sein und unter den obigen Voraussetzungen eine angenäherte Lage der Geschwindigkeitskontrollpunkte notwendig werden, wie sie versuchsweise in Abb. 70 dargestellt ist. Man ersieht daraus, daß eine befriedigende Lösung wohl nur dann möglich ist, wenn die maßgebenden Werte gewisse Veränderungen erfahren, z. B. die zulässige Überfahrlänge am Hauptsignal heraufgesetzt wird.

Abb.	Bremswert	Überfahrweg	Kontrollpunkte		
			Anzahl	Abstand vom Hauptsignal m	Geschwindigkeitsgrenze km/h
60	$p = 0,8 \text{ m/sec}^2$	200 m	5	0, 150, 375, 625, 900	0, 55, 85, 110, 130
61	$p = 0,8 \text{ m/sec}^2$	100 bis 150 m	7	0, 150, 300, 475, 625, 825, 1025	0, 55, 75, 95, 110, 125, 140
62	$p = 1,0 \text{ m/sec}^2$	200 m	3 (4)	0, 300, 675	0, 75, 115
63	$p = 1,0 \text{ m/sec}^2$	100 m	5	0, 100, 250, 475, 775	0, 45, 70, 95, 120
64	$p = 1,2 \text{ m/sec}^2$	200 m	3	0, 125, 525	0, 50, 100
65	$p = 1,2 \text{ m/sec}^2$	100 m	3 (4)	0, 300, 625	0, 75, 110
66	$p = 1,5 \text{ m/sec}^2$	200 m	2	0, 375	0, 85
67	$p = 1,5 \text{ m/sec}^2$	100 m	3	0, 125, 475	0, 50, 95
68	$p = 2,0 \text{ m/sec}^2$	200 m	2	0, 250	0, 70
69	$p = 2,0 \text{ m/sec}^2$	100 m	2 (3)	0, 350	0, 80

Für Neigungsstrecken erübrigen sich entsprechende Untersuchungen, weil größere Geschwindigkeiten dafür nicht zugelassen sind.

Auf Grund der Abb. 60 bis 69 läßt sich ferner vermuten, daß die Überfahrlängen bei großen Fahrgeschwindigkeiten nicht immer in den zulässigen Grenzen bleiben werden, sondern bis auf 400 und 500 m steigen können, wenn nur eine einmalige Geschwindigkeitskontrolle stattfindet. Das ist in den Abb. 71 bis 73 beispielsweise für nur 120 km/h noch zeichnerisch dargestellt worden. Der Kontrollpunkt liegt dabei 300 m vor dem Hauptsignal — wie auf Berlin—Altona.

Aus den Beispielen ergibt sich, daß bei Fahrgeschwindigkeiten von etwa 120 km/h und mehr alle diejenigen Zugbeeinflussungssysteme ausscheiden werden, die in der Zahl ihrer Kontrollpunkte zwischen Vor- und Hauptsignal beschränkt sind, z. B. auch Systemlösungen mit punktwiser angehängter Geschwindigkeitskontrolle, und daß vorläufig nur die reine punktwise Geschwindigkeitskontrolle von der Strecke aus mit gegebenenfalls beliebig vielen Kontrollpunkten eine hinreichende Überwachung der Fahrgeschwindigkeit zu gewährleisten verspricht.

Rundschau.

Allgemeines.

Verknüpfung der Verkehrsmittel zwecks rascher Stückgutbeförderung in Amerika *).

Auf der Strecke St. Louis—Texarkana—Shreveport verkehrt seit Oktober 1931 der schnellste Güterzug Amerikas, genannt „Blue Streak“. Große Fahrgeschwindigkeiten des Zuges auf der ohne Halt durchfahrenen Hauptstrecke zwischen wichtigen Knotenpunkten mit kurzen Aufenthalten für deren Verkehrsbedienun, sowie zweckmäßige Abstimmung der Fahrpläne und Anschlüsse der von diesen Knotenpunkten ausstrahlenden Zweig-

linien und der Güterkraftwagenlinien nach den Zwischenstationen der Hauptstrecke ermöglichen es, eilige Güter schon am Tage nach ihrer Auflieferung selbst bei sehr großen Beförderungsweiten ihrem Empfänger zuzustellen. Die Einrichtung dieses Schnellgüterzuges ist ein erfolgreicher Versuch der Bahngesellschaft zur Bekämpfung des Kraftwagenwettbewerbs.

Durch die zweckmäßige Zusammenarbeit mit 17 Güterkraftwagenlinien, große Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung von Personenzuglokomotiven, kurze Aufenthalte auf den Haltestationen ist die Bedienung der Kunden im Stückgutverkehr auf große Entfernungen rascher möglich als im reinen Kraftwagenverkehr. Sorgfältige Wagenauswahl, Wagenausrüstung und

*) Nach Rly. Age 1932, Heft 14 vom 2. April.

Wagenunterhaltung des 15 bis 25 Wagen starken Güterzuges schränkt Betriebsstörungen durch Heißläufer bei den langen ohne Halt durchfahrenen Strecken ein.

In der Hauptsache handelt es sich dabei um die Beförderung von Gütern, die der „Blue Streak“ anbringt und die für die Bahnhöfe und Orte an seiner Hauptstrecke und seitlich davon liegenden Verkehrsgebiete bestimmt sind. Unmittelbar nach dem Aussetzen der Wagen mit Sendungen für die Unterwegs- und Seitenorte werden diese auf Güterkraftwagen und auf Wagen der Zweig-



linien umgeladen, wobei der Behälterverkehr vorteilhaft zur Verwendung kommen kann; die Güter erreichen auf diese Weise raschestens ihre Zielorte.

Nachstehend der Fahrplan des „Blue Streak“:

	Std. Min.	Station	Entfernung in km
Abfahrt	18,00	St. Louis, Florida St.	0,00
Abfahrt	19,10	St. Louis, Ill.	9,12
Ankunft	22,10	Illmo	211,20
Abfahrt	22,15	Illmo	—
Ankunft	24,00	Malden, Ark	315,20
Ankunft	0,30	Rector	359,52
Ankunft	1,37	Jonesboro	422,24
Abfahrt	1,45	Jonesboro	—
Ankunft	4,25	Stuttgart	595,84
Ankunft	5,15	Pine Bluff	644,16
Abfahrt	5,30	Pine Bluff	—
Ankunft	7,03	Fordyce	713,44
Ankunft	8,15	Camden	761,60
Ankunft	10,10	Lewisville	844,80
Ankunft	11,45	Texarkana, Ark	892,64
Ankunft	12,50	Shreveport	944,00

Der Güterzug hat sonach eine Reisegeschwindigkeit von 50 km/h über eine Strecke von fast 1000 km. Die Ankunftszeiten der Sendungen auf den Endpunkten der Zweiglinien sind in der Skizze angegeben.
S pamer.

Ein Eisenbahnbau in China.

Trotz der politischen Wirren und der kriegerischen Ereignisse in China ist der Bau der Eisenbahn Hangtshou—Lanchi nicht zum Stillstand gekommen. Auf den ersten 122 km ist

der Betrieb bereits im Gange, und es wurde erwartet, daß er im Frühjahr 1932 auch auf der Strecke bis Lanchi, das von Hangtshou 201 km entfernt ist, eröffnet werden könnte.

Der Bau bietet mancherlei Schwierigkeiten, die in anderen Ländern nicht auftreten. So zwang der Stand der chinesischen Währung dazu, wo es irgend anging, nur chinesische Baustoffe zu verwenden. Das führte dazu, daß an Stelle von Holzbrücken, die geplant waren, Bauwerke aus Beton ausgeführt wurden, und daß ferner an Stelle von Stahlrohren ebenfalls Beton für die Durchlässe verwendet wurden. So hat in bezug auf die Dauerhaftigkeit und die Unterhaltungsarbeiten die Eisenbahn sogar einen Vorteil von dieser Beschränkung auf einheimische Baustoffe. Da mit den vorhandenen Hebezeugen keine größeren Betonrohre als solche von 1,2 m Durchmesser gehoben werden konnten, mußten Durchlässe, bei denen dieser Querschnitt nicht ausreichte, so gebildet werden, daß bis zu vier solcher Rohre nebeneinander gelegt wurden. Aus Beton gestampfte Durchlässe wurden nach Regelformen ausgeführt, damit man die Schalungen, für die das nötige Holz nur schwer zu beschaffen war, wiederholt verwenden konnte.

Für einige Durchlässe von 3,7 m und 4,9 m Weite konnte der Zement für die Gewölbe nicht schnell genug herangeschafft werden, nachdem die Widerlager etwa bis in Kämpferhöhe fertiggestellt waren. Da aber das Gleis über die Baustelle hinaus vorgestreckt werden mußte, um den Bau jenseits des Durchlasses nicht aufzuhalten, half man sich auf eigenartige Weise. Man errichtete auf dem fertigen Teil des Widerlagers Betonsäulen, für die man die leeren Zementfässer als Schalung benutzte, und führte diese Säulen mit einem hölzernen Aufsatz so hoch, daß unter den Balken, die als einstweiliger Überbau über sie gelegt wurden, genügender Raum blieb, um die Gewölbe herzustellen. Die Säulen bildeten dann einen Teil des Betons der Widerlager. Der einstweilige Überbau blieb so lange erhalten, bis der Beton des Gewölbes ausreichende Festigkeit besaß, um die Last aufzunehmen.

Die Baustoffe wurden zum Teil zu Wasser bis in die Nähe der Baustelle gebracht; das war mit erheblichen Schwierigkeiten und infolgedessen mit hohen Kosten verbunden. Die Kosten für die Beförderung des Zements betragen z. B. ungefähr die Hälfte des Preises, zu dem er in Shanghai eingekauft worden war. Besondere Schwierigkeiten boten auch die chinesischen Grabstätten, die bekanntlich unantastbar sind, und auch Stadtmauern mußten möglichst unberührt bleiben.

Sobald die Eisenbahn bis Lanchi fertiggestellt ist, soll sie um weitere 170 km bis Yushan verlängert werden. Der erste Teil dieser Strecke führt in einem Flußtal hin, doch muß dann ein Gebirge überschritten werden.

Der Unterbau der Neubaustrecke, Durchlässe, Brücken u. dergl. ist für schwere Verkehrslasten eingerichtet; beim Oberbau hat man aber sparen wollen und Schienen von 17,5 kg/m Gewicht verwendet, da zunächst die Höchstlast eine 8,6 t schwere Lokomotivachse ist. Macht später der Verkehr schwerere Betriebsmittel nötig, so kann der Oberbau leicht verstärkt werden.

Am 1. Juni 1931 wurde die erste 32 km lange Teilstrecke der neuen Eisenbahn dem Verkehr übergeben; nach und nach wurde der Verkehr auf 128 km ausgedehnt. Diese Verlängerung hatte einen sehr günstigen Einfluß auf den Verkehr. Hatten die Einnahmen auf der ersten 32 km langen Teilstrecke täglich nur 1,39 Silberdollar/km betragen, so stiegen sie bei Ausdehnung des Verkehrs auf 128 km nach und nach auf 10,19 Silberdollar/km. Während anfangs die Einnahme im wesentlichen aus dem Personenverkehr berrührte, entwickelte sich allmählich ein beachtlicher Güterverkehr, und man erwartet für die Zukunft seine weitere Zunahme.

Der Bau und Betrieb wird ausschließlich von Chinesen geleitet, die jedoch z. T. ihre Bildung im Auslande genossen haben; nur als beratender Ingenieur wurde ein Amerikaner zugezogen.
Wernekke.

Ölleitungen und Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten.

Neben den Wasserstraßen und dem schärfsten Wettbewerber der Eisenbahn, dem Kraftwagen, haben in Amerika auch die Fernleitungen für Öl und Gas den Eisenbahnen in den letzten Jahren steigenden Abbruch getan. In den Vereinigten Staaten

bestehen allein für die Förderung von Rohöl bereits Leitungen zwischen den Gewinnungs- und Verarbeitungsstellen einerseits und den Verschiffungsstellen andererseits von zusammen rund 170000 km Länge. Während bis vor wenigen Jahren sich die Benutzung von Leitungen an Stelle der Eisenbahn zur Beförderung von brennbaren Flüssigkeiten noch auf Rohöl und die daraus unmittelbar hervorgehenden Produkte beschränkte, bestehen nun auch für Benzin Leitungen von rund 6000 km Länge. Nur ein geringer Teil dieser Leitungen unterliegt staatlichen Abgaben; bei dem im Privatbesitz befindlichen größten Teil ist dies nicht der Fall. Der Verkehrsverlust, der der Eisenbahn durch die Öl- und Benzinleitungen entsteht, wird noch gesteigert durch die Verkehrsumlagerungen, die durch das gleichfalls umfangreiche Netz

von Gasleitungen zur Verteilung der reichen Vorkommen an Naturgas herbeigeführt wurden. Das Netz der Naturgasleitungen umfaßt auch rund 100000 km und sie versorgen rund fünf Millionen Hausverbraucher, von der industriellen Verwertung ganz abgesehen. Dies hat natürlich zur Folge gehabt, daß in den Gebieten, in denen infolge des nahen und billigen Vorkommens an Naturgas für Industrie und Hausbrandzwecke allein dieses verwendet wird, die früher der Eisenbahn obliegenden Kohlentransporte ausnehmend zurückgegangen sind. Der Ausbau des Netzes an Öl-, an Benzin- und an Naturgasleitungen hat den amerikanischen Eisenbahngesellschaften einen beträchtlichen Teil ihres wichtigsten Massengüterverkehrs genommen. G—r.

(Rly. Age 1932.)

Lokomotiven und Wagen.

Ein Gelenktriebwagen von 900 PS Leistung.

Die Entwicklung des Motortriebwagens geht immer weiter in der Richtung stärkerer Motorleistungen. So hat vor kurzem die Atchinson, Topeca und Santa Fe-Eisenbahn einen Motortriebwagen mit elektrischer Kraftübertragung von 900 PS Motorleistung in den Dienst gestellt. Es ist ein Gelenkwagen von 27,4 m Länge und einem Leergewicht von 111 t, der auf drei zweiachsigen Drehgestellen mit Stahlgußrahmen ruht. Der Triebwagen soll sehr mannigfaltigen Betriebsaufgaben wirtschaftlich gerecht werden: Er soll einerseits auf Nebenbahnen und im gemischten Dienst auch schwerere Züge mit mittleren Geschwindigkeiten befördern, andererseits bei leichter Anhängelast auf Hauptstrecken sehr hohe Geschwindigkeiten von über 130 km/h erreichen können. Für amerikanische Verhältnisse ist die Verwendung der Gelenkbauart für Motortriebwagen neuartig; der vordere, 9 m lange Teil enthält nur den Maschinenraum, der hintere, doppelt so lange, nur Gepäck- und Expreßguträume. Der Personenbeförderung dienen ausschließlich Anhängewagen. Es handelt sich also eigentlich mehr um eine Motorlokomotive mit darin untergebrachtem Gepäckraum und Güterraum.

Die eigentlichen kennzeichnenden Vorteile des Triebwagens beginnen freilich bei einer solchen Bauart bereits wieder zu verschwinden — die stark wechselnde Anhängelast bedingt oft unwirtschaftlich geringe Ausnutzung der Motorleistung, genau wie bei einer Lokomotive. Hier scheinen die betrieblichen Wünsche nach möglichst vielseitiger Verwendbarkeit in zu weitgehendem Maße mitgesprochen zu haben.

Der Motor hat zwölf V-förmig angeordnete Zylinder von 900 Umdrehungen/Min. Angetrieben werden nur die Achsen des vorderen und mittleren Drehgestelles. Im hinteren Teil des Triebwagens ist für die Heizung der zu befördernden Personenwagen ein stehender Dampfkessel mit völlig selbsttätiger Arbeitsweise aufgestellt. Das Untergestell des vorderen Wagenkastens mit der Motor- und Generatorlagerung wird nach der üblichen amerikanischen Bauart durch ein einziges Stahlgußstück gebildet. Ebenso ist das Untergestell des hinteren Wagenteils ein einziges Gußstück; beide greifen ähnlich wie bei den in Deutschland bekannten Jakobs-Gelenkdrehgestellen ineinander. Der Wagen wird nur in einer Fahrtrichtung verwendet. Die Belastung der drei ebenfalls ganz aus Stahlguß bestehenden Drehgestelle beträgt 47,5 t bei dem vorderen Drehgestell unter dem Maschinenraum, 41 t auf dem Gelenkdrehgestell und 22,5 t auf dem hinteren, bei leerem Wagen. Die Bremsung der vier vorderen angetriebenen Achsen erfolgt durch vier Druckluftzylinder, die an den Rahmen der beiden Drehgestelle befestigt sind, und deren jeder auf die beiden Räder einer Drehgestellseite wirkt, so daß alle Bremsgestänge unter dem Wagen vermieden und der Raum für die Unterbringung der elektrischen Apparate und der Tanks für Wasser und Brennstoff verfügbar ist. G—r.

(Rly. Age 1932.)

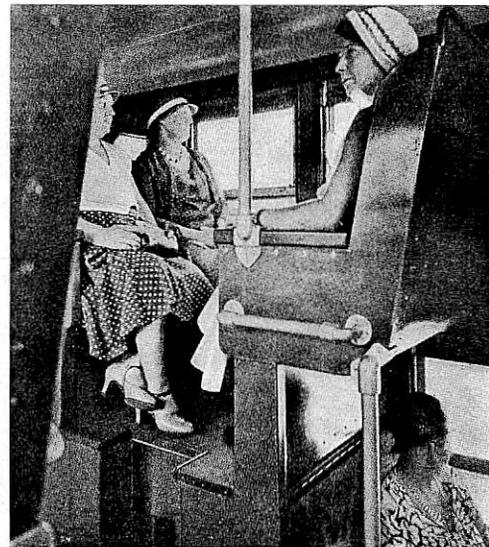
Tief- und Hochsitz-Wagen im Vorortverkehr.

Die Long Island Eisenbahn hat im August dieses Jahres einen Versuchswagen mit hoch- und tiefliegenden Sitzreihen in ihren Vorortdienst eingestellt. Der neue Wagen enthält 120 Sitzplätze, während die bisher verwendeten nur 76 Sitze aufweisen. Die Wagenhöhe gemessen über Schienenoberkante beträgt etwa 4267 mm.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXX. Band. 4. Heft 1933.

Beim Bau des neuen Wagens wurde Aluminium in weitestem Umfang verwendet, so daß das Eigengewicht bezogen auf den Sitzplatz nur noch 272 kg beträgt gegenüber 449 kg bei den alten Wagen.

Mit Rücksicht auf den häufigen Wagenwechsel der Reisenden wurde davon abgesehen Doppeldeckwagen einzuführen und eine neue Wagenbauart mit erhöhten und vertieften Sitzen entwickelt (s. Abb.). Die Sitze sind so angeordnet, daß die Reisenden zu den unteren Sitzplätzen aus dem gemeinsamen Gang eine Stufe abwärts treten und zu den oberen Sitzreihen eine Stufe emporsteigen. Der Fußboden der unteren Sitzreihe liegt 305 mm unter dem Gang. Um den Reisenden die Benutzung der Plätze zu erleichtern, sind zahlreiche Handgriffe angebracht.



Blick in das Wageninnere.

Die Stufen besitzen gleitsichere Aluminiumtritte. Zwischen zwei Sitzbänken befinden sich jeweils zwei Gepäcknetze.

Bemerkenswert ist die Lüftung des Wagens. Der Wagen hat Doppeldach mit Spezialisierung unter dem Oberdach und der Wagendecke. Zwischen den Decken befindet sich ein Luftraum, in den die aus dem Wageninneren durch Öffnungen austretende Luft entweicht. Das Oberdach bricht kurz vor den Wagenenden ab und schafft so der Außenluft Zutritt in diesen Zwischenraum. Während der Fahrt drückt die Luft durch die vordere Dachöffnung herein, reißt die Abluft des Wagens mit sich und wird an der hinteren Dachöffnung abgesaugt. Der Wagen wird außerdem noch durch besondere Luftsauger auf dem Oberdach entlüftet. Ks.

(Railway Age, August 1932.)

Raupenschlepper als Zugmotor von Schienenfahrzeugen.

In Heft 25/26 der Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereins 1932 berichtet Ing. Dr. E. Stenczel über die Verwendung von Raupenschleppern als Zugmaschinen bei Feld- und Industrie-Eisenbahnen. Diese Antriebsart wird haupt-

sächlich dort mit wirtschaftlichem Erfolg angewendet werden, wo Lasten über steile Rampen zu befördern sind. Der Raupenschlepper gestattet eine steile, kurze Linienführung, so daß die Baukosten infolge Verkürzung der Strecke erheblich herabgesetzt werden. Auch die Beförderungszeit wird trotz der geringen Geschwindigkeit des Schleppers (2 bis 8 km/h) bei Steigungen über 50⁰/₀₀ kürzer sein, als bei Lokomotivbetrieb, weil der Weg bedeutend kürzer ist. Bei der geringen Spurweite der Feldbahnen laufen die Raupen des Schleppers zu beiden Seiten der Schienen auf dem etwas verbreiterten und bis zur Schienenoberkante aufgeschütteten Schotterbett. Auch einseitiger Zug des Schleppers ist behelfsweise möglich. Schwierigkeiten bereitet die Lenkung des Schleppers in Krümmungen. Hier ist man vorerst noch auf

die Geschicklichkeit des Fahrers angewiesen, denn die selbsttätigen Lenkvorrichtungen sind über das Versuchsstadium noch nicht hinausgelangt. Bei der Linienführung sind deshalb kurze enge Bögen langen schwachen Kurven vorzuziehen. Auch Kehrbögen werden vorteilhaft durch Spitzkehren ersetzt. — Der Verfasser gibt auf Grund seiner Untersuchungen an, daß das wirtschaftliche Optimum, das für den Lokomotivzug bei etwa 20⁰/₀₀ Steigung zu suchen ist, für den Raupenschlepperzug bei etwa 80⁰/₀₀ Steigung liegt. — Eine mit Raupenschleppern betriebene Bahn ist seit etwa 6 Jahren in der jugoslawischen Holzindustrie in Betrieb. Ähnliche Anlagen sind in größerem Umfang in den englischen Kolonien zu finden und führen dort die Bezeichnung „Road-Rail“. Lettau.

Bücherschau.

Franco-Labrijn, Verbrennungsmotor-Lokomotiven und Triebwagen. Verlag: Martinus Nijhoff, Haag. Preis: 6 Gulden.

Das Buch gibt eine umfangreiche Übersicht über die während der letzten zehn Jahre geleistete Entwicklungsarbeit an den genannten Fahrzeugen. Während in den ersten Kapiteln die grundsätzlichen Aufbauteile eines jeden Verbrennungsmotor-Fahrzeugs, nämlich Motor und Kraftübertragung (Getriebe) nach ihren verschiedenen Systemen behandelt werden, wobei die eingehende wissenschaftliche Erörterung der verschiedenen Einzelprobleme absichtlich unterblieb, folgen in den weiteren Kapiteln ausführliche Einzelbeschreibungen ausgeführter Diesellokomotiven, Kleinlokomotiven und Verbrennungsmotortriebwagen der verschiedenen Länder. Weiter ist eine Darstellung der Motorleistungsberechnung für Triebwagen und eine Schlußbetrachtung über das Problem der Traktion mit Diesel-Großlokomotiven, insbesondere aber der mit Verbrennungsmotor-Triebwagen angefügt. Eine weiter beigegebene, erschöpfende, auch die ausländischen Quellen umfassende Literaturübersicht, in der auch die zahlreichen in den verschiedenen Fachzeitschriften zerstreut erschienenen Artikel erfaßt sind, ist besonders wertvoll.

Die Verfasser sind, wenigstens bei den grundsätzlichen Betrachtungen, stets auch kritisch vorgegangen und haben die Vor- und Nachteile der einzelnen Antriebssysteme verschiedentlich einander gegenübergestellt. Daß dies nur in allgemeinen Leitsätzen erfolgen konnte, daß insbesondere Mitteilungen über Erfahrungen mit den einzelnen ausgeführten Bauarttypen und Berichte über deren Weiterentwicklung fehlen, ist an und für sich zu bedauern. Aber es dürfte tatsächlich unmöglich sein, Material in dieser Hinsicht von den verschiedenen hierfür in Betracht kommenden Seiten zu erhalten. Auffallend ist, daß eine Richtung der Entwicklung, nämlich die Anwendung des Leichtbaues für Triebwagen, die doch ohne Zweifel einen wesentlichen Fortschritt in der technischen Lösung des Triebwagenproblems darstellt, wenig hervorgehoben ist. Auf eine Unklarheit bei Bestimmung der Motorleistung für Triebwagen muß noch aufmerksam gemacht werden, weil sie auch anderweitig in der Literatur zu finden ist. Bei Errechnung der Motorleistung aus Zugkraft und Geschwindigkeit muß auch der Wirkungsgrad der Kraftübertragung berücksichtigt werden, sofern dies nicht schon in der für den Laufwiderstand angewendeten Formel geschehen ist. Im Buche fehlt diese Angabe; z. B. ist nicht vermerkt, ob die Auslaufversuche mit eingeschalteten Getriebe oder ohne dieses durchgeführt wurden.

Man darf behaupten, daß den Verfassern, zwei führenden Fachleuten der niederländischen Bahnen, die Aufgabe, die sie sich stellten: ein Nachschlage- und Orientierungsbuch für jeden zu schaffen, der sein Interesse der Verwendung von Verbrennungsmotoren für die Zuförderung bei Voll- und Kleinbahnen zuwendet, gelungen ist. Andererseits ist es auch für den mit dem Gegenstand schon Vertrauten wertvoll, all das bisher in seinem Fachgebiet Geleistete lückenlos in Buchform zusammengefaßt zu sehen.

Besonders erwähnenswert ist die reichhaltige Ausstattung

des Buches mit ausgezeichnet wiedergegebenen Konstruktionszeichnungen und Abbildungen, die das Verständnis wesentlich erleichtern.
Dr. Friedrich.

Die Gründung von Masten für Freileitungen und für Bahnfahrleitungen und Bahnspiseleitungen (Die Befestigung von Masten im Erdboden mittels Block- und Stufenfundamenten und Schwellen unter Berücksichtigung der Fundamentausnutzung, des zulässigen Bodendruckes, der Gründung in Böschungen) von Max Süberkrüb, Regierungsbaumeister. Mit 42 Textabbildungen und 19 Zahlentafeln. Berlin 1932. Verlag von Julius Springer.

Der angeführte Beitrag zum Schrifttum über Mastgründungen macht uns mit einem neuartigen Berechnungsverfahren bekannt. Wie der Verfasser ausführt, hatte Mohr, gestützt auf die Versuche von Engels, eine Formel für die Gründungstiefe von Mastfundamenten entwickelt, die der Einspannung des Fundaments im umgebenden Erdreich Rechnung trägt. Fröhlich hat nun die gemessenen Mastmomente einer Versuchsreihe verglichen mit den aus der Mohrschen Einspannungsformel sich errechnenden Mastmomenten und hat für verschiedene Fundamentformen Verhältniszahlen aufgestellt. Auf Grund dieser Verhältniszahlen hat er Bemessungsformeln entwickelt, die eine wesentliche Verbesserung gegenüber den vorher üblichen Verfahren bedeuten. Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß auch diese Formeln bei kleinen Mastmomenten zu große, unwirtschaftliche Fundamente, bei großen Mastmomenten aber zu kleine Fundamente ergeben. Veranlaßt durch diese Erkenntnis zeigt der Verfasser, nachdem er zuerst Allgemeines über Mastgründungen und Verhalten des Untergrundes, sowie einen Rückblick auf die bisher üblichen Berechnungsverfahren gebracht hat, daß die Verhältniszahlen von Fröhlich zu Unrecht ganz allgemein — also auch bei Bodenarten und Gründungstiefen, die von denen der Fröhlichschen Versuchsreihe abweichen — bei der Bemessung von Mastfundamenten zugrunde gelegt werden. Alsdann entwickelt er zunächst unabhängige Formeln für Einspannungs- und Sohlenwiderstandsmoment, die den Einfluß von Bodenart und Gründungstiefe berücksichtigen und faßt diese Formeln dann zusammen in einer vereinfachten Formel für das Gesamtmoment.

Eine Reihe von Tabellen und Schaubildern erleichtert die Anwendung dieses Berechnungsverfahrens. Nach kurzem Eingehen auf Schwellen- und Pfahlgründungen schließt das Werkchen mit handwerksmäßigen Anleitungen über Eisenbewehrung, über Aufbereitung und Einbringen des Betons sowie mit Angaben über Mischungsverhältnisse.

In Anbetracht der großen Bedeutung, die dem Gebiet der Mastgründungen bei dem unaufhaltsamen Fortschreiten der Elektrisierung zukommt, wäre zu wünschen, daß dieses neue Berechnungsverfahren durch möglichst zahlreiche Beobachtungen erhärtet wird. Es sollte daher jeder Ingenieur der auf dem genannten Gebiet tätig ist, sich mit diesem Verfahren vertraut machen.
Becker, RR.

Berichtigung

zu Petersen: „Der Übergangsbogen im Eisenbahngleis“, Organ 1932, Heft 22, Seite 420:

In den Gleichungen 54) ist versehentlich statt des Achsdruckes der Raddruck eingesetzt. Die Gleichungen lauten

richtig:

54) $S \sim 0,04 \cdot 17 \sim 0,7 t$ ist unbedenklich,
 $S \sim 0,08 \cdot 17 \sim 1,4 t$ die Grenze des Zulässigen.
Die Folgerungen aus den Gleichungen 54) ändern sich nicht.