

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

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

93. Jahrgang

15. Juli 1938

Heft 14

Der Fahrtenabhängigkeitsplan für große Personenbahnhöfe *).

Von Reichsbahnbauassessor Ernst Behr, Berlin.

Hierzu Tafel 19 und 20.

I. Einleitung.

Der Wunsch nach zweckmäßigen Darstellungen des Betriebsablaufs auf den Bahnhöfen in Form sogenannter Betriebspläne besteht bei den Eisenbahnverwaltungen und den Eisenbahnwissenschaftlern schon lange. Besonders erwuchs dies Bedürfnis bei den Personenbahnhöfen aus den betrieblichen Schwierigkeiten, die durch die ständige Verkehrszunahme der letzten Jahre vielerorts entstanden sind. Während bei den Personenbahnhöfen die Leistungsfähigkeit der Bahnsteig- und sonstigen Gleise für Aufstellung von Zügen und Fahrzeugen einerseits und der freien Strecke andererseits meist bekannt ist oder sich verhältnismäßig leicht ermitteln läßt, bereitet es stets große Schwierigkeiten, die Aufnahmefähigkeit der die Strecke mit den Bahnsteiggleisen verbindenden Weichenbezirke festzustellen. Hier muß eine Methode zur Anwendung kommen, bei der die gegenseitigen Beeinflussungen der Zug- und der Rangierfahrten innerhalb der vorgenannten Bezirke abhängig von der Zeit dargestellt werden.

Die bisher bekanntgewordenen Verfahren sind hierfür nicht oder nur teilweise brauchbar. Die Methoden von Heinrich¹ und Honemann² stellen im wesentlichen Besetzungspläne von Gleisen und Gleisabschnitten dar und scheiden deshalb von vornherein aus. Die Betriebspläne für Verschiebebahnhöfe von W. Müller³ kommen für Personenbahnhöfe nicht in Betracht. Der Vorschlag von Fröhlich^{4, 5}, den Betrieb eines Bahnhofs experimentell an einer Modellanlage abzuwickeln, erscheint für den vorliegenden Zweck nicht ohne weiteres geeignet, da nicht ersichtlich ist, wie die Abhängigkeiten der Betriebsvorgänge aufgezeichnet, d. h. in einem Betriebsplan dargestellt werden sollen. Die Bewegungsvorgänge können statt an einem Modellbahnhof mit lichttechnischen Einrichtungen ebensogut auf dem Lageplan des Bahnhofs mit sogenannten Zeitstreifen verfolgt werden⁶. In den Betriebsplänen von Ammer⁷ und Grabig⁸ kommen zwar Fahrtenausschlüsse zur Darstellung, jedoch auch unter Verwendung der zeitlichen Belegung von Gleisabschnitten, Kreuzungen usw. Dadurch werden die Betriebspläne bei großen Anlagen unübersichtlich und zu schwerfällig im Gebrauch, da man beim Lesen des Planes stets den Lageplan zu Hilfe nehmen muß. Erwähnt sei noch das Verfahren von Schachmeyer⁹ (Weichenbelastungspläne), das sehr unständig ist und deshalb nur wenig praktische Bedeutung hat.

II. Das Verfahren.

In dem in der Folge entwickelten Verfahren wird ein Betriebsplan derart aufgebaut, daß einerseits die Besetzungspläne für die Bahnsteig- und sonstigen Gleise beibehalten, andererseits aber statt der Belegung der Fahrtenkreuzungspunkte die gegenseitigen Ausschlüsse der Fahrten selbst in ihrem zeitlichen Ablauf dargestellt werden. Dieser Plan wird, da aus ihm die Abhängigkeiten der Betriebsvorgänge untereinander — wie aus einer Verschlusstafel die der Fahrstraßen — hervorgehen, „Fahrtenabhängigkeitsplan“ genannt.

*) Dr.-Ing.-Dissertation der Technischen Hochschule Berlin.

A. Grundlagen.

W. Müller gibt in seinem Buche „Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen“ die Grundlagen für die Aufstellung von Betriebsplänen für Eisenbahnanlagen. Der Grundgedanke ist, daß alle Betriebsvorgänge so weit unterteilt werden, daß die Zeitwerte für diese Teile der Betriebsvorgänge (Elemente) unabhängig von der Örtlichkeit werden. Aufgabe ist es, die Zeitdauer dieser Betriebselemente zu ermitteln, aus diesen die Zeiten für die Betriebsvorgänge zusammenzustellen (Summierung) und aus diesen wieder den Betriebsplan zu bilden (Kombination). Für die Gewinnung der Zeiten für die Betriebselemente dienen, soweit es sich um Elemente der Bewegung handelt, die Methoden der Fahrzeitermittlung; die Zeiten der Elemente des Stillstandes sind durch Beobachtungen (Zeitaufnahmen) und Mittelbildung aus den Beobachtungswerten festzustellen.

B. Grundbegriffe.

Als „Betriebsvorgänge“ werden alle irgendwie abgeschlossenen Fahrten innerhalb des betrachteten Bahnhofbezirks bezeichnet. Zugfahrten sind danach immer Betriebsvorgänge, Rangier- und Lokomotivfahrten nur dann, wenn am Ende der Fahrt ein bestimmter betrieblicher Zweck erreicht ist. Es gibt ein- und mehrteilige Betriebsvorgänge, je nachdem, in wieviel „Gängen“ der Betriebszweck erreicht wird. Z. B. ist das Umsetzen eines Kurswagens: Vorziehen aus Gleis x nach Gleis y und Zurückdrücken von Gleis y nach Gleis z (zwei Gänge) ein zweiseitiger Betriebsvorgang.

Jeder einteilige Betriebsvorgang oder Teil eines mehrteiligen Betriebsvorganges wird nach dem unter A erwähnten Grundsatz so unterteilt, daß die Zeitwerte der einzelnen Teile allgemein, d. h. für jeden beliebigen Ort gültig werden. Die so gewonnenen Einzelglieder der Betriebsvorgänge heißen „Betriebselemente“. Es gibt Betriebselemente des Stillstandes und der Bewegung. Die Zeiten für die erstgenannten liegen ein für allemal fest, z. B. das Umstellen einer Weiche, Bedienen eines Blockfeldes u. a. Die Betriebselemente der Bewegung sind die eigentlichen Bewegungsvorgänge der Zug- und Rangierfahrten, kurz „Fahrvorgänge“ genannt. Diese sind zwar von der Örtlichkeit abhängig, können aber bei Kenntnis der vorhandenen Streckenverhältnisse im voraus angegeben werden.

C. Grenzen des Abhängigkeitsbezirks.

Für den zu untersuchenden Bahnhof sind die Grenzen des Bezirks festzulegen, innerhalb dessen alle vorkommenden Betriebsvorgänge im Betriebsplan erfaßt werden sollen. Dieser Bezirk wird „Abhängigkeitsbezirk“ genannt. Da das Ziel die Beantwortung der Frage ist, ob die vorgesehenen Zug- und Rangierfahrten sich durch die Gleisanlage durchbringen lassen, muß der auszuwählende Bahnhofsteil die Kreuzungs- und Berührungspunkte der zu betrachtenden Betriebsvorgänge umfassen. Vor allem werden das die Verzweigungen und Kreuzungen der Hauptgleise untereinander sowie die Kreuzungen der Rangiergleise mit den Hauptgleisen sein („Kreuzungspunkte 1. Ordnung“).

Im Beispiel Tafelabb. 1, der Ostseite eines kleinen Durchgangsbahnhofs, würde der schraffierte Teil alle Kreuzungspunkte 1. Ordnung enthalten. Kreuzungen und Berührungen der Rangierfahrwege untereinander, in Tafelabb. 1 z. B. die doppelte Kreuzungsweiche 4 („Kreuzungspunkte 2. Ordnung“) können, wenn sie nicht sehr stark belastet sind, unberücksichtigt bleiben, weil die hierbei auftretenden Hemmungen keinen unmittelbaren Einfluß auf die Zugfolge haben.

D. Zusammenstellung der Betriebsvorgänge.

Der Abhängigkeitsbezirk in Tafelabb. 1 werde durch folgende Betriebsvorgänge belastet:

I. Zugfahrten.

1. Einfahrt nach Gleis 2 (Fahrt ⑥ — ②)
2. „ „ „ 4 („ ⑥ — ④)
3. Ausfahrt aus „ 1 („ ① — ⑤)
4. „ „ „ 3 („ ③ — ⑤)

II. Rangierfahrten.

5. Fahrt zwischen ③ — ⑦
6. „ „ ④ — ⑦
7. „ „ ① — ⑨
8. „ „ ② — ⑨
9. „ „ ⑧ — ⑨

Die Betriebsvorgänge stellen immer Fahrten zwischen zwei „Eingangspunkten“ (Zahl im Kreis in Tafelabb. 1) dar.

Einzelne der Betriebsvorgänge (abgekürzt: BV) müssen noch je nach der Dauer des Fahrvorganges unterteilt werden, z. B. BV 1 nach 1a (Personenzüge) und 1b (Schnellzüge). Bei den Rangierfahrten ist außerdem nach der Fahrrichtung zu unterscheiden, also z. B. BV 5a: Richtung ③ — ⑦, BV 5b: Richtung ⑦ — ③ usw. BV 1a und 1b sowie 5a und 5b bilden zusammen die „Betriebsvorgangsgruppen“ 1 und 5.

E. Aufbau der Betriebsvorgänge.

Der Aufbau der Betriebsvorgänge aus den Betriebs-elementen, die vorerst als bekannt vorausgesetzt werden, wird zweckmäßig bildlich dargestellt.

Tafelabb. 2 zeigt z. B. die Ausfahrt eines Personenzuges aus Gleis 1 nach K. In den verschiedenen Spalten sind sämtliche mit der Ausfahrt zusammenhängenden Handlungen in ihrer zeitlichen Folge dargestellt. Für jeden an der Zugfahrt beteiligten Stellwerksbeamten ist eine besondere Spalte vorgesehen, und zwar für den Weichenwärter im abhängigen Stellwerk Lo, den Fahrdienstleiter im Befehlsstellwerk Lb, den Blockwärter in der vorgelegenen Zugfolgestelle Bk 6 und den Fahrdienstleiter in der vorgelegenen Zugmeldestelle Kb. Ist ein Stellwerk z. B. mit zwei Beamten besetzt, so sind auch zwei Spalten anzuordnen. Das ist notwendig, weil man nur so beurteilen kann, inwieweit Handlungen von den beiden Beamten gleichzeitig ausgeführt werden können. Eine besondere Spalte ist für die Zugfahrt vorhanden. Der Maßstab der Zeitachse beträgt zweckmäßig 1 mm = 2 Sek. Für die einzelnen Handlungen werden bestimmte Zeichen angewendet, die in Tafelabb. 3 zusammengestellt sind. Durch beige-schriebene Buchstaben und Angabe der Zeiten für die Einzelhandlungen wird die Darstellung noch verständlicher gemacht. In Tafelabb. 2 links sind die Summen aus den Einzelzeiten, die „Sperrzeiten“ für die verschiedenen BV, gebildet. Die Sperrzeit T_1 für die BV 7, 8, 9 (Rangierfahrten) rechnet vom Beginn der Fahrwegprüfung an bis zum vollendeten Zurücklegen des Fahrstraßenhebels b, also von dem Zeitpunkt, wo die zum BV 3a gehörigen Weichen nicht mehr für andere Fahrten verfügbar sind, bis zu dem Augenblick, wo sie wieder verfügbar werden. Im einzelnen setzt sich T_1 zusammen aus dem Bilden der Fahrstraße (t_1), dem Sicherheitszuschlag bei der Ausfahrt (t_{2a}), dem Abfahrtauftrag (t_3), dem Fahrvorgang (t_4) und dem Auflösen der Fahrstraße (t_5). Sperrzeit T_2 für die BV 3 und 4 (Ausfahrten)

rechnet vom Ziehen des Ausfahrtsignals bis zum Eintreffen der Rückblockung. Die Zusammensetzung von T_2 ist ähnlich wie bei T_1 , jedoch schließen sich hier an den Fahrvorgang (t_4) die als Rückmeldung (t_6) bezeichneten Vorgänge an.

Tafelabb. 4 zeigt den Verlauf einer Einfahrt von K nach Gleis 4. Die Spalteneinteilung ist die gleiche wie bei BV 3a, da dieselben Betriebsbeamten an der Zugfahrt mitwirken. Die Sperrzeit T rechnet für die BV 5, 6, 8, 9 (Rangierfahrten) wieder von der Gleisprüfung bis zum Zurücklegen des Fahrstraßenhebels in Lo. Für die BV 1 und 2 (Einfahrten von K) beginnt die Sperrzeit an sich schon mit der Gleisprüfung in Lb (wobei die Vorgänge in Lb und Lo unmittelbar aufeinander folgen) und reicht bis zum Zurücklegen des Fahrstraßenhebels in Lb, weil sich ja die Befehlsabgabefelder für A^1 und A^2 in Lb nicht gleichzeitig blocken lassen. Nun können die Einfahrten von K aber nur in dem Zeitabstand folgen, der durch die Länge der Blockstrecke zwischen Bk 6 und Lo bedingt und jedenfalls wesentlich größer ist, als die Zeiten für das Wechseln der Fahrstraßen A^1 und A^2 auf Lb. Daher kann die Sperrzeit T der BV 5, 6, 8, 9 auch für BV 1 und 2 gelten. (Bedeutung der Zeiten t_1 usw. wie bei der Ausfahrt, t_{2b} = Sicherheitszuschlag bei der Einfahrt.)

Wesentlich einfacher ist der betriebliche Aufbau einer Rangierfahrt, z. B. BV 8a, Absetzen eines Eilgutwagens aus Gleis 2 nach Gleis 11 (② — ⑨), dargestellt in Tafelabb. 5. Man braucht nur je eine Spalte für den Weichenwärter in Lo und für die Rangierfahrt. Durch BV 8a sind zeitweilig gesperrt die Fahrten 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9. Die Sperrung beginnt mit der Fahrwegprüfung für BV 8a, sie ist beendet für BV 1 und 2 mit dem Räumen der Weiche 2b, für BV 3, 4, 7, 8, 9 mit dem Räumen der Weiche 1. Im Gegensatz zu den Zugfahrten, bei denen nach Auflösen der Fahrstraße die gesperrten Fahrten (mit Ausnahme der durch die Streckenblockung verschlossenen Ausfahrten) gleichzeitig frei werden, erfolgt dies bei den Rangierfahrten stufenweise mit dem aufeinander folgenden Räumen der betreffenden Weichen.

F. Festlegung der Betriebsvorgangsbilder.

Die gegenseitigen Ausschlüsse der ermittelten Betriebsvorgänge sollen abhängig von der Zeit im Fahrtenabhängigkeitsplan (abgekürzt: FA-Plan) bildlich dargestellt werden. Der FA-Plan muß also für jeden einzelnen Betriebsvorgang eine bestimmte Darstellung enthalten, aus der die Dauer der Beeinflussung der übrigen Betriebsvorgänge hervorgeht. Zunächst sind diese Darstellungen der Betriebsvorgänge, die sogenannten „Betriebsvorgangsbilder“, die gewissermaßen als „Bausteine“ für den FA-Plan dienen, festzulegen. Sie werden nur einmal aufgestellt und haben, sofern die Gleisanlagen des Bahnhofs nicht geändert werden, dauernde Gültigkeit.

Tafelabb. 6 zeigt einige Betriebsvorgangsbilder für das gewählte Bahnhofsbeispiel. Wie im FA-Plan selbst ist in senkrechter Richtung die Zeit aufgetragen und in waagerechter Richtung eine Unterteilung nach den verschiedenen Betriebsvorgangsgruppen (1, 2 usw.) vorgenommen. Für jede von diesen ist eine Spalte vorgesehen. Eine weitere Untergliederung nach Einzelbetriebsvorgängen (1a, 1b usw.) ist nicht notwendig, da diese ja ein und denselben Fahrweg und infolgedessen auch die gleichen Fahrtenabhängigkeiten haben. Als Maßstab für die Zeitachse wird zweckmäßig 1 cm = 2,5 Min. gewählt.

Jede in den Plan eingetragene Fläche bedeutet nun, daß der Betriebsvorgang oder die Betriebsvorgangsguppe der betreffenden Spalte während einer der Höhe der Fläche entsprechenden Zeit gesperrt ist. Die schwarz ausgefüllten Flächen stellen die Fahrten selbst, die schraffierten Flächen die durch die Fahrten hervorgerufenen Ausschlüsse dar. Bei Zugfahrten wird die fahrplanmäßige Abfahrts- oder Ankunftszeit durch eine strichpunktierte Linie (Bezugslinie) gekennzeichnet.

In Tafelabb. 6 ist im obersten Bild BV 3a (Ausfahrt eines Personenzuges aus Gleis 1) eingetragen, für den die Sperrzeiten in Tafelabb. 2 ermittelt wurden. Aus den Sperrzeiten ergeben sich unter Berücksichtigung des Zeitmaßstabes des FA-Plans die Höhen der Sperrflächen im Betriebsvorgangsbild, so z. B. aus T_1 der Tafelabb. 2 die Flächen der Spalten 7, 8, 9 der Tafelabb. 6; aus T_2 die der Spalten 3 und 4. In der Spalte für BV 3 erscheinen zwei Sperrflächen. Die linke (a) gilt für den Fall, daß die BV 3 oder 4 (Ausfahrten) vorausgehen oder folgen, die rechte (b) für alle übrigen Fälle (Rangierfahrten). Die Abfahrtszeitlinie hat den in Tafelabb. 2 ermittelten Abstand von 87 Sek. von der oberen Kante der Sperrfläche b.

Die in Tafelabb. 5 ermittelte Rangierfahrt ② — ⑨ (BV 8a) ist im zweiten Bild der Tafelabb. 6 dargestellt. In Spalte 8 müßten hier wie im ersten Beispiel zwei Sperrflächen eingetragen werden, eine von 93 Sek. Höhe für den Fall, daß BV 1 oder 2 folgt, und eine andere von 105 Sek. Höhe für folgende BV 3, 4, 7, 8, 9. Da es bei verwickelten Gleisanlagen Fälle gibt, wo hier eine ganze Reihe von verschiedenen hohen Sperrflächen erscheinen würde, wäre eine genaue Darstellung der unteren treppenförmigen Begrenzung der Sperrfläche in Spalte 8 schwierig. Es genügt aber auch, lediglich die obere und untere Begrenzung für vorausgehende oder folgende Fahrten der gleichen Betriebsvorgangsgruppe festzulegen, was durch ein schwarz ausgefülltes Dreieck geschieht. Denn das Ende der Sperrzeit für andere Betriebsvorgänge ist durch die unteren Begrenzungen der schraffierten Flächen in den betreffenden BV-Spalten gekennzeichnet. Bei den Rangierfahrten muß noch angegeben werden, um welche der beiden Fahrtrichtungen es sich handelt. Steht kein Pfeil neben dem schwarzen Dreieck, so ist die im Kopf des Plans angegebene Richtung gemeint, z. B. bei BV 8a: Fahrt in Richtung ⑨ — ②. Ist ein Pfeil vorhanden, so verläuft die Fahrt in der Gegenrichtung, bei BV 8a: Richtung ② — ⑨. Außerdem bedeutet ein voll ausgefülltes Dreieck eine Rangierabteilung, ein Dreieck mit einem weißen Punkt eine alleinfahrende Lokomotive.

An dritter Stelle ist in Tafelabb. 6 das BV-Bild der Güterzugeinfahrt in Gleis 4 (BV 2) gezeigt, das aus Tafelabb. 4 gewonnen wurde. In ähnlicher Weise werden für die übrigen Betriebsvorgänge die BV-Bilder aufgestellt.

G. Vereinigung der Betriebsvorgangsbilder zum Fahrtenabhängigkeitsplan.

Unter Zugrundelegung des Fahrplans wird jetzt aus den Betriebsvorgangsbildern der Fahrtenabhängigkeitsplan gebildet. In Tafelabb. 7 ist für das gewählte Beispiel ein FA-Plan für die Zeit von 16^{00} bis 16^{30} dargestellt. Neben den schwarzen Sperrflächen der Zugfahrten sind die Zugnummern, bei den Rangierfahrten geeignete Angaben über Zusammensetzung und Fahrziel der Rangierabteilung beige beschrieben.

Man sieht in dem Plan zuerst den BV 3a als Personenzug 680, der 16^{03} aus Gleis 1 nach K ausfährt, und man entnimmt, daß die Ausfahrten aus Gleis 1 und 3 (BV 3 und 4) von $16^{01,8}$ bis $16^{07,7}$, die Rangierfahrten 7, 8, 9 von $16^{01,5}$ bis $16^{04,7}$ gesperrt sind. Weiter ist der fahrplanmäßig 16^{10} in Gleis 4 einführende N 7441 (BV 2) eingetragen. Er belegt die durch P 680 gesperrten Spalten 8 und 9 bereits wieder $16^{06,8}$. Ob es möglich ist, in der Zwischenzeit von rund 2 Min. einen Eilgut-Kurswagen von Gleis 2 nach ⑨ zu setzen (BV 8a), läßt der FA-Plan erkennen, wenn man das entsprechende BV-Bild einfügt. Dies ist in Tafelabb. 7 geschehen: wie man sieht, ist die Fahrt möglich und außerdem noch ein Spielraum von 35 Sek. vorhanden.

Die schraffierte Sperrfläche von BV 8a deckt sich in Spalte 4 mit der von BV 3a. Das ist zulässig und hat nur die Bedeutung, daß BV 4 für eine gewisse Zeit sowohl durch BV 3a als auch 8a gesperrt ist. Die Überdeckung der schwarzen

Fläche a von BV 3a mit der schraffierten von BV 8a hat nichts zu bedeuten, da die Fläche a, wie oben gesagt, nur für BV 3 und 4 gilt. Würde man die Fahrt 8a, statt sie unmittelbar auf 3a folgen zu lassen, der Fahrt 2 so weit als möglich nähern, würde also der Zwischenraum in Spalte 2 von 35 Sek. verschwinden, so würde die Spitze des schwarzen Dreiecks von BV 8a in Spalte 8 etwas in die schraffierte Fläche von BV 2 hineinragen. Dies darf auch geschehen, weil die Spitze des Dreiecks ja die untere treppenförmige Begrenzung der schwarzen Sperrfläche ersetzt und, wie oben festgelegt, nur für eine nachfolgende Fahrt 8 gilt.

Tafelabb. 7 zeigt weiter, daß die von der Eilgutanlage zurückkehrende Rangierlokomotive (BV 9b) bis $16^{10,3}$ warten muß, um nach dem eingefahrenen N 7441 nach Gleis 5 zu fahren. Die weiteren Fahrten der Rangierlokomotive, Ansetzen von vier Güterwagen an N 7441 in Gleis 4 (BV 6b) und Rückkehr der Lokomotive nach Gleis 9 (BV 6a), werden weder durch die 16^{15} und 16^{20} durchfahrenden D 73 (BV 1b) und D 16 (BV 3b), noch durch Dg 5008, der 16^{25} ausfährt (BV 4), behindert, weil die zugehörigen Sperrflächen nicht zusammenfallen. Man ersieht aus dem FA-Plan noch, daß Dg 5008 im Blockabstand auf D 16 folgt, da die Sperrflächen der beiden Züge ohne Zwischenraum aneinander stoßen. Die kürzeste Zugfolgezeit ergibt sich aus dem Plan zu 5,0 Min.

Aus dem Gesagten lassen sich folgende Regeln für die Bildung des Fahrtenabhängigkeitsplans aus den Betriebsvorgangsbildern ableiten:

1. Schraffierte Sperrflächen dürfen sich überdecken (Gleichzeitigkeit verschiedener Abhängigkeiten).
2. Schraffierte Sperrflächen dürfen schwarze Sperrflächen nicht überdecken, ausgenommen die Spitzen der Dreiecke der Rangierfahrten und Teile der schwarzen Flächen der Zugfahrten, soweit sie keine Gültigkeit für die vorhergehenden oder folgenden Fahrten haben.
3. Schwarze Sperrflächen dürfen sich nicht überdecken (Gleichzeitigkeit verschiedener Fahrten an gleicher Stelle).
4. Entscheidend dafür, wie weit ein Betriebsvorgang einem anderen zeitlich genähert werden kann, sind die oberen Begrenzungen der schwarzen Sperrflächen (soweit gültig) und die unteren Begrenzungen der schraffierten Sperrflächen.

Wird der Fahrtenabhängigkeitsplan bei sehr großen Anlagen allzu umfangreich, so empfiehlt es sich, unter Umständen mehrere Abhängigkeitsbezirke zu bilden und eine dementsprechende Anzahl von Einzel-FA-Plänen aufzustellen. Die einzelnen Abhängigkeitsbezirke sind dann so gegeneinander abzugrenzen, daß die FA-Pläne möglichst wenig abhängig voneinander werden. Abhängigkeit zwischen zwei FA-Plänen besteht dann, wenn bestimmte Fahrten beide zugehörigen Abhängigkeitsbezirke durchlaufen. Diese Fahrten erscheinen also zugleich in beiden FA-Plänen, was deren Aufstellung erschwert. Sind zu viele solcher Fahrten vorhanden, so ist ein einziger, wenn auch sehr umfangreicher FA-Plan in der Handhabung doch einfacher. Bei Durchgangsbahnhöfen ergibt sich in der Regel für jede Bahnhofseite ein besonderer Abhängigkeitsbezirk; die Abhängigkeit der FA-Pläne beschränkt sich dort auf durchfahrende Züge und zwischen den Bahnhofsseiten verkehrende Rangierfahrten.

III. Ermittlung der Zeitwerte für die Betriebselemente.

Für die Betriebselemente steht eine Reihe von Zeitwerten zur Verfügung, vor allem in den Arbeiten von Hofmann über die Zeiten für das Bedienen der Stellwerksanlagen¹⁰ und von Massute über die Zeiten aus dem Rangierdienst¹¹. Die dort angegebenen Zeitwerte sind jedoch den besonderen Ver-

hältnissen der großen Personenbahnhöfe entsprechend noch in manchen Punkten zu ergänzen.

A. Betriebselemente des Stillstandes.

1. Tätigkeiten der Betriebsbeamten.

a) Die von Hofmann¹⁰ angegebenen Werte für das Umlegen der Weichenhebel bei elektrischen Stellwerken wurden einer Nachprüfung unterzogen, da die Werte zu hoch erschienen. Neue auf dem Befehlsstellwerk des Lehrter Bahnhofs in Berlin durchgeführte Zeitaufnahmen hatten die Mittelwerte

für 1 Hebel	2,5 Sek.,	Zahl der Beobachtungen:	37
„ 2	4,0	„ „	36
„ 3	5,7	„ „	27
„ 4	7,2	„ „	26
„ 5	8,5	„ „	28
„ 6	10,0	„ „	25

zum Ergebnis. Es handelt sich um ein Stellwerk der Bauart VES 1912 mit 78 Weichen- und Gleisperrsignalhebeln, die von zwei Mann bedient werden. In den Werten ist einbegriffen der Weg des Wärters von seinem Standort bis zum ersten umzulegenden Hebel sowie die zwischen dem Umlegen der folgenden Hebel zurückzulegenden Wege. Die genannten Werte ergeben, nach der Hebelzahl aufgetragen, etwa eine Gerade der Gleichung

$$t_n = 1,5n + 1 \text{ [Sek.]}$$

worin

n = Anzahl der umgestellten Weichen und
 t_n = Zeit für das Umstellen von n Weichen ist.

Die angegebenen Werte können auch bei elektrischen Stellwerken anderer Bauarten sowie bei anderen auf den Kopf Bedienungspersonal entfallenden Hebelzahlen verwendet werden, z. B. bei Mehrreihenstellwerken. An sich sind die Umstellungszeiten bei diesen noch etwas kürzer, jedoch fällt der Unterschied bei der Summierung der Zeiten für die Betriebsvorgänge nicht ins Gewicht.

Welche Zahl von Weichenumstellungen man für jeden Betriebsvorgang annehmen soll, geht aus Zahlentafel 1 hervor.

Zahlentafel 1.

Art der Fahrt	Zahl der Weichenumstellungen bei Weichenbedienung durch	
	1 Mann	2 Mann
Zugfahrten	4	3
Rangierfahrten . .	3	2

Dabei ist die der Wirklichkeit entsprechende Annahme gemacht, daß die Weichenhebel nach jeder Zug- oder Rangierfahrt in ihrer jeweiligen Stellung verbleiben. Die Zahlen wurden so gewonnen, daß für einen größeren Bahnhof für jeden Betriebsvorgang die möglichen vorhergehenden Fahrten mit der Zahl der jeweils umzustellenden Weichen ermittelt und dann die Durchschnittszahl der Umstellungen errechnet wurde. Der Gesamtdurchschnitt für alle Zugfahrten einerseits und Rangierfahrten andererseits ergab die Werte der Zahlentafel 1.

b) Für das Umlegen des Fahrstraßensignalhebels von 0° auf 90°, gerechnet vom Beginn der Handlung ohne Weg zum Hebel bis zur vollendeten Umstellung der Vorsignalscheibe oder des Zusatzflügels am Vorsignal wurde aus 31 Beobachtungen ein mittlerer Zeitwert von 4,9 Sek. festgestellt. War kein Vorsignal vorhanden, so betrug die Zeit bis zum vollendeten Auffahrtgehen des Hauptsignalflügels 3,6 Sek. Das Zurücklegen des Fahrstraßensignalhebels von 45° auf 0°, ohne Weg zum Hebel, dauerte im Mittel 1,6 Sek. (27 Beobachtungen). Mit der gleichen Zeit muß man rechnen beim Umlegen des Fahrstraßen-, Befehls- oder Zustimmungshebels von 0° auf 45° sowie beim Zurücklegen des Fahrstraßensignalhebels von 90° auf 45°,

wenn der Signalflügel vorher auf Halt gefallen ist. Muß der Signalantrieb nach der Zurückstellung des Hebels von 90° auf 45° oder von 90° auf 0° noch auf Halt laufen, so sind nach Hofmann 2,9 Sek. anzusetzen.

c) Als Bedienungszeit für Lichtzeichen aller Art, die durch Drücken einer Taste betätigt werden, wie Vorrücksignale u. a., ergab sich aus 30 Einzelbeobachtungen ein Mittelwert von 2,0 Sek.

d) Für das Prüfen der Gleisfreiheit (FV §23)¹² empfiehlt Hofmann 8 Sek. zu rechnen. Gut eingearbeitete Stellwerksbeamte sind aber bei ihrer Tätigkeit an den Sicherungsanlagen laufend über das Frei- oder Besetztsein der Gleise ihres Bezirks unterrichtet, so daß es für sie zur Erfüllung der Forderung der FV fast immer genügt, einen kurzen Blick auf die Gleise zu werfen. Hier wird mit einer Zeit von 5 Sek. gerechnet, was auch für alle Fälle ausreicht, bei denen die Gleisprüfung mit kurzen Wegen verbunden ist.

e) Das Erteilen und Aufnehmen des Abfahrtauftrages bei Zug- und Rangierfahrten (t_3) umfaßt ausschließlich menschliche Tätigkeiten, die unter sehr verschiedenartigen äußeren Bedingungen stattfinden. Dies hat größere Unterschiede der einzelnen Zeitwerte zur Folge. Damit man unter solchen Umständen allgemein gültige Werte erhält, muß eine genügend große Zahl von Beobachtungen vorliegen, die nach den Grundsätzen der Häufigkeitsrechnung auszuwerten sind. Bei Zugfahrten rechnet das betrachtete Betriebselement von der fahrplanmäßigen Abfahrtszeit bis zur ersten Bewegung des Zuges. Tafelabb. 8 zeigt das Ergebnis der auf dem Lehrter, Anhalter und Potsdamer Bahnhof in Berlin durchgeführten Zeitaufnahmen. Es wurde aus 125 Einzelbeobachtungen ein Mittelwert von 15,9 Sek. und eine Streuung der Werte von 10,3 Sek. ermittelt. Bedingung bei diesen Beobachtungen war, daß das Ausfahrtsignal vor der Abfahrtszeit auf Fahrt gestellt war. Bei verspätetem Ziehen des Signals ergab sich aus 29 Einzelwerten eine mittlere Zeitdauer von 11,8 Sek. Bei Rangierfahrten zählt t_3 vom Aufleuchten des Vorrücksignals oder Erteilen des Winksignals, Hornsignals oder mündlichen Auftrags zum Vorrücken bis zum Beginn des Fahrvorganges. Die Beobachtungen hatten für begleitete Rangierfahrten (Tafelabb. 9) bei 93 Einzelwerten einen Mittelwert von 11,5 Sek. und eine Streuung von 6,9 Sek., für unbegleitete Rangierfahrten (Tafelabb. 10) bei 76 Werten einen Mittelwert von 4,9 Sek. und eine Streuung von 1,9 Sek. zum Ergebnis.

2. Haltezeiten (Wendehalte).

Bei mehrteiligen Betriebsvorgängen liegen zwischen den einzelnen Bewegungsabschnitten Haltezeiten, die durch das Umsteuern der Antriebsmaschinen für die Fahrt in entgegengesetzter Richtung entstehen. Für diese Zeiten, die als „Wendehalte“ bezeichnet werden, hat Massute¹¹ eingehende Zeitstudien angestellt. Hier sind von besonderer Wichtigkeit 1. Wendehalt beim Überführen einer Rangierabteilung, wofür 9 Sek., und 2. Wendehalt einer alleinfahrenden Lokomotive, wofür 10 Sek. anzunehmen sind. Für Wendehalte eines Triebwagens oder Triebwagenzuges muß man nach Beobachtungen auf dem Lehrter Bahnhof bei Besetzung beider Führerstände mit 15 Sek., bei Besetzung nur eines Führerstandes je nach der Länge des Triebwagens oder Triebwagenzuges mit 30 Sek. und mehr rechnen.

3. Sicherheitszuschläge.

Die Aus- und Einfahrtsignale der Bahnhöfe müssen eine gewisse Zeitspanne vor der planmäßigen Abfahrtszeit oder der Durchfahrtszeit am Einfahrtsignal auf Fahrt gestellt sein, damit der fahrplanmäßige Lauf der Züge nicht verzögert wird. Bei ausfahrenden Zügen ist diese Zeitspanne, die „Sicherheitszuschlag bei der Ausfahrt“ (t_{2a}) genannt werden

soll, besonders deshalb nötig, damit das Zugbegleit- und Lokomotivpersonal sowie der Aufsichtsbeamte nach Beendigung ihrer Vorbereitungen zur Abfahrt sich ganz auf die Beobachtung der Bahnhofsuhr einstellen können, so daß nach Heranrücken der Abfahrtszeit der Zug so schnell wie möglich in Gang gebracht werden kann. Die tatsächliche Größe dieses Zeitzuschlages t_{2a} ist von vielerlei Einflüssen, wie örtlichen Verhältnissen, Verkehrsstärke, Fahrplanlage, psychologischen Momenten u. a. abhängig, daher außerordentlich verschieden. Es waren infolgedessen besonders zahlreiche Zeitaufnahmen unter möglichst verschiedenartigen Bedingungen notwendig. Sie wurden auf dem Lehrter, Anhalter und Potsdamer Bahnhof in Berlin sowie auf Bahnhof Potsdam durchgeführt: das Ergebnis zeigt Tafelabb. 11. Von 218 ermittelten Werten, die zwischen 0 und 190 Sek. liegen, beträgt das Mittel 65,0 Sek. Die Streuung der Werte ist mit 38,6 Sek. besonders groß.

Der Zeitpunkt, bei dem das Einfahrsignal spätestens auf Fahrt gestellt sein muß, ist der Augenblick, in dem der Lokomotivführer eines fahrplanmäßig einfahrenden Zuges bei Halt zeigendem Einfahrsignal die Dampfzufuhr der Lokomotive abstellen würde. Räumlich entspricht dem nach den Ermittlungen von Hofmann ein Punkt, der — unter der Voraussetzung waagerechter und gerader Strecke — bei Schnellzügen etwa 500 m, bei Personenzügen etwa 200 m vor dem Einfahrvorsignal liegt. Bei gekrümmter oder aus anderen Gründen unübersichtlicher Strecke ist es die Stelle, bei der das Vorsignal zuerst sichtbar wird. Damit mit Sicherheit unnötiges Bremsen des einfahrenden Zuges vermieden wird, zieht der Stellwerksbeamte das Einfahrsignal um eine bestimmte Zeitspanne früher, als der Zug den Punkt 500 oder 200 m vor dem Einfahrvorsignal erreicht hat. Diese Zeitspanne wird „Sicherheitszuschlag bei der Einfahrt“ (t_{2b}) genannt. Die Größe dieses Zuschlages ist wieder sehr verschieden und von ähnlichen Einflüssen wie der Sicherheitszuschlag bei der Ausfahrt abhängig. Besonderen Einfluß hat hier die Örtlichkeit. Ist z. B. die Sicht vom Stellwerk auf den Einfahrtsweg ungünstig, so wird der Zuschlag meist sehr groß gewählt. Die Zeitstudien zur Ermittlung von t_{2b} wurden am Einfahrvorsignal Vm des Lehrter Bahnhofs ausgeführt. Der Punkt, bei dem das Vorsignal dort sichtbar wird, liegt 200 m vor diesem. Es ergaben sich die in Tafelabb. 12 aufgetragenen Werte. Der mittlere Zeitwert beträgt bei 121 Einzelbeobachtungen 12,8 Sek., die Streuung 27,8 Sek.

4. Zusammenstellung der Zeitwerte*).

t_1 Bilden der Fahrstraße	Zeitdauer abgerundet
a) Umlegen der Weichenhebel:	
1 Hebel	3 Sek.
2 „	4 „
3 „	6 „
4 „	7 „
5 „	9 „
6 „	10 „
b) Prüfen der Gleisfreiheit	5 „
c) Umlegen des Fahrstraßen-, Befehls- oder Zustimmungshebels von 0^0 bis 45^0	2 „
d) Umlegen des Fahrstraßensignalhebels von 0^0 bis 90^0 (ohne Vorsignal)	4 „
e) Umlegen des Fahrstraßensignalhebels von 0^0 bis 90^0 (mit Vorsignal)	5 „
f) Bedienen von Lichtzeichen (Vorrück- signalen u. a.)	2 „
t_2 Sicherheitszuschlag	
a) bei der Ausfahrt	65 „
b) bei der Einfahrt	13 „

*) Die Zeiten für t_1 , t_5 und t_6 a) und b) gelten nur für elektrische Stellwerke. Die entsprechenden Werte für mechanische Stellwerke siehe ¹⁰.

t_3 Erteilen und Aufnehmen des Abfahr- auftrages	Zeitdauer abgerundet
a) Zugfahrten	16 Sek.
b) begleitete Rangierfahrten	12 „
c) unbegleitete „	5 „
t_5 Auflösen der Fahrstraße	
a) Zurücklegen des Fahrstraßensignalhebels von 90^0 bis 0^0	3 „**)
b) Zurücklegen des Fahrstraßen-, Befehls- oder Zustimmungshebels von 45^0 bis 0^0	2 „
c) Betätigen einer Auflösetaste	1 „**)
t_6 Rückmeldung	
a) Zurücklegen des Fahrstraßensignalhebels von 90^0 bis 45^0 (wenn Signal auf Halt laufen muß)	3 „**)
b) desgl. (wenn Signalflügel vorher auf Halt gefallen)	2 „
c) Wahrnehmen der Blockvorgänge usw. (nur bei Stellwerken, bei denen Weichenhebel, Signalhebel und Blockfelder von einem Be- amten bedient werden)	3 „**)
d) Bedienen eines Wechselstromblockfeldes	4 „**)
e) Abgabe einer telegraphischen Rückmeldung i. M.	30 „**)
t_7 Wendehalte	
a) Wendehalt beim Überführen einer Rangier- abteilung mit Lokomotiven	9 „***)
b) Wendehalt einer alleinfahrenden Lokomotive	10 „***)
c) Wendehalt eines Triebwagens, wenn beide Führerstände besetzt sind	15 „

B. Betriebselemente der Bewegung.

Die Zeiten für die Betriebselemente der Bewegung werden nicht durch Beobachtung, sondern am zuverlässigsten durch Anwendung einer Fahrzeitermittlungsmethode gewonnen. Besonders geeignet ist das Verfahren von W. Müller¹³. Es gestattet durch die Anwendung des Zeitwinkels eine rasche, gut nachprüfbar und beliebig genaue Ermittlung der Anfahr- und Bremsvorgänge: die eindimensionale Darstellung von Weg, Zeit und Geschwindigkeit ist besonders vorteilhaft bei der Zeitermittlung für die Rangierfahrten. Die W. Müllersche Methode wird daher der Berechnung der Fahrzeiten für den Fahrtenabhängigkeitsplan zugrundegelegt und in der in dem Buch „Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen“ beschriebenen Form angewandt. Empfehlenswert ist auch die vereinfachte Methode mit dem rechten Winkel als Zeitwinkel¹⁴. Alle Zeit-, Weg- und Geschwindigkeitsermittlungen werden auf den Zugschluß bezogen.

1. Fahrvorgang der Zugfahrten.

Die Grundlage für die Untersuchung der Zugfahrten bildet der Fahrplan, d. h. die Angaben im Fahrplanbuch über die Fahrzeiten zwischen dem Bahnhof und den folgenden bzw. rückliegenden Zugfolge- oder Zugmeldestellen. Die Fahrzeitermittlung ist getrennt nach Zuggattungen für eine Fahrweise aufzustellen, mit der die planmäßigen Fahrzeiten genau eingehalten werden. Man bildet zweckmäßig folgende Gruppen der Zuggattungen: 1. Vorortzüge, 2. Personenzüge (einschließlich Kleine Personenzüge und Triebwagen), 3. Schnellzüge (einschließlich Eilzüge, Eiltriebwagen und Fernschnellzüge), 4. Schnelltriebwagen, 5. Güterzüge.

a) Ausfahrten. Bei ausfahrenden Zügen sind über die Zuggewichte bestimmte Annahmen zu machen. Es empfiehlt sich, den schwersten Zug der jeweiligen Zuggattung zu wählen und für diesen die im Fahrplanbuch angegebene „Last“ als Zuggewicht anzunehmen. Die „Last“ stellt das in den

***) Nach Hofmann¹⁰.
****) Nach Massute¹¹.

Hauptverkehrszeiten beobachtete größte Zuggewicht unter Fortlassung außergewöhnlich hoher Werte dar.

Besonders wichtig für die Fahrzeitberechnung ist die Wahl der Fahrweise, das ist die Art und Weise, wie der Lokomotivführer den Geschwindigkeitsablauf bei der Beförderung des Zuges regelt. Es gibt mehrere grundsätzlich voneinander

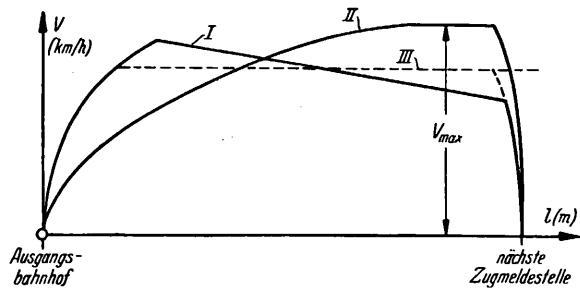


Abb. 1. Gleiche Fahrzeiten für I, II und III.

abweichende Möglichkeiten für die Beförderung von Zügen in planmäßiger Fahrzeit. Textabb. 1 zeigt z. B. verschiedene Fahrweisen (I bis III) für einen Zug, der auf der benachbarten Zugmeldestelle hält. Die Fahrweise I, d. h. Anfahren mit hoher Beschleunigung, ist die wirtschaftlichste (vergl. ¹⁵ und ¹⁶). Außerdem wird dabei der Weichenbezirk im Ausgangsbahnhof schnell geräumt. Die gleichen Überlegungen gelten für Züge, die auf der nächsten Zugmeldestelle durchfahren. Beobachtungen haben allerdings gezeigt, daß viele Lokomotivführer bei reichlicher Fahrzeit mit geringer Zugkraft der Lokomotive anfahren (Linie II in Textabb. 1). Diese „Unsitte“ muß durch geeignete Maßnahmen (Belehrung des Fahrpersonals, gelegentliche Überwachung des Anfahrvorganges durch Zeitmessungen) bekämpft werden. Für die Fahrzeitermittlung bei der Ausfahrt ist jedenfalls stets von einer hohen Anfahrbeschleunigung auszugehen. Der Lokomotivführer erreicht bei Dampflokomotiven große Anfahrkräfte durch Ausnützen der Reibungs- und Kesselleistungsgrenze der Lokomotive, das sind die Linien a und b in der Lokomotivleistungs- und -verbrauchstafel (Llv-Tafel, Textabb. 2)*. Bei elektrischen Lokomotiven tritt in der Llv-Tafel an Stelle der Kesselleistungsgrenze die Linie der Dauerleistung der Fahrmotoren. Bei den einzelnen Zugattungen ist mit den Werten der

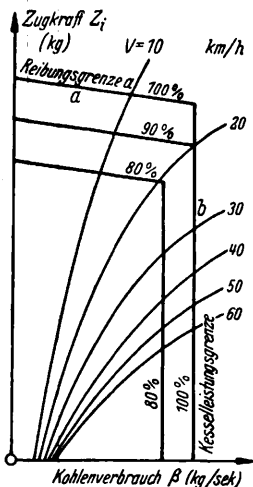


Abb. 2. Llv-Tafel.

der Reibungs- und Kesselleistungsgrenze der Lokomotive, das sind die Linien a und b in der Lokomotivleistungs- und -verbrauchstafel (Llv-Tafel, Textabb. 2)*. Bei elektrischen Lokomotiven tritt in der Llv-Tafel an Stelle der Kesselleistungsgrenze die Linie der Dauerleistung der Fahrmotoren. Bei den einzelnen Zugattungen ist mit den Werten der

Der weitere Fahrverlauf bis zum Bremsen wird der einfachen Rechnung wegen mit gleichbleibender Geschwindigkeit angenommen (Linie III in Textabb. 1). Letzteres gilt auch für durchfahrende Züge, obgleich bei diesen in Wirklichkeit die Geschwindigkeit langsam ansteigt. Im Zeitwegdiagramm für die Ausfahrt (Textabb. 3) wird, da

Punkt D bekannt ist, bei durchfahrenden Zügen an die Anfahrkurve eine berührende Gerade durch D gelegt; bei Zügen, die in der nächsten Zugmeldestelle halten, läuft die Gerade durch Punkt C, der, wie unter b) beschrieben, gefunden wird.

b) Einfahrten. Abgesehen von Zügen, die auf der rückliegenden Zugmeldestelle halten, ist bei Einfahrten das Zuggewicht ohne Einfluß auf die Fahrzeiten. Es wird wieder die vereinfachende Annahme gemacht, daß die Züge den letzten Streckenabschnitt bis zum Bremsen mit gleichbleibender Geschwindigkeit durchfahren. Die Ermittlung der Bremszeiten und -wege geschieht nach dem Verfahren von W. Müller¹³.

* Näheres über Llv-Tafeln siehe ¹³.

Zahlentafel 2.

Zugart	Fahrweise beim Anfahren	
	Reibungsgrenze	Kesselleistungsgrenze ¹⁾
1. Vorortzüge	80 % ²⁾	80 % ²⁾
2. Personenzüge		
a) Von Lokomotiven beförderte Züge	100 %	100 %
	[90 % für Dampflokomotiven bei Fahrtbeginn ³⁾]	
b) Triebwagen	80 % der Anfahrleistung ²⁾	
3. Schnellzüge	100 %	100 %
	[90 % für Dampflokomotiven bei Fahrtbeginn ³⁾]	
4. Schnelltriebwagen	90 % der Anfahrleistung ²⁾	
5. Güterzüge	100 %	100 %
	[90 % für Dampflokomotiven bei Fahrtbeginn ³⁾]	

¹⁾ Dauerleistung bei elektrischen Lokomotiven.

²⁾ Bei Zugattungen mit gleichbleibenden Zuggewichten ist eine Leistungsreserve für Verspätungen zu berücksichtigen.

³⁾ Hat die Lokomotive längere Zeit gestanden, so gibt sie beim Anfahren nicht sofort die volle Dauerleistung her, weil Überhitzer und Zylinder sich erst genügend erwärmen müssen ¹⁷.

Da die Fahrzeit gegeben, die Beharrungsgeschwindigkeit dagegen nicht bekannt ist, trägt man für die kleinsten Bremsenstrecken die betreffende Zugattung die Bremszeiten t_b

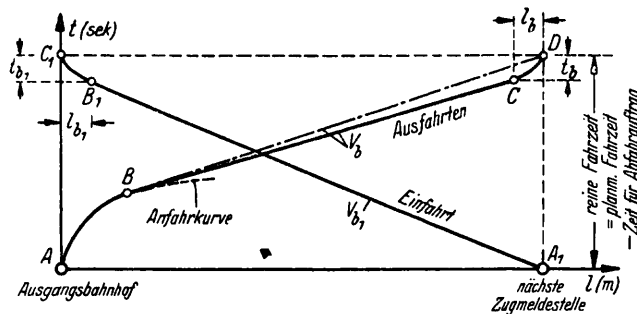


Abb. 3. Zeitweglinien für Ein- und Ausfahrten.

und Bremswege l_b in Abhängigkeit von der Abbremsgeschwindigkeit V_b auf (Textabb. 4). Dann wird die Zeitweglinie in Abb. 3 gezeichnet. Von A_1 aus wird probeweise eine Gerade

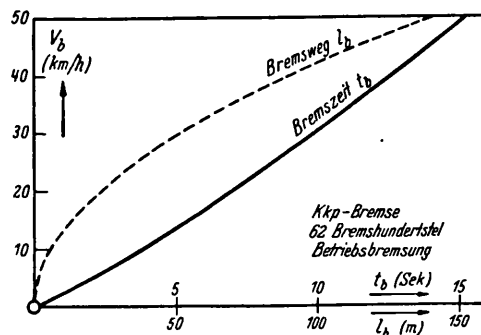


Abb. 4. Bremswege und -zeiten für Abbremsung von V_b auf 0 km/h. Vorort- und Personenzüge.

so gelegt, daß diese etwas unterhalb von C_1 vorbeiläuft. Aus der Neigung der Geraden ergibt sich V_{b1} , woraus nach Textabb. 4 t_{b1} und l_{b1} und damit Punkt B_1 gefunden wird. B_1 muß mit der Geraden zusammenfallen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Neigung der Geraden zu verändern und das Verfahren zu wiederholen.

Bei Kopfbahnhöfen ist der Fahrverlauf für einfahrende Züge verwickelter, da die Züge bei einem bestimmten Punkt auf 30 km/h abbremsen müssen und mit dieser Geschwindigkeit in den Bahnhof einfahren.

2. Fahrvorgang der Rangierfahrten.

Bei Rangierfahrten muß für die Fahrzeitberechnung zwischen Rangierabteilungen und alleinfahrenden Lokomotiven unterschieden werden. Nach Untersuchungen von Massute¹¹ und eigenen Beobachtungen kann man für das Anfahren unter Zugrundelegung des größten vorkommenden Wagengewichts die in Zahlentafel 3 zusammengestellten Werte annehmen.

Zahlentafel 3.

Art der Rangierfahrt	Fahrweise beim Anfahren	
	Reibungs-grenze	Kessel-leistungs-grenze ¹⁾
1. Rangierabteilungen		
a) Rangierlokomotive und Wagen	90 bis 100%	90 bis 100%
b) Triebwagen	50% der Anfahrleistung	
2. Alleinfahrende Lokomotiven	50%	50%

1) Dauerleistung bei elektrischen Lokomotiven.

Für die Beharrungsgeschwindigkeit gelten, ebenfalls nach Massute¹¹ und eigenen Beobachtungen, die Werte der Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4.

Art der Rangierfahrt	Beharrungs-geschwindigkeit V_b (km/h)
1. Rangierabteilungen	
a) Rangierlokomotive und Wagen . .	20
b) Triebwagen	20
2. Alleinfahrende Lokomotiven	22
desgl., 10 bis 20 m vor dem Ansetzen an eine Wagengruppe	5

Beim Verschieben der Wagenzüge auf den Personenbahnhöfen ist die Bremsleitung in der Regel an die Rangierlokomotive angeschlossen, also volle Wirkung der Druckluftbremse vorhanden. Bremsweg und -zeit können also aus einer für Zugfahrten geltenden Darstellung wie Abb. 4 abgelesen werden. — Für die Auswertung der Fahrzeiten ist es bei den Rangierfahrten zweckmäßig, aus den Anfahr- und Bremsvorgängen die Anfahr- und Bremszeitzuschläge zu ermitteln und mit diesen weiter zu rechnen*).

3. Weitere Durchführung der Fahrzeitermittlung.

Während man bei den Zugfahrten die Fahrzeiten aus der Zeitweglinie gewinnt, werden für die Rangierfahrten Zeitstreifen für die verschiedenen vorkommenden Beharrungsgeschwindigkeiten hergestellt (Texabb. 5). Auf dem Zeitstreifen sind im Maßstab des Lageplans (1:1000) die bei der Geschwindigkeit V_b zurückgelegten Wege nach 1, 2, 3 . . . Sekunden aufgetragen. Die Handhabung ist so, daß man zunächst den ermittelten Anfahrzeitzuschlag Δt_a von 0 absetzt (Punkt A in Abb. 5). Der Zeitstreifen wird nun im Lageplan so an den Fahrweg der Rangierfahrt angelegt, daß der Punkt A mit der im Lageplan vermerkten Schlußstelle der stehenden Rangier-

abteilung zusammenfällt. Man kann dann am Zeitstreifen die Durchfahrzeit der Rangierfahrt an den Punkten ablesen, bei denen die Fahrwege anderer berührender und kreuzender Fahrten geräumt sind (Merkzeichen der Weichen usw.). Hält die Rangierfahrt im Abhängigkeitsbezirk oder in dessen un-

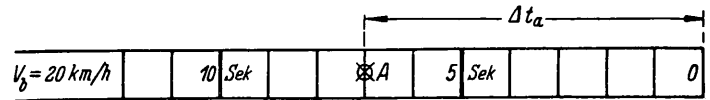


Abb. 5. Zeitstreifen.

mittelbarer Nähe, so ist zur abgelesenen Durchfahrzeit an der Schlußstelle der haltenden Rangierfahrt noch der oben ermittelte Bremszeitzuschlag Δt_b hinzuzufügen.

IV. Aufstellung des Fahrtenabhängigkeitsplans für ein größeres Beispiel.

Als praktisches Beispiel soll ein Kopfbahnhof W behandelt werden, bei dem betrieblich schwierige Verhältnisse vorliegen (beengte Gleisentwicklung, unzureichende und verzettelte Aufstellgleise, viele Kreuzfahrten, vgl. Tafelabb. 13).

Der Abhängigkeitsbezirk wurde nach den unter II C aufgestellten Grundsätzen gewählt, er ist in Tafelabb. 13 schraffiert gezeichnet. Die Kreuzungspunkte 1. Ordnung wurden alle bis auf einige untergeordneter Bedeutung (Kreuzungspunkte der Fahrten G—K und Ausfahrt aus Gleis 52/53 nach T mit einigen Rangierfahrten) erfaßt. Kreuzungspunkte 2. Ordnung sind dagegen nicht berücksichtigt.

Tafelabb. 14 zeigt die Betriebsvorgänge 1 c und 2 b, Ausfahrt eines Schnellzuges aus Gleis 1 oder 2 nach T. Das elektrische Befehlsstellwerk Wb ist mit einem Fahrdienstleiter, zwei Weichenwärtern und einem Zugmelder besetzt. Für die Weichenwärter ist nur eine Spalte vorgesehen, weil die nach Zahlentafel 1 eingesetzten Weichenzahlen die von beiden Beamten umzulegenden Weichen enthalten. In der Spalte für den Fahrdienstleiter ist zu beachten, daß die Fahrstraße in zwei Abschnitte aufgeteilt ist, deren Weichen durch je einen Fahrstraßenhebel festgelegt werden. Der erste Fahrstraßenabschnitt wird nach 132 Sek., der zweite nach 155 Sek. frei. Durch das Festlegen des Fahrstraßenabschnitts II werden keine anderen planmäßigen Betriebsvorgänge ausgeschlossen. Daher kann das Umlegen des Fahrstraßenhebels II schon frühzeitig geschehen und ist nicht in die Sperrzeiten T_1 und T_2 einzubeziehen. Unter der bildlichen Darstellung in Tafelabb. 14 sind die Fahrten angegeben, auf die sich die Sperrzeiten T_1 und T_2 beziehen.

Ein von T nach Gleis 1, 2, 4, 5 einfahrender Vorortzug ist in Tafelabb. 15 dargestellt (BV 7/8a/9a/10a). Auch bei den Einfahrten sind geteilte Fahrstraßen vorhanden, infolgedessen ergeben sich auch hier zwei Sperrzeiten. Das Umlegen des Fahrstraßenhebels II rechnet mit zum Bilden der Fahrstraße (t_1), weil durch Hebel II Weichen festgelegt werden, die zu anderen die Einfahrt ausschließenden Betriebsvorgängen gehören. Die Zeit, die vom Abmelden des Zuges von der rückliegenden Zugmeldestelle bis zu dem Augenblick vergeht, in dem das Bilden der Fahrstraße eingeleitet werden muß, ist vom Fahrdienstleiter zu schätzen. Sie beträgt hier etwa 75 Sek.

Das Aussetzen eines Vorortzuges aus Gleis 2 nach ③ (BV 15c) wird in Tafelabb. 16 gezeigt. Die Fahrt wird nach Fertigmelden durch den Rangierleiter vom Befehlsstellwerk nach dem Rangierstellwerk W1 angeboten, worauf nach Betätigen der Vorrücksignale in W1 und Wb der Fahrvorgang beginnt.

Es folgt nun die Aufstellung der Betriebsvorgangsbilder aus den Darstellungen der Betriebsvorgänge. Tafelabb. 17 zeigt einige Zugfahrten. Der in Tafelabb. 14 dar-

*) Vergl. hierzu 13.

gestellte Betriebsvorgang 1 c erscheint z. B. unter I A in der fünften Zeile. Nach den Angaben in Tafelabb. 14 unten wurden die Sperrflächen für T₁ und T₂ in die betreffenden Spalten eingetragen. Die Fahrzeiten der einfahrenden Personen- und Schnellzüge unterscheiden sich nur wenig voneinander. Deshalb wurde für die Einfahrten nach Gleis 2, 4 und 5 je ein gemeinsames Betriebsvorgangsbild für P- und D-Züge aufgestellt. Einen Ausschnitt aus den Betriebsvorgangsbildern der Rangierfahrten bringt Tafelabb. 18. Das BV-Bild 15 c, das aus Tafelabb. 16 gewonnen wurde, sieht man unter IIB. Bemerkenswert ist die Darstellung der zwei- und dreiteiligen Betriebsvorgänge. Bei den ersten (BV 23 bis 26, 35, 43, 44) sind die entsprechenden Spalten in zwei Unterspalten, bei den letzten (BV 46 und 47) in drei Unterspalten gegliedert. Für jeden Teil der mehrteiligen Fahrt erscheinen in der Unterspalte gesondert Sperrflächen. Man beachte, daß mit Beginn der mehrteiligen Fahrt auch schon die bei dem zweiten oder dritten Teil der Fahrt ausgeschlossenen Betriebsvorgänge als gesperrt eingetragen sind. Dies entspricht der allgemeinen Übung, daß vor Beginn einer Rangierfahrt der gesamte Fahrweg geräumt sein soll. Einige Fahrten (22 b, 37 bis 39) enden im Abhängigkeitsbezirk. Daher bleiben verschiedene Betriebsvorgänge dauernd gesperrt, z. B. 11, 19 bis 22 bei Betriebsvorgang 22 b. Die zugehörigen Sperrflächen reichen hier bis zu dem Betriebsvorgang, mit dem der Abhängigkeitsbezirk wieder geräumt wird.

In Tafelabb. 19 werden die Betriebsvorgangsbilder zum Fahrtenabhängigkeitsplan vereinigt. Für diesen wählt man zweckmäßig durchsichtiges Papier, auf dem zunächst nur die Spalten- und Zeiteinteilung in Tusche aufgetragen wird. Der Plan wird dann so auf die Darstellung der Betriebsvorgangsbilder gelegt, daß diese durchgepaust werden können.

Man überträgt vorerst die Zugfahrten. Ist eine Bahnhofsfahrordnung vorhanden, so wird man sich zunächst an diese betreffs der Bestimmung der Bahnsteiggleise usw. für die Zugfahrten halten. Vorteilhaft ist es auch, die Besetzung der Bahnsteiggleise mit auf dem FA-Plan darzustellen (vergl. Tafelabb. 19). Man kann dann, wenn keine Bahnhofsfahrordnung vorliegt, die Zuordnung der Gleise für die Zugfahrten gleichzeitig mit Aufstellung des FA-Plans vornehmen.

Nachdem die Betriebsvorgangsbilder der Zugfahrten festliegen, werden die der Rangierfahrten eingetragen. Dabei müssen die Lokomotivfahrordnung und die Besetzungspläne für die Nebengleise beachtet werden. Es wird sich nun herausstellen, ob alle Rangierfahrten zwischen den Zugfahrten Platz finden. Unter Umständen muß für die eine oder andere Zugfahrt ein anderes Bahnsteiggleis gewählt werden, um die Rangierfahrten zu ermöglichen. Bei der Unterbringung der Rangierfahrten ist auch auf die durch den Verkehr bedingten Zeiten (Ein- und Aussteigen der Reisenden, Abfertigung des Gepäcks usw.) Rücksicht zu nehmen.

Wenn die Bahnhofsfahrordnung endgültig festliegt, werden die Betriebsvorgangsbilder der Zugfahrten im FA-Plan mit Tusche ausgezogen. Die Rangierfahrten läßt man in Blei, damit sie sich besser von den Zugfahrten abheben und Änderungen später leicht vorgenommen werden können. Der Fahrtenabhängigkeitsplan dient in seiner endgültigen Form als „Rangierordnung“, d. h. er bestimmt die Reihenfolge der Rangierfahrten auf dem Bahnhof im Regelverkehr. Ob der Fahrtenabhängigkeitsplan nur für einige Stunden oder für den ganzen Tag aufzustellen ist, hängt von dem Zweck ab, den der Plan erfüllen soll. Für den Nachweis, ob eine neue Anlage für den zu erwartenden Verkehr ausreichend ist, genügt meist eine Darstellung der verkehrsreichsten Stunden.

Der FA-Plan für den Bahnhof W (Tafelabb. 19) zeigt einen Ausschnitt aus der Zeit des stärksten Verkehrs (Berufsverkehr). Die Zahlen neben den schwarzen Sperrzeichen der Rangierfahrten bedeuten die Nummer des Zuges, dessen

Wagenzug ein- oder ausgesetzt wird, oder dessen Lokomotive zum Schuppen fährt oder dorthin kommt. Wird ein Wagenzug durch die Zuglokomotive ein- oder ausgesetzt, so ist nur die Zugnummer angegeben; besorgt das Ein- oder Aussetzen eine Rangierlokomotive, so ist außerdem R^I, R^{II} usw. beige-schrieben. Wenn es notwendig ist, das Ziel der Rangierfahrt zu bezeichnen, so geschieht dies z. B. in der Form: „R^{II} Gl. 67“.

Man ersieht aus Tafelabb. 19, daß sich die Rangierfahrten überall einfügen lassen. Bahnsteiggleise und Weichenbezirk sind also ausreichend. Allerdings ist die Belegung so stark, daß für Sonderzüge nur wenig Raum vorhanden ist. 17²⁷ wäre das Einsetzen eines Vorortzuges von ③ oder ④ nach Gleis 4, etwa 17⁴¹ die Ausfahrt des Zuges nach T möglich. Einfahrt für alle Zugarten von T nach Gleis 5 kann nach FDt 11 erst wieder ab 18⁰¹ stattfinden. 17⁴⁷ kann ein V- oder P-Zug von ③, ④ oder ⑦ durch die Zuglokomotive nach Gleis 5 eingesetzt werden, der 17⁵⁶ im Blockabstand vor V 864 ausfahren könnte, wenn man die Fahrt der Zuglokomotive für Zug 15408 von ⑫ nach Gleis 49 hinter die Ausfahrt von V 864 verlegen würde. Fahrten nach und von R sind häufiger möglich (siehe Spalte 11), dagegen während der ganzen Zeit keine Überführungsfahrten nach und von K (siehe Spalte 12). Bei Hinzukommen der aufgeführten Fahrten zu denen des Regelbetriebes wäre die Grenze der Leistungsfähigkeit des Bahnhofs W in der Zeit zwischen 17⁰⁰ und 18⁰⁰ erreicht.

V. Anwendungsmöglichkeiten für den Fahrtenabhängigkeitsplan.

Wegen der Art der Darstellung des Betriebsablaufs ist der Fahrtenabhängigkeitsplan geeignet, auf eine Reihe von Fragen Auskunft zu geben, die bisher nur teilweise beantwortet werden konnten. Vor allem wird der Forderung nach zweckdienlichen Betriebsplänen für das Entwerfen großer Personenbahnhöfe oder -bahnhofsteile entsprochen. Mit Hilfe des Fahrtenabhängigkeitsplans lassen sich Vergleiche verschiedener Neubau- oder Umbauentwürfe in betriebstechnischer Hinsicht durchführen. Allerdings ist bei großen Anlagen der zeichnerische Aufwand erheblich, da für jeden Entwurf ein besonderer Fahrtenabhängigkeitsplan mit allen Betriebsvorgangsbildern aufzustellen ist. Andererseits ist die aufgewandte Arbeit gerade bei großen Anlagen lohnend, da sich bei ihnen Fehler in der Gesamtanordnung nachträglich meist nur mit sehr großen Kosten beseitigen lassen.

Weiter gibt der Fahrtenabhängigkeitsplan ein Mittel in die Hand, die Leistungsfähigkeit vorhandener Bahnhöfe, die in hohem Maße von der Aufnahmefähigkeit der verbindenden Gleis- und Weichenentwicklungen abhängig ist, einwandfrei festzustellen. Man braucht nur unter Berücksichtigung der Besetzung der sonstigen Bahnsteiggleise die im Fahrtenabhängigkeitsplan vorhandenen Lücken mit möglichen Zug- und zugehörigen Rangierfahrten auszufüllen und erhält dann ein Bild, wie weit sich der vorhandene Verkehr noch steigern läßt (vergl. IV).

Besonders brauchbar ist auch der Fahrtenabhängigkeitsplan, wie aus IV hervorgeht, für das Aufstellen der Bahnhofsfahrordnung. Bisher mußte diese von den mit der Örtlichkeit vertrauten Bahnhofsbediensteten angefertigt werden, weil diese auf Grund ihrer Erfahrung allein beurteilen konnten, ob sich die Fahrordnung durchführen ließ. Mit Hilfe des Fahrtenabhängigkeitsplans können die Fahrordnungen aber von den den Bahnhöfen vorgesetzten Stellen selbst bearbeitet werden, wodurch die beste Ausnutzung und in vielen Fällen eine Steigerung der Leistung aller Anlagen erzielt werden kann.

Schließlich dient der Fahrtenabhängigkeitsplan den Beamten des örtlichen Betriebsdienstes sowie den leitenden Beamten als Hilfsmittel zur Überwachung des Betriebes. Das Einfügen von Sonderzügen in die Bahnhofsfahrordnung

wird sehr erleichtert. Dabei ist die Frage sofort zu beantworten, ob sich die mit den Sonderzügen verbundenen Rangierfahrten durchführen lassen. Auch zur Aufstellung der Dienstpläne für die an den Betriebsvorgängen beteiligten Beamten, ferner der Rangierarbeitspläne u. a. kann der Fahrtenabhängigkeitsplan als Unterlage dienen.

Schrifttum.

1. Heinrich: Betriebspläne für große Bahnhofsentwürfe. Zbl. Bauverw. 1919, S. 330.
2. Honemann: Zeichnerische Darstellung von Betriebsplänen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, S. 511.
3. W. Müller: Betriebspläne für Verschiebebahnhöfe. VDI 1925, Sonderausgabe „Eisenbahnwesen“, S. 236.
4. Frölich: Der Zusammenhang der betrieblichen und technischen Pläne untereinander und mit dem Wagenaufkommen. Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb. Verw. 1935, S. 773.
5. Frölich: Betriebslaboratorium. Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb. Verw. 1937, S. 189.
6. W. Müller: Ablaufanlagen ohne Talbremsen bei Zuführung der Züge durch Lokomotiv- oder Schwerkraft. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1938, S. 125.

7. Ammer: Die Betriebs- und Verkehrsverhältnisse auf dem Hauptbahnhof Stuttgart und den anschließenden Strecken. Verkehrstechn. Woche 1925, S. 253.

8. Grabig: Betriebsstrompläne. Verkehrstechn. Woche 1930, S. 1.

9. Schachenmeyer: Die Weichenbelastung und ihre betriebliche Bedeutung in Personenbahnhöfen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, S. 405.

10. Hofmann: Vergleichende Arbeits- und Zeitstudien über den sächsischen und preußischen Eisenbahn-Blockdienst, Dr.-Ing.-Dissertation, Dresden 1930.

11. Massute: Verschiebedienst ohne Ablaufanlage. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, S. 69.

12. Deutsche Reichsbahn: Fahrdienstvorschriften, Ausgabe 1933.

13. W. Müller: Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen. Berlin 1935.

14. W. Müller: Vereinfachte Fahrzeitermittlung. Bahningenieur 1936, S. 87.

15. Janisch: Dampflokomotive und Fahrzeit. Eisenbahnfachm. 1935, S. 205.

16. Deutsche Reichsbahn: Dienstvorschrift für die Berechnung der Kosten einer Zugfahrt, Ausgabe 1931.

17. Janisch: Erfahrungen bei der Fahrzeitermittlung. Eisenbahnfachm. 1937, S. 278.

Die Chemie und chemische Technologie des Wassers. Von Dr. Josef Holluta. Stuttgart: Ferdinand Enke, Verlag 1937. Preis geb. *R.M.* 16,60.

Das vorliegende Werk schließt eine Lücke in der zahlreichen Literatur über das Wasser. In ihm ist in kurzen aber übersichtlichen Abhandlungen das Gesamtgebiet des Wassers hinsichtlich der chemisch-physikalisch-technologischen Seite und hinsichtlich des Zusammenhanges Wasser und Baustoffe erörtert. Es ist stets auf die Bedürfnisse der Praxis Rücksicht genommen; die neuesten Erkenntnisse und Erfahrungen sind verwertet.

Das Werk ist übersichtlich in einzelne Abschnitte geordnet. Der erste: „Die Chemie des Wassers“ bringt die neueren, wissenschaftlichen Forschungsergebnisse, sowie wissenschaftliche Ausführungen über das schwere Wasser.

Der folgende Abschnitt behandelt das Vorkommen und den Kreislauf des Wassers, während im nächsten Kapitel: „Die Beschaffenheit des natürlichen Wassers“ bekannte Tatsachen in gedrängten, übersichtlichen Zusammenfassungen angeordnet sind.

Recht aufschlußreich ist die Behandlung der Einwirkung des Wassers auf Baustoffe (Korrosion). Besonders im Abschnitt: „Wasser und kalkhaltige Baustoffe“ sind eingehende und klare Ausführungen gemacht; im nächsten Abschnitt sind die geeigneten Schutzmaßnahmen aufgeführt. Ebenso wissenschaftlich sind die folgenden Angaben über Wasser und metallische Baustoffe. Sie vermitteln die Ergebnisse der neuesten Forschung und Erkenntnisse über bisher nur mangelhaft bekannte Vorgänge. Wirksame Schutzmaßnahmen gegen die Korrosion der Metalle sind angefügt.

Der Abschnitt: „Aufbereitung des Rohwassers“ bringt Bekanntes in gedrängter, übersichtlicher Form; besonders wissenschaftlich wertvoll für den Betriebsingenieur sind hier die Ausführungen über Entgasung und Entsäuerung des Wassers. Sorgfältig und eingehend ist der Abschnitt: „Kesselspeisewasser“ behandelt. Die einzelnen Verfahren sind erschöpfend erläutert und ihre Vorteile und Nachteile einander gegenübergestellt; auch die wirtschaftliche Seite ist nicht außer acht gelassen.

In dem Abschnitt: „Das Abwasser und seine Reinigung“ ist eingehend und anschaulich eine Frage behandelt, die bei der fortschreitenden Industrialisierung Deutschlands immer brennender wird. Erwähnt seien nur die Beseitigung der Abwasser bei der Kunstseideherstellung, den Flachsröstereien, Kokereien, Schmelzanlagen u. a. m.

Das angeführte Literaturverzeichnis gibt dem, der sich eingehend mit dem einen oder anderen Gebiet beschäftigen will, die Quellen an, aus denen er tiefere Wissenschaft schöpfen kann.

Sowohl der Chemiker als auch der Betriebsbeamte, der sich rasch über die eine oder andere Frage Aufschluß holen will, werden in dem Buch die gesuchte Aufklärung und manche nützliche Anregung finden.

Dr. Seufert.

Leichtbautechnik, bearbeitet von F. Wansleben, Obering. der Friedr. Krupp A.-G., Abt. Friedrich-Alfred-Hütte Rheinhausen, 128 S. 59 Abbildungen im Text und 10 Bildtafeln. Verlag Ernst Stauf, Köln-Lindenthal. Preis in Leinen geb. 6,— *R.M.*

Das Handbuch „Leichtbautechnik“ von Oberingenieur F. Wansleben gibt in gedrängter Darstellung einen ersten Überblick über konstruktive Ausführung und theoretische Behandlung von Leichtbauwerken. Ausgehend von dem Begriff der Leichtbauweise schildert der Verfasser die Mittel, die zu leichten Konstruktionen führen. Besonders wertvoll erscheint es, daß die Konstruktionsgrundlagen an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Diese Ausführungsbeispiele umfassen alle Anwendungsgebiete: Flugzeuge, Schienen- und Straßenfahrzeuge, Schiffe, Hallenbau, Brückenbau, Maste und Maschinenanlagen. Wenn in dem knappen Rahmen des Handbuches auch nur kurze Hinweise auf einige besonders charakteristische Bauformen erwähnt werden können, so ist gerade die Auswahl der Beispiele besonders lehrreich für den gestaltenden Ingenieur. Da die Schweißtechnik im Eisenbahnfahrzeugbau neben der Verwendung von Leichtmetall eines der wichtigsten Mittel zur Erzielung von Leichtbauwerken darstellt, ist es bedauerlich, daß der Verfasser nicht eingehender auf den Zusammenhang zwischen schweißtechnischer Bauform und Leichtbauweise eingehen konnte. Es möge noch erwähnt werden, daß im Eisenbahnfahrzeugbau Leichtmetall nicht nur für blanke Beschlagteile verwendet, für die z. T. schon Kunstharzstoffe eingeführt werden, sondern auch für eine Reihe nichttragender Bauteile, z. B. Schieberen. In besonders gelagerten Fällen, z. B. auch im Kraftwagenbau, werden auch ganze Wagenkästen schon aus Leichtmetall hergestellt. Der Verfasser streift auch die Frage der Wirtschaftlichkeit der Leichtbautechnik. Die Behandlung dieser Frage ist besonders wichtig, da heute noch vielfach die höheren Beschaffungskosten von in Leichtbauweise hergestellten Fahrzeugen abschreckend auf Hersteller und Fabrikanten wirken.

Sehr dankenswert ist es, daß der Verfasser die Berechnungsgrundlagen angibt für die Beulfestigkeit glatter und gewellter dünnwandiger Bleche; ferner für die Knick- und Verdrehungssteifigkeit von Hohlträgern. Praktische Zahlenbeispiele die am Schluß gebracht werden, erleichtern dem Anfänger das Studium.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, die dem Leichtbau zukommt, kann die Herausgabe nur begrüßt und das Studium dieses Buches allen mit dem Bau und der Benutzung von Leichtbauwerken befaßten Konstrukteuren und Betriebsfachmännern lebhaft empfohlen werden, da das Handbuch geeignet ist Verständnis zu erwecken nicht nur für die technischen und wirtschaftlichen Notwendigkeiten und die Vorteile der Leichtbautechnik, sondern auch für den Gedanken der sparsamen Bewirtschaftung der uns von der Natur überlassenen Bodenschätze

Tr.

Die Leistungsgrenze der Ablaufanlagen.

Von Reichsbahnbaureferendar Leibbrand, Berlin.

Hierzu 8 Abbildungen auf den Tafeln 21 und 22.

Einleitung.

Die Leistungsfähigkeit eines Bahnnetzes für den Güterverkehr hängt weitgehend ab von der Leistung seiner großen Verschiebebahnhöfe. Diese können nicht mehr leisten als ihr schwächster Punkt, die Ablaufanlage. Während in allen anderen Teilen des Bahnhofs gleichzeitig mehrere Bewegungen nebeneinander ausgeführt werden können, müssen sämtliche behandelten Wagen hintereinander diesen Engpaß durchlaufen. Es sind daher seit Jahrzehnten immer wieder Vorschläge gemacht und Verbesserungen eingeführt worden, um die Geschwindigkeit am Ablaufkopf zu steigern.

Die größte Schwierigkeit beim Ablauf liegt in der Ungleichheit der Laufwiderstände der Wagen. In dem ankommenden Zug stehen Wagen mit hohem und niedrigem Widerstand bunt durcheinander. Laufen sie ab, so müssen, damit sich die Weichen zwischen ihnen umstellen lassen und ein gegenseitiges Einholen vermieden wird, entweder

1. alle Gutläufer abgebremst, oder
2. alle Schlechtläufer stärker beschleunigt, oder es muß
3. mit einer zwangsläufigen Ablaufvorrichtung gearbeitet werden, bei der sich die Wagen mit unveränderlichem Abstand folgen. Trotz vieler Versuche wird fast nur das erste Verfahren angewandt, und zwar in Flach- und Gefällbahnhöfen. Die Leistung ist aber bis jetzt ungenügend. Im folgenden wird daher untersucht, ob durch Änderung des Längsprofils, der Weichen- und Bremsbedienung und des Grundrisses eine höhere Leistung erzielt werden kann.

A. Widerstände.

Grundlage für die Untersuchung ist eine möglichst genaue Einschätzung der Widerstände. Der Laufwiderstand eines Wagens setzt sich zusammen aus

Grundwiderstand w_g (Lagerreibung + Rollwiderstand),
 Krümmungswiderstand w_r , und
 Luftwiderstand w_w .

Um sicher zu gehen, wurden die Grenzen möglichst weit gewählt. Eingesetzt sind als

Slechtester Läufer S:

Leerer G-Wagen:	Eigengewicht	9,0 t
	Stirnfläche	7,7 m ²
	Wagenlänge	9,0 m

Bestläufer B:

Beladener Om-Wagen:	Eigengewicht	11,0 t
	Ladegewicht	20,0 t
	Gesamtgewicht	31,0 t
	Stirnfläche	4,5 m ²
	Wagenlänge	9,0 m

Der Krümmungswiderstand w_r wird nach der geänderten v. Röcklschen Formel berechnet:

$$w_r = \frac{520}{r - 55}$$

Für den Luftwiderstand gilt die von Dr. Ing. Pirath aufgestellte Formel:

$$w_w = \frac{c}{16} \cdot v_r^2 \cdot \frac{F}{G}$$

c ist ein vom Auftreffwinkel abhängiger Beiwert, der bei 30° seinen größten Wert von 1,40 für Schlecht- und 1,34 für Gutläufer erreicht. v_r ist die Relativgeschwindigkeit zwischen Luft und Wagen. Es ergibt sich also für den

$$\text{Schlechtestläufer S: } w_w = \frac{1,40 \cdot 7,7}{16 \cdot 9,0} v_r^2 = 0,075 v_r^2,$$

$$\text{Bestläufer B: } w_w = \frac{1,34 \cdot 4,5}{16 \cdot 31,0} v_r^2 = 0,012 v_r^2.$$

Gegenwind bremst den S über sechsmal so stark wie den B. Die Ablaufanlage ist daher möglichst windgeschützt anzulegen. Im folgenden ist angenommen, daß es durch Wahl der Ablaufrichtung oder Bau von Windschutzanlagen gelungen ist, die größte Windstärke auf 6 m/sec Gegenwind herabzusetzen. Der Rückenwind soll, da Rampe und Anfang der Richtungsgleise im Windschatten des Berges liegen, mit höchstens 3 m/sec angenommen werden.

Der Grundwiderstand w_g setzt sich zusammen aus der Lagerreibung w_1 und dem Rollwiderstand. Dr. Ing. Frölich nennt 1922 folgende Werte:

Temperatur normal	S 4,5 kg/t
	B 2,8 kg/t
Temperatur tief	S 9,0 kg/t
	B 5,6 kg/t

Die Richtlinien für die bauliche Ausbildung von Verschiebebahnhöfen (Ri Vbf) geben etwas niedrigere Werte an. Die Studiengesellschaft für Rangiertechnik (Stugera) gibt 1935 Kurven für S und B in Abhängigkeit vom Wagengewicht an, die alle unter normalen Verhältnissen vorkommenden w_g einschließen sollen. Danach ist bei normaler Temperatur nach 300 m Laufweg:

$$B: w_g = 2,185 + \frac{5}{G - 3,3} = 2,4 \text{ kg/t, Dauerwert } 2,0 \text{ kg/t,}$$

$$S: w_g = \frac{3}{2} \cdot \left(2,185 + \frac{5}{G - 3,3} \right) = 4,6 \text{ kg/t, Dauerwert } 4,0 \text{ kg/t.}$$

Für die Berechnung der Zulauframpe ist die Größe des Anlaufwiderstands entscheidend. Dr. Ing. Gottschalk geht davon aus, daß die Wahrscheinlichkeit, daß ein Zug nur aus Schlechtläufern besteht, mit wachsender Zuglänge sinkt. Er gibt 1935 als Anlaufwiderstand für mittelmäßig laufende Wagen folgende Werte an:

w_a bei 100 m Zuglänge max.	15 kg/t,
„ 200 m „ „	12 kg/t,
„ 500 m „ „	11 kg/t,
über 500 m „ „	10 kg/t.

Demgegenüber gibt Bridgeman (Society of Automotive Engineers Journal 1937) für w_a 27 kg/t an. Die Versuchsabteilung für Wagen in Grunewald stellte im März 1936 w_a nach langem Stillstand ebenfalls mit 27 kg/t fest.

Den genauen Verlauf der Abnahme der Lagerreibung bei Beginn der Bewegung hat Dr. Ing. W. Müller durch Versuche gefunden (Bahningenieur 1936, S. 609). Zu seinen Werten ist die Rollreibung zu addieren, die nach Dr. Ing. Sauthoff im Mittel 0,9 kg/t beträgt.

Der Vergleich der verschiedenen Werte ergibt folgendes: Der Anlaufwiderstand w_a beträgt höchstens $27 + 0,9 = 28 \text{ kg/t}$. Bei normaler Temperatur tritt nach etwa 3 cm Laufweg gemischte Reibung auf. Bei tiefer Temperatur hat w_a denselben Höchstwert. Der Widerstand kann erst abnehmen, wenn sich das Lager auf die Temperatur des Stockpunkts (nach Reichsbahnvorschrift für Winteröl - 20 C) erwärmt hat.

Folgende Widerstandswerte sind der Berechnung zugrunde gelegt: Anfangswert, gemittelt aus w_a und w_g in der ersten Sekunde = 15 kg/t. Für den weiteren Anlauf die Werte der Kurve von Dr. Ing. W. Müller. Für den Lauf durch die Zuführungszone, Steilrampe und Verteilungszone:

bei normaler Temperatur $w_g = 2,4 \dots 4,6$ kg/t (Stugera),
bei tiefer Temperatur $w_g = 4,2 \dots 7,7$ kg/t (Ri Vbf).

Gesamtwiderstand:

Wagen- geschwindig- keit v	Günstigster Fall: Normale Temperatur, 3 m/sec Rückenwind		Ungünstigster Fall: Tiefe Temperatur, 6 m/sec Gegenwind	
	B	S	B	S
0 m/sec	2,3 kg/t	3,9 kg/t	4,6 kg/t	10,4 kg/t
2 „	2,4 „	4,3 „	5,0 „	12,5 „
4 „	2,4 „	4,7 „	5,4 „	15,2 „
6 „	2,5 „	5,3 „	5,9 „	18,5 „

Bei der Berechnung sind die drehenden Massen zu berücksichtigen, durch die bei Beschleunigung ein Verlust und bei Abbremsung ein Gewinn an Energiehöhe eintritt.

Schwungmasse der vier Räder $G_r = 1$ t, $g = 9,81$ m/sec².

Für $G = 9$ t: $\frac{G_r}{G} = 0,111$, reduzierte Erd-
beschleunigung $g' = 8,73$ m/sec²

20 t: 0,050, 9,34
31 t: 0,032, 9,50.

B. Zuführung.

Es wird untersucht, ob Zuführung durch Lokomotive oder Zulauframpe für einen Ablaufberg hoher Leistung günstiger ist.

1. Zulauframpe.

Folgende Forderungen sind zu erfüllen:

1. Das Längsprofil der Zulauframpe ist so auszubilden, daß beim Schließen der Haltebremse möglichst der ganze Zug gestaucht wird und beim Öffnen noch in Bewegung kommt.

2. Die mittlere Neigung ist so zu bemessen, daß die Gefällkraft des Zugs kleiner ist als die Bremskraft der Haltebremse, wenn leere Wagen in ihr stehen.

3. Die verfügbare Bremsarbeit ist so groß zu wählen, daß der ablaufende Zug jederzeit von der Gleisbremse aufgefangen werden kann.

Damit man nicht ein unwirtschaftliches Profil erhält, wird die Untersuchung für den ungünstigsten Zug ohne Gegenwind ausgeführt. Nach Dr. Ing. Holfeld eignet sich als Profil die Parabel vierten Grades am besten. Der ungünstigste Zug ist ein 120-Achsenzug, der aus leichten Wagen an der Spitze und schweren Wagen am Schluß besteht.

Die mittlere Neigung soll nach den Richtlinien für Verschiebebahnhöfe $1:140 = 7,15$ ‰ betragen. Dr. Ing. W. Müller leitet die erforderliche Neigung aus dem mittleren Anlaufwiderstand des ganzen Zuges w_{amz} ab, der nach Aufzehrung der durch die Stauchung gespeicherten Pufferkräfte und Streckung aller Kupplungen vorhanden ist, und schlägt als Sicherheit für den Fall ungünstiger Zusammensetzung des Zugs 10% zu. Die Neigung ist über die Rampe verteilt.

Die Berechnung der Anlaufbewegung wurde in der von Dr. Ing. W. Müller im Bahningenieur 1936, Nr. 35 angegebenen Weise für zwei Rampen A und B durchgeführt. Auf Rampe A wurde außerdem die Anlaufgeschwindigkeit eines 60 Wagen-Zugs mit gleichmäßig verteilter Last ermittelt. Zur einfacheren Berechnung sind je zehn Wagen zu einer Gruppe zusammengefaßt.

Rampe A: Mittlere Neigung $s_m = 7,7$ ‰, ungünstigster Zug, drei Gruppen zu 90 t, drei Gruppen zu 310 t.

Rampe B: $s_m = 10,0$ ‰, ungünstigster Zug wie oben.

Rampe A: Zug mit gleichmäßig verteilter Last, sechs Gruppen zu 200 t.

Zahlentafel 1.

Rampe A, ungünstigster Zug			Rampe B, ungünstigster Zug			Rampe A, gleichmäßige Last		
x m	s ‰	u m/sec	x m	s ‰	u m/sec	x m	s ‰	u m/sec
0	15,00	0,750	0	15,00	0,966	0	15,00	0,578
90	11,20	0,578	90	12,38	0,767	90	11,20	0,458
180	8,55	0,533	180	10,54	0,713	180	8,55	0,386
270	6,68	0,302	270	9,23	0,442	270	6,68	0,327
360	5,45	0,183	360	8,35	0,340	360	5,45	0,270
450	4,74	$v_a=0,039$	450	7,86	$v_a=0,268$	450	4,74	$v_a=0,224$
540	4,50		540	7,70		540	4,50	

Bei dieser Berechnung ist angenommen, daß erst, wenn die erste Gruppe sich ganz gestreckt hat, die Pufferdehnung in der zweiten beginnt. Beginnen alle Gruppen, die Pufferkräfte aufgespeichert haben, gleichzeitig sich zu strecken, so ergibt sich aus der Gleichung

$$u = \sqrt{\frac{2 \Sigma E}{m}}$$

die gemeinsame Anlaufgeschwindigkeit dieser Gruppen, mit der sie dann die nicht selbst anlaufenden Gruppen des Zugs mitreißen (vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1938, Heft 7). Die sich hieraus ergebenden Werte sind in Spalte 2 der Zahlentafel 2 angegeben.

Die tatsächliche Anlaufgeschwindigkeit v_a des Zugs liegt zwischen beiden Werten. Der Anlauf spielt sich so ab, daß die Pufferfedern im ganzen Zug kurz hintereinander beginnen, sich zu strecken. Das Strecken der einzelnen Gruppen dauert verschieden lang. Die Streckzeit nimmt mit Abnahme der Pufferkraft zu. Wenn eine Gruppe die folgende mitzureißen beginnt, hat sich diese bereits selbst um einen Teil ihrer Vorrücklänge gestreckt, einen Teil der aufgespeicherten Energie verbraucht und eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht. Es empfiehlt sich, die Anlaufgeschwindigkeit v_a des Zugs zeichnerisch zu ermitteln, um diesen zeitlichen Verlauf der Bewegung der einzelnen Gruppen genau berücksichtigen zu können. Damit läßt sich auch der Lauf des Zugs nach Beendigung der Streckung weiter verfolgen.

Zunächst sind die Zeitunterschiede zwischen dem Beginn der Pufferdehnung bei den einzelnen Gruppen zu berechnen. Diese ergeben sich aus der Geschwindigkeit, mit der sich der Anstoß, der durch das Öffnen der Bremse gegeben wird, durch den gestauchten Zug fortpflanzt. Diese Geschwindigkeit wurde jeweils für Gruppenmitte nach der Formel für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im elastischen Stab berechnet. Die Fortpflanzungszeiten t_f betragen:

	Rampe A, ungünst. Zug	Rampe B
I. Gruppe . .	0,43 Sek.	0,42 Sek.
II. Gruppe . .	1,33 „	1,30 „
III. Gruppe . .	2,28 „	2,23 „
IV. Gruppe . .	3,59 „	3,57 „
V. Gruppe . .	6,26 „	5,55 „
VI. Gruppe . .	streckt sich nicht	streckt sich nicht

Die zeichnerische Ermittlung wird für denselben ungünstigsten Zug und die gleiche Gruppenstärke durchgeführt. Wie schon bei der Berechnung angenommen wurde, soll sich das Mitreißen der folgenden Gruppe durch die vorhergehende als unelastischer Stoß vollziehen. Der tatsächlich auftretende Energieverlust ist gering. Die gemeinsame Geschwindigkeit nach dem Mitreißen beträgt:

$$v = \frac{m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2}{m_1 + m_2}$$

Das Verfahren ist nun folgendes: Die mittlere Pufferkraft P , die wie bisher berechnet wird, wird auf die Tonne Wagengewicht umgerechnet, also $p = \frac{P}{G}$ kg/t. Da der Widerstand w auf der Strecke der Pufferdehnung im Verhältnis zu p sehr klein ist, kann er hier als gradlinig abnehmend angenommen werden. w_a hat wieder den gemittelten Wert von 15 kg/t. Die Summe $p + s - w$ der wirkenden Kräfte wird über einer Wegachse aufgetragen, entsprechend der Abnahme der Pufferkraft p und des Widerstands w mit der Vorrücklänge. Die Zunahme der Neigung s auf der kurzen Strecke wird vernachlässigt. Die Abnahme von w und p mit der Geschwindigkeit ist unbekannt. Wäre sie bekannt, so könnte mit Zeitwinkel gearbeitet werden. Nun wird eine Geschwindigkeitsachse aufgetragen, die mit der Wegachse zusammenfallen soll (in Abb. 1 wegen der besseren Übersicht getrennt). Der erste Zeitwinkel kann eingezeichnet werden, denn für den Weg 0 m und die Geschwindigkeit 0 m/sec hat $p + s - w$ denselben Wert. Daraus ergibt sich die mittlere Geschwindigkeit im ersten Zeitabschnitt. Wurde als Zeitabschnitt 1 Sek. gewählt, so ist die Geschwindigkeit gleich dem in der gleichen Zeit zurückgelegten Weg. Der Wert der Summe $p + s - w$ am Ende dieses Wegs ist bekannt. Er wird auf den rechten, aufsteigenden Schenkel des Zeitwinkels übertragen. Daraufhin kann der nächste Zeitwinkel gezeichnet werden, aus dem sich Geschwindigkeit und zurückgelegter Weg in der zweiten Sekunde ergeben. Die Summe der Kräfte $p + s - w$ wird wieder auf den rechten Schenkel des Zeitwinkels übertragen, und so fort. Werden nachträglich die Endpunkte der Zeitwinkel miteinander verbunden, so ergibt sich die Kurve der

Spalte 3: Errechnete Anlaufgeschwindigkeit, Streckung der Gruppen beginnt nacheinander.
In Spalte 1 ist auch der Zeitverbrauch angegeben.

Zahlentafel 2.

Gruppe	1	2	3	
Rampe A mit ungünstigstem Zug.				
I	0,744 m/sec	2,66 Sek.	} 0,543 m/sec	
II	0,700 „	3,69 „		
III	0,658 „	4,78 „		
IV	0,344 „	7,57 „		
V	0,187 „	11,10 „		0,358 „
VI	$v_a = 0,036$ „	19,10 „		0,265 „
Rampe B mit ungünstigstem Zug.				
I	0,960 m/sec	2,38 Sek.	} $v_a = 0,560$ m/sec	
II	0,940 „	3,34 „		
III	0,951 „	4,27 „		
IV	0,598 „	6,27 „		
V	0,450 „	8,43 „		0,342 „
VI	$v_a = 0,336$ „	10,22 „		0,268 „
Rampe A, Zug mit gleichmäßig verteilter Last.				
I	0,590 m/sec	3,61 Sek.	} 0,452 m/sec	
II	0,540 „	5,26 „		
III	0,548 „	6,78 „		
IV	0,498 „	8,28 „		
V	0,375 „	9,89 „		0,270 „
VI	$v_a = 0,290$ „	11,90 „		0,376 „

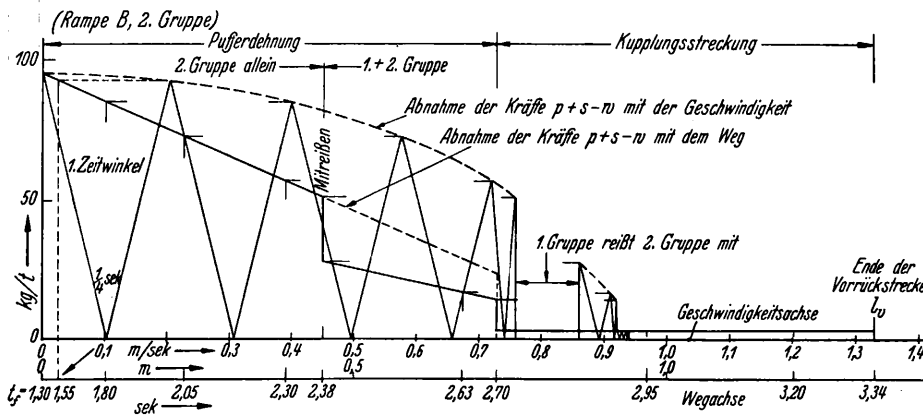


Abb. 1. Zeichnerische Ermittlung des Anlaufs.

Abnahme der Summe der wirkenden Kräfte mit der Geschwindigkeit. Da ein Vieleck statt der Kurve integriert wurde, entsteht ein Fehler. Bei kleinen Zeitabschnitten von $\frac{1}{4}$ Sek. bleibt er jedoch unter 1%.

Damit läßt sich die Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit in den einzelnen Gruppen des Zugs und der zeitliche Verlauf der Bewegungen genau verfolgen. Sobald die erste Gruppe ihre Puffer- und Kupplungsstreckung beendet hat, beginnt das Mitreißen der zweiten, deren Geschwindigkeit in diesem Augenblick infolge ihrer eigenen Kräfte in derselben Weise gefunden wird. Die gemeinsame Geschwindigkeit infolge des unelastischen Stoßes wird ausgerechnet und die Summe $p + s - w$ für beide Gruppen zusammen gebildet. Bei der weiteren Ermittlung werden beide Gruppen wie eine einzige behandelt. Ebenso wird mit den weiteren Gruppen verfahren, so daß nach Streckung der vorletzten Gruppe der ganze Zug als Einheit behandelt wird.

Die Ermittlung wurde für dieselben Fälle durchgeführt (siehe Abb. 5 bis 7, Taf. 22). Das Ergebnis ist nach Zahlentafel 2:

- Spalte 1: Zeichnerische Ermittlung.
- Spalte 2: Errechnete Anlaufgeschwindigkeit, Streckung der Gruppen beginnt gleichzeitig.

Rechnerisch erfüllt Rampe A die gestellte Bedingung, daß auch der ungünstigste Zug noch anlaufen soll. Nach der zeichnerischen Ermittlung ruckt der Zug aber nur kurz an und kommt nach Aufzehrung seiner Pufferkräfte, Streckung des ganzen Zugs und Vorrücken um weitere 0,60 m wieder zum Halten. Die Neigung genügt also nicht.

Die Zulauframpe in Duisburg-Hochfeld-Süd hat auf 540 m eine mittlere Neigung von $7,5 \text{ ‰}$. Dort liefen auch in dem strengen Winter 1928/29 bei -25°C und nach mehrstündigem Stehen die Züge ohne weiteres an. Danach wäre das zeichnerische Ergebnis für Rampe A zu ungünstig. Besteht aber die Gefahr, daß ein Zug nicht anläuft, so

werden von vornherein sämtliche Kupplungen langgemacht. Eine weitere Sicherheit liegt darin, daß nur mit halber Stauchkraft gerechnet wurde. Bei der Ermittlung der Rampe wurde die Grenze der Leistungsfähigkeit der Rampe festgestellt. Ist der Zug kürzer oder die Last gleichmäßiger verteilt, so läuft er sicher an. Damit bei allen Zügen, auch bei Gegenwind und Frost und ohne Langmachen sämtlicher Kupplungen, die Anlaufgeschwindigkeit über 0,10 m/sec liegt, muß die Zulauframpe eine mittlere Neigung von 80 ‰ erhalten.

Je höher die Leistung des Ablaufbergs wird, desto mehr Einfahrleise sind nötig. Entsprechend wird die Zuführungszone länger und damit die Zuführungszeit. Trotz kürzester Zusammenfassung hat die Zuführungszone bei 14 Einfahrleisen eine Länge von:

Ende der Haltebremse bis erstes Grenzzeichen . . .	50 m
Grenzzeichen bis Anfang Zulaufbremse	148 m
Länge der Zulaufbremse	15 m
zusammen	210 m.

Die Geschwindigkeit an jeder Stelle der Zuführungszone ist:

$$v = \sqrt{v_a + \frac{(s_{mz} - w_{mz}) \cdot l_v \cdot 2 g'}{1000}}$$

Bei Gegenwind von 6 m/sec ist der mittlere Widerstand des ganzen Zugs:

$$w_{mz} = \frac{270 \cdot 9,0 + 930 \cdot 4,5}{1200} = 5,5 \text{ kg/t.}$$

Die mittlere Neigung des Zugs beträgt beim Vorrücken in die in einem Gefäll von 2,5‰ liegende Zuführungszone 6,4 bis 7,6 kg/t. Das mittlere g' des ganzen Zugs ist 9,34.

Der Zug laufe mit 0,10 m/sec an. Nachdem er um 45 m vorgerückt ist, hat er eine Geschwindigkeit von

$$v_{45} = \sqrt{0,10^2 + \frac{(6,4 - 5,5) \cdot 45 \cdot 2 \cdot 9,34'}{1000}} = 0,87 \text{ m/sec.}$$

Nach 90 m läuft er mit	1,17 m/sec,
135 m	1,55 m/sec,
180 m	2,00 m/sec,
210 m	2,30 m/sec.

Die Zeit bis zum Erreichen des Ablaufpunkts beträgt:

Schaltvorgänge beim Öffnen der Haltebremse	1 Sek.
Anlaufen des Zugs im Mittel	15 Sek.
Vorrücken des Zugs	

bis 45 m: $\frac{45 \cdot 2}{0,10 + 0,87} = 92,7 \text{ Sek.,}$

90 m	44,0 Sek.,
135 m	33,1 Sek.,
180 m	25,4 Sek.,
210 m	14,0 Sek., zusammen 209 Sek.
	<u>225 Sek.</u>

2. Zuführung durch Lokomotive.

Die Einfahrgruppe wird in ein Gefäll von 2,0‰ = 1:500 gelegt. In dieser Neigung beschleunigt eine mittlere Lokomotive (55²—52⁶) den 1200 t schweren Zug in 50 Sek. auf 2,5 m/sec. Die Lokomotive kann schon vor Beginn des Ablaufs den Zug nah an den Berg herandrücken. Sie braucht ihn dann nur noch auf die gewünschte Abdrückgeschwindigkeit zu beschleunigen. Der große Vorzug der Flachanlage ist, daß die Zuführungszone erheblich kürzer besetzt ist, nämlich Zwischenzeit (0,9 Min.) + Anfahrzeit (0,9 Min.) + Ablaufdauer gegenüber der Gefällanlage mit Vorrückzeit (225 Sek. = 3,8 Min.) + Ablaufdauer. Diese Zeitersparnis von 2 Min. ist wichtig für Gegeneinfahrten.

Die Zuführungszone wird in die Waagerechte gelegt. Die Gegensteigung vor dem Gipfel des Eselsrückens wird so lang gemacht, daß ein vorzeitiges Überlaufen der entkuppelten Wagen über den Gipfel unmöglich ist. Die Neigung der Gegensteigung wird nach den Richtlinien für Verschiebebahnhöfe zu 20‰ gewählt. Ihre Länge wird durch Ansetzen der Arbeitsgleichung für den Zugrumpf bestimmt: Arbeitsvermögen = Verzögerungsarbeit.

$$\frac{1000 \cdot G_z \cdot v_0}{2 g'} - G_z \cdot (s + w) \cdot l = 0.$$

Bei einer Zuführungsgeschwindigkeit $v_0 = 2,5 \text{ m/sec}$ beträgt die erforderliche Länge 40 m.

Die Wagen können schon in den Einfahrgleisen entkuppelt werden. Zur weiteren Sicherung kann vor dem Gipfel ein Hemmschuh aufgelegt oder eine kurze Gleisbremse eingebaut werden.

C. Ablaufkopf.

Der Ablaufkopf besteht aus der Steilrampe und der Verteilungszone. Seine Leistung ist begrenzt durch folgende Bedingungen:

1. Größte Neigung der Steilrampe.
2. Kleinster Ausrundungshalbmesser.
3. Länge der Gleisbremsen.
4. Länge der Wirkzonen für die Bedienung der Weichen.
5. Länge der Verteilungszone, innerhalb deren sich zwei Abläufe nicht einholen dürfen (Gefahrenzone).
6. Größte zulässige Geschwindigkeit während des Ablaufs.

1. Änderung des Profils.

Die folgenden Untersuchungen wurden mit Hilfe von Pufferabstandslinien durchgeführt. Diese zeigen am besten den gegenseitigen Verlauf zweier Abläufe. Zunächst wird die Streckenkraftlinie des gewählten Profils aufgetragen. Die Streckenkraft setzt sich zusammen aus der positiven Gefällkraft s und dem negativen Krümmungswiderstand w_r . Dann wird die Laufzeit ermittelt. Über der Geschwindigkeitsachse sind die Widerstandswerte für S und B bei einer bestimmten Wetterlage als w -Linie aufgetragen. Der Ablaufkopf wird bei günstigsten Witterungsverhältnissen (normale Temperatur und 3 m/sec Rückenwind) und bei ungünstigsten Verhältnissen (tiefe Temperatur und 6 m/sec Gegenwind) auf seine Leistungsfähigkeit geprüft. Arbeitet er in diesen beiden Grenzfällen einwandfrei, so ist er betriebsfähig.

Mit Zeitwinkel wird jeder Ablauf ermittelt und vom Ablaufpunkt aus über einer Wegachse aufgetragen. In einem Abstand von $\frac{\text{Wagenlänge } L_w}{\text{Zuführungsgeschwindigkeit } v_0} = T_0 \text{ Sek.}$ wird darunter der Ablauf eines zweiten Wagens von dessen Ablaufpunkt aus eingezeichnet. Damit ergeben sich die Zeitweglinien der Wagenschwerpunkte. Parallel dazu verlaufen in $\frac{L_w}{2} = 4,50 \text{ m}$ Abstand die Zeitweglinien der Puffer.

Die ungünstigste Folge von Abläufen ist zu verfolgen. Dies ist die Folge S—B—S. Über der Wegachse wird der zu jeder Stellung des hinteren Puffers des Vorläufers gehörige Abstand zwischen diesem und dem vorderen Puffer des Nachläufers aufgezeichnet. Die Verbindung dieser Punkte ist die Pufferabstandslinie. Vom Ablaufpunkt aus steigt sie zunächst steil an, da der Vorläufer schon beschleunigt wird, während der Nachläufer sich noch mit v_0 bewegt. Der Ablaufpunkt des Nachläufers ist der Wendepunkt der Kurve. Den Höhepunkt erreicht die Kurve, wenn Vor- und Nachläufer sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Tritt dieser Fall nicht ein, so nähert sie sich immer mehr einer Geraden bestimmter Neigung. Den Wert 0 erreicht die Pufferabstandslinie an der Stelle, an der der folgende Wagen auf den Vorläufer aufläuft. Die Abhängigkeit der Pufferabstandslinien von Gruppenstärke, Zuführungsgeschwindigkeit und Neigung auf schiefer Ebene mit festem Ablaufpunkt ist in Abb. 1, Taf. 21, dargestellt.

Als größte Neigung der Steilrampe wird 1:15 = 66,7‰ gewählt. Die Pufferabstandslinien für verschiedene Neigungen zeigen, daß bei einer weiteren Steigerung der Neigung auf 80‰ der Abstand nur noch wenig wächst, also nicht mehr viel gewonnen werden kann. Dabei werden aber die Ausrundungstrecken erheblich länger und der Berg wird um so viel höher, daß schon auf der Rampe die zulässige Geschwindigkeit überschritten wird. Eine Erhöhung der größten Neigung der Steilrampe kann daher nicht vorgenommen werden.

Eine Verkleinerung des Ausrundungshalbmessers r_a auf weniger als 300 m ist wegen der Befahrbarkeit für Drehgestellwagen nicht möglich. Es muß daher dieser Halbmesser angewendet werden, bei konkaven Ausrundungen besser $r_a = 400 \text{ m}$. Die genaue Untersuchung über den Einfluß der Veränderung des r_a findet sich in der Niederschrift Nr. 106/1928 des VDEV.

Die Geschwindigkeit während des Ablaufs ist begrenzt durch die Krümmungen und die Notwendigkeit, im Notfall jeden Wagen an beliebiger Stelle mit Hemmschuhen anhalten und bei Störungen an den Gleisbremsen den Bahnhof weiter betreiben zu können. Laut Fahrdienstvorschriften, § 38, (4), darf in Weichen $v = 40 \text{ km/h} = 11,1 \text{ m/sec}$ nicht überschritten werden. Bei Anwendung von Hemmschuhen soll aber v nicht über 7,5 m/sec gesteigert werden. Auch wird bei höherer Geschwindigkeit der Verschleiß des Oberbaus zu groß.

Die Länge der Gefahrenzone läßt sich auch bei Ver-

wendung von Weichen besonderer Bauart nicht unter ein Maß herunterdrücken, das abhängt von der Zahl der Richtungsgleise, dem Gleisabstand und dem kleinsten Halbmesser r . Bei 32 Richtungsgleisen mit 4,50 m Gleisabstand beträgt danach die kleinste Entwicklungslänge $x = \sqrt{r^2 - \left(r - \frac{67,50}{2}\right)^2}$. Das sind bei $r = 180$ m eine Länge von 209 m, bei $r = 190$ m eine Länge von 216 m. Die Entwicklung mit $r = 190$ m ist mit Reichsbahnweichen möglich. Durch Sonderbauarten können nur 7 m gespart werden.

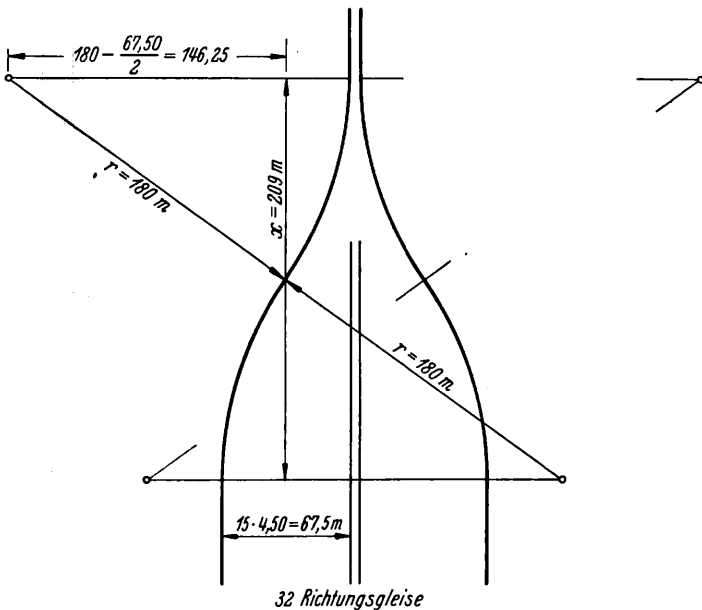


Abb. 2. Kleinste Entwicklungslänge der Richtungsgleise.

Eine Kürzung der Gefahrenzone kann aber durch Einlegen mehrerer Bremsstafeln erreicht werden. Je kürzer der Abstand der Staffeln wird, desto weniger können sich die Unter-

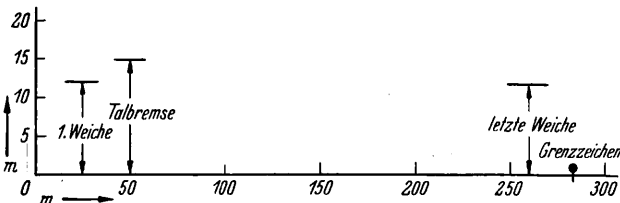


Abb. 3. Talbremse innerhalb der Weichenzone.

schiede der Wagenwiderstände auswirken, desto dichter kann also die Wagenfolge werden. Die Zahl der Bremsen ist aber wegen der hohen Bau- und Betriebskosten möglichst klein zu halten.

2. Weichenbedienung.

Durch die Festsetzung der Höchstgeschwindigkeit, die Bedingungen für die Ausbildung des Längsprofils und die Länge der Wirkzonen der Weichen ist die Zuführungsgeschwindigkeit begrenzt. Als Wirkzone wird der zwischen der letzten Achse des Vorläufers und der ersten Achse des Nachläufers zur Sicherung gegen vorzeitiges Umstellen erforderliche Mindestabstand bezeichnet.

Bei Wagen mit gleichem Laufwiderstand ergibt sich der Pufferabstand L_p bei einer Geschwindigkeit v_e aus dem Verhältnis $v_0 : v_e = L_w : (L_w + L_p)$. Er beträgt also:

$$L_p = L_w \cdot \frac{v_0 - v_e}{v_0}$$

v_e darf den Wert von 7,5 m/sec nicht überschreiten. Ist zum

Einlegen einer Wirkzone ein Pufferabstand L_p von x m erforderlich, so ergibt sich die größte mögliche Zuführungsgeschwindigkeit v_0 aus der Beziehung

$$v_0 = \frac{L_w}{L_w + L_p} \cdot v_e = \frac{9,0}{9,0 + x} \cdot 7,5.$$

Für einen Pufferabstand $x = 20$ m ist $v_{0 \max} = 2,3$ m/sec,

$x = 12$ m 3,2 m/sec,

$x = 6$ m 4,0 m/sec.

Die Wirkzone muß so kurz wie möglich sein, wenn eine hohe Zuführungsgeschwindigkeit v_0 erreicht werden soll. Die möglichen v_0 liegen wegen der großen Unterschiede der Laufwiderstände wesentlich niedriger.

Eine Weiche kann dort eingelegt werden, wo der Pufferabstand bei der ungünstigsten Folge von Abläufen = Länge der Wirkzone - Überstand der Puffer über die Achsen + während der Umstellzeit zurückgelegtem Weg, das sind rund 12 m, beträgt. Für eine Bremse ist ein Pufferabstand von mindestens Länge der Bremse - Überstand der Puffer + während der Bedienungszeit der Bremse zurückgelegtem Weg erforderlich, damit der Vorläufer die Bremse verlassen hat, ehe der Nachläufer in sie eintritt. Die übliche Länge der Talbremse ist 15 bis 20 m, der erforderliche Pufferabstand etwa 13 bis 18 m. Erst am letzten Grenzzeichen, also bei 32 Richtungsgleisen vom Ablaufpunkt gemessen nach etwa 285 m darf der Abstand auf 0 sinken.

Bei einer Rampenneigung von 66,7‰ und einer Zuführungsgeschwindigkeit $v_0 = 1,5$ m/sec wird der bei einer 15 m langen Talbremse nötige Pufferabstand eben noch erreicht. Das ist also die Grenze der Leistungsfähigkeit der heutigen Anlagen. Bei großen Richtungsgruppen zwingt die Lage der letzten Weiche dazu, die Zuführungsgeschwindigkeit auf etwa 1,0 bis 1,2 m/sec herabzusetzen. Soll sie erhöht werden, so müssen Bedienungszeit und Wirkzonen der Weichen und Bremsen gekürzt werden.

Bei Weichenumstellung von Hand sind höchstens sechs Abläufe/Min. möglich. Bei großer Bergleistung muß daher die Weichenumstellung selbsttätig erfolgen. Die neusten Weichenantriebe haben eine Umstellzeit = Dauer der Zungenbewegung von 0,4 bis 0,5 Sek. Dazu kommt die Schaltzeit und ein Sicherheitszuschlag, zusammen eine Bedienungszeit von 0,8 Sek. Die Sperrzeit t_s der Weiche beträgt daher 0,8 Sek. + Zeit zum Durchlaufen der Wirkzone.

Die Wirkzone hat je nach der gewählten Bauart verschiedene Länge. Am häufigsten werden Zeitsperre und isolierte Schiene benutzt. Die Zeitsperre muß für einen langsam laufenden Wagen mit dem größten vorkommenden Radstand bemessen werden. Sie ist daher für große Leistung ungeeignet. Die isolierte Schiene muß zur Vermeidung unzeitigen Umstellens mindestens die Länge des größten Radstands = 11,8 m (SSL-Wagen) haben. Zur Vermeidung von Störungen erhält sie meist eine Länge von 16 m. Die gleiche Länge ist für geteilte stromdichte Schienen und für isolierte Schiene mit Radtasterabschaltung nötig. Bei Beeinflussung durch Kippschiene oder Achszählung genügt eine Länge von 12,5 m. Kürzere Wirkzonen sind bisher noch nicht ausgeführt.

Eine starke Verkürzung der Wirkzone kann nach einem Vorschlag von Dr. Ing. Bäseler durch optische Steuerung erreicht werden. Gleichzeitig hat sie den Vorteil, keine beweglichen Teile zu besitzen. Im Fall einer Störung durch Verlöschen der Lichtquelle entstehen nur Fehlläufe, aber keine Entgleisungen. Lichtquelle und Photozelle werden in Pufferhöhe angeordnet, so daß die Steuerung durch Längsträger und Puffer erfolgt. Der Lichtstrahl darf das Gleis nicht genau rechtwinklig kreuzen, damit der Weichenantrieb nicht schon durch den Spielraum zwischen den Puffern bei Wagen derselben

Gruppe ausgelöst wird. Wegen der ungleichen Höhe der Puffer (nach BO, § 33 zwischen 940 und 1065 mm über SO) wird der Strahl auch etwas gegen die Waagerechte geneigt. Nur bei Tiefladewagen muß die optische Steuerung ausgeschaltet werden, wenn nicht eine zweite Zelle angebracht wird. Das Umstellen der Weiche dauert, wie oben angegeben, 0,8 Sek. Zum Ausgleich der für das Schalten nötigen Zeit wird die Zelle so aufgestellt, daß die letzte Achse der ablaufenden Gruppe bei Beendigung der Unterbrechung des Lichtstrahls noch 0,2 Sek. Laufzeit bis zur Zungenwurzel braucht. In diesem Augenblick muß die erste Achse der nächsten Gruppe noch 0,8 Sek. von der Zungenspitze entfernt sein. Die kleinste Zungenlänge bei Weichen 49—190—1:9 und 49—190—1:6,6 ist 4,50 m. Die Wirkzone erhält damit eine Länge von $4,50 + v \cdot (0,8 - 0,2)$. Der kleinste Überstand der Puffer über die Achsen ist (K-Wagen mit Wagenlänge $L_w = 6,60$ m, Achsstand = 3,50 m)

$\frac{3,10}{2} = 1,55$ m. Beim B ist er (Om mit $L_w = 9,10$ m, Achsstand 4,50 m) 2,30 m. Folgt der Om dem K, so ist ein Pufferabstand von $4,50 - (1,55 + 2,30) + v \cdot (0,8 - 0,2) = 0,65 + 0,6 \cdot v$ erforderlich. Die Weichensperrzeit t_s wird sehr kurz. Bei einer Ablaufgeschwindigkeit von

$v = 3,0$ m/sec ist der Mindestpufferabstand 2,45 m und $t_s = 0,82$ Sek.

5,0	3,65	0,73
7,0	4,85	0,69

Der K-Wagen ist kein ausgesprochener Schlechtläufer. Er hat einen viel geringeren Luftwiderstand als der G. Dieser hat aber einen Überstand von 2,40 m. Bei der ungünstigsten Wagenfolge S—B—S genügt also ein um 0,85 m kleinerer Pufferabstand. Ein Abstand von 4,50 m reicht in jedem Fall aus.

Sollte sich die Photozelle als nicht genügend betriebssicher erweisen, so ist eine induktive oder kapazitive Steuerung möglich. Die Eisenmassen der Längsträger und Puffer der ablaufenden Wagen wirken auf einen neben dem Gleis befindlichen Schwingungskreis. Solange sie an ihm vorbeierollen, verstimmen sie ihn und sperren dadurch den Weichenantrieb. Anfang und Ende einer Gruppe können dabei nicht so scharf abgegrenzt werden wie durch den Lichtstrahl. Die Wirkzone und der nötige Pufferabstand werden etwas länger.

Die Schaltung der kapazitiven Steuerung ist in Abb. 8, Taf. 22, dargestellt. Die Kondensatorplatte muß möglichst nah an den Längsträger herangebracht werden, da zum einwandfreien Arbeiten eine Kapazität von $5 \mu\text{F}$ erforderlich ist. Die Fläche der Platte bzw. des Längsträgers (cm^2) muß daher etwa das 50fache des Abstands beider (cm) betragen. Der Abstand zwischen Längsträger und Umgrenzung des lichten Raums ist bei keinem Wagen größer als 77 cm. Die Fläche muß also 4000 cm^2 groß sein.

3. Bremsen.

Gleichzeitige Abstands- und Laufzielbremsung am Anfang der Verteilungszone ist unmöglich. Wird ein S, dem ein B mit fernem Ziel folgt, auf ein nahes Ziel gebremst, so holt ihn der nicht oder fast nicht gebremste B ein. Beide Aufgaben sind daher völlig zu trennen; wenn nötig, ist eine besondere Laufzielbremsenstaffel vorzusehen. Nach Angabe von Maschke kann eine Zuführungsgeschwindigkeit v_0 von über 1,3 m/sec bei einer Wangengeschwindigkeit von 2 bis 5 m/sec am Anfang der Richtungsgleise von Hemmschuhlegern allein nicht mehr bewältigt werden. Dann ist also Laufzielbremsung nötig. Es ist aber nicht notwendig, jedes Gleis mit einer Bremse auszustatten, wenn auch bei ungünstiger Wagenfolge bei reiner Laufzielbremsung ein Einholen zwischen Bremse und letztem Grenzzeichen unmöglich ist. Die Geschwindigkeit soll so weit verringert werden, daß die Wagen möglichst sanft, auf keinen Fall

mit mehr als 1,0 m/sec, auf die haltenden Gruppen auflaufen, um Hemmschuhlegerarbeit möglichst auszuschalten.

Die Länge der Gleisbremse ist abhängig von der erforderlichen Bremsleistung. Der Bremswiderstand beträgt bei der ferngesteuerten Hemmschuhgleisbremse 80 kg/t, bei der Thyssenbremse mindestens 190 kg/t, bei der Jordanbremse 200 bis 300 kg/t, bei der Wirbelstrombremse je nach Einstellung 150 bis 700 kg/t. Zur Verkürzung der Wirkzone und Zeitersparnis ist es nötig, die Bremsbedienung zu mechanisieren. Im folgenden sind wegen des Vorteils der Gewichtsautomatik überall Thyssenbremsen vorgesehen. Die Arbeitsgleichung der Bremsarbeit lautet:

$$c_b = \text{Bremskoeffizient,} \\ l_b = \text{Bremslänge,} \\ G_b = \text{Gewicht der gebremsten Achsen,} \\ G_z = \text{Zuggewicht.} \\ \frac{G_z \cdot (v_1^2 - v_2^2)}{2 g'} + G_z \cdot \frac{(s - w)}{1000} \cdot l_b = G_b \cdot c_b \cdot l_b.$$

Die erzielbare Geschwindigkeitsverminderung beträgt:

$$v_1^2 - v_2^2 = \frac{G_b \cdot c_b \cdot l_b \cdot 2 g'}{G_z} - \frac{G_z (s - w) \cdot l_b \cdot 2 g'}{1000 \cdot G_z};$$

oder für eine Achse: $G_b = G_z = A$,

$$v_1^2 - v_2^2 = l_b \cdot 2 g' \cdot \left(c_b - \frac{s - w}{1000} \right).$$

Bei der Thyssenbremse beträgt nach Bansen (Diss. Dresden) für den S $c_b = 0,400$, für den B $c_b = 0,311$. Der erforderliche Bremsweg ist bei Abbremsung einer Achse:

$$l_b = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 g' \cdot \left(c_b - \frac{s - w}{1000} \right)}.$$

Wenn die sich aus diesen Gleichungen ergebende Baulänge der Bremse zu groß wird, kann sie in mehrere kurze Einzelbremsen aufgeteilt werden, die nacheinander betätigt werden.

Die Bedienung der Bremse soll selbsttätig durch den Wagen erfolgen. Je nach seiner Geschwindigkeit ist die Dauer oder Stärke der Bremsung einzustellen. Die Steuerung kann durch mechanische, elektrische oder optische Messung folgender Größen vorgenommen werden:

1. Geschwindigkeit
 2. Laufzeit
 3. Laufweg.
 4. Zeitabstand
 5. Raumabstand
 6. Laufzeit zwischen einem Kontakt und der Bremse.
- } zwischen zwei Kontakten oder Zellen.
} zweier gefährlicher Abläufe.

Zu 1: Eine Einrichtung zur selbsttätigen Abstandsbremsung wurde von Dr. Ing. Raab und Streckert entwickelt und 1933 als Modellanlage ausgeführt. Sie besteht aus einer Geschwindigkeits- und einer Zeitmeßstrecke, die von Schienenkontakten begrenzt sind, und einer Reihe von Kontakten zur Geschwindigkeitsüberwachung in der Bremse. Bei hoher Zuführungsgeschwindigkeit werden die Laufzeitunterschiede auf der Meßstrecke sehr gering. Es wird also eine große Meßgenauigkeit erforderlich.

Die Steuerung nach 4. und 5. ist schwierig, weil gleichzeitig zwei Abläufe zu messen sind.

Zu 6: Eine einfache Schaltung ergibt sich, wenn jede Achse beim Befahren eines Kontakts die Bremse für eine bestimmte Zeit auf vollen Druck einschaltet. Diese Zeit ist so bemessen, daß eine B-Achse auf der ganzen Länge der Bremse verlangsamt wird, eine S-Achse dagegen die Bremse erst nach Ablauf dieser Zeit erreicht. In dieser Weise selbsttätig arbeitende Hemmschuhbremsen sind in Frankreich auf verschiedenen Verschiebebahnhöfen in Betrieb. Der sogenannte R-Apparat von

Rabourdin benutzt Tastschienen, die über Zeitrelais den Seilmotor der ferngesteuerten Hemmschuhbremse, Bauart Deloison und Deyon, steuern. Nachteilig ist die große Länge dieser Bremsen. Die richtige Abbremsung einer ganzen Gruppe ist schwierig. Der Gedanke läßt sich aber auch bei anderen Bremsen anwenden: Die Einrichtung besteht dann aus Schienenkontakt (Stromschließer oder Klavierkontakt) und Zeitrelais, die auf Zehntelsekunden genau arbeiten und verstellbar sein müssen. Der Druckanstieg und -abfall beim Ein- und Ausschalten muß möglichst rasch erfolgen. Die hierfür nötige Zeit wird bei der Wahl der Bremsdauer berücksichtigt. Durch eine Zusatzeinrichtung muß vermieden werden, daß eine Achse die Bremse einschaltet, ehe die vorhergehende sie verlassen hat. Am Ende der Bremsabschnitte werden Kontakte angeordnet. Erst wenn eine Achse diese befahren hat, kann der Bremsabschnitt die von der nächsten Achse eingeschaltete Stellung annehmen.

D. Erzielbare Leistung.

1. Flach- oder Gefällform.

Die mögliche Leistung eines Ablaufkopfs hängt ab von:

1. Ablaufgeschwindigkeit. Diese ist bedingt durch die angewandte Kraft (Gefäll oder Lokomotive), die Größe und Regelbarkeit der Zuführungsgeschwindigkeit, das Maß der Zerlegung (Zahl und Stärke der Gruppen) und die Vorflut. Wird der Zug nur grob, also in wenige große Gruppen zerlegt, so kann die Zuführungsgeschwindigkeit v_0 erheblich gesteigert werden. Wird jedoch v_0 so erhöht, daß jeder Einzelwagen schon die zulässige Geschwindigkeit von 7,5 m/sec erreicht, so dürfen auch Gruppen nicht schneller zugeführt werden.

Wichtig ist die Tätigkeit der Loshänger. Dr. Ing. Massute gibt an, daß für eine Trennung (Herauswerfen der Kupplung) 3,0 Sek. gebraucht werden. Bei $v_0 = 2,5$ m/sec = 9 km/h folgen sich aber die Wagen mit 3,6 Sek. Abstand. Eine Verschiebung des Ablaufpunkts ist nicht mehr möglich. Damit entfällt ein wesentlicher Vorteil der Gefällanlage. Sie muß auch mit Steilrampe arbeiten. Außerdem müssen bei der hohen Geschwindigkeit mehrere Loshänger am selben Zug eingesetzt werden.

2. Zwischenzeiten zwischen den Abläufen. Die Zwischenzeiten hängen bei den Gefällbahnhöfen ab von der Länge der Zuführungszone und der Zahl der Berggleise. In Nürnberg (ein Berggleis) sollen die Züge aneinandergefädelt werden, so daß die Zwischenzeit auf 0 sinkt. Dr. Ing. Frohne rechnet aber damit, daß durch das zum Anfädeln nötige Abbremsen eine ähnliche Zwischenzeit wie bei der Form mit zwei Berggleisen entsteht, bei der sie in Dresden-Friedrichstadt mit 0,87 Min. festgestellt wurde. Diese Form hat den großen Vorteil, daß bei Unfahrbarwerden eines Gleises die Anlage betriebsfähig bleibt.

Beim Flachbahnhof rückt der Zug während des Ablaufs des vorhergehenden schon möglichst nah an den Berg heran. Es ergibt sich dieselbe Zwischenzeit von 0,9 Min. Die Berggleise werden abwechselnd benutzt. Unter Zugrundelegung der Normzeiten von Hamm ergibt sich bei $v_0 = 2,5$ m/sec = 16,7 Wagen/Min. folgender Höchstbedarf an Lokomotiven:

- 4 Min. für Umfahren hinter den Zug,
 - 2 Min. für Heranfahren des Zugs an den Berg,
 - 0,5 Min. Warten auf den Rangierzettel,
 - 0,9 Min. Aufnehmen des Signals und Beschleunigen des Zugs auf $v_0 = 2,5$ m/sec (Zwischenzeit),
 - 2,4 Min. Abdrückzeit für 40 Wagen.
- 9,8 Min. für einen Umlauf.
 3,3 Min. Abdrück- und Zwischenzeit.
 Bedarf: $\frac{9,8}{3,3} = 3$ Lokomotiven.

3. Stärke der Züge. Je kürzer die Züge sind, desto häufiger tritt die Zwischenzeit, also ein Verlust an Arbeitszeit, auf. Daher sind kurze Züge in den Einfahrgleisen zusammenzukuppeln. Das Umsetzen dieser Züge führen die Zuglokomotiven aus.

4. Nutzzeit. Die Nutzzeit ist die Zeit, die innerhalb eines Tages zum Abdrücken zur Verfügung steht. Dresden-Friedrichstadt arbeitete 1930 mit 19,4 Std. = 81% Nutzzeit. Während gewöhnlich mit 20 Std. gerechnet wird, soll wegen der bei hoher Zuführungsgeschwindigkeit häufigeren Störungen durch laufende Unterhaltung von Oberbau und Bremsen, ungenügendes Beidrücken oder Beilaufen in den Richtungsgleisen, Fehlläufer usw. nur mit 18 Std. gerechnet werden.

Allgemein zeigt sich, daß bei genügendem Einsatz von Lokomotiven der Flachbahnhof dieselbe Leistung erzielen kann wie die Gefällzuführung. Während bei kleiner Leistung, wie bei Bahnhöfen mit niedriger v_0 und Stationsgruppen die Gefällform nach dem Urteil von Oder, Dr. Ing. Baumann, Dr. Ing. Frölich und der Studiengesellschaft für Rangiertechnik vorzuziehen ist, wird bei hoher Leistung die Flachform wegen der kürzeren Besetzung der Zuführungszone und der Möglichkeit des Entkuppelns vor Beginn des Ablaufs günstiger. Die große Zahl von 14 Halte- und zwei Zulaufbremsen erhöht auch die Anlage- und Betriebskosten der Gefällform.

2. Einfache Anlage.

Folgende Grenzwerte für die Tagesleistung der Ablaufberge wurden bisher angegeben: *

		Flachbahnhof	Gefällbahnhof
Oder	1904	3000 Wagen	6000 Wagen
Ammann	1911	6000 ..	6000 ..
Baumann	1922	6500 ..	6500 ..
Blum	1925	6000 ..	6000 ..
Cauer	—	8000 ..	8000 ..
Bäseler	1926	10000 ..	10000 ..
Frölich	—	7—8000 ..	7—8000 ..
Frohne	1927	3700 ..	5000 ..
Massute	1937	5700 ..	7000 ..

Zwangsablauf in Flachbahnhöfen: Lagershausen 7500 Wagen.

Erreicht wurden:

Osterfeld Süd	5430 Wagen	—
Hamm	5130 ..	—
Nürnberg	—	6520 Wagen
Kornwestheim	5790 Wagen	—
Dresden-Friedrichstadt .	—	4860 Wagen

Im folgenden wird untersucht, welche Leistung bei vollständig mechanisierter Weichen- und Bremsbedienung mit kürzesten Wirkzonen möglich ist.

Verschiedene Steilrampen wurden miteinander verglichen (Abb. 2, Taf. 21):

Rampe I: Rampe ohne Zwischengerade zwischen den Ausrundungsbogen, beide mit $r_a = 300$ m. Talbremse unmittelbar am Rampenfuß. Die mögliche Zuführungsgeschwindigkeit v_{0max} ist bei tiefer Temperatur und 6 m/sec Gegenwind = 2,9 m/sec, die größte Geschwindigkeit des B am Fuß der Rampe $v_{max} = 5,9$ m/sec. Vor der Talbremse kann keine Weiche eingelegt werden.

Rampe II: Zwischengerade von 27 m zwischen den Ausrundungsbogen. Es kann eine Weiche 1:9—190 auf der Steilrampe eingelegt werden. Vor der Talbremse also Aufspaltung in zwei Stränge möglich. $v_{0\max} = 2,7$ m/sec, v_{\max} des B = 8,4 m/sec.

Rampe III: Rampe II kann wegen $v_{\max} > 7,5$ m/sec nicht ausgenutzt werden. Rampe I ergibt eine zu lange Gefahrenzone. Daher wird ein Profil gewählt, bei dem auf der Steilrampe eben noch die erste Verteilungsweiche eingelegt werden kann. Die Zwischengerade ist mit 10,5 m nur wenig länger als die Weichenzunge. An die Steilrampe schließt sich eine flache Neigung von 12‰ an, in der die ganze Verteilungszone liegt. Es ist möglich, vor den Talbremsen noch einen zweiten Weichenkranz einzulegen. Bei diesem Profil ist bei ungünstiger Witterung $v_{0\max} = 2,7$ m/sec, bei normaler Temperatur und 3 m/sec Rückenwind = 4,5 m/sec. Da v_{\max} nicht über 7,5 m/sec steigen soll, ferner wegen der nötigen Sicherheit wird v_0 auf 2,5 m/sec festgesetzt.

Hat bei ungünstigstem Wetter die letzte Achse des S die Zungenwurzel der ersten Weiche erreicht, so ist zwischen diesem Wagen und einem folgenden B mindestens ein Pufferabstand von 4,50 m vorhanden. An der zweiten Weiche beträgt er 7,00 m. Unterhalb der Talbremse ist er nur auf den ersten 12 m kleiner als 4,50 m. Es ist also überall genügend Länge für die Steuerung der Weichenantriebe vorhanden. Nach der Bremsung durch die Talbremse holt der B den vor ihm abgelaufenen S bei ungünstigstem Wetter nach 132 m Laufweg ein, bei günstigstem Wetter erst nach 410 m. Die zweite Bremsstaffel wird in 120 m Entfernung von der ersten eingebaut. Hier ist der Pufferabstand in keinem Fall kleiner als 4,00 m.

Die ersten Talbremsen bestehen aus zwei Teilen von je 3,50 m Länge. Der Abstand der letzten Achse des S von der ersten des B beträgt im ungünstigsten Fall 6,90 m. Es ist also nicht möglich, eine Bremse mit der erforderlichen Länge von 7,00 m in einem Stück einzulegen. Die Aufteilung hat gleichzeitig den Vorteil, daß der Anfang der Bremschienen, der am stärksten abgenutzt wird, für sich ausgewechselt werden kann. Beide Abschnitte erhalten dieselbe Länge, um die gleichen Ersatzteile in beiden Hälften verwenden zu können.

Der Schienenkontakt liegt 31 m vor dem Anfang der Bremse. Es hat keinen Wert, ihn näher an den Gipfel zu legen, denn auf der oberen Hälfte der Rampe ist die Geschwindigkeit der zweiten Achse eines S ebensogroß, wie die der ersten Achse eines B. Zum Durchlaufen dieser 31 m braucht bei ungünstigstem Wetter der S 5,5 Sek., der B 4,6 Sek., bei günstigstem Wetter der S 4,6 Sek., der B 4,2 Sek. Die Bremse wird bei ungünstigstem Wetter so eingestellt, daß die erste Hälfte nach 5,5 Sek., die zweite nach 5,8 Sek. ausgeschaltet wird. Bei günstigstem Wetter soll sich die erste Hälfte vom Befahren des Kontakts von 4,9 Sek. an in Bremsstellung befinden, die zweite 5,6 Sek. lang. Für jede Wetterlage kann der Bremsenwärter die Zeitrelais beliebig einstellen. Er hat zu bestimmten Zeiten die richtige Einstellung zu prüfen und nötigenfalls andere Bremszeiten einzuschalten, sonst aber nur im Notfall durch Handbedienung der Talbremsen in den Ablauf einzugreifen. Als Grenzwerte ergeben sich für den B und S bei günstigster und ungünstigster Witterung folgende Bremszeiten und Austrittsgeschwindigkeiten:

1. Schlechtestläufer S, ungünstigstes Wetter.

Erste Hälfte: Ende der Bremsung nach 5,5 Sek.

Zweite Hälfte: Ende der Bremsung nach 5,8 Sek.

Laufzeit bis Anfang erster Hälfte 5,5 Sek., Bremskraft 0.

Laufzeit bis Anfang zweiter Hälfte 6,1 Sek., Bremskraft 0.

Der Wagen wird nicht gebremst.

2. Bestläufer B, günstigstes Wetter.

Die Geschwindigkeit bei Beendigung der Bremsung beträgt

$$v_2^2 = v_1^2 - \left[l_b \cdot 2g' \left(\frac{\sum G_b \cdot b}{G_z} - \frac{s-w}{1000} \right) \right]$$

Achsstand 3,50 m.

Eintrittsgeschwindigkeit der ersten Achse $v = 7,00$ m/sec.

	Zeitverbrauch vom Befahren des Kontakts an	
	Erste Achse	Zweite Achse
Eintritt in die Bremse	4,60 Sek.	4,63 Sek.
Erste Achse in der ersten Hälfte:		
$v_2^2 = 49,0 - \left[3,50 \cdot 2 \cdot 9,50 \left(\frac{0,311}{2} - 0,006 \right) \right]$		
$= 49,0 - 9,9 = 39,1. \quad v_2 = 6,25$ m/sec . .	0,53 „	—
Beide Achsen in der Bremse:		
$v_3^2 = 39,1 - 20,3 = 18,8. \quad v_3 = 4,34$ m/sec . .	0,65 „	0,65 Sek.
Ende der Bremsung der ersten Achse . .	5,8 Sek.	
Zweite Achse in der zweiten Hälfte:		
$v_4^2 = 18,8 - 5,6 = 13,2. \quad v_4 = 3,63$ m/sec . .		0,50 „
Ende der Bremsung der zweiten Achse . .		5,8 Sek.
Zweite Achse ungebremst in der Bremse:		
Laufweg 1,50 m. $v = 3,63$ m/sec . .		0,41 „
		6,2 Sek.

6,2 Sek. nach Befahren des Kontakts verläßt die zweite Achse die Bremse. Der Wagen hat dann eine Geschwindigkeit $v = 3,63$ m/sec.

3. S, günstigstes Wetter.

Achsstand 3,50 m, Eintrittsgeschwindigkeit $v = 6,95$ m/sec.

	Zeitverbrauch vom Befahren des Kontakts an	
	Erste Achse	Zweite Achse
Eintritt in die Bremse	4,60 Sek.	4,63 Sek.
Erste Achse in der ersten Hälfte:		
$v_2^2 = 48,4 - 6,8 = 41,6. \quad v_2 = 6,45$ m/sec . .	0,30 „	—
	4,9 Sek.	
Erste Achse ungebremst in der ersten Hälfte:		
Laufweg 1,50 m. $v = 6,45$ m/sec . .	0,23 „	—
Beide Achsen gebremst:		
$v_3^2 = 41,6 - 11,0 = 30,6. \quad v_3 = 5,54$ m/sec . .	0,26 „	0,26 Sek.
		4,9 Sek.
Erste Achse in der zweiten Hälfte gebremst, zweite Achse ungebremst:		
$v_4^2 = 30,6 - 3,7 = 26,9. \quad v_4 = 5,19$ m/sec . .	0,21 „	0,21 „
	5,6 Sek.	
Beide Achsen ungebremst:		
Laufweg 0,80 m. $v = 5,19$ m/sec . .	0,15 „	0,15 „
Zweite Achse in der zweiten Hälfte gebremst:		
$v_5^2 = 26,9 - 5,4 = 21,5. \quad v_5 = 4,64$ m/sec . .		0,32 „
		5,6 Sek.
Zweite Achse ungebremst in der Bremse:		
Laufweg 1,90 m. $v = 4,64$ m/sec . .		0,41 „
		6,0 Sek.

6,0 Sek. nach Befahren des Kontakts verläßt die zweite Achse die Bremse. Der Wagen hat dann eine Geschwindigkeit von $v = 4,64$ m/sec.

4. B, günstigstes Wetter.

Achsstand 3,50 m, Eintrittsgeschwindigkeit $v = 7,50$ m/sec.

Erste Hälfte: Ende der Bremsung nach 4,9 Sek.

Zweite Hälfte: Ende der Bremsung nach 5,6 Sek.

	Zeitverbrauch vom Befahren des Kontakts an	
	Erste Achse	Zweite Achse
Eintritt in die Bremse	4,20 Sek.	4,22 Sek.
Erste Achse in der ersten Hälfte gebremst: $v_2^2 = 56,3 - 9,7 = 46,6$. $v_2 = 6,83$ m/sec . .	0,49 ..	—
Beide Achsen gebremst: $v_3^2 = 46,6 - 20,1 = 26,5$. $v_3 = 5,15$ m/sec . .	0,58 ..	0,58 Sek.
	5,3 Sek.	
Zweite Achse in der zweiten Hälfte gebremst: $v_4^2 = 26,5 - 9,7 = 16,8$. $v_4 = 4,10$ m/sec . .		0,75 ..
		5,6 Sek.

5,6 Sek. nach Befahren des Kontakts durch die zweite Achse verläßt der Wagen die Bremse mit $v = 4,10$ m/sec.

5. B, wie unter 4., jedoch Achsstand 7,00 m.

	Zeitverbrauch vom Befahren des Kontakts an	
	Erste Achse	Zweite Achse
Erste Achse in der ganzen Bremse gebremst: $v_2^2 = 56,3 - 19,4 = 36,9$. $v_2 = 6,07$ m/sec . .	4,20 Sek.	4,30 Sek.
	1,03 ..	—
Zweite Achse in der ersten Hälfte gebremst: $v_3^2 = 36,9 - 9,7 = 27,2$. $v_3 = 5,21$ m/sec . .	5,2 Sek.	0,62 Sek.
		4,9 Sek.
Zweite Achse in der zweiten Hälfte gebremst: $v_4^2 = 27,2 - 8,9 = 18,3$. $v_4 = 4,28$ m/sec . .		0,67 ..
		5,6 Sek.
Zweite Achse in der zweiten Hälfte ungebremst: Laufweg 0,30 m. $v = 4,28$ m/sec . .		0,07 ..
		5,7 Sek.

5,7 Sek. nach Befahren des Kontakts durch die zweite Achse verläßt der Wagen die Bremse mit $v = 4,28$ m/sec.

Beträgt der Achsstand mehr als 3,50 m, so ergibt sich eine nur unwesentlich höhere Austrittsgeschwindigkeit. Kürzerer Achsstand kommt nur bei Drehgestellen vor. Drehgestellwagen haben aber wegen ihrer Länge größere Pufferabstände. Daher ist die zu geringe Abbremsung bei ihnen ungefährlich. Gruppen werden in der richtigen Stärke gebremst.

Die Bremsen der zweiten Staffel sind 12 m lang. Sie sind so bemessen, daß sie mit $v = 7,5$ m/sec eintretende Wagen auf Halt bremsen können:

$$v_2^2 = 56,3 - [10,0 \cdot 2 \cdot 9,50 (0,311 - 0,009)] = 56,3 - 57,4 = 0.$$

Für eine Ablaufanlage höchster Leistung ergibt sich also: Entkuppeln der Wagen in der Einfahrgruppe. Zuführung durch drei Lokomotiven. Einfahrgruppe 2‰ geneigt, Zuführungszone 0‰, die letzten 40 m vor dem Gipfel Gegensteigung 20‰, Steilrampe 66,7‰ auf 31,43 m. Ausrundungshalbmesser am Gipfel $r_a = 300$ m, am Rampenfuß 400 m. Verteilungszone 12‰ geneigt. Reichsbahnweichen 49-190-1:6,6 oder 1:9 mit 4,50 m langen Zungen, optisch, kapazitiv oder induktiv gesteuert. Erste Talbremsenstaffel: vier selbsttätige Gleisbremsen von 2,3,50 m Länge. Zweite Bremsstaffel: 16 handbediente Gleisbremsen von 12 m Länge zur Laufzielbremsung.

Die Gefahrenzone hinter diesen Bremsen hat bei 32 Richtungsgleisen eine Länge von 75 m. Besteht die Richtungsgruppe aus mehr als 32 Gleisen, so muß in der zweiten Staffel in einigen

Fällen auf Abstand gebremst werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich zwei Abläufe erst hinter diesen Bremsen trennen, ist 1 auf 32 Abläufe. Damit sie einander gefährlich werden, müssen aber beide Einzelläufer sein und sehr verschiedenen Laufwiderstand haben. Die Häufigkeit der Einzelabläufe schwankt sehr mit den Aufgaben des Bahnhofs. Die wahrscheinlichste mittlere Gruppenstärke ist bei 32 Richtungsgleisen $\frac{32}{31}$ Wagen. Mit wachsender Gleiszahl nähert sich dieser

Wert immer mehr 1. Tatsächlich ist das Verhältnis aber wesentlich günstiger. In Dresden-Friedrichstadt beträgt die mittlere Gruppenstärke 1,4 Wagen. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich drei Abläufe erst hinter dem fünften Weichenkranz trennen, ist 1 auf $2^{2x} = 2^{10} = 1024$ Abläufe.

Die bei dieser Anlage erzielbare Höchstleistung ergibt sich aus: Zuführungsgeschwindigkeit $v_0 = 2,5$ m/sec,

Abdrückzeit für 30 Wagen = 1,8 Min.,

Zwischenzeit = 0,9 Min.

Gesamtzeit für 30-Wagenzug 2,7 Min. = 11,1 Wagen/Min.,

40-Wagenzug 3,3 Min. = 12,1 Wagen/Min.,

50-Wagenzug 3,9 Min. = 12,8 Wagen/Min.,

60-Wagenzug 4,5 Min. = 13,3 Wagen/Min.

Mittlere Dauerleistung = 12,3 Wagen/Min.

Mittlere Stundenleistung . . 60.12,3 = 740 Wagen.

Mittlere Tagesleistung . . . 18.740 = 13300 Wagen.

Diese Leistung wird dazu zwingen, die Zahl der Richtungsgleise auf 64 zu erhöhen, da ihre Belastung nicht beliebig gesteigert werden kann.

3. Staffelweiser Ablauf.

Es erscheint unwirtschaftlich, die ganze Anlage für den seltenen Fall zu bemessen, daß sich ein S und B erst an der letzten Weiche trennen, und deshalb in der ganzen Verteilungszone mit hohen Geschwindigkeiten zu arbeiten. Um das zu vermeiden, können alle Wagen am Fuß der Steilrampe aufgefangen werden und aus den vier Strängen mit geringerer Geschwindigkeit über einen zweiten Berg ablaufen.

Der Hauptberg arbeitet mit $v_0 = 2,5$ m/sec. Im günstigsten Fall nehmen alle vier Stränge gleichviel Wagen $\left(\frac{2}{8}\right)$ auf, im

ungünstigsten Fall laufen alle $\left(\frac{8}{8}\right)$ in dasselbe Gleis. Am wahrscheinlichsten ist, daß ein Gleis $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2}{8} + \frac{8}{8}\right) = \frac{5}{8}$ aufzunehmen hat.

Um v_0 am Hauptberg nicht zu oft herabsetzen zu müssen, wird mit $\frac{6}{8}$ gerechnet. Dann müssen die vier Unterberge für $\frac{6}{8} \cdot 2,5 = 1,9$ m/sec bemessen werden. In der Verteilungszone laufen die Wagen immer noch mit großen Geschwindigkeiten und wenig vergrößertem Abstand, so daß nicht viel gewonnen wird.

Werden die vier Ausgleichsgleise ins Gefäll gelegt, so arbeiten sie ohne Zwischenzeit. Dann braucht nur mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/sec gerechnet zu werden, da die Zwischenzeit des Hauptbergs als Arbeitszeit zur Verfügung steht. In 3,6 Min. laufen $\frac{6}{8}$ eines 60 Wagen-Zugs = 45 Wagen

in ein Gleis. In derselben Zeit laufen 36 Wagen mit 1,5 m/sec ab. Die Gleise müssen neun Wagen aufnehmen können, also rund 100 m lang sein. Nachteilig ist die große Höhe, die für die hintereinanderliegenden Berge gebraucht wird, ferner die Verlängerung des ganzen Bahnhofs, durch die aber die Leistung nicht erhöht wird. Diese Form ist daher nicht zu empfehlen.

4. Doppelanlage.

Reicht ein Berg nicht aus, so ist die Anlage zu verdoppeln. Dr. Ing. Munke hat solche Anordnungen untersucht, kommt

aber zu zwei nebeneinanderliegenden Bahnhöfen, je mit Einfahr- und Richtungsgruppe, die nur einzelne Richtungsgleise und die Nebenanlagen gemeinsam benutzen. Soll die Verdoppelung der Richtungsgruppe vermieden werden, so müssen die Ablaufberge in der Verteilungszone verbunden werden, wie es Dr. Ing. E. h. Leibbrand vorgeschlagen hat. Der Doppelberg erhält dann folgende Form:

Der Ablauf geht staffelweise vor sich. Aus den Einfahrgruppen E_1 und E_2 laufen gleichzeitig Wagen in die Gleise A_1 , A_2 , B_1 und B_2 . Der weitere Ablauf geht gleichzeitig von A_1 und B_1 oder von A_2 und B_2 aus. Der Ablauf aus den Verteilungsgleisen spielt sich mit der gleichen v_0 ab wie die Zuführung zu den beiden Hauptbergen. Als nutzbare Länge werden 300 m gewählt.

Das Profil der Gleise A und B muß, da die Wagen schon am Hauptberg entkuppelt sind und ein Mitreißen nun nur noch innerhalb der Gruppen möglich ist, durchgehend die gleiche Neigung haben. Gewählt wird ein Gefäll von 12‰ , auf den letzten 40 m vor der Haltebremse 15‰ , damit die Wagen rasch anlaufen. Die Erfahrung von Dresden-Friedrichstadt lehrt, daß schon in einer Neigung von 10‰ die Mehrzahl der Wagen anläuft. Stehen in einem Verteilungsgleis nur wenige Wagen, so genügt eine geringe Ablaufgeschwindigkeit v_0 . Laufen alle Wagen des Zugs in dieselbe Hälfte der Richtungsgruppe, so müssen die im Verteilungsgleis haltenden 30 Wagen möglichst schnell $v_0 = 2,5\text{ m/sec}$ erreichen. Für den ersten Wagen ergeben rechnerische und zeichnerische Ermittlungen dieselbe Anlaufgeschwindigkeit $v_a = 0,20\text{ m/sec}$.

Nach Vorrücken um Wagenlänge beträgt die Geschwindigkeit des ersten Wagens $1,14\text{ m/sec}$, nach Vorrücken um vier Wagenlängen $2,52\text{ m/sec}$. Wird die geringe Abnahme der Pufferkraft vom ersten bis zum vierten Wagen vernachlässigt, so durchläuft dieser die Haltebremse mit $2,5\text{ m/sec}$. Zum Durchlaufen dieser Strecke mit $v = 2,5\text{ m/sec}$ würde er $14,4\text{ Sek.}$ brauchen, das Vorrücken beim Anlauf dauert $26,9\text{ Sek.}$ Es gehen also außer der Schaltzeit für die Haltebremse bis zum Erreichen der vollen $v_0 = 2,5\text{ m/sec}$ $12,5\text{ Sek.}$ verloren.

Nach langem Stillstand bleiben die letzten drei bis vier Wagen stehen. Diese Wagen müssen durch Anzwicken mit der Brechstange oder durch Auflaufen weiterer Wagen in Bewegung gesetzt werden. Läuft ein leerer G mit $1,0\text{ m/sec}$ auf eine haltende Gruppe von 30 beladenen Om auf, so beschleunigt er sie bei vollkommen unelastischem Stoß auf $0,103\text{ m/sec}$. Es genügt also ein ganz schwacher Auflaufstoß.

Soll Höhe gespart werden, so müssen Beidrückanlagen benutzt werden. Sie müssen nur am Anfang des Ablaufs den Wagen Kraft zuführen, bis der Widerstand unter $s\text{ kg/t}$ gesunken ist. Da die Leistung nur kurze Zeit ausgenützt wird, ist der Höhengewinn teuer erkauft.

An jeder Stelle dieser Gleise muß ein zulaufender Wagen auf 0 bis 1 m/sec Geschwindigkeit abgebremst werden können. Das ist wie in Nürnberg und Dresden-Friedrichstadt mit Hemmschuhen und Büssingbremsen möglich, erfordert aber dann viele Bedienungsmannschaften. Balkengleisbremsen wären in kurzen Abständen einzulegen, denn ein auf Halt gebremster, zulaufender Wagen erreicht bei dieser Neigung nach 5 m Laufweg mehr als 1 m/sec Geschwindigkeit. Am besten läßt sich die Bremsung mit ferngesteuerten Hemmschuhgleisbremsen erreichen, die auf der ganzen Länge von 300 m angeordnet werden. Die Haltebremse der Zwischenrampe muß 30 Wagen halten und den Ablauf mit kürzestem Bremsweg unterbrechen können. Gewählt wird eine Thyssenbremse von 20 m Länge. Zwischen den vier Bremsen ist eine solche Abhängigkeit herzustellen, daß gleichzeitig nur A_1 und B_1 , oder A_2 und B_2 , oder A_1 und B_2 , oder eine allein geöffnet werden können.

Die größte Zuführungsgeschwindigkeit des Doppelbergs ist $2,25\text{ m/sec}$. Als Profil wird für den Doppelberg dasselbe

gewählt wie für die einfache Anlage. An die Talbremse des Hauptbergs schließt sich die Zwischenrampe. Unterhalb der Haltebremse folgt eine zweite Steilrampe mit denselben Abmessungen wie die obere (s. Abb. 4, Taf. 21). Die erzielbare Leistung hängt ab von Zusammensetzung und Stärke der Züge, ferner von den Aufgaben des Bahnhofs.

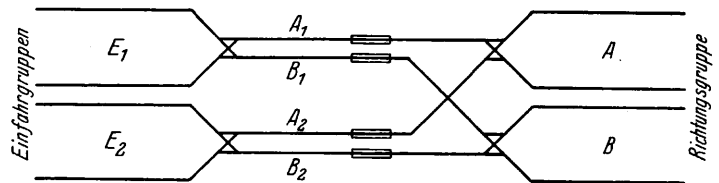


Abb. 4. Schema einer doppelten Ablaufanlage.

Laufen sämtliche Wagen aus E_1 nach A und sämtliche aus E_2 nach B, so leistet die Anlage genau das Doppelte der einfachen. Die Dauerleistung, das heißt, die Leistung unter Einrechnung der Zwischenzeiten ist bei

60 Wagen-Züge	120 Wagen in 4,5 Min.	= 26,7 Wagen/Min.,
50	100	3,9 25,6
40	80	3,3 24,2
30	60	2,7 22,2

Wird dabei angenommen, daß die Zugstärken etwa gleichmäßig zwischen 25 und 65 Wagen schwanken, so ergibt sich eine mittlere Dauerleistung von $24,7\text{ Wagen/Min.}$ Zugstärken von über 60 Wagen entstehen beim Zusammenkuppeln kurzer Züge.

Laufen 25% der Wagen aus E_1 nach B und 25% aus E_2 nach A, so muß für den Ablauf die Zeiteinteilung nach Abb. 5 gewählt werden: Der Ablauf aus A_1 wird erst unterbrochen, wenn A_2 mit 30 Wagen gefüllt ist. Das ist der Fall, wenn der erste und der dritte Zug mit je 60 Wagen abgedrückt sind. Bei der Unterbrechung tritt zweimal die Zwischenzeit von $0,3\text{ Min.}$ auf, die durch das Öffnen der Haltebremse und durch das Anlaufen verursacht wird. Ebenso arbeiten B_1 und B_2 . Die Arbeitszeit für A_1 und B_2 kann, wenn Züge verschiedener Stärke aus E_1 und E_2 ablaufen, um 3 Min. gegeneinander verschoben werden. Die Dauerleistung ist daher ebenfalls nur abhängig von der Zuführung zu den Hauptbergen, ist also $24,7\text{ Wagen/Min.}$

Verteilen sich die Wagen so, daß aus E_1 und E_2 je gleichviel Wagen nach A und B laufen, so muß der Bahnhof nach einem starren Plan gemäß Abb. 5 arbeiten:

Sobald die erste Hälfte eines Zugs über den Hauptberg gerollt ist, werden die zugehörigen Verteilungsgleise geöffnet. Dadurch wird erreicht, daß nach Ablauf des ganzen Zugs diese Gleise wieder leer sind. Auch bei ungünstigster Verteilung der Wagen im Zug, also wenn in der ersten Hälfte des Zugs nur Wagen nach A, in der zweiten nur solche nach B stehen, genügt die nutzbare Gleislänge von 300 m .

Maßgebend für die Umschaltzeit ist jeweils der längere Zug. Die Dauerleistung hängt also auch von der Zugstärke ab.

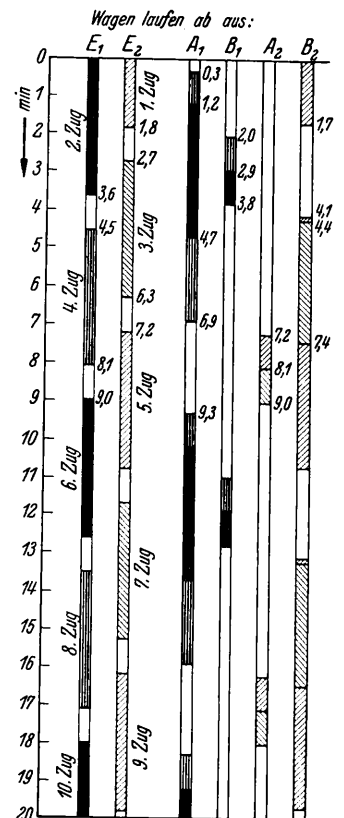


Abb. 5. Betriebsplan einer doppelten Ablaufanlage.

Laufen aus E₁ und E₂ 60 Wagen-Züge ab, so ist die Leistung 120 Wagen in 4,5 Min. = 26,8 Wagen/Min. Lläuft gleichzeitig ein 60 und ein 50 Wagen-Zug ab, so sinkt die Leistung in derselben Zeit auf 110 Wagen = 24,4 Wagen/Min. Die einzelnen Fälle sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Zahlentafel 3.

		Aus E ₁ : 50% nach A, 50% nach B. Aus E ₂ : 50% nach A, 50% nach B.				
Von		E ₁				
		Zugstärke	60 Wagen	50 Wagen	40 Wagen	30 Wagen
E ₂	60 Wagen	120W/4,5min 26,7 W/min	110W/4,5min 24,4 W/min	100W/4,5min 22,2 W/min	90W/4,5min 20,0 W/min	
	50 Wagen	110/4,5 24,4	100/3,9 25,6	90/3,9 23,1	80/3,9 20,5	
	40 Wagen	100/4,5 22,2	90/3,9 23,1	80/3,3 24,2	70/3,3 21,2	
	30 Wagen	90/4,5 20,0	80/3,9 20,5	70/3,3 21,2	60/2,7 22,2	

Das Mittel aus dieser Tabelle ist die mittlere Dauerleistung = 22,6.

Verteilen sich die Wagen so, daß sämtliche Wagen aus E₁ nach A gehen, A außerdem aber 25% der Wagen von E₂ aufzunehmen hat, ergibt sich Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4.

		Aus E ₁ : 100% nach A. Aus E ₂ : 25% nach A, 75% nach B.				
Von		E ₁				
		Zugstärke	60 Wagen	50 Wagen	40 Wagen	30 Wagen
E ₂	60 Wagen	120/5,10 23,5	110/4,50 24,4	100/4,50 22,2	90/4,50 20,0	
	50 Wagen	110/4,95 22,2	100/4,35 23,0	90/3,90 23,1	80/3,90 20,5	
	40 Wagen	100/4,80 20,4	90/4,20 21,4	80/3,60 22,2	70/3,30 21,2	
	30 Wagen	90/4,65 19,4	80/4,05 19,8	70/3,45 20,3	60/2,85 21,0	

Mittlere Dauerleistung: 21,5 Wagen/Min. Nur in den Fällen rechts der Staffelung ist die Zuführungszeit zu den Hauptbergen maßgebend, in allen übrigen Fällen die Besetzung der Gefahrenzone von A.

In dieser Weise ist die Leistung für sämtliche möglichen Zugzusammensetzungen ermittelt worden. Die mittleren Dauerleistungen sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt:

Zahlentafel 5.

Zusammensetzung der Züge		Von E ₁ nach					
		A:	100%	75%	50%	25%	0%
Von E ₂ nach		B:	0%	25%	50%	75%	100%
A:	B:						
0%	100%		24,7	21,5	18,1	17,5	14,9
25%	75%		21,5	24,7	21,8	19,3	17,5
50%	50%		18,1	21,8	22,6	21,8	18,1
75%	25%		17,5	19,3	21,8	19,3	17,5
100%	0%		14,9	17,5	18,1	17,5	14,9

Rechts der Staffelung ist die Besetzung der Kreuzung von A₁ und B₂ maßgebend für die Leistung, links davon die Besetzung der Gefahrenzone von A und B, mit Ausnahme der drei unterstrichenen Fälle, die oben besonders beschrieben wurden. In den Fällen rechts der Staffelung müssen die Verteilungsgleise auf 350 bis 400 m verlängert werden.

Bei ganz beliebiger Benutzung der Einfahrgleise und Richtungsgruppen können als Dauerleistung 19,3 Wagen/Min. erreicht werden. Das sind 57% mehr als bei der einfachen Anlage.

Der Fall, daß sämtliche Wagen eines Zugs nach derselben Seite laufen, ist äußerst selten. Er wird daher vernachlässigt. Damit fallen die oberste und die unterste Zeile und die erste und die letzte Spalte der Zahlentafel für die Bildung des Mittels weg. Aus den übrigen neun Werten ergibt sich eine mittlere Dauerleistung von 21,4 Wagen/Min.

Lläuft von vornherein jeder Zug auf der Seite ab, für die er mehr Wagen bringt, so müssen höchstens 50% der Wagen kreuzen. Die Leistung steigt dann auf 21,6 Wagen/Min. Müssen nur bis zu 25% kreuzen, so steigt sie auf 23,1 Wagen/Min. Liegt der Anteil der kreuzenden Wagen unter 13%, so ist die Leistung der Hauptberge maßgebend. Die Gesamtleistung hängt dann nur noch von den Zugstärken ab und beträgt im Mittel 24,7 Wagen/Min. = 1480 Wagen/h. Das ist das Doppelte der einfachen Anlage und 28% mehr als bei beliebiger Zusammensetzung der Züge.

Um die ungünstigen Zugzusammensetzungen zu vermeiden, werden die Gleisgruppen folgendermaßen eingeteilt:

- E₁ für Züge von Osten, E₂ für Züge von Westen,
- A für Wagen nach Westen, B für Wagen nach Osten.

Würde das System E₂ - B umgekehrt, so entstünde eine gewöhnliche zweiseitige Anlage. Zum Vergleich sei deren Leistung angegeben. Die Bergleistung einer zweiseitigen Anlage mit einer Zuführungsgeschwindigkeit von 2,5 m/sec ist im Mittel 24,7 Wagen/Min. Im Durchschnitt der 57 größeren zweiseitigen Verschiebebahnhöfe der Deutschen Reichsbahn beträgt der Anteil der doppelt behandelten Wagen 17% der Gesamtleistung. Der zweiseitige Bahnhof leistet daher im Ausgang 17% weniger, nämlich 20,5 Wagen/Min.

Bei der Doppelanlage läuft jeder Wagen nur einmal über den Berg. Dem Eckverkehr der zweiseitigen Anlage entsprechen die Kreuzungen der Doppelanlage. Bei 17% Kreuzungen beträgt ihre Dauerleistung aber 24,3 Wagen/Min. oder 19% mehr. Bei 50% Kreuzungen leistet die Doppelanlage immer noch mehr als ein zweiseitiger Bahnhof mit nur 1/6 Eckverkehr.

Die mittlere Dauerleistung schwankt zwischen 21,6 und 24,7 Wagen/Min. je nach Stärke des Kreuzungsverkehrs.

Durchschnitt: Dauerleistung 23,5 Wagen/Min.

Stundenleistung 60.23,5 = 1410 Wagen,

Tagesleistung 18.1410 = 25400 Wagen.

Zusammenfassung.

Damit ist nachgewiesen, daß sich die Leistung der Ablaufanlagen noch ganz erheblich steigern läßt. Die größte mögliche Zuführungsgeschwindigkeit beträgt 2,5 m/sec. Als äußerste Grenze der Leistungsfähigkeit wurden festgestellt:

Einseitige Anlage 12,3 Wagen/Min. = 740 Wagen/Stunde,

Zweiseitige Anlage 20,5 Wagen/Min. = 1230 Wagen/Stunde,

Doppelanlage 23,5 Wagen/Min. = 1410 Wagen/Stunde.

Eine vollständig mechanisierte Ablaufanlage mit guter Gleisentwicklung kann jede Verkehrsspitze ohne Stockung verarbeiten.

Bücherschau.

Reichsbahn-Handbuch 1937. Bearbeitet und herausgegeben von den Eisenbahnabteilungen des Reichsverkehrsministeriums. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m.b.H. Berlin. Preis kartoniert *RM* 8,70, in Leinen gebunden *RM* 9,70.

Das Reichsbahn-Handbuch ist in seiner klaren Zusammenfassung ein Spiegelbild der Deutschen Reichsbahn, des größten Betriebes der Welt, seiner Anlagen und Leistungen, die zahlenmäßig genau belegt und in ihrer Entwicklung oder im Vergleich dargestellt sind. Nachdem im Jahre 1933 nur eine stark gekürzte, auf den Abschnitt „Organisation“ beschränkte Ausgabe erschienen war, liegt diese seit 1929 erste wieder vollständige Auflage vor. Sie berücksichtigt die zahlreichen wesentlichen Änderungen und Neuerungen und enthält die neue Gliederung der Deutschen Reichsbahn.

Bedeutsame Ereignisse und eine Reihe wichtiger organisatorischer Maßnahmen fielen in den verflossenen Zeitraum, so die Gründung des Zweigunternehmens Reichsautobahnen, die Jahrhundertfeier der ersten Deutschen Eisenbahn, die unmittelbare Unterstellung der Deutschen Reichsbahn unter die Hoheit des Reiches, die Auflösung der Gruppenverwaltung Bayern usw. Die statistischen Angaben im dritten Abschnitt beschränken sich nicht nur auf die Angaben über Anlagen, Fahrzeuge, Betriebs- und Verkehrsleistungen usw., sondern bringen auch zur Bildung eines Überblickes über das Gesamtgebiet des Verkehrs Zahlen über den Kraftfahrzeugbestand in Deutschland, über die Länge der Reichs- und Landstraßen, den planmäßigen Luftverkehr usw. Eine Übersicht über die Rang- und Spartenabzeichen des Personals, ferner ein Verzeichnis der Gattungsbezeichnungen der Fahrzeuge sind unter Verschiedenes aufgenommen.

Für alle Stellen, die sich über die Deutsche Reichsbahn unterrichten wollen, mit ihr in Verbindung stehen oder zu ihr Verbindung suchen, ist das Reichsbahn-Handbuch ein unentbehrliches Auskunfts- und Nachschlagewerk.

VDI-Jahrbuch 1938. Die Chronik der Technik. Format DIN A 5. 312 Seiten. Berlin 1938. VDI-Verlag GmbH. Broschiert *RM* 3,50 (VDI-Mitglieder *RM* 3,15).

Das soeben erschienene VDI-Jahrbuch 1938, dem die Jahrbücher 1934 bis 1937 vorangingen, umfaßt mit rund 100 Berichten über die einzelnen Fachgebiete das gesamte technische Geschehen des Jahres 1937. Die Bearbeitung der einzelnen Beiträge durch anerkannte Fachleute gewährleistet, daß jeder Fortschritt und auch die leiseste Wandlung auf irgendeinem Fachgebiet aufgezeigt und vermerkt wird. Der Benutzer des Jahrbuches kann sich mit Hilfe der in den 4400 Randnoten aufgeführten etwa 10000 Schriftumsstellen in das Studium jeder Sonderfrage vertiefen. Ein Sachverzeichnis mit rund 3000 Wortstellen erschließt lexikonartig den Inhalt des Jahrbuches. Neben einer Rückschau auf die technisch bedeutsamen Ereignisse des Jahres 1937 und einer Vorschau auf Gedenktage des Jahres 1938 ist als begrüßenswerte Neuerung ein den einzelnen Abschnitten angefügter Überblick über die neuesten Bucherscheinungen zu erwähnen.

Wer die Jahrbücher noch nicht kennt, möge durch diese Kennzeichnung ihrer Vorzüge veranlaßt werden, sich dieses wertvollen Arbeitsmittels zu bedienen.

Metallschutz, Band I: Ursachen der Korrosion und allgemeine Schutzmaßnahmen. Herausgegeben vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF.) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Im Auftrage des AWF. bearbeitet von Oberreg.-Rat Dr. W. Wiederholt. 106 S. Mit Abbildungen. 8°. Kart. *RM* 3,60. (Best.-Nr. 12074.) Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin. 1938.

In der Einleitung werden die Begriffe Korrosion — Erosion — Hohlsoß erklärt und ihre Erscheinungsformen an typischen Beispielen deutlich gemacht, nach kurzen Bemerkungen über Korrosionsprüfverfahren wird den Ursachen der Korrosion auf den Grund gegangen.

Den breitesten Raum nehmen in der Schrift die Schutzverfahren gegen Korrosion bei Schwer- und Leichtmetallen ein. Die Bedeutung des Legierens der Metalle wird hier hervorgehoben. Weiter befaßt sich die Schrift mit dem Schutz gegen Korrosion

durch Behandlung des angreifenden Mittels und mit dem umfangreichen Stoff des Schutzes durch metallische, organische und anorganische (nichtmetallische) Überzüge. Ausführlich behandelt sind ferner die Schutzmöglichkeiten durch chemische und elektrochemische Oberflächenbehandlung. Den Schluß dieses Kapitels „Schutzverfahren gegen Korrosion“ bildet ein Abschnitt über Schutz durch elektrolytische Behandlung. In einem weiteren Kapitel, das mit „Verhütung der Korrosion“ bezeichnet wird, werden alle Maßnahmen aufgezählt, die bei der Herstellung, Weiterverarbeitung, beim Transport und beim Lagern, ferner beim Einbau der Metalle in Apparate u. dergl. beachtet werden müssen. Schließlich werden noch einige verhütende Maßnahmen bei chemischen Reaktionen und einige Bemerkungen über Pflege und Reinigung der metallischen Baustoffe zugeführt.

Damit bietet die neue Schrift einen kurzen, gedrängten, aber trotzdem umfassenden Überblick über Ursachen der Korrosion, Schutzverfahren und Verhütungsmaßnahmen, wie er in dieser Form noch nicht bestand. Bei der Bedeutung, die im Rahmen des Vierjahresplans der haushälterischen Verwendung unserer Rohstoffvorräte zukommt, wird das Büchlein sicherlich in der Fachwelt großen Anklang finden und manchem Praktiker wertvolle Hinweise geben können.

An seiner Ausgestaltung haben sich neben dem Verfasser hervorragende Fachleute beteiligt.

Taschenbuch für Eisenbahn-Werkstätten. H. Apitz, Druckerei und Verlagsbuchhandlung, Berlin. 1938.

Neben einer Zusammenstellung der Reichsbahn-Maschinenämter und der Reichsbahn-Ausbesserungswerke der Deutschen Reichsbahn enthält das Büchlein einige Artikel über Luftschutzbeleuchtungsaufgaben in Eisenbahnwerkstätten, Werkstoffuntersuchungen mit Röntgenstrahlen und über die neue zweistufige Knorrlluftpumpe mit P-Steuerung. — Für den Anwarter des mittleren machintentechnischen Dienstes mögen die Prüfungsarbeiten erwünscht sein, die in der Zeitschrift „Das Eisenbahnwerk“ laufend veröffentlicht werden und von denen das Taschenbuch ein Beispiel enthält.

Technik voran, Jahrbuch mit Kalender für die Jugend 1938.

Herausgeber: Deutscher Ausschuß für technisches Schulwesen (Datsch), Berlin. Verlag B. G. Teubner, kartoniert *RM* —,95.

Das Büchlein kommt unter dem Patronat des „Datsch“ und erfüllt die gerade jetzt so wichtige Aufgabe, nicht nur den Hunger der Jugend nach Aufklärung in technischen Dingen zu befriedigen, sondern auch Begeisterung für die großen Taten der Technik zu erwecken. Neben interessanten Artikeln über „100 Jahre Deutscher Lokomotivbau“ mit einer sehr gut ausgeführten Bildtafel, über die technische Entwicklung der Rundfunkempfänger, über die Entstehung des Drehstromes u. a. sind einführende Berichte über wirtschaftliche Verhältnisse zu finden, wie über den Vierjahresplan. Und selbstverständlich fehlt in einem Büchlein, das sich an die heutige deutsche Jugend wendet, nicht ein Abschnitt über Sport.

Ruhrkohlenhandbuch, herausgegeben vom Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikat. 3. erweiterte Auflage. Verlag: Julius Springer, Berlin. 101 Seiten. Preis gebunden *RM* 4,50.

Das Buch ist aus dem Wunsche entsprungen, die an verschiedenen Stellen in Verbraucherkreisen gemachten Erfahrungen, vereinigt mit den Versuchsergebnissen der wärmewirtschaftlichen Abteilung des Syndikats, zu einem Buch zusammenzufassen. So ist ein wertvolles, das Gesamtgebiet des Wissens und der Erfahrung umfassendes Werk zustande gekommen. Es gibt in seinem grundlegenden Hauptteil die Eigenschaften der Brennstoffe des Ruhr-, Aachener- und Saarbergbaues — die Aachener und Saarkohlen sind in dieser Auflage mit einbezogen worden —; dann die Verbrennung dieser Brennstoffe, den Betrieb von Dampfkesselfeuerungen, die Entgasung und Vergasung, die Verwendung in Industrieöfen. Eine Anzahl Kurven und Darstellungen von Feuerungen und Apparaten unterstützen die im Text gegebenen Erläuterungen.

Das Buch reicht mit seiner umfassenden Darstellung des Gegenstandes über den Rahmen einer Firmenveröffentlichung

hinaus und bildet ein selbständiges, auf der Grundlage eingehender praktischer Erfahrungen ruhendes Kompendium über Feuerungstechnik.

Ölbewirtschaftung. Betriebsanweisung für Prüfung, Überwachung und Pflege der im elektrischen Betrieb verwendeten Öle. 2. Auflage. Herausgegeben von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung in Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute und dem Verband Deutscher Elektrotechniker. Verlag: Julius Springer, Berlin. Preis *R.M.* 8,—

Das Öl ist für Elektrizitätswerke und elektrische Anlagen ein Betriebshilfsstoff von hoher Bedeutung, von dessen einwandfreier Beschaffenheit der sichere Betrieb der Anlagen abhängt, sowohl was die Verwendung in Umspannern und Schaltern anlangt, wie hinsichtlich seiner Verwendung als Schmierstoff in den Antriebsmaschinen, namentlich den Dampfturbinen. Die verschiedenen bestehenden Vorschriften und Richtlinien wurden erstmals im Jahre 1930 zu einem Buch zusammengefaßt. Die jetzt vorliegende 2. Auflage ergänzt diese erste Fassung durch weitere Erfahrungen nicht nur hinsichtlich der Eigenschaften, sondern auch hinsichtlich der so wichtig gewordenen Frage der Ölpflege und der Wiederaufbereitung gebrauchter Öle. Dafür, daß das Buch auf Grund der neuesten umfassenden Erfahrungen ausgearbeitet ist, bürgt der oben angeführte Mitarbeiterkreis; daß es andererseits einem Bedürfnis der Praxis entspricht, zeigte die lebhafteste Nachfrage, die schon die erste Auflage erfuhr.

Taschenbuch für Schnitt- und Stanzwerkzeuge von Dr. Ing. G. Oehler, 2. verbesserte Auflage. Verlag: Julius Springer, Berlin 1938.

Das Buch will neben den auf dem fraglichen Gebiet vorhandenen umfassenden Werken ein kleines und knapp gehaltenes Handbuch sein, daher bringt der Verfasser von jeder Werkzeugtype nur eine einzige Ausführung zur Darstellung, weist aber auf die weiteren Gestaltungsmöglichkeiten hin. Außer Schnitt- und Stanzwerkzeugen sind übrigens auch noch Biege- und Ziehwerkzeuge behandelt. Von besonderer Wichtigkeit gerade für die in dem Buch behandelten Bearbeitungsweisen ist der verwendete Werkzeugstahl, dessen Auswahl daher ein besonderer Ab-

schnitt gewidmet ist. Dabei sind in der neuen Auflage mehrere Stahlerzeugungsfirmen mit ihren Stählen besprochen (während in der 1. Auflage nur der Stahl einer Firma angezogen war), was uns durchaus geboten erscheint.

Datsch-Fachlehrgänge: Lehrgang für Dreher. Herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für technisches Schulwesen (Datsch) E. V., Berlin. Teil I. Mit 37 Arbeitsblättern. 4°. (Best.-Nr. 10070). In Mappe *R.M.* 2,80. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin. 1938.

Die erste Folge des Datsch-Lehrganges für Dreher ist nunmehr in völlig neuer Form erschienen. Für die planmäßige Ausbildung des Drehernachwuchses und damit der wichtigsten Gruppe von Facharbeitern an Werkzeugmaschinen ist hier ein Ausbildungsmittel geschaffen worden, das den Erfordernissen der Praxis auf Grund der in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen entspricht und gleichzeitig wertvolle betriebliche Erkenntnisse enthält.

Literaturzusammenstellungen aus dem Gebiet der technischen Mechanik und Akustik. Herausgegeben von W. Zeller VDI. Heft 6: Lärmabwehr und Raumakustik. Bearbeitet für den Fachausschuß für Lärminderung des VDI von G. Zeller, Berlin 1938. In Kommission beim VDI-Verlag. -DIN A 4, 22 Seiten. Broschiert *R.M.* 3,20.

Lärmabwehraufgaben treten in fast allen technischen Gebieten auf. Zu einem allgemeinen praktischen Erfolg können wir aber nur kommen, wenn die technisch-physikalischen Grundlagen mehr und mehr bekannt werden. Erfahrungsaustausch und Verbreitung schalltechnischer Kenntnisse werden deshalb vom Fachausschuß für Lärminderung des VDI vor allem gepflegt. In diesem Rahmen verdienen die seit 1933 erscheinenden Literaturzusammenstellungen immer wieder Beachtung. In diesem neuen Heft sind 613 Schrifttumsangaben aus den letzten drei bis vier Jahren, gegliedert nach Grundlagen, Hygiene, Lärmabwehr im Bauwesen, im Verkehr und Maschinenwesen und Raumakustik, zusammengefaßt. Etwa die Hälfte der Angaben bezieht sich auf ausländische Veröffentlichungen.

Jedem Ingenieur, der mit schalltechnischen Arbeiten zu tun hat, wird diese Zusammenstellung ein wertvolles Hilfsmittel sein.

Verschiedenes.

Erfahrungsaustauschstelle der Verbraucher von Betriebsmitteln (Erf).

Behörden und Privatunternehmen haben sich als Verbraucher zu einer Erfahrungs-Austauschstelle im Verein deutscher Ingenieure zusammengeschlossen, um auf Grund ihrer Erfahrungen für ihre Zwecke als Verbraucher von Betriebsmitteln Richtlinien für die Beschaffung, Lagerhaltung und Pflege dieser Gegenstände aufzustellen.

Es ist bekannt, daß die Vorräte an Betriebsmitteln auf allen Werken Betriebskapitalien in beträchtlicher Höhe binden. Um die Lagerbestände auf ein gesundes Maß zu beschränken, ist die Erf. bestrebt, aus der Vielzahl marktgängiger Artikel diejenigen Größen und Formen auszuwählen, die den praktischen Bedürfnissen ihrer Mitglieder genügen. In jüngster Zeit neu erschienen sind z. B. Erfabblätter über einige Holz- und Metallbearbeitungswerkzeuge.

Neben der Auswahl der Größen und Formen werden die erforderlichen Lieferbedingungen (Güten der Betriebsmittel für die Beschaffung und Richtlinien für die Abnahme und Prüfung) ausgearbeitet und schließlich Vorschriften für die Behandlung und Aufarbeitung der Betriebsmittel aufgestellt.

Geplant ist, die Erfabblätter in Zusammenarbeit mit den Erzeugern zu erweitern und als DIN-Normen im Rahmen des Deutschen Normensammelwerkes herauszugeben.

Neue VDE-Bestimmungen auf dem Gebiete des elektrischen Bahnwesens.

Mit dem 1. April 1938 hat der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) neue „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen“ (VDE 0535/III. 38) in Kraft gesetzt. Sie berücksichtigen alle Erfahrungen, die mit der nunmehr erloschenen, aus dem Jahre 1929 stammenden Fassung der Regeln gemacht worden sind und tragen darüber hinaus der neueren Entwicklung im elektrischen Bahnwesen Rechnung. So ist z. B. die elektrische Ausrüstung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und elektrischem Antrieb in die Regeln einbezogen worden; Bestimmungen über Bremsprüfung für Straßenbahn-Fahrerwagen mit Widerstandsbremse wurden erstmalig aufgestellt. Völlig neu bearbeitet wurden u. a. die Bestimmungen über Kommutierungsprüfungen. Soweit wie möglich sind diese deutschen Regeln in Übereinstimmung mit den internationalen Regeln der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) gebracht, an deren Aufstellung Deutschland maßgeblichen Anteil hatte.

Der Sonderdruck von VDE 0535/III. 38 kann zum Preise von *R.M.* 0,80 zuzüglich Porto von der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33/VDE-Haus, bezogen werden.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.