

Ziele und Wege der Verschiebetechnik

unter besonderer Berücksichtigung der Münchener Verkehrsausstellung.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. W. Bäseler, München.

Einleitung.

Die Bedeutung der Verschiebetechnik ist heute allgemein anerkannt; ihre Ziele und Wege sind in den Hauptzügen einleuchtend. Aber es ist doch angezeigt, einmal die Problemgruppe im Zusammenhang zu betrachten.

Weil man an praktischen Beispielen immer am meisten lernt, sollen dabei besonders die Einrichtungen erwähnt werden, die auf der Münchener Verkehrsausstellung gezeigt wurden. Sie schaffen mit ihren dort festgestellten Ergebnissen für viele Fragen, die bisher in der Schwebe waren, eine sichere Grundlage. Aber den Rahmen dieses Aufsatzes sollen und können sie nicht bestimmen; denn wenn auch viel Mühe darauf verwendet wurde, die Ausstellung reichhaltig zu machen, so war es doch nicht möglich, das umfangreiche Gebiet zu erschöpfen.

Grenzen der Verschiebetechnik.

Ziehen wir zunächst die Grenzen der Verschiebetechnik. Man muß unterscheiden zwischen primärer und sekundärer Zugbildung. Die primäre vollzieht sich jeden Augenblick an tausend Punkten, in Ladehöfen, Stückguthallen, Anschlußgleisen und Unterwegsstationen. Sie belastet die Eisenbahn sehr stark, leider läßt sie sich nicht mechanisieren. Erst der sekundäre Vorgang, die Umgestaltung schon gebildeter Unterwegs-, Schlepp-, Rangier- und Übergabezüge zu Streckenzügen auf größere Entfernung, ein Vorgang, der sich nur an wenigen bestimmten Knotenpunkten, den großen Verschiebeshöfen, vollzieht, läßt sich mechanisieren und der Gewinn an Leistung, Schnelligkeit, Sicherheit, Billigkeit, der sich für die Bewegung der Güterwagen hierbei ergibt, ist immer noch bedeutend genug, um die Aufmerksamkeit der Fachwelt zu beschäftigen.

Aufgabe.

Um die Aufgabe zu lösen, braucht man in jedem Fall schwere, große, nicht immer einfache Maschinen verschiedener Art. Da hört man denn oft sagen: »Was! Noch mehr Maschinen, noch mehr Unterhaltung? Die Eisenbahn ist ein rauher Betrieb, da paßt nur das Einfachste.« Wenn man so spricht, wird jedoch das Problem nicht richtig angesehen. Der Güterverkehr besteht aus Zufahren und Rangieren; das erste machen wir maschinell, nämlich mit Lokomotiven, das zweite nicht. Sie sind aber beide gleichberechtigte Teile unseres Produktionsprozesses. Das Rangieren verschlingt einen großen, wahrscheinlich sogar den überwiegenden Teil der Ausgabe. Es ist also berechtigt, es auch mit Maschinen zu machen. Daß diese bei der ganz anderen Art der Bewegung ein besonderes Aussehen haben, ist kein Grund dagegen. Die ganze Wirtschaft hat den Zug zur Intensivierung, ob wir wollen oder nicht; überall wird rohe, ungenaue Handarbeit abgelöst durch Maschinenarbeit. Niemand denkt daran, einzuwenden, die Maschine koste Kapital und Unterhaltung. Sie schafft eben viel mehr und spart Handarbeiterlöhne. So ist es auch hier. Gewiß muß man verlangen, daß die Maschine, auf der man den Betrieb aufbaut, zuverlässig sei, namentlich wenn keine Reserve da ist oder geschaffen werden kann; aber das sind Unterfragen, wenn auch gewiß nicht leicht zu nehmende. Ich möchte nur betonen, daß grundsätzlich die Mechanisierung des Rangierens eine elementare Forderung der Zeit ist; man muß die Aufgabe mit

den ihr eigentümlichen Mitteln zu lösen suchen und es beweist nichts dagegen, wenn dabei neue und ungewohnte Elemente in den Eisenbahnbetrieb hineinkommen. Bei unserem verdichteten Netz ist heute die Schaffung der richtigen Zugbildungsmaschine genau so wichtig, wie zu Stephensons Zeit die der ersten Zugmaschine.

Worin besteht nun die Aufgabe? Sie besteht darin, aus einer Reihe Züge, die in einem Bahnhof stehen oder nach und nach einlaufen, neue zu bilden, wobei im allgemeinen aus jedem Zug Wagen in jeden neuen eingehen. Dazu gehört in jedem Fall eine große Reihe von Einzelbewegungen, die sich im allgemeinen kunterbunt durchdringen würden.

Lösungen.

Ein Spursystem, wie es ein Bahnhof ist, bietet immer nur eine höchst beschränkte Anzahl gleichzeitiger Bewegungsmöglichkeiten. Infolgedessen liegt der Gedanke nahe, sich vom Gleis frei zu machen, und in der Tat sind solche Vorschläge schon erörtert worden. Man könnte sich vorstellen, daß über dem ganzen Bahnhof mehrere sehr große Krane arbeiten, die die Wagen greifen, hochziehen und an dem gewünschten Platz wieder absetzen. Oder man schiebt die Eisenbahnwagen auf nicht spurgebundene Fahrzeuge, sagen wir einmal sehr große Tiefladeautos und fährt sie an den neuen Platz. Nun, die Schwierigkeiten und Kapitalkosten solcher Lösungen scheinen so enorm, daß man sich wohl nicht damit zu befassen braucht, solange es einen einfacheren Weg gibt. Und der ist schon lange darin gefunden worden, daß man alle Wagen über eine Stelle jagt, von der alle Sammelplätze in unmittelbarem Zuge auf Schienen erreichbar sind und hierbei die höchste Intensität erstrebt. Diese Stelle ist das Herz des ganzen Bahnhofs, der Hauptablaufberg. Da hierbei alle Wagen in gleicher Richtung laufen und ihre Fahrwege sich nur verzweigen, nicht kreuzen, ist die für die Spurbahn so schwierige Gleichzeitigkeit in hohem Maße erreicht; es laufen bei freiem Ablauf 3 bis 5, bei zwangsläufigem Ablauf 20 bis 30 Wagen gleichzeitig, ohne sich zu stören.

Ich möchte auf die Gliederung der Verschiebeshöfe nur insoweit eingehen, als sie den Ablaufvorgang beeinflusst. Es ist klar, daß, wenn man am Ablaufberg hohe und höchste Leistungen herausholt, auch die übrigen Teile des Bahnhofs entsprechend ausgebildet sein müssen. Wir beschränken also unsere Betrachtung auf den Teilvorgang, der in der einmaligen Auflösung eines Zuges zu Einzelwagen und ihrem Wiederausammenschluß zu neuen Wagenreihen besteht. Es handelt sich dabei um zwei Gleisgruppen, die im wesentlichen die Form der Abb. 1 haben. Aus der Gruppe E (Einfahrgruppe, Abdrückgleise) laufen die Wagen über den Berg in die Gruppe R (Sammelgleise, Richtungsgleise) und werden dabei nach Richtungen sortiert.

Das Wort Ablaufberg gibt uns schon gleich das Besondere, das die Bewegung der Wagen hierbei auszeichnet, nämlich die Benützung der Schwerkraft. Da es recht schwer ist, dem einzeln laufenden Wagen jeweils eine Antriebskraft zu geben, ist die Benützung der auf jeden Wagen wirkenden und auf sein Gewicht abgestimmten Schwerkraft denkbar einfach und überall verwendet.

Das ist freilich auch kein absolutes Axiom. Früher wurde das Rangieren in der Ebene besorgt durch Abstossen und noch heute ist dies an vielen weniger wichtigen Stellen der Fall. Es ist das allerdings ein rohes und teures Verfahren von geringer Leistung. Aber nachdem wir heute den Beschleunigungsantrieb besitzen — man denke in erster Linie an die Bauart Pösentrup — könnten wir damit in

Dabei wird die in den Richtungsgleisen stehende Wagengruppe mitbewegt.

Gegen diesen Vorschlag sind in der Form verschiedene Bedenken erhoben worden, die sich aber m. E. alle beseitigen lassen, bis auf eines. Zunächst das Überfahren unter der Einwirkung der Lokomotive. Die Lokomotive hat hierbei im Höchstfall zwei ganze Züge vor sich, und soll diese um ein auf Dezimeter bestimmtes Maß, nämlich die Länge der überzusetzenden Wagengruppe, vorschieben, sagen wir 9,70 m. Ich glaube, das gelingt in zwanzig Fällen einmal. Praktisch würde sich das so auswirken, daß die Lokomotive im allgemeinen zu weit drückt, und dann etwas zurückfahren muß, also ein Hin und Her, wie beim Abstossen. Aber man kann es auch anders machen. Man kann die

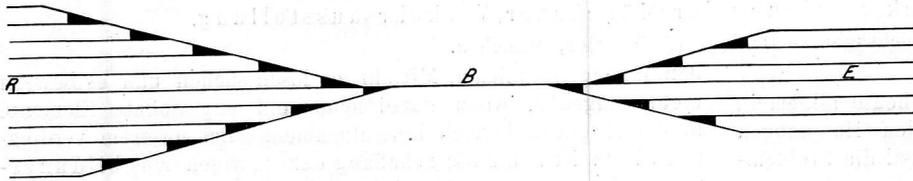


Abb. 1.

Fällen, wo ein Berg aus irgendwelchen Rücksichten durchaus nicht angelegt werden kann, einen ganz ordentlichen Betrieb einrichten. Daß der Pösentrupantrieb grundsätzlich bei nicht zu weiten Entfernungen auf die dafür nötigen Leistungen gebracht werden kann, ist gar nicht zweifelhaft; es ist das einfach, wie so vieles auf diesem Gebiete, eine konstruktive Aufgabe, der man sich mit Ruhe, Geschick und Lust widmen muß und zu der die Mittel bereit gestellt werden müssen.

Es gibt auch noch andere Möglichkeiten. Wenn man nämlich von einem Punkt aus eine große Reihe anderer Gleise erreichen muß, so ist die Frage, ob dazu Weichenverbindungen überhaupt der richtige Weg sind, und ob sich dazu nicht geeignetere Konstruktionen finden lassen. Es ist das Verdienst von Feuerlein, diesen Gedanken, der wohl dem einen oder anderen auch schon in unbestimmten Umrissen vorgeschwebt hatte, zu Ende verfolgt und konstruktiv durchgearbeitet zu haben. Das Ergebnis ist die Gelenkdrehbrücke, die hier mit einer Abbildung aus seiner Veröffentlichung gezeigt sei (Abb. 2). Auf der Verkehrsausstellung war sie im kleinen in

Lokomotive den Zug, wie beim Ablaufbetrieb, langsam und stetig nachdrücken lassen, wobei vorn auf der Brücke einige Wagenlängen frei bleiben, und dann die Wagen, die herüber sollen, mit einem auf der Brücke eingebauten Beschleunigungsantrieb in Gang bringen. Dann müssen natürlich die Richtungsgleise im obersten Teil ebenfalls frei sein. Wie man die Wagen in ihnen weiter bewegt, ist eine Unterfrage. Man wird einwenden, daß es bei stetigem Nachdrücken des Zuges sehr leicht vorkommen kann, daß der Zug über das Brückenende gerät, ohne daß die Brücke auf ein Gleis eingefahren ist. Gewiß; aber deshalb braucht nichts zu passieren. Wenn man im obersten Teil der Richtungsgleise eine Art Auflaufboden aus Schwellen macht, könnte man den hinüber geratenen Zug leicht zurückziehen und wieder eingleisen. Sodann ist die Empfindlichkeit der Anlage betont worden. Zweifellos sind Störungen und Reparaturen unvermeidbar. Aber wenn man die Abdrückgleise doppelt entwickelt und eine zweite Brücke auf Reserve hat, die für gewöhnlich beiseite gefahren ist, so ist dieser Einwand beseitigt.

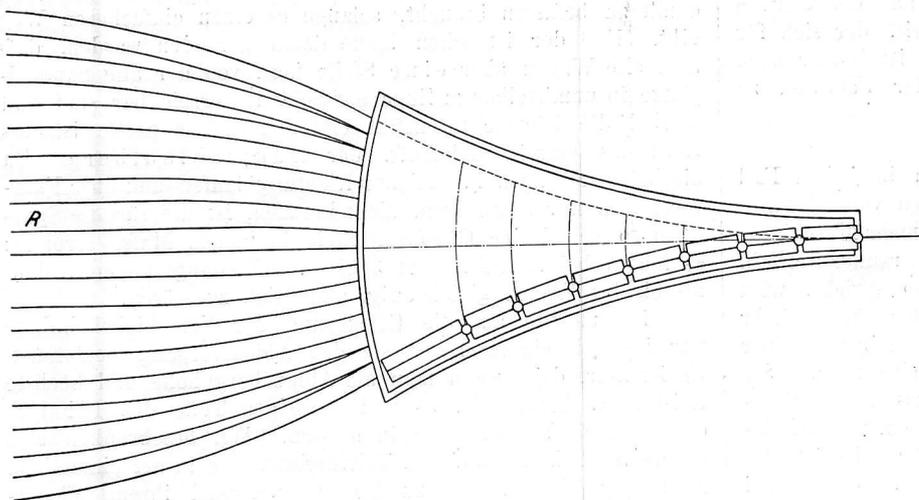


Abb. 2. Gelenkdrehbrücke nach Feuerlein.

dem Modellbahnhof in Betrieb zu sehen. In dem dreieckigen Raume zwischen der Verteilungsspitze und den Gleisanfängen bewegt sich ein brückenartiger Körper, der ein Gleis trägt und so gelenkig ist, daß er mit jedem Gleis verbunden werden kann. Feuerlein denkt sich die Sache so: Die Richtungsgleise werden durch Nachschieben von oben her gefüllt, sie sind also in ihrem oberen Teil bis an die Spitze voll. Der Zug wird von einer Lokomotive abgedrückt und steht auf der Brücke bis hart an das Ende. Ist die Brücke auf das richtige Gleis eingefahren und verriegelt, so schiebt die Lokomotive solange nach, bis der oder die Wagen übergegangen sind.

Es bleibt dann freilich immer noch eines: die verhältnismäßig geringe Leistung. Es läuft eben, im Gegensatz zu den anderen Verfahren, immer nur ein Gang und ich glaube nicht, daß man öfter als alle 1 bis 2 Minuten einen Wagen hinüber bringt. Das ist schon sehr günstig. Bei freiem Ablauf erreicht man 10 bis 15 Sekunden, in Verbindung mit Gleisbremsen 7 bis 8, bei zwangläufigem Ablauf 4 bis 5 Sekunden. Zwar gibt es viele Fälle, wo man so hohe Leistungen nicht braucht, aber die Frage ist, ob die Gelenkdrehbrücke dann noch ihrem Preis entsprechende Vorteile bietet.

Aber wie dem auch sei, in den Untersuchungen von Feuerlein stecken einige sehr wichtige Punkte. Vor allem wird der Wagen sanft bewegt, er wird, wenn man den Vergleich gebrauchen darf, nicht an seinen Platz geschossen, wie beim freien Ablauf, sondern gesetzt. Zweitens strebte er in

der veröffentlichten Ausführungsform an, die Richtungsgleise von oben her zu füllen, so zwar, daß keine Lücken entstehen, indem die Wagen unter Druck aufgesetzt und die davorstehenden weiterschieben werden. Diese Gesichtspunkte werden uns noch in anderem Zusammenhang sehr beschäftigen.

Denselben Einwand wie gegen die Gelenkdrehbrücke wird man in noch höherem Maße gegen den Vorschlag von Muncke machen müssen, der alle Bewegungen mit Schiebebühnen vollziehen will*).

*) Verkehrstechnische Woche 1922, Sonderheft über Verschiebebahnhöfe.

Gehen wir nun zu den gewöhnlichen Anlagen über, die mit Gefäll arbeiten. Da setzt die Literatur den bekannten Unterschied zwischen Flachbahnhof mit Eselsrücken und Gefällsbahnhof. Mir ist es etwas zweifelhaft, ob man diese Unterscheidung machen soll. Man kann nicht nur im Bahnhof, sondern sogar am einzelnen Ablaufberg die beiden Systeme fast beliebig mischen, je nachdem, wo man gerade das Gefäll zur Verfügung hat; man kann die Abdrückgleise ins Gefäll legen und die Richtungsgleise flach, oder die Abdrückgleise flach oder gar steigend und die Richtungsgleise ins Gefäll. Zudem werden wir sehen, daß bestimmte und zwar die vollkommensten Lösungen des Ablaufvorganges, ganz bestimmte Gefällverhältnisse voraussetzen, die man weder unter den einen, noch den anderen Begriff einreihen kann. Es scheint also zweckmäßig, den Unterschied ganz fallen zu lassen.

Den ganzen Verschiebevorgang können wir in fünf Einzelvorgänge zerlegen.

behelf; sie geben nur drei grobe Zeichen: Schnell, Langsam, Halt; und es dauert oft eine Minute, bis diese Zeichen aufgenommen werden, während es dem Rangierleiter auf Sekunden ankommt. Für das Gefällgleis hat Frölich den zukunftsreichen Gedanken der Zulaufbremse gehabt. Man legt unmittelbar vor dem Ablaufberg eine Gleisbremse, die der Rangierleiter selbst steuert und mit der er den herankommenden Zug in der Gewalt hat. Der Gedanke ist gut und richtig, die Verwirklichung nicht ganz einfach. Wenn ein 1000 t schwerer Zug in einer Neigung 1 : 100 steht, so braucht man einschließ-lich des Eigenwiderstandes, zum Halten schon eine Kraft von 10 t und wenn man so große Massen kurzzeitig vergrößern will, kommen leicht Kräfte von 20 und 30 t heraus. Das erfordert schon besonders schwere Maschinen und alle Bremsen, deren Bremskraft durch das Gewicht der Wagen begrenzt oder wie bei den gewichtsautomatischen, unmittelbar bestimmt ist, sind ungünstig, weil sie, wenn gerade leere Wagen auf ihnen

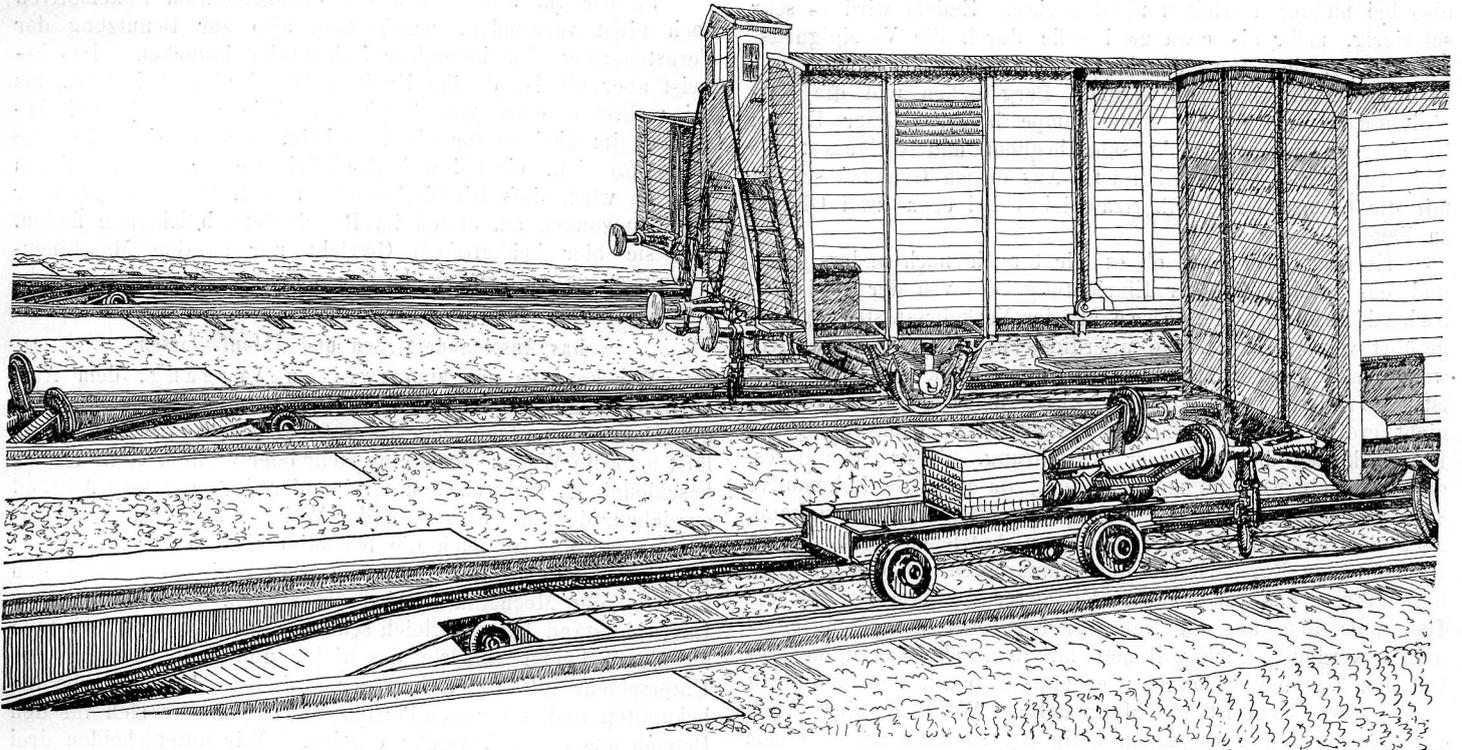


Abb. 3. Abdrückantrieb nach Derikartz.

1. Das Abdrücken oder, bei Gefälle, das Ablauflassen.
2. Das Auseinanderziehen der Wagen, um den nötigen Zeit- und Raumabstand zum Umstellen der Weichen zu erzielen.
3. Die Weiterbewegung der Wagen in den Sammelgleisen.
4. Das Aufhalten der Wagen an der Sammelstelle.
5. Das Aufschließen der Lücken in Sammelgleisen.

Abdrücken und Ablauflassen.

Der erste Vorgang, das Abdrücken, geschieht jetzt bei flachem Gleis mit einer Lokomotive, bei Gefälle durch das Gegengewicht des Zuges, wobei einige Bremser mit Hilfe der Wagenbremsen die Bewegung regeln. An beiden ist mancherlei anzusetzen. Vor allem müßte der Rangierleiter am Berg in der Lage sein, die Bewegung des Zuges genau zu bestimmen. Je nachdem, ob die Wagen gut oder schlecht laufen, ob viel Einzelläufer oder größere Gruppen abgehen, sollte er, wenn Höchstleistungen angestrebt werden, die Geschwindigkeit häufig und feinfühlig ändern können. Die Verständigung mit den oft einen halben Kilometer entfernten Bremsern und Lokomotivmannschaften durch Ablaufsignale ist dafür nur ein erster Not-

stehen, den Zug nicht genügend halten; sie werden mindestens sehr lang. Wir werden bei den Gleisbremsen auf diese Frage noch zurückkommen. Für flache Gleise hat die Reichsbahndirektion Erfurt zusammen mit dem Siemenswerk und der Lorenz A. G. auf den Bahnhöfen Neudietendorf und Gerstungen eine Schleifleitung mit hörbaren Zeichen auf der Lokomotive ausgeführt; die Telefon-Gesellschaft hat in Seddin eine drahtlose telephonische Übertragung gezeigt. Auf dem Güterbahnhof Erfurt hat die Lorenz A. G. eine drahtlose Gebung hörbarer Zeichen ausgeführt. Alles das sind erhebliche und begrüßenswerte Fortschritte. Immerhin bleibt der Wunsch, der Rangierleiter sollte die Bewegung mit eigener Hand steuern können, und zweitens ist die Dampflokomotive bei dem langsamen Abdrücken recht unwirtschaftlich ausgenützt, sie leistet keine ihrer Maschinenstärke entsprechende Arbeit.

Aus diesen Überlegungen heraus hat Derikartz den Gedanken entwickelt, die Lokomotive überhaupt zu beseitigen und durch einen ortsfesten Antrieb zu ersetzen. Auf der Verkehrsausstellung hatte die Vögele A. G. ein Modell dieser Einrichtung ausgestellt (Abb. 3).

In den Abdrückgleisen bewegt sich ein Druckwagen, der von einem Seil gezogen wird und sich hinter den Zug setzen kann. Der Antrieb für das Seil liegt bei dem Rangierleiter und wird von ihm gesteuert. Der Druckwagen kann am Anfang des Gleises in eine Grube verschwinden, damit ein Zug in das Gleis von oben her einfahren kann.

Die Einrichtung läßt sich ohne Zweifel gut konstruieren und wird ihrem Zweck voll entsprechen; es wäre sehr erwünscht, sie bald einmal auszuführen. Was in der Literatur zu Auseinandersetzungen geführt hat, ist ihr Anwendungsbereich. Die Anlage wird ziemlich schwer, namentlich, wenn man, wie Derikartz es will, das Abdrückgleis in die Steigung legt, um bei der Einfahrt des Zuges seine lebendige Kraft zurückzugewinnen. Dann kommen Seilkräfte von 12 bis 15 t heraus und die Maschinerie entspricht einem schweren Bergbahnantrieb. Wenn man mehrere Abdrückgleise hat, braucht man die Einrichtung im wesentlichen für jedes Gleis. Die Kosten sind also bei mehreren Gleisen nicht gering. Zudem wird es sehr schwierig, mehr als etwa zwei Seile durch die Vereinigungsweichen vor dem Berg durchzuführen. Derikartz will deshalb jedem Gleis seinen eigenen Berg geben und die Vereinigungsweichen in die Ablauframpe legen. Dieser Umbau ist aber auch meist nicht sehr bequem und verlängert die Ablaufstrecke, was schädlich ist. Aus diesen Gründen scheint mir die Grenze des Derikartzantriebes bei etwa zwei Gleisen zu liegen.

Es fragt sich nun, ob es nicht auch noch anders geht, und das ist das Ziel der Einrichtung, die von der Reichsbahndirektion München auf der Verkehrsausstellung vorgeführt werden sollte, die allerdings nicht rechtzeitig fertig wurde, nämlich der ferngesteuerten Lokomotive. Sie ist ein freizügiges Schiebezeug und der Kapitalaufwand nicht größer als bei mehreren Seilantrieben, ebensowenig die Betriebskosten bei richtiger Ausführung. Zwar scheint es, daß man einen Mann mehr braucht, da man die Lokomotive auch bei Fernsteuerung nicht gut unbesetzt fahren lassen kann, aber den braucht man bei ortsfesten Antrieben auch. Denn wie soll der Rangierleiter den Schubwagen an das Zugende heranfahren, das einen halben Kilometer von ihm entfernt ist? Das muß doch aus der Nähe bewirkt oder wenigstens beobachtet werden. Auch will man mit dem Schubwagen im Notfall den Zug halten können; er muß also mit ihm gekuppelt sein. Auch dazu ist ein Mann nötig. Wenn er aber schon für diese beiden Bewegungen nötig ist, so kann er bei einem flotten Abdrückbetrieb zu einer wesentlichen anderen Arbeit nicht mehr herangezogen werden, dazu sind die Wege zu weit. Also nicht in der Einsparung eines Kopfes liegt der Vorteil, sondern in der unmittelbaren Steuerung des Zuges durch den Rangierleiter.

Die drahtlose Fernsteuerung, die in München ausprobiert wurde, ist im wesentlichen von der Lorenz A. G. in Berlin-Tempelhof nach Vorschlägen von Professor Thoma und mir geschaffen worden. Es wurde vorher geprüft, ob nicht eine Schleifleitung einfacher würde. Sie wird aber in Weichenverbindungen und bei vorhandener Oberleitung recht schwierig, auch ist ihre Wirkungsweise bei Reif nicht ganz sicher. Die drahtlose Übertragung wird nicht wesentlich teurer und in mancher Hinsicht einfacher. Beim Rangierleiter befindet sich eine Mittelfrequenzmaschine, die bei Betätigung zweier Druckknöpfe Schwingungen von 1500 oder 3000 Perioden in einer Antenne entsendet, die längs des Abdrückgleises gespannt ist. Auf der Lokomotive befindet sich eine Antenne, mit der zwei Empfänger verbunden sind, der eine für 1500 und der andere für 3000 Perioden. Je nachdem, welchen Druckknopf der Rangierleiter betätigt, wird der eine oder andere Empfänger angesprochen. Mit Hilfe einer hochempfindlichen und doch außerordentlich betriebssicheren Relaisübertragung wird ein Steuer-

motor links oder rechts in Umdrehung versetzt. Er wirkt im Sinne des »Schneller« oder »Langsamer« auf die Steuerorgane der Lokomotive.

Es läßt sich natürlich nicht jede Lokomotive dafür verwenden. Dampflokomotiven sind an sich ungeeignet, weil sie mehrere Steuerorgane haben und auch eine gewünschte Geschwindigkeit nicht genau und unabhängig von der Last einhalten können. Es eignen sich Akkumulatorlokomotiven, Oberleitunglokomotiven und Lokomotiven mit Explosionsmotor mit elektrischer oder hydraulischer Übertragung. Für den Versuch in München hatte die Hanomag eine 120 PS Diesellokomotive mit einem Lauf-Thoma-Getriebe zur Verfügung gestellt. Zur Veränderung der Geschwindigkeit ist bei dieser innerhalb des gewünschten Regelbereiches nicht mehr notwendig, als ein Steuerorgan vor- oder rückwärts zu steuern. Die Einrichtung war allerdings so getroffen, daß man noch darüber hinaus auf Rückwärtslaufen steuern konnte.

Da wir im allgemeinen die obengenannten Lokomotiven noch nicht verwenden, würde man also zur Benutzung der Fernsteuerung eine besondere Lokomotive brauchen. Das beweist aber nichts, da ihr Kapitalaufwand nicht höher ist, als bei mehreren ortsfesten Antrieben. Wie weit solche Lokomotiven im übrigen für die Eisenbahn geeignet sind, ist eine Frage für sich, obwohl wahrscheinlich die Entwicklung dahin drängen wird, daß Diesellokomotiven nach Erfüllung gewisser Voraussetzungen am ersten im Rangierbetrieb Eingang finden, weil sie hier bei großem Gewicht nur mäßige Maschinenleistungen zu vollbringen haben, was ihre Konstruktion sehr erleichtert.

Das Auseinanderziehen und Ablaufenlassen.

Wir kommen nun zum zweiten Vorgang, dem Auseinanderziehen und Ablaufen der Wagen, einer Bewegung, über die schon eine umfangreiche Literatur entstanden ist. Allgemein läßt man die Wagen durch eine mehr oder weniger steile Rampe beschleunigen, wodurch sie untereinander einen gewissen Abstand erreichen, der zum Umstellen der Weichen zwischen ihnen notwendig ist, und zugleich die lebendige Kraft erhalten, die sie befähigt, die gewollten Laufwege zurückzulegen. Nach den Gesetzen der Mechanik würden die Wagen, wenn sie gleichen Laufwiderstand hätten, gleich schnell und in gleichem Abstand abrollen. Leider tun sie das nicht, und dem Ausgleich der Unterschiede gilt die Arbeit der Erfinder. Ich übergehe die bekannten und oft geschilderten Störungen, die sich für den Betrieb aus dieser Tatsache ergeben. Wir unterscheiden drei Lösungen:

- a) Gleisbremsen
- b) Beschleunigungsantrieb
- c) Zwangläufiger Ablauf.

Gleisbremsen.

Von diesen ist die Gleisbremse das bisher am meisten angewendete und in neuen Anlagen vorgesehene System. Es verdankt seine Entwicklung der unermüdlichen Arbeit Frölichs, der nach einigen Vorversuchen anderer die erste brauchbare große Gleisbremse herausgebracht hat.

Frölich hat auch die Theorie der Ablaufdynamik in allen wesentlichen Teilen geschaffen, Professor Müller ihr das praktische bequeme Gewand gegeben. Sie ist, wie das gewöhnlich zu gehen pflegt, nicht fertig aus dem Haupte gesprungen. Als die Gleisbremsenerfinder mit ihrem Studium begannen, schwebte ihnen das Problem so vor: die Wagen rollen ungleichmäßig und ungezügelt; man müßte sie regeln können, den zu schnell laufenden mit einer Bremse aufhalten können, damit er den Schlechtläufer nicht einholt. Man baute also in die Ablaufstrecke etwa am Fuß des Berges eine Bremse ein, die sogenannte Talbremse. Als sie da war, merkte man, daß sie nicht das Gewünschte leistete, sondern etwas ganz anderes.

Die Geschwindigkeit wächst bekanntlich nur mit der Quadratwurzel der lebendigen Kraft. Wenn man einen schnellaufenden Gutläufer so abbremst, daß er den vorauslaufenden Schlechtläufer nicht mehr innerhalb der Gefahrzone erreicht, so müßte man ihm einen großen Teil seiner lebendigen Kraft nehmen, um eine ausreichende Geschwindigkeitsminderung zu erzielen. Dann könnte es leicht sein, daß er selbst nicht mehr weit genug läuft. Man sah, daß die Talbremse, nach ihrer Lage im Raume der hohen Geschwindigkeit gar nicht geeignet war, Abstand zu halten. Das Problem lag ganz anders. Man mußte sehr steile Gefälle anwenden, weil dann gegenüber der starken Gefällkomponente der Eigenwiderstand zurücktrat und die Wagen ziemlich gleichmäßig liefen.

Frölich ist diesen Weg mit aller Konsequenz gegangen. Man machte die Weichenzone so kurz als möglich, und das Gefälle so stark als anwendbar, und konzentriert es ganz auf den Anfang. Es gibt das bekannte Steilprofil.

Und die Talbremse? Sie war nicht weniger nötig. Bei solchen Gefällen, die noch ausreichen, um auch Schlechtläufer ohne allzu merkbare Zurückbleiben durch die Gefahrzone zu treiben, erlangen die schweren Gutläufer so hohe lebendige Kräfte, daß ihr Aufhalten in den Richtungsgleisen mit Hemmschuhen unmöglich wird. Man muß sie also vorbremsen, und das tut die Talbremse, wobei ihre Lage günstig ist, denn man kann, wie erwähnt, hier die lebendige Kraft des Wagens erheblich abmindern, ohne ein gar zu störendes Zurückbleiben zu bewirken.

Man kann nun gleich mit der Talbremse auch noch ein weiteres tun, man kann auf Laufweite bremsen, und auch diesen Schluß zog Frölich. Man kann die Bremswirkung so abschätzen und einstellen, daß der Wagen je nach der Entfernung, seinem Laufvermögen, den Widerständen des Weges usw. ungefähr an der gewünschten Stelle zum Halten kommt. Durch das Vorbremsen und Zielbremsen können unter günstigen Verhältnissen die Auffänger teilweise gesparrt und der Betrieb sicherer gestaltet werden.

Die Leistungssteigerung ist von selbst da; denn bei solchen Gefällen laufen eben die Wagen gleichmäßiger und können deshalb dichter folgen. Es bleibt freilich noch ein gewisser Unterschied zwischen Gut- und Schlechtläufer. Auch ihn kann man noch verringern, wenn man den Gutläufer zu einer Zeit beeinflusst, wo seine Geschwindigkeit gering ist, nämlich oben am Berg. Eine geringfügige Bremsung bewirkt hier ein zeitliches Zurückbleiben um mehrere Sekunden. In diesem Sinne schuf Frölich die Gipfelbremse.

Das ist die Theorie der Gleisbremse. Sie ist klar und geschlossen; merkwürdigerweise hat sie sich noch nicht einmal in der Literatur vollständig durchgesetzt. Wo bei nicht zu großen Anlagen der Ablaufberg durch örtliche Verhältnisse (Klima, Wagengattung usw.) mit geringen Höhen, also mäßigen Geschwindigkeiten eine genügende Wagenfolge gestattet, braucht man Bremsen nicht unbedingt.

Wenn wir nun zu den Gleisbremsen selbst übergehen, so darf die Thyssenbremse durch zahlreiche Veröffentlichungen und Ausführungen als genügend bekannt vorausgesetzt werden. Weniger bekannt ist die Jordanbremse (Abb. 4). Sie greift den Gedanken wieder auf, auf dem manche ältere Bremse von geringer Leistung beruhte, nämlich Bremsbacken einfach seitlich an die Radflanken zu drücken. Dazu ist grundsätzlich einiges zu sagen.

Das Gleisbremsenproblem wäre sehr einfach, wenn die Gefahr des Aufstiegens nicht wäre. Wenn man ein laufendes Rad genügend zwischen zwei Backen einklemmt, klettert es hoch. Das kann geschehen durch keilförmige Stellung der Backen vor dem Rad. Diese Ursache findet man im Schrifttum fast allein behandelt. Aber sie ist gar nicht erforderlich. Wir wollen und dürfen vielleicht annehmen, sie sei mit genügender

Sicherheit zu beseitigen; dann kann das Rad immer noch sehr leicht aufsteigen, wenn der Bremsdruck genügend weit vorne angreift. Es genügt auch bei parallelen Bremsbacken, daß ein Sandkorn dazwischen gerät, oder das Hervorstehen eines Grates, wie ihn viele Räder haben, um den ganzen Bremsdruck auf die vorderste Kante des Rades zu konzentrieren. Der Punkt

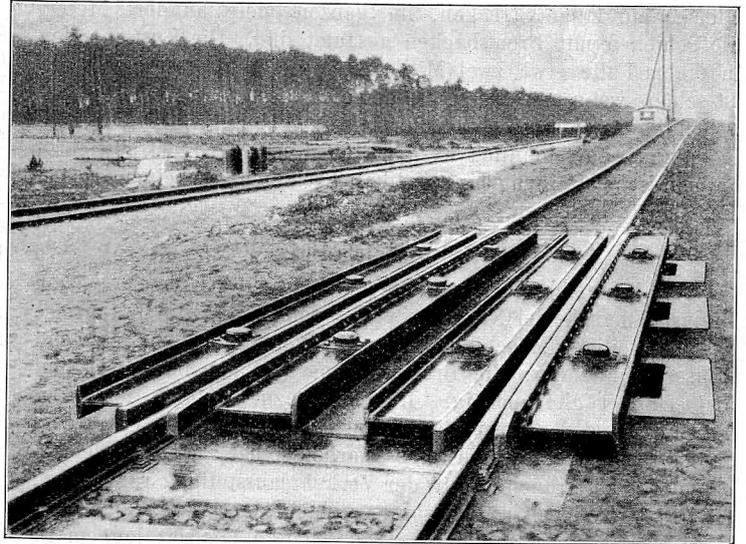


Abb. 4. Gleisbremse von Jordan.

liegt (s. Abb. 5) ungefähr $\frac{2}{3}r$ vor Radmitte, wenn r der Radhalbmesser ist. Wenn $P = G$ ist, steigt das Rad auf. Die Bremskraft, die in diesem äußersten Falle erreichbar ist, ergibt sich durch eine Momentengleichung zu $\frac{2}{3}G$. Man kann sich nun gegen Aufsteigen schützen, indem man eine Fühlschiene oder dergleichen vorsieht, die bei Hochsteigen des Rades den Bremsdruck abschaltet. Da man aber hier ein häufiges Hin und Her nicht zulassen kann, muß man wohl noch ein gutes Stück unter der Grenze bleiben. Nimmt man zweifache Sicherheit gegen Aufsteigen, was man bei der Unsicherheit des Reibungswertes wohl haben muß, — so genau kann man den Steuerdruck nicht einstellen — so könnte die Bremskraft im Höchstfall $\frac{1}{3}G$ betragen. Damit erhält man eine Bremsverzögerung von $3,3 \text{ m/sek}^2$, und zwar für jeden Wagen, denn man kann den Bremsdruck dem Wagengewicht entsprechend einstellen, sogar zwangsläufig, wenn man auf dem Ablaufberg eine Gleiswage aufstellt. Aber dann bleiben noch zwei unangenehme Punkte.

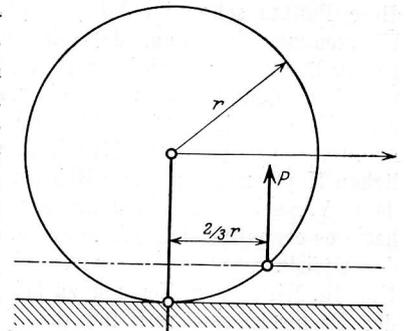


Abb. 5.

Wenn mehrere Räder von nicht ganz gleicher Bandagenstärke in der Bremse stehen, kann sich der Anpressungsdruck auf einzelne Stellen konzentrieren. Ferner laufen sehr häufig leere und beladene Wagen zusammen. Da man sie nicht verschieden bremsen kann, muß man den Druck auf den leichtesten bemessen. Der leichteste Wagen wiegt aber 6 t, kann also nur mit 2 t gebremst werden, und der schwerste, den wir heute zu 40 t annehmen müssen, infolgedessen auch nur mit 2 t. Laufen z. B. zwei beladene und ein leerer mit zusammen 86 t, so ist die Bremskraft nur 6 t, die Verzögerung also nur $\frac{6}{86}$ der Erdbeschleunigung = $0,7 \text{ m/sek}^2$. Die Bremse würde z. B. bei einem 4,5 m hohen Berg, bei dem man etwa 4 m Höhe, also

$86 \times 4 = 344$ mt sollte vernichten können, $\frac{344}{6} = 57$ m lang,

was namentlich bei beweglichen Bremsen ziemlich unangenehm ist. Hierin scheint mir eine erhebliche Begrenzung für nicht gewichtsautomatische Reibungsbremsen zu liegen. In der Tat kann man an amerikanischen Ablaufbergen, die solche Bremsen haben, sehen, wie an sämtlichen, vom Berg herabführenden Gleisen auf lange Strecken, im ganzen viele hundert Meter, die Schienen mit Bremsbacken gesäumt sind. Die Kosten sollen in einem Falle etwa zwei Millionen Mark betragen haben. Es ist schön, wenn man solche Summen für einen Ablaufberg ausgeben kann; den größeren Fortschritt gebiert, wie immer, die Not; und wahrscheinlich werden selbst unsere nicht gewichtsautomatischen Reibungsbremsen demgegenüber schon einen großen Fortschritt bedeuten.

Wirbelstromgleisbremse.

Es läßt sich nicht verkennen, daß mit den mechanischen Bremsen mancherlei Nachteile verbunden sind. Sie sind große und vielteilige Maschinen mit wahrscheinlich entsprechend großer Abnutzung; die Bremswirkung ist manchmal hart und nicht immer gleichmäßig. Das hat dazu geführt, den Magnetismus in den Dienst der Sache zu stellen. Die erste derartige Bremse, die mit Erfolg gearbeitet hat, hat die Reichsbahndirektion München auf der Verkehrsausstellung vorgeführt; es ist die Wirbelstromgleisbremse nach den Vorschlägen von Professor Thoma und mir. Der Gedanke lag seit langem in der Luft; ich kenne verschiedene Herren, die sich mit dem Problem abgegeben haben. Auch in der ausländischen Patentliteratur ist mancherlei darüber zu finden. Soviel ich sehen kann, sind jedoch die entscheidenden Punkte niemals richtig zusammengefaßt worden. Folgen wir dem Gedankengang bei dem Entwurf der Münchener Bremse, so ist zuvörderst klar, daß erhebliche Magnetismen durch das Rad getrieben werden müssen, um eine genügende Wirkung zu erzielen. Es wird deshalb nicht ausreichen, nur die Schienen zu magnetisieren, sondern man muß, wie bei den Reibungsbremsen, seitlich der Räder magnetisierte Bremsbacken anbringen. Berechnungen und Vorversuche an ziemlich großen Modellen habe ich über diese Punkte schon im Jahre 1911 gemacht, die mich zu der Überzeugung brachten, daß das Problem wahrscheinlich mit Erfolg lösbar sei; doch konnten auch die gewiegtesten Elektrotechniker den Effekt nicht einwandfrei bestimmen und der erste Versuch in großem Maßstabe, der immerhin mißlingen konnte, erforderte große Mittel, namentlich wegen der erforderlichen Kupfermengen. Der Krieg mit seiner Sparwirtschaft hat dann Versuche für ein Jahrzehnt unmöglich gemacht. Auch hatte es etwas für sich, abzuwarten, ob und wie weit das Problem der Gleisbremse auf rein mechanischem Wege zu lösen wäre. Um die Mittel zum Versuch zu bekommen, mußte die Meinung der Fachwelt erst reif für das Rangierproblem werden. Es wäre an sich natürlich richtig gewesen, den Versuch schon vor 14 Jahren zu machen; daß es nicht geschah, ist schade; aber in solchen Dingen sich zu bescheiden, ist das Los jedes Erfinders.

Wenn wir nun genügend Magnetismus durch das Rad treiben, so ist die Frage, in welcher Weise er bremsen soll. Das Rad muß an der Drehung gehindert werden. Ein eiserner Anker, der sich an einem Magnetpol vorbeibewegt, erzielt keinen besonderen Effekt. Es ist bekannt, daß alle derartigen Bremsen auf dem Wirbelstromprinzip beruhen, d. h. auf den Strömen, die ein Magnetfeld in einem bewegten Kupferleiter erzeugt, der keine besonders gegliederte Gestalt zu haben braucht, sondern unter Umständen in einem massiven Kupferstück bestehen kann. Die Ströme werden auch Foucaultsche Ströme genannt. Ein bekanntes Modell, das im Deutschen Museum und auch in den meisten physikalischen Instituten zu

finden ist, zeigt dies deutlich; es hat mich auch zuerst auf die Idee der Wirbelstromgleisbremse gebracht (Abb. 6). Zwischen den Polen eines starken Elektromagneten schwingt, ohne sie zu berühren, eine massive Kupferplatte. Werden die Magneten erregt, so steht die Kupferplatte fast augenblicklich still. Die Energie, die bei dem Fließen der Wirbelströme vernichtet wird, ist die Bremsenergie. Es käme also darauf an, auch bei der Gleisbremse Kupfer an geeigneten Stellen unterzubringen, so zwar, daß beim Durchlaufen des Rades Ströme darin erzeugt werden. Es ist in diesem Fall nicht möglich, das Kupfer gegenüber dem Magnetfeld zu bewegen, wie das bei sonstigen Wirbelstrombremsen der Fall ist. Aber das ist auch nicht nötig. Das Rad, das zwischen den zu langen Bremschienen ausgestreckten Polen eines Elektromagneten sich bewegt, verändert beim Durchlaufen das Feld; die Kraftlinien gehen zum weit überwiegenden Teile durch das Rad, nicht durch den breiten Luftspalt und werden also vom Rad mitgenommen. Wenn man nun z. B. die Magnetbacken mit einer Kupferplatte belegt, so

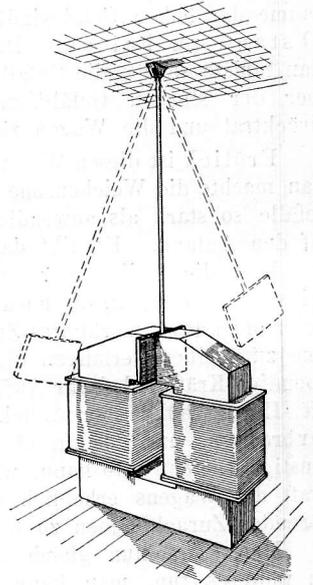


Abb. 6. Wirbelstrommodell.

wird diese von den fortschreitenden Kraftlinien durchdrungen und gibt einen Wirbelstromeffekt. Das war meine ursprüngliche Idee. Professor Thoma zeigte mir, daß es erheblich besser ginge, wenn man die Bremsbacken zu einzelnen Polen auflöste und sie nur mit einem leiterartigen Kupferbande umlegte, einer sogenannten Käfigwicklung, die etwa dem abgewickelten Kurzschlussläufer eines gewöhnlichen Drehstrommotors entspricht. Dann geht der Weg, den die Kraftlinien zu nehmen haben, im wesentlichen oder ganz durch Eisen, was für die Stärke des Magnetfeldes sehr förderlich ist. Obwohl nun der Strom hierbei etwas strenger geführt ist, als in einer kupfernen Platte, haben wir den Namen Wirbelstromgleisbremse beibehalten (Abb. 7).

Wie die lebendige Kraft in der Bremse vernichtet wird, ist hiernach klar. Man kann auch noch die Frage stellen, wie das Moment auf das Rad herauskommt. Eine einfache Überlegung zeigt, daß die entstehenden Ströme des Magnetfeldes da, wo sich das Rad den Polen nähert, also vor dem Rad schwächen, während sie es hinter dem Rad verstärken. Das Rad wird also hinten sehr viel mehr nach unten gezogen als vorne. Damit ist zugleich, und darin liegt zum guten Teil die Bedeutung der Bremse, der Gefahr des Aufsteigens begegnet. Wesentliche Kräfte, die vorne am Rad angreifen und nach oben gerichtet sind, können nicht auftreten; die Bremse enthält den Aufsteigeschutz in sich selbst.

Praktisch war noch eine schwierige Frage zu lösen. Die Radreifen sind verschieden stark; auch können die Räder einer Achse in ihrem Abstand etwas variieren. Dabei hätten sich, wenn man die Bremsbacken ganz fest macht, Luftspalte von 1 bis 2 cm ergeben, was den Magnetismus sehr geschwächt hätte. Es war notwendig, dafür zu sorgen, daß die Bremsbacken immer an den Rädern anlagen. Dabei darf freilich der Eisenweg des Magnetflusses auch an keiner anderen Stelle durchbrochen werden. Die Magnetschenkel wurden zu diesem Zweck aus Eisenblechen zusammengesetzt, die genügend Feder-spiel aufwiesen und trotz der großen Querschnitte den Backen eine

ausreichende Beweglichkeit gestatteten. Die Backen liegen also immer an den Rädern an, und zwar brauchen sie nicht gesteuert zu werden, sie ziehen sich unter dem Einfluß des Magnetismus sofort mit großer Kraft an das Rad. Hierbei entsteht ein sehr bedeutender Nebenerfolg, nämlich Reibung. Die Bremse wirkt zum Teil auch als Reibungsbremse. Die Reibung ist immerhin so stark, daß, wie die Besucher der Verkehrsausstellung öfters beobachteten, eine mittelschwere Maschine zwei in der Bremse stehende Wagen auch bei schärfstem ruckweisen Anziehen nicht herausbrachte.

Außer der Sanftheit ihrer Wirkung, der Robustheit der Konstruktion, dem Fortfall beweglicher Teile und ihrer voraussichtlichen großen Lebensdauer hat die Bremse auch sonst bedeutende Vorteile. Ein entscheidendes Erfordernis für die Gleisbremsen ist ihre gute Steuerfähigkeit. Der ganze Bremsvorgang dauert manchmal nur 2 oder 3 Sekunden und die beabsichtigten Änderungen der Wirkung, d. h. die Schaltvorgänge dürfen höchstens Bruchteile von Sekunden beanspruchen. Ist eine elektrische Maschine hierfür an sich schon besonders geeignet, so kommt noch etwas Weiteres hinzu. Beim Abbremsen auf Laufweite, was sich zur eigentlichen Aufgabe der Talbremse entwickelt hat, sind zwei erhebliche Unsicherheitsfaktoren: erstens, die gewünschte Wirkung richtig zu schätzen, zweitens, sie mit der Bremse herzustellen. Für das erste kann man dem Wärter verschiedene Anhaltspunkte geben, es bleibt auch dann noch ein gewisser Rest, aber der ist nicht zu beseitigen. Für die zweite Aufgabe hat Frölich bekanntlich angestrebt, die Maschine so auszubilden, daß durch Einstellung eines bestimmten Bremsdruckes das gewünschte, vorher eingestellte Bremsmaß von ihr automatisch verwirklicht wird. Dieses Ziel stößt bei allen Bremsen, auch der Wirbelstromgleisbremse, auf erhebliche Schwierigkeiten. Bei den Reibungsbremsen können Unterschiede in der Reibungsziffer, z. B. in dem Unterschied zwischen trockenen und öligen Rädern, der nicht zu beseitigen ist, die Wirkung leicht um 100% verändern; bei der Thyssenbremse bedingt auch die stark geneigte Stellung der Druckstützen, nahe der Totpunktlage, große Unterschiede im ausgeübten Bremsdruck, die auch nicht vorherzusehen sind. Das geht so weit, daß gewisse Fahrzeuge fest klemmen oder nach Überschreitung der Totpunktlage gar nicht mehr bremsen. Ver-

suche von Gottschalk*) haben denn auch die große Streuung

der Ergebnisse gezeigt. Bei der Wirbelstrombremse spielt die verschiedene Dicke und verschiedene Magnetisierbarkeit der Radreifen eine gewisse Rolle, wengleich sie nicht so groß ist, als wir zuerst angenommen haben. (Es hat sich gezeigt, daß

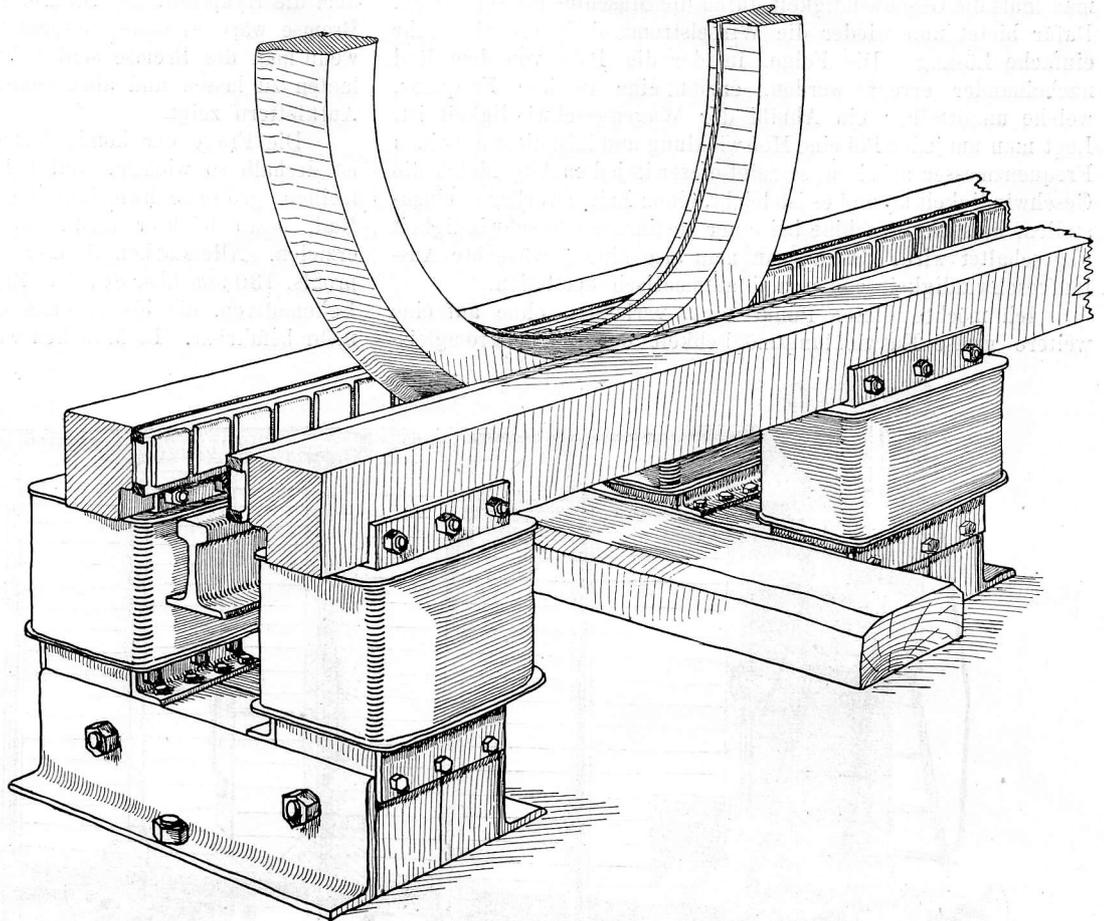


Abb. 7. Wirbelstromgleisbremse nach Bäseler.

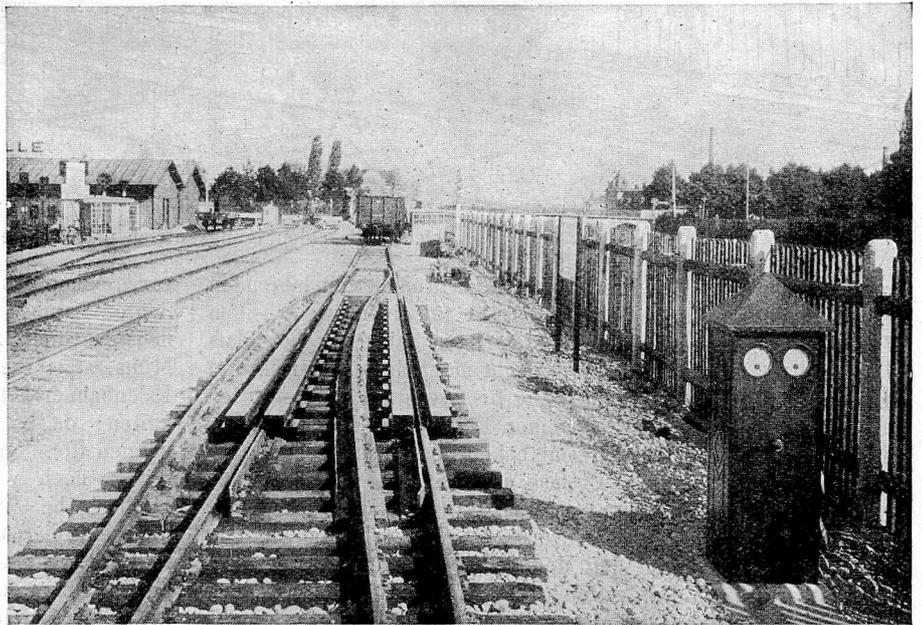


Abb. 8. Wirbelstromgleisbremse nach Bäseler auf der Verkehrsausstellung München 1925.

auch Wagen mit Hartgußrädern fast ebenso gut bremsen, wie diejenigen mit Radreifen.) Es kommt also in allen Fällen heraus, daß, wenn man das Bremsmaß wirklich genau herstellen will, man das Δ l-Verfahren anwendet, wie es Frölich genannt hat,

*) Verkehrstechn. Woche 1925, Nr. 37. Siehe auch Pösentrup, Organ 1924, Heft 4.

d. h. man bremst so lange, bis die Geschwindigkeit auf das gewünschte Maß herabgesunken ist, und schaltet dann ab. Diesen Augenblick durch Beobachtung zu ermitteln, ist dem Wärter praktisch mit genügender Genauigkeit nicht möglich; man muß die Geschwindigkeit durch die Maschine messen lassen. Dafür bietet nun wieder die Wirbelstromgleisbremse eine sehr einfache Lösung. Die Folge, in der die Pole von dem Rad nacheinander erregt werden, ergibt eine gewisse Frequenz, welche unmittelbar ein Abbild der Wagengeschwindigkeit ist. Legt man um jeden Pol eine Messwicklung und läßt diese auf einen Frequenzmesser arbeiten, so zeigt dieser in jedem Augenblick die Geschwindigkeit an und es ist leicht, einen Zeiger vorher so einzustellen, daß die Maschine bei einer bestimmten Geschwindigkeit abgeschaltet wird. Dann kann man also eine gewünschte Auslaufgeschwindigkeit genau und automatisch herstellen.

Ich möchte diesen Punkt nicht verlassen, ohne auf eine weitere große Entwicklungsmöglichkeit der Wirbelstromgleis-

von zwei beladenen und einem leeren Wagen statt mit 6 mit 24 t gebremst werden, und der Wirbelstromeffekt käme noch dazu. Die Zusatzeinrichtung, für die Drucköl als geeignetstes Pressmittel erscheint, wird verhältnismäßig unbedeutend, nachdem die Hauptteile der Bremse schon da sind. Mit einer solchen Bremse wäre es ohne weiteres möglich, einen leichten Wagen, wenn man die Bremse senkrecht hochstellt, an dieser herunterlaufen zu lassen und abzubremsen, ohne daß er Neigung zum Aufklettern zeigt.

Die Frage der kombinierten Magnet- und Reibungsbremse ist deshalb so wichtig, weil bei allen Gleisbremsen die Profilverfreiheit große Schwierigkeiten macht. Je höher hinauf ans Rad, desto leichter läßt sich die genügende Bremswirkung erzielen. Alle starken Bremsen gehen bis zur Höhe des Wagenprofils, 130 mm über SO. Die Bremse ist dann von den normalen Lokomotiven, die bis 100 mm über SO. herunterreichen, nicht mehr befahrbar. In München war deshalb ein Umfahrgleis

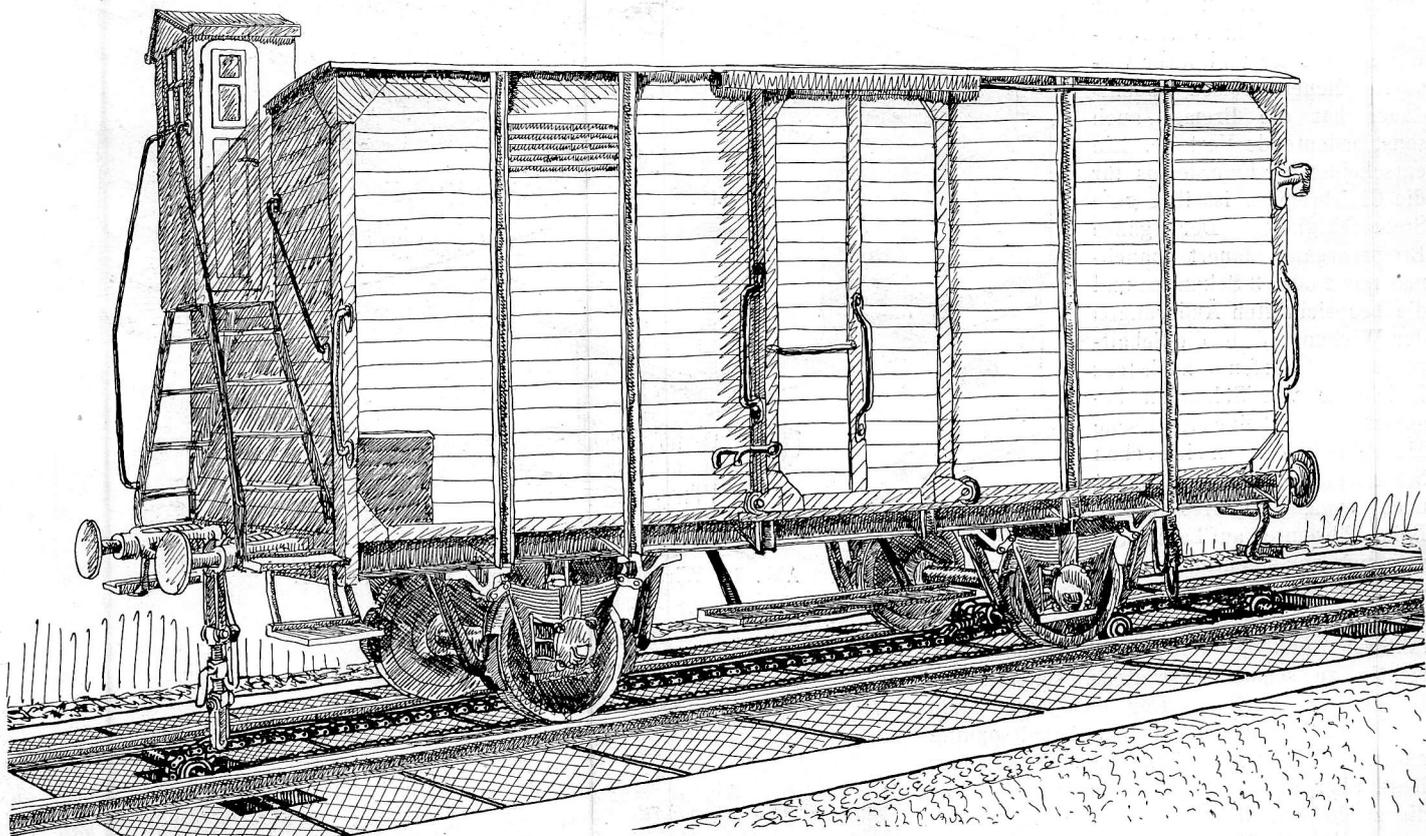


Abb. 9. Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup.

bremse hinzuweisen. Die Bremskraft, die in München am laufenden Wagen erzielt wurde, betrug etwa $1\frac{1}{2}$ t für einen zweiachsigen Wagen. Sorgfältige magnetische Messungen haben ergeben, daß es bei Verstärkung der Magnete leicht möglich ist, Bremskräfte von 6 bis 7 t hervorzubringen. Die Bremse steht dann mit den mechanischen Gleisbremsen in einer Reihe. Es kann nun für gewisse Fälle, namentlich bei sehr hohen Bergen und sehr kurzer verfügbarer Baulänge der Bremse erwünscht sein, die Bremskraft noch zu steigern. Das ist möglich, wenn man die magnetische Bremsung mit der mechanischen verbindet. Der zusätzliche Druck, mit dem das Rad durch den Magnetismus nach unten gezogen wird, ist 4 bis 5 t. Da das leichteste Rad etwa 1,5 t Raddruck hat, wird dieser durch den Magnetismus auf das Vierfache verstärkt. Man könnte also, selbst vom Wirbelstromeffekt ganz abgesehen, die mechanische Bremsung durch Anpressung der Backen, die, wie wir oben sahen, bei der nicht gewichtsautomatischen Bremse auf etwa 2 t für den Wagen begrenzt ist, in gleichem Verhältnis vergrößern, also auf 8 t bringen. Dann könnte beispielsweise die früher genannte Kombination

vorgesehen, das 8 cm höher lag und somit sogar das Profil des lichten Raumes einhielt. Das erfordert aber viel Baulänge, die meistens nicht zur Verfügung steht. Man kann nun ohne große Mühe, statt die Bremse zu senken, das Fahrgleis heben. Der Eisenbahner befürchtet hierbei gewisse konstruktive Schwierigkeiten; da es sich aber nicht um ein Streckengleis handelt, können diese gar nicht ernstlich in Betracht kommen. Sie sind immer noch weit geringer, als bei einer Schiebebühne oder Drehscheibe. Wo aber auch das aus verschiedenen Rücksichten nicht anwendbar erscheint, da ist das besondere Anwendungsfeld der kombinierten Magnet- und Reibungsbremse. Sie vermag, auch wenn man nur bis 80 oder 90 mm über SO. geht, Bremskräfte zu erzielen, die diejenigen der jetzigen Reibungsbremsen erheblich übersteigen.

Beschleunigungsantrieb.

Wir kommen nun zur zweiten Ablaufmethode, dem Beschleunigungsantrieb. Der Vorschlag ist erstmalig von Heinrich gemacht worden. Die Gleisbremsenlösung befriedigt energiewirt-

schaftlich nicht recht; warum soll man soviel Energie aufwenden, die nachher wieder vernichtet wird, zumal der Gutläufer weit mehr sind als der Schlechtläufer. Können wir die Sache nicht umkehren? Freilich, so arg wichtig ist das Energieprinzip nicht; im Eisenbahnbetrieb kommt es auf ein paar mehr aufgewendete Metertonnen nicht an, wenn nur »der Apparat läuft«; am Ausnutzungsfaktor hängt ungefähr alles. Aber der Einbau so hoher Berge, wie ihn die Gleisbremsen erfordern, ist häufig recht unbequem, manchmal unmöglich, die Umänderung ein-

sich in Seddin und arbeitet recht gut, nachdem manche Mängel beseitigt sind, die bei dem überhasteten Einbau für die Ausstellung unvermeidlich waren. Der Antrieb wird von dem Personal gern benutzt. Die Einzelheiten darf ich auch als bekannt voraussetzen; er ist in Abb. 9 und 10 dargestellt.

Zunächst einiges zur Theorie. Die Druckrolle muß den laufenden Wagen einholen und fassen; dabei soll es möglichst keinen Stofs geben. Das ist bei großer Geschwindigkeit sehr schwer, obwohl es dem, der sich viel mit der Feinsteuerung

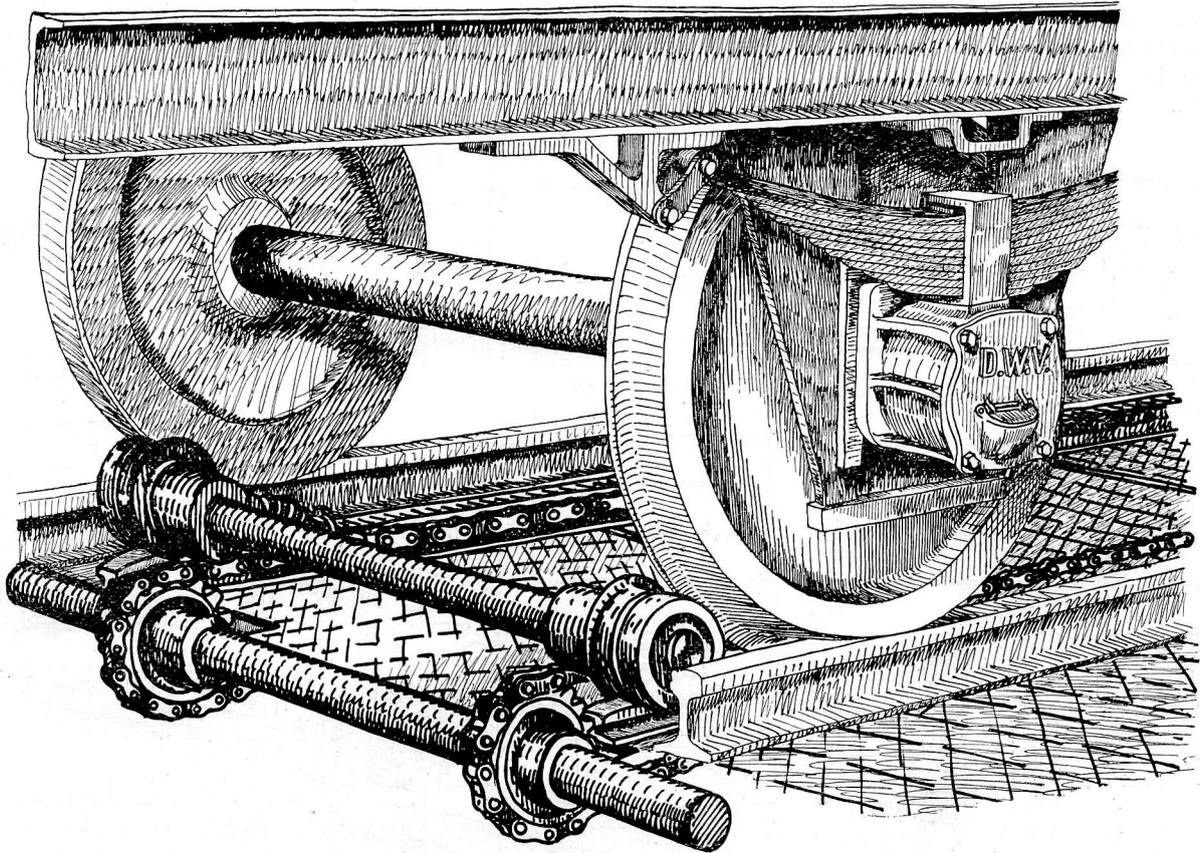


Abb. 10. Druckwelle beim Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup.

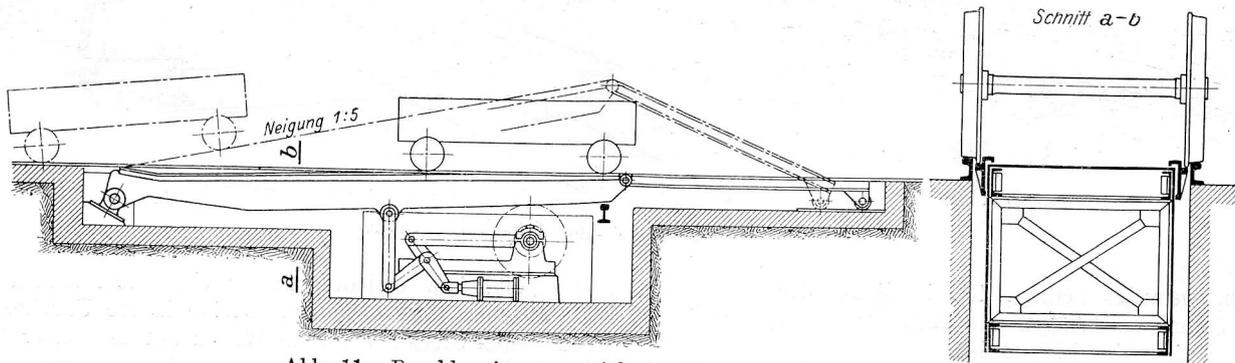


Abb. 11. Beschleunigungsantrieb des Maschinenamtes Kottbus.

schließlich der Bremse selbst wird nicht billig. Wenn man da eine einfache Zusatzmaschine hätte, die auch bei niedrigem Berg den Schlechtläufer genügend antreibt, dann wäre das doch recht viel wert.

Heinrich wollte den Wagen an der Seite mit einer Rangierwinde fassen. Ich bin der Meinung, daß die Lösung, mit gewissen Änderungen, auch heute noch anwendbar ist. Für die meisten Fälle verdient freilich der Vorschlag von Pösentrup den Vorzug, der die Kraft am Rade mittels einer Druckwelle angreifen läßt. Die erste derartige Anlage befindet

großer Maschinen beschäftigt hat, nicht unerreichbar erscheint. Einstweilen ist der Antrieb auf die Zone kleiner Geschwindigkeiten beschränkt, d. h. er muß oben am Berg liegen. Daraus folgt, daß er den Schlechtläufer, der einen Energiezuwachs bekommen soll, damit er weit genug läuft, zugleich zeitlich soweit vorschiebt, daß er in den meisten Fällen den vorangehenden Gutläufer einholt. Der Zeitabstand der laufenden Wagen muß deshalb groß sein und die Leistung wird geringer. Auch ist es schwer, den Schlechtläufer schon auf dem Berg zu erkennen. Aber da müssen wir einmal die Frage stellen, was

man denn überhaupt erreichen will und soll. Es gibt viele ältere Bahnhöfe, die bei ungünstigem Wetter schlecht oder so gut wie gar nicht arbeiten, weil die Wagen in den Weichen stehen bleiben; da ist man froh, wenn die Wagen überhaupt durchkommen, ohne das man Sturmkolonnen bereitstellen muß, die sich auf zögernde Wagen stürzen und nachschieben, oder das man alle Augenblicke mit der Maschine nachdrücken muß. Da kommt es wahrlich nicht darauf an, ob die Wagenfolge 30, 40 oder 60 Sekunden beträgt. Der Pösentrup-Antrieb läßt sich ohne Änderung der Gesamtordnung einbauen; konstruktiv kann und wird er noch bedeutende Verbesserungen erfahren; man kann Zusatzhöhen von 1,00 bis 1,40 m sicher erreichen; er ist deshalb ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für unsere älteren Anlagen. Zu Höchstleistungen eignet er sich

dem zwangläufigen Ablauf. Die Einrichtung, an der ich seit vielen Jahren arbeite, war auf der Münchener Verkehrsausstellung zum erstenmal im Großen zu sehen und hat auch sehr gut gearbeitet, besser als man bei einer Erstaussführung annehmen konnte. Wir haben gesehen, das sowohl die Gleisbremse wie auch der Beschleunigungsantrieb Kompromisse machen müssen. Sie müssen gleichzeitig Laufweite und Abstand berücksichtigen und diese beiden Forderungen widersprechen sich häufig. Es liegt auf der Hand, das die höchste und regelmäßige Leistung erreicht wird, wenn die beiden Forderungen getrennt und dadurch exakt erfüllt werden. Dabei wäre es noch besonders erwünscht, die hohen Geschwindigkeiten zu beseitigen, die sowohl bei der Gleisbremse wie auch dem Beschleunigungsantrieb notwendig auftreten. Die hohen Ge-

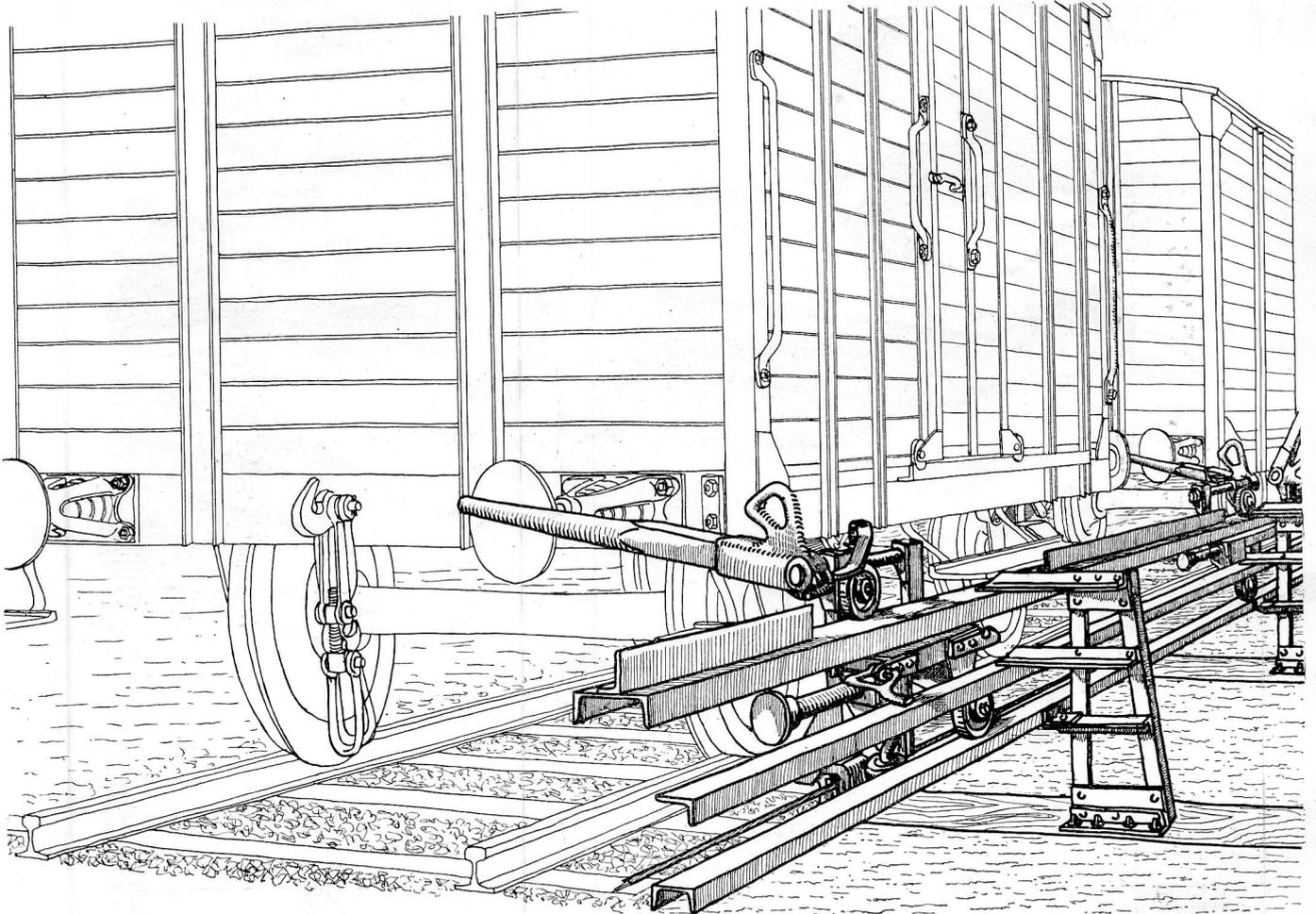


Abb. 12. Zwangläufiger Ablauf nach Bäseler.

erst dann, wenn es gelingt, ihn im Raum der großen Geschwindigkeiten anzubringen und auch dann ist die Frage, ob die Bremse nicht das Bessere ist.

Auf der Verkehrsausstellung war noch ein interessanter Beschleunigungsantrieb im betriebsfähigen Modell zu sehen, den das Maschinenamt Kottbus zusammen mit der Jordanbremsengesellschaft gebaut hat (Abb. 11). Er besteht aus einer heb- baren Brücke, die in der Ablauframpe liegt und unter den fahrenden Wagen gehoben wird. Der Einbau im Raume großer Geschwindigkeiten erscheint leichter, der Preis allerdings sehr viel höher. Für dreiachsige Wagen ist er nicht verwendbar.

Zwangläufiger Ablauf.

Wir kommen nun zu dem dritten Verfahren, das in gewisser Beziehung zwischen den beiden erstgenannten steht,

geschwindigkeiten enthalten immer ein Gefährdmoment und kein Eisenbahner sieht ohne eine leichte innere Unruhe, auch bei den besten Gleisbremsen, die Wagen mit so großer Wucht den Berg hinuntersausen. Aus diesem Grunde scheut sich auch das Personal, die Gipfelbremse, wo sie vorhanden ist, zu ihrem gewollten Zweck, nämlich höchster Leistungssteigerung, auszunutzen; man traut sich im allgemeinen erst, einen zweiten Wagen laufen zu lassen, wenn der erste schon in der Talbremse oder doch nicht mehr weit davon ist. Die Kopplung: Hohe Leistung nur bei und durch hohe Geschwindigkeit, die die Gleisbremse verlangt, ist eine unangenehme Auflage. Die ideale Forderung würde lauten: Höchste Leistung bei geringster Geschwindigkeit. Es ist klar, das man dies nur erreichen kann, wenn man den Wagen ihre Bewegung innerhalb der Verteilungszone genau vorschreibt, die ganze Bewegung mechanisiert.

Die wesentlichen Konstruktionsgedanken des zwangläufigen Ablaufes sind bekannt, so daß ich sie hier nicht näher zu erläutern brauche. Die Richtungsgruppe ist mit Randweichenstraßen entwickelt, für die die Weichenreihen erfunden wurden; neben ihnen läuft eine Hilfsbahn, auf der Hilfswagen mit entsprechenden Auslegern laufen. Hingegen möchte ich hier einige nähere Angaben über die konstruktiven Unterlagen der Münchener Ausführung folgen lassen, die zu einem vollen Erfolg geführt haben (Abb. 12).

Auch beim zwangläufigen Ablauf werden die Wagen durch einen kleinen Ablaufberg auseinander gezogen, so daß sie einen gewissen Abstand erhalten. Der Ablaufberg war in München 20 cm hoch, was einer Wagengeschwindigkeit von etwa 1,8 m/Sek. entspricht. Im Ernstfall wird, wo höchste Leistung verlangt wird, auf etwa 50 cm und eine Wagengeschwindigkeit von 3 m/Sek. gegangen werden. Die Eisenbahnwagen werden in der Rampe oder auch etwas tiefer, jedenfalls an einer Stelle, wo sie schon genügend Abstand haben, durch Hilfswagen eingefangen. Für jeden Eisenbahnwagen sind zwei Hilfswagen da, einer vorne und einer hinten. Sie tragen hölzerne Arme. Ein Mann legt die Arme ein. Der Vorderwagen wird von dem Eisenbahnwagen eingeholt und vor ihm her geschoben; der Hinterwagen, der, solange er noch nicht an das Seil gekuppelt ist, zurückbleiben würde, wurde mit einem Haken an den hinteren Puffer angehängt und dadurch mitgenommen. Doch war diese Lösung nur behelfsmäßig. Sie wird später durch eine automatische Nachführung ersetzt. Die Hilfswagen machen die Beschleunigung des Eisenbahnwagens mit. Etwa am Fuß der Rampe werden die Hilfswagen mit dem Seil gekuppelt, dessen Geschwindigkeit ebenso groß ist, wie die der laufenden Eisenbahnwagen, in München 1,8 m/Sek. Kleine Unterschiede werden durch Rutschen der Seilklemmen ohne Schwierigkeit ausgeglichen. Im weiteren Verlauf, also längs der ganzen Verteilungsstrecke ist die Bewegung des Eisenbahnwagens zwangläufig. Man sieht also eine große Reihe von Eisenbahnwagen die Verteilungsstraße hinunterziehen in einem Abstand, der kaum so groß ist wie die Wagenlänge, mit ganz geringer Geschwindigkeit, sozusagen im Schritt, und ohne daß sie ihren gegenseitigen Abstand im geringsten erändern. Kommt ein Wagen auf eine auf Abzweigung zeigende Weiche, so schiebt er sich aus der Zange, die ihn hält, ohne weiteres und ohne daß eine Kupplung gelöst zu werden braucht, heraus und läuft in sein Gleis. Die Weiche enthält genügend Gefälle, so daß er hier nicht stehen bleibt. Die Hilfswagen laufen weiter, kehren am unteren Ende der Hilfsbahn um und laufen wieder auf den Berg.

Die Anlage in München war so getroffen, daß die Kräfte in den Hilfswagen möglichst gering werden, damit die ganze Konstruktion nicht zu schwer würde. Das Gefälle der Weichenstraße ist 3‰ . Um einen Großgüterwagen von 80 t bei dem sehr geringen Widerstand von 1‰ , also den äußersten Gutläufer, der vorkommen kann, noch zu halten, braucht man eine Kraft von $(3 - 1) \times 80 = 160$ kg. Um zwei extreme Schlechtläufer mit einem Eigenwiderstand von 11‰ und einem Eigengewicht von je 10 t noch weiterzudrücken, braucht man $(11 - 3) \times 20 =$ ebenfalls 160 kg. Die Höchstbeanspruchung des Vorder- und Hinterwagens wird dadurch gleich. Ein Druck von 160 kg entspricht etwa dem Gewicht zweier Männer; der meterlange Prügel aus zähem Holz erhält einen Querschnitt von 7 auf 7 cm. Er ist hierbei äußerstenfalls

mit etwa 200 kg cm^2 , also ziemlich hoch belastet. Das ist Absicht. Der Holzarm bildet ein wesentliches Sicherheitsmoment in der ganzen Anlage. Bei irgendwelchen Störungen soll und wird er zuerst brechen und dadurch die anderen Teile vor Beschädigung schützen. Er hat diese Tätigkeit in den ersten Betriebswochen häufig genug zur vollen Zufriedenheit ausgeübt. Als zweite Sicherheit gegen Überbeanspruchung dient die Seilklemme; sie ist auch auf 160 kg eingestellt und beginnt bei Überschreitung dieser Belastung zu rutschen.

Die Hilfswagen sind so gebaut, daß sie die erheblichen seitlichen Kräfte, die durch den exzentrischen Angriff entstehen, ohne Klemmen aufnehmen. Es ist dies ein Punkt, der vorher viel Sorge bereitet hat. Es zeigte sich jedoch, daß die Konstruktion in dieser Hinsicht als vollständig geglückt angesehen werden darf (Abb. 13).

Öfters waren wir in der Lage, bei Störungen plötzlich abstoppen zu müssen. Es gelang uns immer, die laufenden Wagen durch Bremsen des Antriebes auf wenige Meter zum Stehen zu bringen, eine gegenüber den anderen Verfahren unschätzbare Eigenschaft des zwangläufigen Ablaufes.

Bei der dichten Folge der Wagen beim zwangläufigen Ablauf ist es im allgemeinen nicht mehr möglich, die Weichen von Hand zu stellen. Die selbsttätigen Weichenstellenrichtungen sind also für den

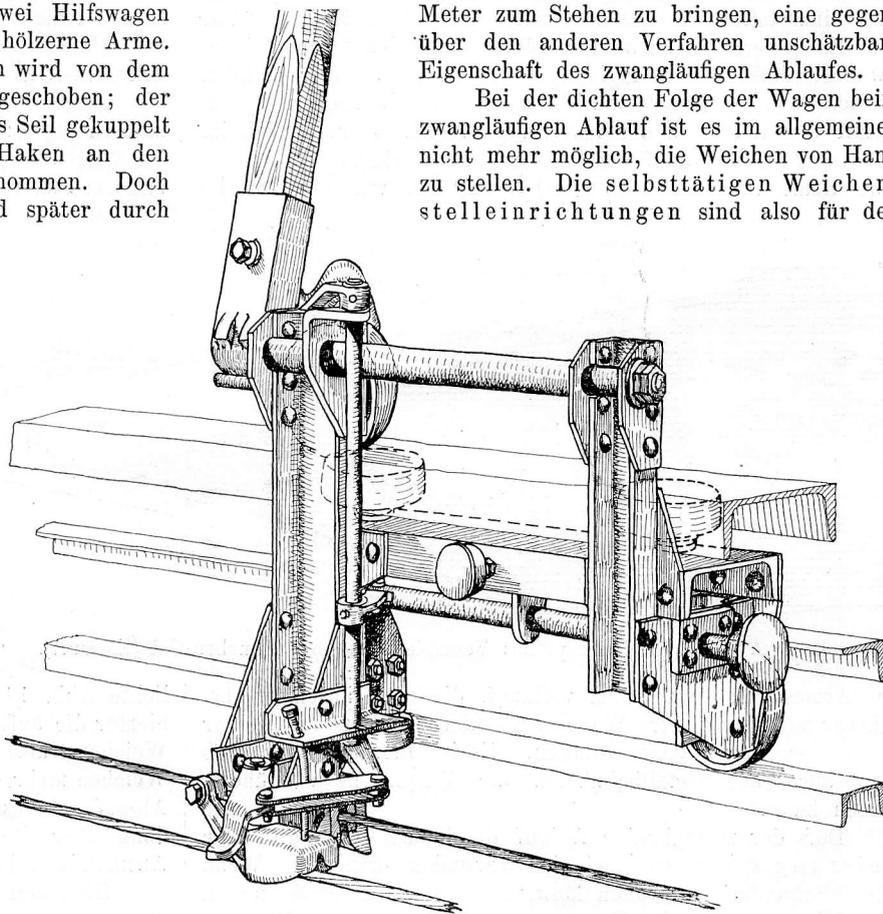


Abb. 13. Hilfswagen zum zwangläufigen Ablauf nach Baseler.

zwangläufigen Ablauf unentbehrlich, erhalten andererseits aber auch durch ihn erst ihre volle Wirksamkeit, da ihre Betätigung bei freiem Ablauf, wenigstens bei dichter Folge, immer mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft und auch nicht ganz sicher ist. Die selbsttätige Weichenstellung in München war nach den Plänen der Siemens & Halske A. G. ausgeführt und hat ihrem Zwecke vollständig entsprochen. Sie gestattete als Regel Wagenfolgen von 7 Sekunden, eine für Ablaufbetrieb bisher nur in besonders günstigen Fällen erreichte Leistung. Der zwangläufige Ablauf hätte hier eine noch schnellere Folge gestattet, doch stellten sich die Weichen, die durch isolierte Schienenstrecken beeinflusst wurden, nicht mehr rechtzeitig um. Man muß statt der isolierten Schienenstrecken Gleiskontakte nehmen; sollten diese nicht sicher genug arbeiten, so bildet

die Hilfsbahn genügende Möglichkeiten, Kontakte anzubringen. Auch steht grundsätzlich gar nichts im Wege, die Hilfswagen selbst zur Steuerung der Weichen heranzuziehen. Es unterliegt nach diesen Versuchen keinem Zweifel, daß eine Wagenfolge von 5 Sekunden bei Einzelablauf unschwer erreicht werden kann.

Äusserst gering war der Stromverbrauch. Der Kraftbedarf des Antriebes war ungefähr 2 PS im Leerlauf und stieg auch beim Arbeiten nur vorübergehend, da die Wagen im Durchschnitt von selber herunterliefen. Der Strombedarf würde hier nach nur etwa zehn Pfennig in der Stunde betragen.

Der elektrische Antrieb war von den Siemens-Schuckert-Werken geliefert und bestand in einem 40 pferdigen nicht regelbaren Gleichstrommotor. Um die Seilgeschwindigkeit genau nach dem Bedürfnis einstellen zu können, war zwischen Motor und Seilantrieb ein Flüssigkeitsgetriebe der Bauart Thoma eingeschaltet. Es gestattete jede Seilgeschwindigkeit von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern in der Sekunde stufenfrei, verlustlos und unabhängig von der Last einzustellen; es hat zur vollen Zufriedenheit gearbeitet.

Es unterliegt nach den Münchener Versuchen keinem Zweifel, daß der zwangsläufige Ablauf auch für erheblich größere Kräfte gebaut werden kann. Wählt man z. B. ein Gefäll von 1:100 in der Verteilungstrecke, so ergibt sich im äußersten Fall an der Spitze des Armes bei einem 80 t Wagen eine Kraft von $(10 - 1) \times 80 = 720$ kg, was eine Stärke

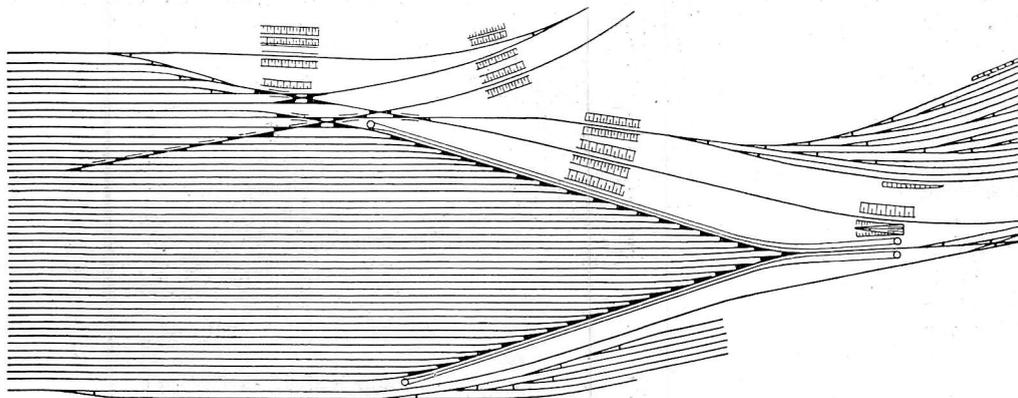


Abb. 14. Ablaufkopf des Verschiebebahnhofs München-Ost (Entwurf).

des Armes von etwa 14 cm verlangt, die noch unschwer ausführbar ist. Der hintere Wagen kann hierbei bedeutend leichter werden oder auch ganz entfallen. Es ist hiernach klar, daß man auch auf Gefällbahnhöfen die Wagen noch mühelos führen kann.

Daß der zwangsläufige Ablauf die höchstmögliche Leistung ergibt, ist nach den Versuchen erwiesen. Wenn alle 5 Sekunden ein Wagen läuft, so sind das zwölf Wagen in der Minute, oder ein Zug von 60 Wagen in 5 Minuten. Nehmen wir an, daß der Ablaufberg von allen störenden Fahrten, auch der Zuglokomotiven, entlastet ist, was man durch entsprechende Ausbildung der Weichenanlagen immer erreichen kann, und daß der nächste Zug schon an den Berg herangedrückt wird, wenn der vorhergehende noch läuft, so daß das Ablaufgeschäft sofort weitergehen kann, und erfordert es, sagen wir, $2\frac{1}{2}$ Minuten Zwischenzeit, bis der erste Wagen des neuen Zuges drankommt, so braucht man $5 + 2\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$ Minuten für einen Zug; oder man leistet 8 Züge $= 8 \times 60 = 480$ Wagen in der Stunde, oder in 20 Betriebsstunden $20 \times 480 = 9600$ Wagen. Da hierbei noch kein Zeitgewinn für Gruppenabläufe gerechnet ist, und auch die vier Überschufsstunden im Notfall noch ausgenutzt werden können, sind Spitzenleistungen von mehr als 10 000 Wagen möglich.

Freilich haben wir heute noch keine Verschiebebahnhöfe, von denen das verlangt wird. Aber was nicht ist, kann noch

werden. Die Tendenz geht mit vollem Recht dahin, die Verschiebearbeit immer mehr auf bestimmte, besonders geeignete Punkte zu konzentrieren, und dann werden wir vielleicht eher an Bergleistungen von 8000 bis 10 000 Wagen kommen, als wir denken. Zudem entscheidet häufig nicht die Tagesleistung, sondern die Stundenleistung. Wenn ich in der Stunde so viel mehr Wagen über den Berg bringe, so kann ich häufig bessere Zugübergänge herstellen, kann leichter Rückstände aufarbeiten, nütze den ganzen Apparat, die Lokomotiven und das Personal besser aus, gewinne Zeit für andere Fahrten. Jetzt werden in unseren guten Entwürfen — mit Recht — dem Berg alle denkbaren Fahrten abgenommen, weil sie die Ablaufleistung drücken. Es gibt aber häufig Fahrten, für die der Weg über den Berg der kürzeste ist, und die nur mit großen Kosten umgeführt werden können. Der zwangsläufige Ablauf gestattet sie. Es gibt auch Fälle, in denen die Züge aus der Richtungsgruppe zwar nicht über den Berg, aber in der Richtung gegen den Berg ausfahren müssen; der zwangsläufige Ablauf schafft die Zeit dafür.

Manche stoßen sich daran, daß längs der Ablaufzone eine geländerartige Bahn läuft, die den Querverkehr hemmt. Mit demselben Recht dürften wir auch Gleise nicht auf Stützmauern legen; diese kann man auch nicht übersteigen. Zudem: die Wagen folgen beim zwangsläufigen Ablauf alle 5 Sekunden mit 6 m Pufferabstand; ich glaube, da geht niemand mehr durch, auch wenn das Geländer nicht da wäre. Man kann es leicht durch einige Stufen übersteigbar machen, wenn man das für Ruhezeiten haben will; doch hat eigentlich niemand etwas in der Spitze der Richtungsgruppe zu suchen; sie ist der gefährlichste Teil des Bahnhofs, und es ist besser, wenn sie nicht unnötig begangen wird. Solche Einwände fußen auf Anschauungen, die vom jetzigen Betrieb genommen sind.

Man wird vielleicht auch einwenden, daß man wegen der Hilfsbahn aus den Richtungsgleisen nicht gegen den Berg ausfahren könnte.

Die nebenstehende, schon veröffentlichte Abb. 14*) zeigt, daß und wie es geht. Man nimmt hierfür die äußersten Gleise und schafft mit Hilfe einer steilen Weichenstrasse eine besondere Ausmündung; es kostet einige Weichen mehr. Bei der büschelförmigen Entwicklung bei freiem Ablauf geht es auch nur für die äußersten Gleise. Dafür ist dann aber die Gefahrzone meist empfindlich verlängert; die Ausmündung kostet in jedem Fall Länge.

Hingegen muß man sich sorgfältig auseinandersetzen mit dem Einwand der Betriebssicherheit. Was ist, wenn man einen großen Bahnhof auf diese Anlage von hoher und höchster Leistung zuschneidet, und sie versagt? — Die Gefahr wird überschätzt. Wer viel mit Seiltrieben gearbeitet hat, denkt ruhiger. Es gibt Bergseilbahnen, die seit Jahren einen nie unterbrochenen festen Fahrplan einhalten müssen, und nicht einen Zug ausgelassen haben, und das ohne Reserve. Hier liegt der Fall viel günstiger; es gibt im Jahre mehreremale Feiertagsserien, in denen die Anlage vollständig stillgelegt, durchgesehen und erneuert werden kann. Welche Sicherheiten die Wagen bieten, wurde schon erwähnt. Ein gebrochener Holzarm kann so schnell ersetzt werden, daß der Wagen schon wieder mitarbeitet, wenn die Reihe an ihn kommt. Eine schwere Entgleisung könnte die ganze Bahn zerstören; aber mit einer Streichschiene ist man auch davor sicher. Das Seil kann reißen,

*) Sonderheft des V. D. I.: Eisenbahnwesen. Die Eisenbahntechnische Tagung und ihre Ausstellungen in Seddin 1924.

obwohl es in München nie geschehen ist; ein Reserveseil kann in zwei Stunden eingezogen sein. Für Antriebsmotor und Vorlege lassen sich volle Reserven aufstellen. Seilwagen hält man im Vorrat.

Immerhin muß verlangt werden, daß der Bahnhof auch arbeiten kann, wenn die Einrichtung stunden- oder tageweise versagt. Das ist nicht schwer. Es war oben auseinandergesetzt, daß gar nichts im Wege steht, dem Bahnhof mehr oder weniger das Profil eines richtigen Gefällbahnhofs zu geben. Man kann ihn wie einen solchen betreiben, nur daß bei freiem Ablauf die lange Randweichenstraße stören würde, auf der alle Wagen hintereinander herlaufen, wenn man kein Mittel hätte, um Abstand zu halten. Das hat man aber in der leichten Gleisbremse, von der später ausführlich die Rede sein wird. Mit einigen ferngesteuerten Hemmschuhbremsen läßt sich ein recht leistungsfähiger Ersatzbetrieb schaffen. Bei den schweren Gleisbremsen hat man auch keine volle Reserve. Selbst wenn man

ohne Schaden Teilgruppen der Richtungsharfe in größerem Abstand voneinander legen und dazwischen andere Anlagen anordnen. Bei dem in dem Sonderheft des V. D. I. über die eisenbahntechnische Tagung 1924 veröffentlichten Entwurf des Bahnhofs Laim ist z. B. eine Lokomotivbahn schienenfrei über die Ablaufstrecke überführt. Der betreffende Bahnhofteil ist in Abb. 15 wiedergegeben. Eine andere Lage der Lokomotivgleise wäre sehr nachteilig; bei freiem Ablauf aber wäre die gewählte Lösung nicht anwendbar. Außer einer Verlängerung der Gefahrzone um 50 m wären auch die Wagen hinter der Brücke gar nicht mehr zu sehen.

Spinnt man diesen Gedanken weiter, so kann man die Richtungsgruppe in völlig getrennte Teile auflösen. Will und muß man dabei die Hilfsbahn mit Gleisen durchbrechen, so ist auch das nicht unmöglich; man kann die Hilfsbahn trennen und die Wagen hinter der Unterbrechungsstelle selbsttätig wieder fangen. Dann ergibt sich, daß man auch

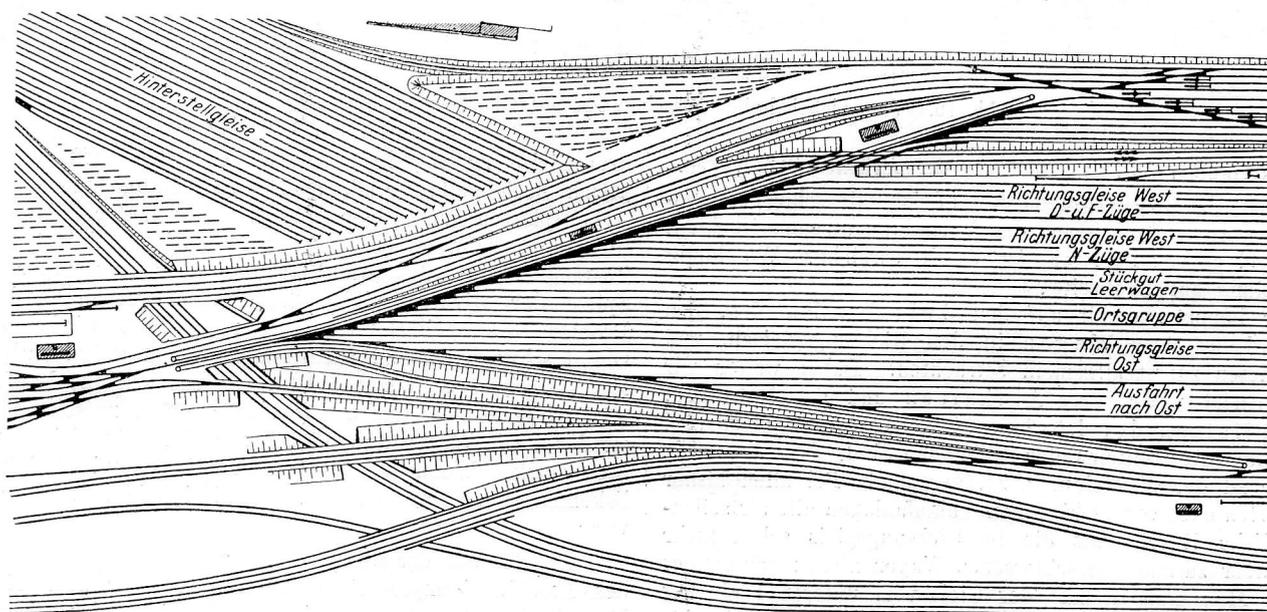


Abb. 15. Entwurf des Verschiebebahnhofes München—Laim mit zwangsläufigem Ablauf.

die Mittel aufwenden wollte, so hat man nicht den Platz dazu. Man pflegt gewöhnlich einen niedrigen Nebenbergl (Sommerücken) mit Büssingbremse vorzusehen. Der kann bei schlechtem Wetter nur als sehr behelfsmäßige Reserve gelten, wenn die Anlage auf den hohen Berg gebaut ist.

Die letzten Wirkungen des zwangsläufigen Ablaufes liegen in noch anderer Richtung. Die Steilweichen haben dazu geführt, für den Entwurf neuer Gleispläne, soweit möglich, systematische Weichenbilder anzuwenden, in denen die Randweichenstraße Regel ist. Man kann nun nicht, ohne alle Verhältnisse zu stören, auf dem ganzen Bahnhof Randweichenstraßen vorsehen, die Ablaufzone hingegen büscheln. Sie muß auch — aus geometrischen Gründen — mit einer Randweichenstraße entwickelt sein, und das fordert den zwangsläufigen Ablauf*).

Da beim zwangsläufigen Ablauf die Länge der Weichenzone unbegrenzt ist, wird man von einer einschneidenden Rücksicht frei, die bei freiem Ablauf auftritt. Bei diesem ist man unter allen Umständen darauf angewiesen, die Weichenzone so kurz wie möglich zu halten. Das fordert das enge Zusammenliegen aller Gleise, die von dem Berg abhängen. Da aber die Richtungsgleise zum Teil wieder die Stammgleise für daranhängende Gleisentwicklungen verschiedener Art sind, ist das häufig recht unbequem. Beim zwangsläufigen Ablauf kann man

*) Die Verwendung von Steilweichen in Gleisplänen. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1925, Nr. 38.

weit entfernte Umladeanlagen, Ortsgüterbahnhöfe u. ä. an den Ablaufberg anschließen kann, so daß ihnen die angekommenen Wagen stets ohne Verzug zugeführt werden, ohne daß man auf eine Maschine zu warten braucht. Der Bahnhof wäre dann ein Förderbetrieb, wie eine Braunkohlengrube. Man wird von diesem Ziel immer sehr weit zurückbleiben, aber sich ihm nähern kann man.

Häufig wird eingewendet, daß das alles für neue Anlagen zutreffen möge, nicht aber für alte, und zu jenen hätten wir in den nächsten Jahrzehnten kein Geld. Das stimmt nur zum Teil. Wir werden sicher dazu kommen, allmählich Rangieraufgaben zusammenzulegen, und dann brauchen wir dort Anlagen von höchster Leistung. Dann muß der Berg doch umgebaut werden, und wenn man schon umbaut, so kann in vielen Fällen der zwangsläufige Ablauf nicht schwerer und oft mit weniger Kosten und mehr Vorteil eingebaut werden, als Gleisbremsen. Ich habe das bei verschiedenen Vergleichsentwürfen festgestellt. Für Bremsen braucht man eine Erhöhung des Berges und gewisse Strecken zu ihrer Unterbringung, beides kostet Länge, wenn der Berg nicht vorher sehr flach war. Beim zwangsläufigen Ablauf gewinnt man Länge, denn der Berg wird sehr klein und kurz, und der zwangsläufige Ablauf liegt außerhalb der Gleise. Man vergleiche die Abb. 14 und Abb. 16; sie stellen Entwürfe für eine Erweiterung der Richtungsgruppe in München-Ost dar, der erste

mit zwangläufigem Ablauf, der zweite mit Gleisbremsen. Kann man zweifeln, welchem der Vorzug zu geben ist? Dabei sind die Weichen im zweiten Entwurf aufs äußerste zusammengedrängt.

schuh kürzer aus und riskiert schon einmal den Auflauf, ein vorsichtiger bringt die Wagen zu früh zum Stehen, das Anschieben gelingt aber sehr häufig nicht; es bleiben deshalb Lücken. Vor allem hat aber ein Hemmschuhleger zwei oder

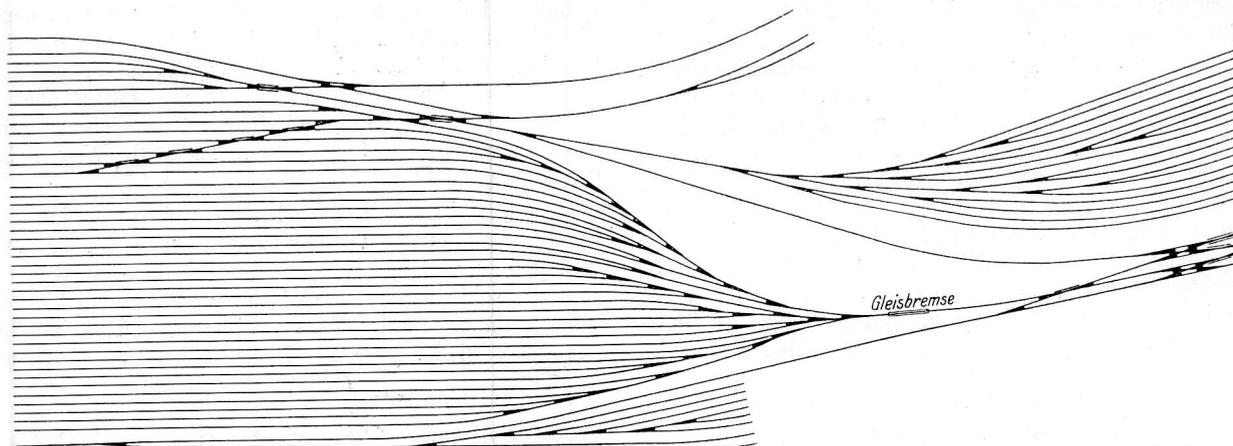


Abb. 16. Verschiebebahnhof München-Ost mit Gleisbremse (Entwurf).

Das Weiterlaufen, Aufhalten und Zusammendrücken der Wagen.

Gegen den zwangläufigen Ablauf ist mir schon oft eingewendet worden: Zugegeben, der Verteilungsvorgang ist damit einwandfrei gelöst; aber was ist damit erreicht? Wo bleibt die Regelung auf Laufweite?

Wir kommen damit auf den dritten Punkt, den Weiterlauf der Wagen in den Richtungsgleisen, und wollen diesen zuerst allgemein betrachten. Dabei wollen wir gleich Punkt vier, das Aufhalten und Punkt fünf, das Schließen der Lücken hinzunehmen, da diese drei häufig untrennbar miteinander verbunden sind.

Wie ist der Weiterlauf z. Zt. geregelt? Bei allen bisher ausgeführten oder vorgeschlagenen Ablaufanlagen gilt als selbstverständliche Regel, daß die im Richtungsgleis schon mehr oder weniger zusammengeschlossenen Wagen nicht mehr bewegt werden. Man muß deshalb das Gleis vom unteren Ende her vollfüllen, und die ersten Wagen müssen imstande sein, bis an das Ende des Gleises zu laufen. Liegen die Richtungsgleise wie bei Gefällbahnhöfen in starkem Gefäll, so ist das immer zu erreichen, freilich mit der unangenehmen und teuren Notwendigkeit häufiger Zwischenhemmungen, der meist zu gut laufenden Wagen von Hand. Auf Flachbahnhöfen verlangt die Theorie, daß die lebendige Kraft der Wagen beim Eintritt in das Richtungsgleis auch beim schlechtesten Schlechtläufer noch ausreicht, um ihn zusammen mit dem meist vorhandenen leichten Gefäll bis ans Ende zu treiben. Das ist fast nie erreichbar, da man damit zu sehr hohen Bergen käme, und man muß sich damit begnügen, daß schlecht laufende Wagen auch einmal stehen bleiben und durch besser laufende weiter gestoßen werden. Jedenfalls aber muß im allgemeinen ein Auffangen stattfinden, da der Wagen nur selten gerade da zur Ruhe kommt, wo die stehenden Wagen beginnen, vielmehr gewöhnlich einen Überschuss an lebendiger Kraft besitzt. Das Auffangen wird gewöhnlich kurz vor diesem Punkt verlangt; der Hemmschuhleger soll den Wagen so zum Stehen bringen, daß er an die stehenden sanft anstößt. Tut er es nicht ganz, so soll der Hemmschuhleger den Wagen, nachdem er zum Stehen gekommen und der durch Zurücklaufen des Wagens freigewordene Hemmschuh hervorgezogen ist, unter Benützung des leichten Gefalles anschieben, bis er aufschließt.

Dabei ist viel Theorie, die in der Praxis nicht standhält. Die Bremslänge eines Hemmschuhes ist schwer zu bemessen, wenn auch die Leute allmählich eine große Geschicklichkeit erlangen. Ein rücksichtsloser Hemmschuhleger legt den Hemms-

drei Gleise zu versehen, und da es selten trifft, daß beide gleich hoch gefüllt sind, müßte er ständig zwischen seinen Arbeitsplätzen im Galopp hin und her laufen. Das tut er nicht und kann er auch nicht; infolgedessen bildet sich der Zustand heraus, daß die Wagen mehr oder weniger in der Spitze der Richtungsgleise aufgefangen werden, wobei das Problem des Weiterlaufens erst recht akut wird. Ist das Gefäll schwach, so sind Schlechtläufer nicht weiter zu bringen, ist es stärker, so kommen Gutläufer zu sehr ins Laufen und müßten eigentlich, wie auf Gefällbahnhöfen, zwischengebremst werden. Die Witterungseinflüsse verändern die Gleichgewichtslage stark. Wenn wir jetzt öfter Wagen mit Rollenlagern bekommen, so werden die Schwierigkeiten noch größer werden.

Die Theorie der Gleisbremse und in gewissem Maße auch des Beschleunigungsantriebes setzt sich zwar zum Ziel, die Energie der Wagen auf die Laufweite abzustimmen. Man muß die Frage stellen, wie weit das Ziel überhaupt erreichbar ist. Scheiden wir selbst die äußersten Schlechtläufer aus, die, wie oben erwähnt, oft überhaupt nicht genug Energie erhalten können, und rechnen nur mit denen, bei denen man Spielraum in der Bemessung der Energie hat, wählen wir ferner eine Bremse, mit der man das als notwendig erachtete Bremsmoment genau herstellen kann, so bleibt doch immer die Unsicherheit der Schätzung. Und könnte man diese durch Feinmeßinstrumente beseitigen, so bleibt zu allerletzt, daß manchmal die notwendige Bremsleistung im Augenblick der Bremsung gar nicht bestimmbar ist. Es sei böiges Wetter mit Gegenwind; ein leerer Wagen läuft, je nachdem ob ihn hinter der Bremse eine Böe trifft oder nicht, 50 m kürzer oder länger. Wie will man das vorher wissen? Tatsächlich muß die Laufzielbremsung, wie alle bisherigen Versuche ergaben, mit starker Streuung arbeiten; es ist ein Kunstschießen, aber auch dem besten Schützen geht einmal ein Schuß fehl, namentlich, wenn sein Instrument oder das Ziel Fehlerquellen enthalten. Den Auffängern wird die Arbeit sehr erleichtert, erspart werden sie nur zum Teil. Daran ändert nichts, daß es unter günstigen Verhältnissen gelingt, einen bedeutenden Teil der Wagen an der gewünschten Stelle zum Stehen zu bringen. Im ganzen blieben doch recht zahlreiche Lücken, und es ist wenig erspart, wenn diese Lücken kleiner sind, als beim Betrieb ohne Zielbremsung; eine kleine Lücke ist so gut eine Unterbrechung wie eine große; zusammengedrückt muß doch werden; nur das Gleis ist besser ausgenutzt.

Gleisfreie Rangierwinde.

Die Frage, ob man das Zusammendrücken nicht besser und billiger als mit Lokomotiven mit besonderen Einrichtungen besorgen kann, steht schon länger auf der Tagesordnung. Professor Gaber hat in dem ersten Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche über Verschiebebahnhöfe den Vorschlag gemacht, über die Richtungsgleise hinweg eine Brücke zu bauen, auf der eine fahrbare Winde läuft. Die Einrichtung ist zweifellos gut, aber teuer.

Auf der Verkehrsausstellung war die von mir erdachte, von Grüner in dem zweiten Sonderheft beschriebene gleisfreie Rangierwinde zu sehen, welche dem gleichen Zwecke dient und sehr viel billiger ist (Abb. 17). Wegen der Einzelheiten darf ich auf die genannte Veröffentlichung verweisen. Die Winde war von der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H. in Saarbrücken ausgeführt, der elektrische Teil von den Siemens-Schuckert-Werken. Sie hat ihrem Zwecke gut entsprochen und soll nach Vornahme einiger Ergänzungen auf dem Verschiebebahnhof München-Ost eingebaut werden, für den sie angekauft ist. Die Ergänzung besteht vor allem darin, daß die Winde einen kleinen Hilfsantrieb erhält, der beim Ausziehen des Seiles

die Windentrommel bewegt, so daß dieser Widerstand nicht von dem am Seil ziehenden Mann überwunden zu werden braucht. Wenn der Mann hiernach nur noch die Reibung zwischen Seil und Erde zu überwinden hat, so kann er ohne besondere Mühe das Seil auf 150 m Länge ausziehen. Man kann rechnen, daß man mit der Winde 150 m nach vorne und mit Hilfe von Umlenkrollen etwa 100 m nach hinten arbeiten, im ganzen also eine Strecke von 250 m bestreichen kann. Will man auch im mittleren und unteren Teil einer Richtungsgruppe Zugkräfte ausüben, so kann man eine zweite Winde einbauen. Im allgemeinen wird es aber ausreichen, die Wagen nur im oberen Drittel der Richtungsgleise zusammenzutreiben und in Bewegung zu setzen; sie werden dann bei einigem Gefälle des Gleises die übrigen vor ihnen stehenden Wagen vor sich her schieben.

Die Anschaffungs- und namentlich die Betriebskosten einer solchen Winde sind gegenüber denen einer Lokomotive gering; die Winde auf dem Ostbahnhof kostet für 20 Gleise etwa 18000 M ohne Einbau und Anschlußleitungen, jedoch einschließlich der elektrischen Teile. Eins darf man dabei nicht übersehen. So bequem wie die Lokomotive kann die Winde niemals werden. Wo eine Lokomotive zur Verfügung steht, wird man das Personal nicht hindern können, die Lokomotive zu benutzen. Die Leute werden sich nur dann entschließen, die Winde zu gebrauchen, wenn entweder der Ablaufbetrieb so ununterbrochen vor sich geht, daß zur Benutzung der Lokomotive keine Zeit bleibt, oder wenn die Lokomotive in den etwaigen freien Zeiten einer anderen Tätigkeit zugeführt wird. Geht das nicht und ist sie verfügbar, so kann niemand ihre Benutzung zum Zusammendrücken hindern, aber in diesem Falle schadet es auch nichts.

Manche befürchten gewisse Gefährdungen durch die Zugseile. Ich habe bei der Oberweifsbacher Bergbahn jahrelang mit Rangierwinden gearbeitet und habe niemals bemerkt, daß das für irgend jemanden gefährlich war.

Ich möchte bei der Winde eine kleine Abschweifung machen. Wir haben eingangs gesehen, daß die Mechanisierung des Rangiergeschäftes nur auf die sekundäre, leider nicht auf die primäre Zugbildung sich erstrecken kann. In der Winde

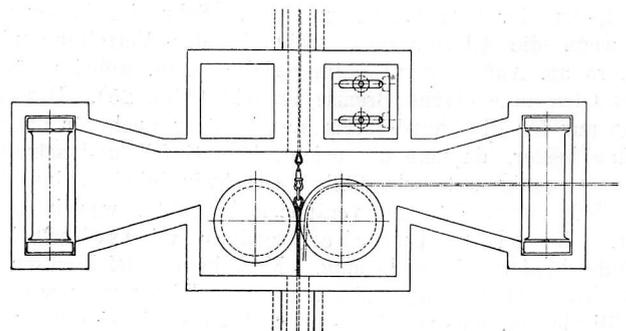
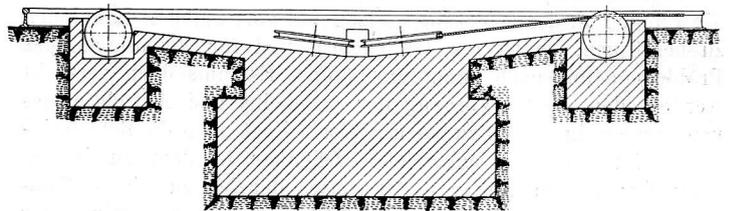
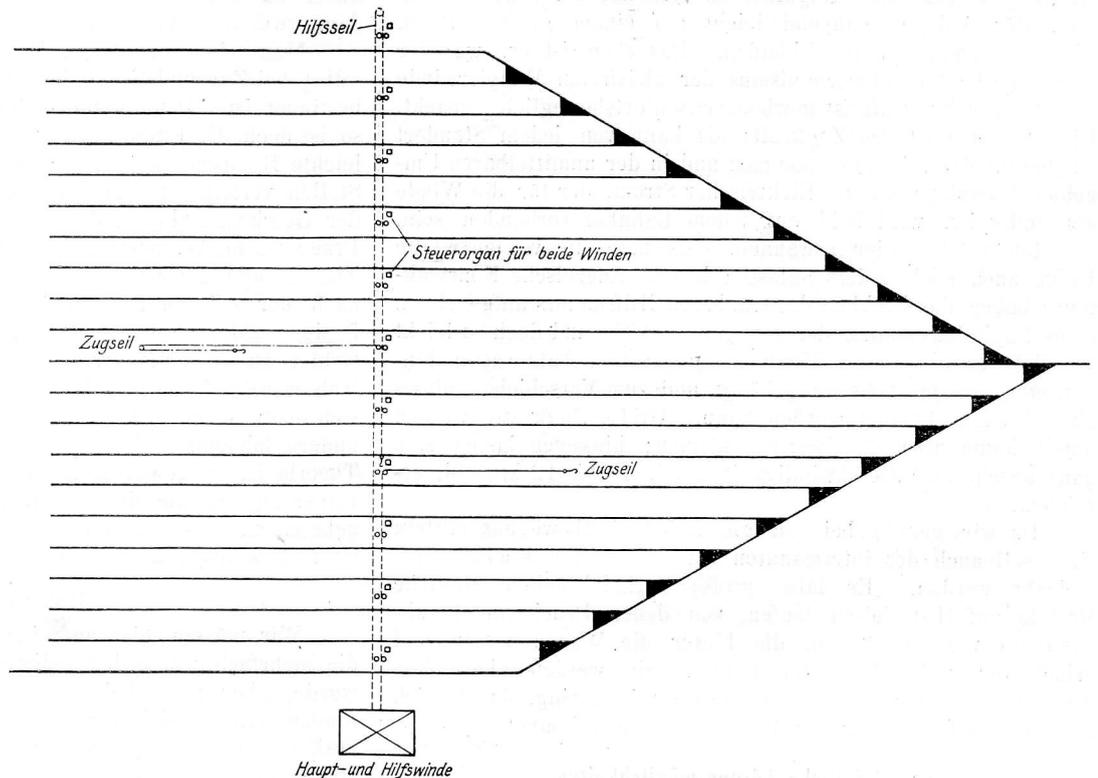


Abb. 17. Gleisfreie Rangierwinde nach Bäseler.

ist ein Mittel gegeben, auch die primäre Zugbildung etwas zu verbessern. Für sehr viele kleine, vereinzelt Verscharbeiten in Ladehöfen, Umladeanlagen, Ortsgüterbahnhöfen, Gleisanschlüssen, Zwischenstationen usw. besteht das Bedürfnis nach einer stets bereiten Zugkraft. Sie darf nicht zu klein sein; sie muß wesentlich größer sein als die Kraft mehrerer Männer;

hingegen werden keine Geschwindigkeiten verlangt. Wünschenswert ist, daß das Zugmittel vom Gleis unabhängig ist, damit es an jeden Punkt innerhalb einer langen Wagenreihe hingelangen kann und auch fremde Gleise nicht versperrt. Akkumulatorschleppzeuge, Lokomotoren und ähnliche Fahrzeuge, so geeignet sie für gewisse Zwecke sein mögen, bieten diese Möglichkeiten nicht. Eine ortsfeste Winde mit ihrer großen Zugkraft von 2 bis 3000 kg erscheint hierfür besonders geeignet; nur muß ihre Zugkraft unbeschadet des festen Standortes der Anlage genügend leicht auf einem großen Raum wirksam gemacht werden können. Das eben ist es, was der unterirdische Ausziehmechanismus der gleisfreien Rangierwinde leistet. Die Zugkraft ist gewissermaßen ortsbeweglich gemacht. Die Seilspitze ist die Zugkraft; sie kann von jedem Standort aus herangeholt, herausgenommen und in der unmittelbaren Umgebung benutzt werden. Elektrischer Strom, der für die Winde notwendig ist, wird bald auf jedem Bahnhof vorhanden sein.

Ich möchte hier erwähnen, daß man die vorbehandelte Frage auch noch anders anfassen kann. Energische Konstrukteure haben das Problem des tragbaren Hilfsmotors aufgegriffen, eines Explosionsmotors, der genügend kräftig und doch so leicht ist, daß er von einem Mann an jeden Eisenbahnwagen hingetragen, an der Achse aufgehängt und zum Verschieben dieses einen Wagens benutzt werden kann. Große Zugkräfte werden damit kaum geschaffen werden können; hingegen lassen sich ganz ansehnliche Geschwindigkeiten von 10 bis 12 km/Std. erreichen.

Da wir gerade bei den gleisfreien Fortbewegungsmitteln sind, soll auch des interessanten Vorschlages von Kalthoff*) gedacht werden. Er läßt große Verladebrücken ähnliche Portale auf Hilfsgleisen laufen, von denen Druckarme herabgestreckt werden können, die hinter die Wagen fassen und erhält so »gleisfreie Lokomotiven«. Sie werden aber ohne Zweifel sehr teuer und ihre Ausnutzung ist gering, da sie sich doch nur auf beschränkten Räumen bewegen können.

Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten.

Ist die gleisfreie Winde voraussichtlich ein gutes Mittel, die Lücken in den Richtungsgleisen auf vorhandenen Bahnhöfen zu beseitigen, so ist für die Theorie und für Neuanlagen das Problem damit noch nicht erschöpft. Es muß doch versucht werden, den ganzen Vorgang des Sammelns und Aufschliessens von vornherein restlos zu lösen. Worin liegt denn die Schwierigkeit beim Gleisbremsenbetrieb? Offenbar in dem zu langen Weg der Wagen hinter der Bremse, der bis zu einem Kilometer betragen kann. Soweithin läßt sich schwer regeln. Der freie Lauf, der ja überhaupt das Grundübel beim Rangieren bildet, ist hier immer noch zu groß. Sehr viel besser wäre es, wenn die Gleisbremsen nicht in der Verteilungsspitze, sondern am Anfang der Richtungsgleise lägen, wobei natürlich jedes Gleis eine eigene Bremse braucht (Abb. 25). Das wäre nicht nur für die Laufzielbremsung, sondern auch für die Verteilung besser, da man die bei starkem Gefäll und schnellem Lauf ja wenig unterschiedlichen Geschwindigkeiten innerhalb der Gefahrzone nicht zu verändern brauchte, was immerhin stört. Nicht technische, sondern wirtschaftliche Gründe hindern diese Lösung. Man kann Gleisbremsen für große Geschwindigkeiten, also hohe Bremsleistungen noch nicht so billig bauen, daß man in jedes Richtungsgleis eine besondere Bremse legen kann und es ist auch wenig Aussicht das Ziel zu erreichen.

Ein sehr kühn anmutendes, sachlich durchaus begründetes Mittel gibt es noch, diese Schwierigkeiten zu umgehen. Professor Findeis hat schon früher den Vorschlag gemacht und, wie ich einer mündlichen Mitteilung von ihm entnehme, in Wien

*) Zweites Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche über Verschiebebahnhöfe.

auch ausgeführt, am Anfang der Richtungsgleise Gegensteigung anzulegen. Man ist begierig, über den endgültigen Erfolg dieser Maßnahme etwas zu hören.

Man erkennt, daß die jetzige Lage der Talbremse ein Kompromiß zwischen technischen und wirtschaftlichen Rücksichten ist. Am billigsten ist eine Bremse vor der ersten Weiche, sie gibt aber die größten Entfernungen hinter der Bremse. Man pflegt heute, um den Gleisen wenigstens etwas näher zu kommen, ein- oder zweimal zu gabeln, wobei man dann zwei oder vier Bremsen braucht.

Man erkennt zugleich, daß das Problem der Ablauftechnik selbst bei Zugrundelegen der Gleisbremse noch nicht eindeutig bestimmt ist. Denn wenn auch schwere Bremsen zu teuer sind, so ist doch die Frage noch offen, ob es keine Möglichkeit gibt, leichte Bremsen von geringerer Leistung, dafür aber an vielen Stellen verteilt zu verwenden bei gleichzeitiger Geringhaltung der Geschwindigkeit und ob diese nicht dasselbe leisten. Diese Frage ist m. W. noch gar nicht öffentlich gestellt. Die ganze Theorie und die Einstellung der öffentlichen Meinung hat sich nach der einen Bremsform gerichtet, die zufällig als erste fertig wurde. Sie ist aber nur eine Lösung. Das ganze Gebiet ist so umfangreich, so vielfach variabel, daß es zu früh wäre und die Entwicklung einschnüren müßte, wenn man sich heute schon festlegt. Hier ist noch für Dutzende von Erfindern lohnende Arbeit. Die schwere Zentralbremse und ihre Theorie ist in gewissem Sinne ein Kind der Not, nämlich des Unvermögens, eine billigere zu bauen. Freilich ist dabei herausgekommen, daß man schon viel damit machen kann. Aber das ist nicht alles und nicht das letzte.

Wagenbremsen.

Wir müssen hier auf eine weittragende Frage eingehen, die mehrfach von bedeutender Seite in die Debatte geworfen wurde, aber noch keine zusammenhängende Behandlung gefunden hat, nämlich der Wagenbremse. Bekanntlich haben ausländische Verwaltungen grundsätzlich an jedem Wagen eine von außen bedienbare Verschiebebremse. Es ist klar, daß sich damit ganz anders rangieren läßt. Dabei braucht man nicht einmal die Bremse selbst zu bedienen. Präsident von Völcker hat in England beobachtet, daß man nicht den Bremsdruck, sondern den Reibungswert verändert. Die Verschiebebremse ist leicht angezogen. Soll stärker gebremst werden, so streut der Rangierer vor dem Wagen ein paar Körnchen Sand auf die Schiene; sie werden zerfahren und das Mehl gerät zwischen Bremsklotz und Rad. Für Bahnhöfe mit durchgehendem Gefäll, die zuerst in England aufkamen, ist die Wagenbremse Voraussetzung gewesen.

Es ist hier nicht möglich, diese Frage näher zu behandeln. Jedenfalls ist sie durchaus noch nicht erledigt. Ich glaube, man kann einstweilen und vorbehaltlich weiterer Erkenntnisse folgendes sagen.

Auf den großen Verschiebebahnhöfen wird eine voll entwickelte Technik das Geschäft so erleichtern, beschleunigen und sichern, daß man mit Wagenbremsen nichts gewinnt. Da diese aber auch überall sonst von großem Nutzen sind, fragt es sich, ob man sie nicht doch einführen sollte. Man hätte dann zwar im ganzen sehr viel mehr aufzuwenden, als wenn man die Verschiebebahnhöfe mechanisiert, aber auch mehr erreicht. Die Frage erfordert ein besonderes Studium und kann nicht von heute auf morgen gelöst werden. Für die Verschiebetechnik kann es einstweilen nur das Ziel geben, ihre Aufgabe ohne Wagenbremsen zu lösen, überhaupt ohne Veränderungen an den Güterwagen.

Leichte Gleisbremsen.

Wir sehen, daß wir die ganze Gleisbremsenfrage noch einmal aufgreifen, das ganze Problem noch einmal von vorne betrachten müssen. Wir müssen zunächst die Frage beant-

worten, ob Aussicht besteht, billige Gleisbremsen für geringe Geschwindigkeit und geringe Leistung zu bauen. Die Antwort lautet: Ja! Das Problem ist so dringlich, daß verschiedene Erfinder an der Arbeit sind, darunter Pösentrup und Frölich. Auch Feuerleins Vorschlag*) ist hier einzureihen. Im allgemeinen arbeitet man auch hier mit Bremsbacken. Ich hatte für die Münchener Verkehrsausstellung eine derartige Bremse mit Hemmschuhen konstruiert, was meiner Meinung nach in diesem Fall billiger wird. Der Hemmschuh ist etwas in Verruf gekommen, aber zum Teil mit Unrecht. Entbehren können wir ihn doch nicht, an tausenden von Stellen werden jeden Augenblick Wagen damit aufgefangen. Wenn Frölich ihn für große Geschwindigkeiten verwarf, weil er harte Stöße gibt und leicht abspringt, so ist das ganz richtig; es beweist aber nichts gegen seinen Gebrauch bei geringen Geschwindigkeiten.

Regelbare Hemmschuhgleisbremse.

Über den Hemmschuh bestehen merkwürdige Ansichten, vor allem, daß er einseitig bremse. Er bremst aber ganz symmetrisch. Einseitig ist nur der Stoß beim Auffahren. Der ist aber bei der großen Masse des Rades und der kleinen des Hemmschuhes bei geringen Geschwindigkeiten für das Rad nicht allzu stark, hält doch selbst der schwache Hemmschuh ihn im allgemeinen ohne Schaden aus. Auf das Achslager wirkt der Stoß wohl nur bei großen Geschwindigkeiten zurück. Es geht mit dem Hemmschuh wie mit vielen im Grunde einfachen Vorgängen bei der Eisenbahn, z. B. der Kurvenbewegung, die sich seit 100 Jahren täglich unzählige Male abspielen, ohne daß man ernstlich daran gedacht hat, die einfachsten Regeln der Mechanik auf sie anzuwenden. Beim Hemmschuh ist das Kräftepiel so übersichtlich, daß sich selbst ein Nichttechniker eine Vorstellung davon machen kann.

Nehmen wir (Abb. 18) die Achse eines laufenden Wagens, deren rechtes Rad auf einem Hemmschuh aufsitzt. Bekanntlich pfl egt die Achse nach dem Anlaufen meistens noch einige

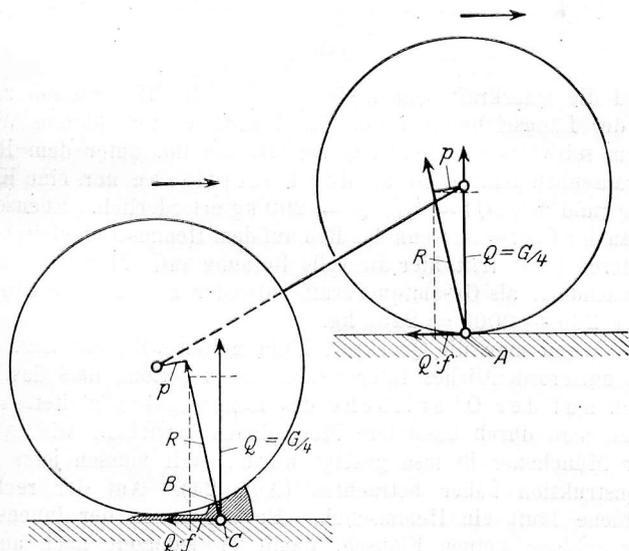


Abb. 18.

Umdrehungen zu machen, um dann still zu stehen, so daß sie mit dem linken Rade unmittelbar, auf der rechten Seite durch Vermittlung des Hemmschuhes auf der Schiene gleitet. Manchmal bleibt sie auch aus scheinbar unerklärlichen Gründen im Rollen; den Fall wollen wir nachher untersuchen. Wenn die Achse feststeht, wirkt an dem linken gleitenden Rade die volle Reibung, ebenso auf der rechten Seite zwischen Hemmschuh und Schiene. Ist bei beiden der Raddruck Q und die

*) Verkehrstechnische Woche 1925, Nr. 37.

Reibungsziffer f gleich, so ist die Bremsung auf jeder Seite gleich, nämlich $R = Qf$, die Gesamtbremung ist $2 Qf = \frac{Gf}{2}$, wenn es

sich um einen Wagen handelt und $G = 4 Q$ das Wagengewicht ist. Darüber sollte eigentlich kein Zweifel sein. Am linken Rade greift die Bremskraft am Unterstüzungspunkt des Rades an, weil kein anderer da ist. Auf der rechten Seite ist ihre Lage zunächst unbekannt, da der Hemmschuh eine lange Auflagefläche hat. Da aber der Radsatz im Gleichgewicht ist, läßt sich der Punkt hieraus bestimmen. Eine Momentengleichung fordert, daß, wenn die Resultierende R am linken Rad im Abstand p links vom Mittelpunkt vorbeigeht, sie am rechten Rad im gleichen Abstand rechts vom Mittelpunkt vorbeigeht (Abb. 19). Da der Hemmschuh selbst kein nennenswertes Gewicht besitzt gegenüber den Kräften, die er überträgt, so kann er die von der Schiene empfangene Kraft nur in gleicher Größe, Richtung und Lage an das Rad weitergeben. Er ist in der Lage eines Keiles (Abb. 20), der von

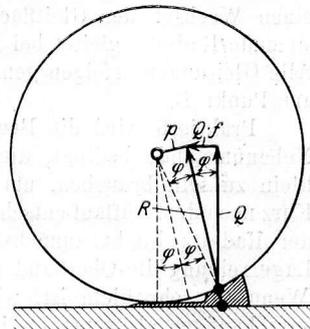


Abb. 19.

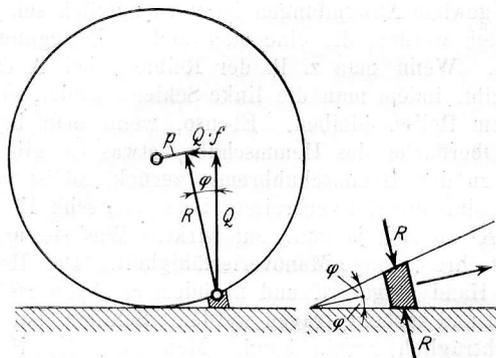


Abb. 20.

beiden Seiten Kräfte erfährt, die gerade unter dem Reibungswinkel angreifen. Man braucht also nur im Abstand p rechts vom Radmittelpunkt eine Gerade unter dem Winkel phi gegen die Horizontale zu ziehen, um die Wirkungslinie zu erhalten.

Man kann sich den Zustand der Achse sehr anschaulich machen, wenn man sie sich so verkürzt denkt, daß die Räder in eine Ebene fallen. Dann greifen die eben entwickelten Kräfte an einem Rade an und geben folgendes Bild (Abb. 21). An dem Punkt A, der in Wirklichkeit dem linken Rade angehört, zieht die Reibung $R = Qf$ nach hinten, an dem dem rechten Rade angehörenden Punkte B die gleiche Kraft nach vorne oben. Beide haben den gleichen Hebelarm, nämlich r. Der Radsatz weiß nicht, was er machen soll, er ist in einem labilen Zustand. Er kann bei A gleiten und bei B festsitzen; er kann auch bei A festsitzen und bei B gleiten. Was er tut, hängt augenscheinlich nur davon ab, welche Reibung überwiegt, ganz gleich wird die Reibungsziffer ja nie sein. Das kleinste Übergewicht auf der einen oder anderen Seite genügt, um diese

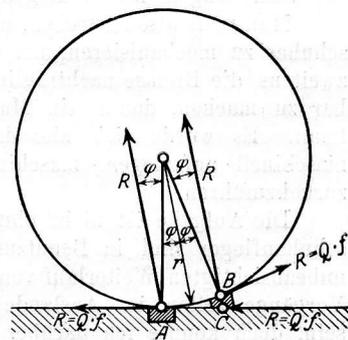


Abb. 21.

Stelle zur bestimmenden, das heißt ruhenden zu machen. In gewissen Übergangszuständen kann der Radsatz auch an beiden Stellen gleiten. Die Bremswirkung ist von all dem vollständig unabhängig; sie ist in jedem Falle 2 Qf. Das geht schon daraus hervor, daß sich die gezeichneten Kräftebilder nicht im mindesten ändern, wenn der Radsatz aus dem Rollen zum Festsitzen übergeht oder umgekehrt. Insbesondere greift an Punkt A immer die Reibung R an, auch wenn der Radsatz rollt, was oft übersehen wird. Die Änderung der Bewegung bedeutet nur einen Wechsel der Gleitflächen zwischen A und B; der fest-sitzende Radsatz gleitet bei A und C, der rollende bei B und C. Alle Gleitungen erfolgen genau unter dem Normaldruck Q, auch am Punkt B.

Praktisch wird die Bewegung des Radsatzes durch einige Nebenumstände bedingt, die bei dem labilen Zustand nur sehr klein zu sein brauchen, um eine Entscheidung herbeizuführen. Kurz nach dem Auflauf entscheidet die Rotationsenergie des Rades, der Radsatz bleibt zunächst im Rollen. Später gewinnt die Lagerreibung die Oberhand und bringt den Radsatz zum Stehen. Wenn sie sehr klein ist, wie bei Rollenlagern, wird der Radsatz häufiger als sonst im Rollen bleiben. Daraus ist die Anschauung entstanden, als ob solche Achsen schlechter bremsen. Das ist eine Verkenntung des Kräfteverlaufs. Eine kleine Abminderung kann eintreten, weil die Reibungsziffern beim Wechsel der Bewegung nicht ganz konstant bleiben, aber das ist sekundärer Art.

Für gewisse Anwendungen kann es nützlich sein, wie wir gleich sehen werden, die eine oder andere Bewegungsform zu erzwingen. Wenn man z. B. der Reibung bei A das Übergewicht gibt, indem man die linke Schiene sandet, so wird der Radsatz im Rollen bleiben. Ebenso, wenn man bei B, also auf der Oberfläche des Hemmschuhs, etwas Öl gibt. Gehen wir nun zu der Hemmschuhbremse zurück, so ist vorweg zu bemerken, daß die viel verbreitete Büssingsche Hemmschuhgleisbremse an sich ja ganz gut wirkt. Was sie unpraktisch macht, ist ihre geringe Manövrierfähigkeit. Der Hemmschuh muß von Hand aufgelegt, und nachdem er abgeworfen ist, aufgenommen und zurückgetragen werden. Schlimm ist, daß man nicht nachträglich regeln kann. Man kann den Hemmschuh kurz oder weit von der Abwurfstelle auflegen, aber wenn diese Entfernung falsch geschätzt ist, ist nichts mehr zu machen. Der Hemmschuhleger pflegt, um sich die Entscheidung möglichst lange vorzubehalten, den Hemmschuh erst unmittelbar vor dem Wagen niederzulegen, das ist aber sehr gefährlich.

Man muß also anstreben, erstens, die Bewegung des Hemmschuhes zu mechanisieren, um die Handarbeit zu ersparen, und zweitens, die Bremse nachträglich und womöglich von fern regelbar zu machen, damit ein Mann mehrere Bremsen bedienen kann. Es würde sich also darum handeln, den Hemmschuh maschinell aufzulegen, maschinell abzuziehen und maschinell zurückzuführen.

Die Aufgabe ist nicht ohne Vorbild. Mechanische Hemmschuhauflieger sind in Benutzung als Schutzvorrichtung gegen unbeabsichtigten Weiterlauf von Wagen. Auch für die anderen Vorgänge sollen im Auslande teilweise Vorbilder vorhanden sein, doch konnte ich darüber nichts Näheres erfahren.

Die erste Frage, die man wahrscheinlich stellen wird, ist die: Ist es denn überhaupt mit erträglichen Kräften möglich, einen Hemmschuh unter einem schwer belasteten Rade hervorzuziehen? Es ist unter gewissen Umständen sehr leicht.

Wenn der Wagen zum Halten gekommen ist, und man versucht, den Hemmschuh seitlich herauszuziehen, so ist es allerdings sehr schwer. Man hat an der Unterfläche und an der Oberfläche (Abb. 22) des Hemmschuhes die volle Reibung zu überwinden; die nötige Zugkraft Z ist also 2 Qf. Ist z. B. der Raddruck = 10 t und $f = \frac{1}{5}$, so ist $Z = 2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{5} = 4$ t. Wenn der Hemmschuh aber im Gleiten ist, so ist die Kraft

viel geringer. Er ist an der Unterfläche und manchmal auch an der Oberfläche in einer Längsgleitung begriffen, zu der sich die Quergleitung hinzugesellt. Bei zusammengesetzten Gleitungen treten aber viel geringere Kräfte auf. Es ist das ein einfaches Gesetz der Mechanik, auf dem sehr viele Erscheinungen bei Fahrzeugen beruhen, das aber fast unbekannt ist.

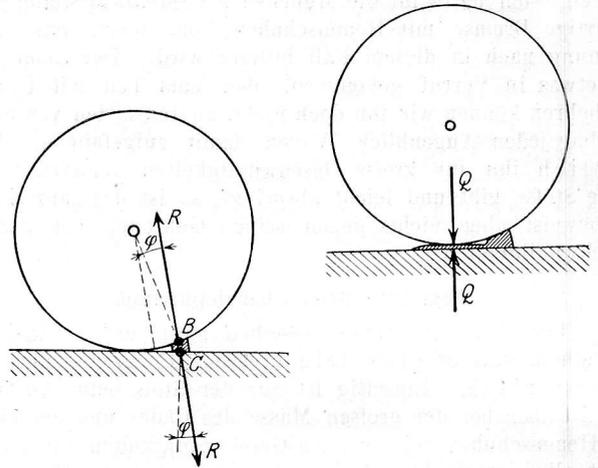


Abb. 22.

Wenn ein Körper in einer Richtung U W (Abb. 23) mit einer gewissen Geschwindigkeit gleitet, und es wird eine zweite Bewegung U V zugefügt, so entsteht als resultierende Gleitung die Strecke U X. Die Reibung hat die Größe Qf und wirkt in der Richtung X U. In den Komponentenrichtungen kann sie dann natürlich nicht mehr die volle Größe haben, sondern in der Richtung V U nur $Qf \sin \alpha$, in der Richtung W U $Qf \cos \alpha$. Je nach dem Verhältnis der Geschwindigkeiten

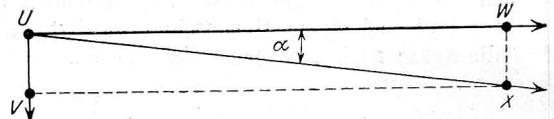


Abb. 23.

wird die Querkraft sehr klein. Gleitet der Hemmschuh z. B. in der Längsrichtung 50 cm, und wird er auf diesem Wege 5 cm seitwärts gezogen, was genügt, um ihn unter dem Rade herauszubringen, so ist an der Unterfläche nur eine Kraft von rund $\frac{5}{50} \cdot Qf = \frac{1}{10} Qf = 200$ kg erforderlich. Ebenso ist es an der Oberseite, wenn das Rad auf dem Hemmschuh gleitet; im anderen Falle tritt hier die volle Reibung auf. Man hätte also, je nachdem, als Gesamtquerkraft entweder $2 \times 200 = 400$ kg, oder $200 + 2000 = 2200$ kg.

Wenn man die Querkraft klein halten will, hat man also ein außerordentliches Interesse, dafür zu sorgen, daß das Rad auch auf der Oberfläche des Hemmschuhes gleitet. Das kann man durch besondere Maßnahmen bewirken, wie es bei der Münchener Bremse gezeigt wurde. Wir müssen jetzt ihre Konstruktion näher betrachten (Abb. 24). Auf der rechten Schiene läuft ein Hemmschuh. Er besitzt an der Innenseite der Schiene keinen Flansch, damit er jederzeit nach außen herausgezogen werden kann. Die Schiene ist etwas verbreitert, um den Hemmschuh auch nach dem Herausziehen noch genügend Auflager zu bieten. Seitlich der Schiene führt sich der Hemmschuh mit zwei hakenförmigen Lappen an einer beweglichen Führungsschiene. Diese ruht mit kleinen Rollen auf den Schwellendecken und kann mit Hilfe eines Gestänges leicht zur Schiene hin- und von ihr abbewegt werden. Dabei nimmt sie den Hemmschuh mit. An dem Hemmschuh ist ein Seil befestigt, das aus einer Federtrommel ausläuft, die den Hemmschuh, wenn er herausgezogen ist, wieder in die Anfangsstellung zurückführt.

Um nun das Gleiten des Rades auf der Oberfläche des Hemmschuhes sicher zu erzielen, ist an der linken Seite des Gleises ein Spurkranzaufschlag angeordnet, der mit besonderen Mitteln rauh gemacht werden kann, z. B. durch feilenartige Bearbeitung oder Aufstreuen von einigen Körnchen scharfem Sand. Da auch der Spurkranz an seinem Umfang rauher ist als die Radfläche, wird hier die Reibung im allgemeinen größer sein als auf der Hemmschuhoberfläche. Es kommt noch hinzu, daß die Reibung an der linken Seite an einem etwas größeren Hebelarm angreift, weil die Höhe des Spurkranzes hinzukommt und dadurch die Achse leichter zum Drehen zwingt. Wenn das alles nicht ausreicht, so kann der Hemmschuh an der Oberfläche einige Tropfen Öl erhalten. Mit diesen Mitteln konnte bei den Münchener Versuchen das Rollen des Radsatzes

hat an den Hemmschuh seitlich einen Draht angebunden und versucht, ob man ihn unter dem laufenden Rade herausziehen kann.

Es ist nun die Frage, ob man das Rollen des Radsatzes immer mit Sicherheit erzwingen kann. Es ist natürlich möglich, daß z. B. das Hemmschuhrad kurz vorher gesandet und deshalb rauh ist, während das andere glatt ist oder im Winter z. B. auf Eis gerät. Da muß der Radsatz zum Stehen kommen und der Hemmschuh ist nicht mehr mit geringen Kräften herauszuziehen. Es sind nun zwei Wege möglich. Entweder macht man die Führungsschiene und den Mechanismus so kräftig, daß er den Hemmschuh auch noch unter dem stehenden Rade hervorziehen kann. Das ist auch nicht besonders schwer und es ist nichts destoweniger noch viel gewonnen, wenn man

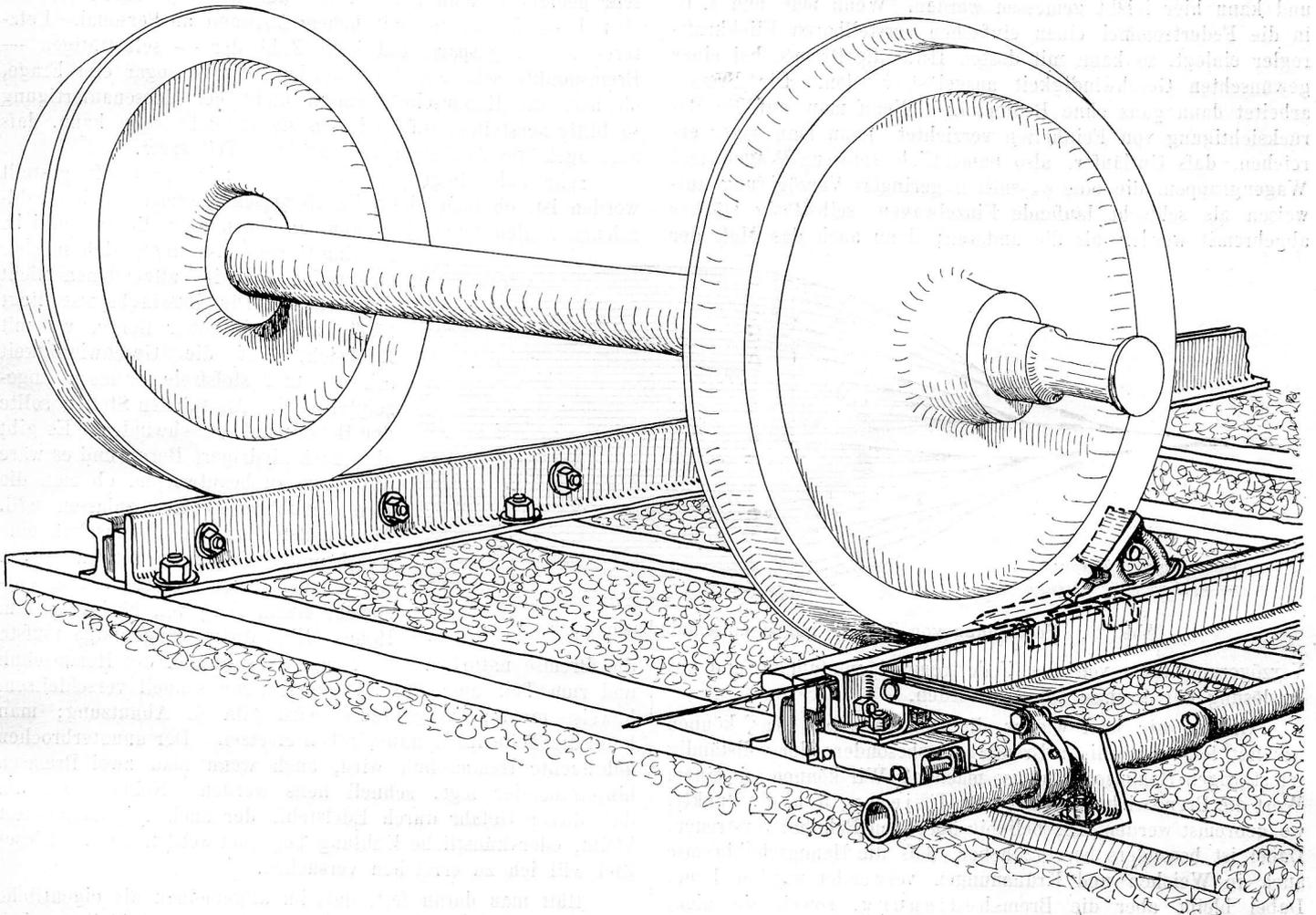


Abb. 24. Hemmschuhgleisbremse nach Bäseler.

immer erreicht werden, und es zeigte sich, daß der Hemmschuh mit Leichtigkeit herauszuziehen war. Augenscheinlich wurde er sogar vom Rad nach außen gedrückt, was bei konischen Radreifen der Theorie vollständig entspricht. Die schwache Neigung der Radlauffläche von 1 : 20 genügt bei erzwungener Längsgleitung schon, um den Hemmschuh merklich seitlich zu drücken. In der Tat mußte man das Gestänge während der Bremsung festhalten, damit der Hemmschuh nicht frühzeitig herausging; das Herausziehen selbst geschah sozusagen ohne Widerstand und in der Tat läßt sich ja für die Querkraft jeder beliebig kleine Wert herstellen, wenn man den Entbremsungsweg lang genug macht, z. B. 1 oder 2 Meter. Ich darf hier übrigens bemerken, daß die ersten Versuche über das Herausziehen von Hemmschuhen durch Reichsbahnrat Scholl in Köln gemacht worden sind, soviel mir bekannt ist. Er

durch den Auflauf an der gegenüberliegenden Seite dafür sorgt, daß diese große Kraft nicht regelmäßig gebraucht wird. Die andere Möglichkeit ist die, daß man in solchen Fällen darauf verzichtet, den Hemmschuh herauszuziehen. Der Hemmschuh wird dann so lange unter dem Rade bleiben bis das Ende der Bremsung erreicht ist, wo sich ein gewöhnlicher Abziehkeil befindet oder bis der Wagen zum Stehen gekommen ist. Im letzteren Falle wird der Wagen von einem richtig gebauten Hemmschuh wieder rückwärts ablaufen und der Hemmschuh kann leicht herausgezogen werden.

Die Bremse kann mit Hilfe einer Gestängeleitung oder eines Drahtzuges aus der Ferne bedient werden. Der Bremswärter muß dabei so stehen, daß er die Bremse noch gut übersehen kann. Mehrere nicht zu weit voneinander liegende Bremsen können sehr gut von einem Punkte bedient werden.

Bei größeren Entfernungen und zahlreicheren Bremsen wird es sich empfehlen, die Auslösung elektrisch zu bewirken.

Es ist meine Absicht, die Bremse auch selbsttätig auszubilden. Sie soll in diesem Falle bewirken, daß sie ankommende Wagen bis auf eine gewisse Auslaufgeschwindigkeit abbremst und dann von selbst abschaltet. Dabei soll diese Geschwindigkeit aus der Ferne verstellbar werden können, damit man, wenn die Bremse z. B. an der Spitze eines Richtungsgleises liegt, die Auslaufgeschwindigkeit allmählich nach dem Füllungsgrade des Gleises verändern kann. Die Bremse bietet hierfür eine gute Vorbedingung. Das mitlaufende Seil hat nämlich genau die Geschwindigkeit des laufenden Wagens und damit auch die Federtrommel. Dadurch ist die Laufgeschwindigkeit des Wagens ohne besondere Hilfsmittel auf den festen Boden übertragen und kann hier leicht gemessen werden. Wenn man nun z. B. in die Federtrommel einen einfachen verstellbaren Fliehkraftregler einlegt, so kann mit dessen Hilfe die Bremse bei einer gewünschten Geschwindigkeit ausgelöst werden. Die Bremse arbeitet dann ganz ohne Bedienung. Wenn man auf die Berücksichtigung von Feinheiten verzichtet, kann man sogar erreichen, daß Gutläufer, also namentlich schwere Wagen und Wagengruppen, die eine wesentlich geringere Verzögerung aufweisen als schlecht laufende Einzelwagen, selbsttätig stärker abgebremst werden als die anderen; denn auch das Maß der

Auf den Gesamthöhenunterschied zwischen dem Berg und dem Ende der Richtungsgleise hat das keinen Einfluß; die Gesamthöhe ist immer gleich. Aber das Profil wird anders. Während bei der schweren Zentralbremse ein ausgesprochenes Steilprofil mit hohen Geschwindigkeiten angestrebt werden muß, ist hier umgekehrt ein möglichst gleichmäßiges Gefälle mit nicht so großen Geschwindigkeiten wünschenswert. Die geringen Geschwindigkeiten erlauben die Unterwegsregelung auf Abstand und erlauben auch zugleich die Verwendung des Hemmschuhes.

Soweit die Theorie. Wieweit das im einzelnen praktisch ist, ist noch eine andere Frage. Man sieht aber schon, daß man sich mit diesem System den vorhandenen älteren Anlagen viel mehr nähert, als mit den schweren Zentralbremsen.

Insbesondere scheinen Gefällbahnhöfe für seine Anwendung sehr geeignet; denn man bremst auf ihnen ja schon so, wie eben beschrieben, nur mit hohem Aufwand an Personal. Letzteres könnte gespart, dabei die Zahl der — selbsttätigen — Bremspunkte sehr gesteigert werden. Es ist sogar eine Frage, ob man die Hemmschuhbremsen nicht bei Massenanfertigung so billig herstellen, infolgedessen sie so dicht legen kann, daß man auch die Auffänger zum größten Teil spart.

Sehr nahe liegt die Frage, die mir schon oft gestellt worden ist, ob man nicht die Hemmschuhbremse an den zahlreichen Stellen verwenden kann, an denen jetzt die gewöhnliche

Büssing-Gleisbremse liegt. Ich möchte einstweilen und im allgemeinen nicht dazu raten. Die Büssingbremse liegt häufig am Fuß hoher Berge, wo mit Rücksicht auf die Geschwindigkeit schwere und stoßfreie Bremsen angezeigt sind. An solchen Stellen sollte der Hemmschuh verschwinden. Es gibt aber auch niedrigere Berge und es wäre die Frage zu beantworten, ob man die Hemmschuhbremse hier zulassen will. Man müßte für den Hemmschuh eine Geschwindigkeitsgrenze setzen, sagen wir einmal 3 bis 4 m/sek. Das entspricht einem Berg von höchstens 1 m Höhe. Eine dichte Wagenfolge müßte

die Bremse natürlich aushalten. Daß hierbei der Hemmschuh und zum Teil auch die Führungsschiene schnell verschleifen, beweist nichts; wo gebremst wird gibt es Abnutzung; man kann die Teile im Handumdrehen ersetzen. Der ununterbrochen gebrauchte Hemmschuh wird, auch wenn man zwei Bremsen hintereinander legt, schnell heiß werden. Nehmen wir an, daß dieser Gefahr durch Edeldahl, der auch rotglühend fest bleibt, oder künstliche Kühlung begegnet werden kann. Dieses Ziel will ich zu erreichen versuchen.

Hält man daran fest, daß im allgemeinen als eigentliche Hauptbremse die schwere Bremse herrschend bleiben wird, so entsteht die weitere Frage, ob und wie man die leichte mit ihr kombinieren kann. Da erscheint als Hauptziel, die weiten freien Laufwege, die die Zentralbremse jetzt noch beherrschen und regeln soll, aufzugeben. Man wird also in der Spitze jedes Richtungsgleises eine Hemmschuhbremse vorsehen, und könnte hiermit folgendes Schema aufstellen (Abb. 25). Die Talbremse bremst nicht mehr auf Laufweite, auch natürlich nicht auf Abstand, sondern sie bremst nur vor, oder wenn man so will, sie bremst auf eine verkürzte Laufweite, nämlich bis zum Anfang der Richtungsgleise. Dann erstreckt sich die Regelung statt auf die unbeherrschbare Länge von 1000 m nur auf 200 bis 300 m und braucht auch nicht sehr genau zu sein; es wird so vorgebremst, daß die Wagen die Hemmschuhbremse mit 3 bis 4 m/sek. erreichen. Hier erst werden sie auf Laufweite abgebremst.

Man könnte einwenden, daß hierbei die Geschwindigkeiten hinter der Hauptbremse stets gering, die Gefahr des Einholens

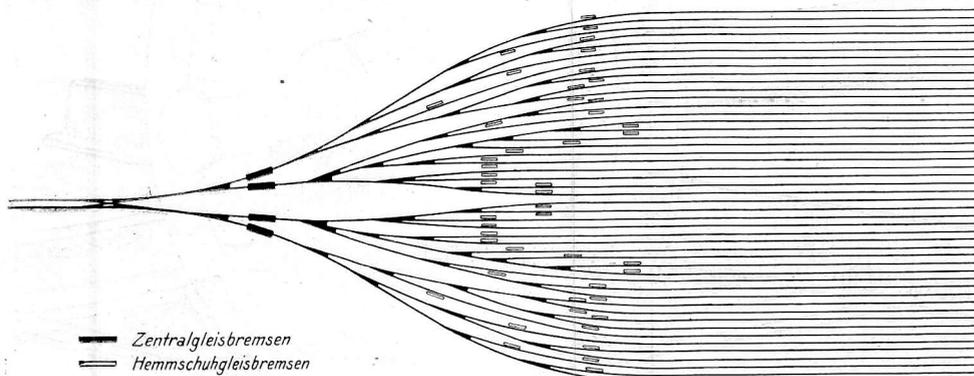


Abb. 25. Verbindung von Zentral- mit Hemmschuhgleisbremsen.

Verzögerung kann von der Federtrommel empfunden und zur Auslösung der Bremse benutzt werden.

Greifen wir jetzt wieder die Oberfrage an: Was können wir mit leichten billigen Bremsen, insbesondere der vollständig selbsttätigen Hemmschuhbremse machen? Wir können mit einem Wort die Bremswirkung dezentralisieren, d. h. die Punkte, wo gebremst werden soll, beliebig über den Bahnhof verstreuen. Dabei ist besonders hervorzuheben, daß die Hemmschuhbremse auch in Weichen und Krümmungen verwendet werden kann. Dabei bleibt aber die Bremsbedienung, soweit sie nicht überhaupt durch Selbstbetätigung ausgeschaltet ist, durchaus zentralisiert; mehr Personal wird nicht gebraucht. Gehen wir noch einmal auf den Konstruktionsgedanken der schweren Zentralbremsen zurück, so wissen wir, daß dieser sich so ausdrücken läßt: Große Geschwindigkeiten, weil nur bei großen Geschwindigkeiten die Wagen genügend Abstand halten; Bremsen, die diese Geschwindigkeiten aushalten, aber nur zur Regelung auf Laufweite dienen, mit der einen Ausnahme der Gipfelbremse. Daraus folgt sofort durch Umkehrung, daß, wenn wir keine großen Geschwindigkeiten anwenden, wir mit genügend vielen, auf den Laufwegen verteilten Bremspunkten auch auf den Abstand noch nennenswerte Wirkungen ausüben können. Zum Beispiel: Läuft ein Wagen von der Gleisbremse bis in die Spitze des Richtungsgleises nur 20 Sekunden, also schnell, so müßte ich ihn sehr scharf bremsen, wenn ich seine Ankunftszeit um 5 Sekunden hinauschieben will; läuft er 40 Sekunden, also langsam, so ist das mit wenigem Bremsen zu erreichen.

also groß sei. Dem steht aber gegenüber, daß beim jetzigen Zentralbremsbetrieb häufig auf noch geringere Geschwindigkeiten abgebremst werden muß, nämlich wenn ein Wagen in der Spitze des Richtungsgleises zum Halten kommen soll; und diese extremen Fälle setzen den Erfolg noch mehr herunter.

Mit Hilfe der Hemmschubbremse können wir jetzt auch die am Eingang dieses Abschnittes gestellte Frage erschöpfend beantworten: Was geschieht beim zwangläufigen Ablauf mit den Wagen nach Verlassen des Seiles? Vorweg möchte ich bemerken — und mancher Praktiker hat mir das bestätigt —, daß die Sache gar nicht so kritisch liegt, wie es nach dieser Frage scheint. Die Regelung auf Laufweite ist eine ziemlich theoretische Forderung; sie ist nachträglich entstanden, als man sah, daß das die einzig mögliche Wirkungsweise der schweren Talbremse sei, und ist auch bei den besten Bremsen nur angenähert erfüllbar. Die primäre und wirklich kritische Frage ist die der Verteilung; ist sie gelöst, so braucht man sich bei geringen Geschwindigkeiten nicht zu viel Sorge mehr zu machen. Bei geringen Geschwindigkeiten! Darin liegt das Entscheidende. Beim zwangläufigen Ablauf kann man, wenn man nicht mehr als die üblichen 4000 bis 6000 Wagen täglich auf einem Berg verlangt, bequem mit einer Laufgeschwindigkeit von 1,0 bis 1,5 m/Sek. auskommen. Da die lebendige Kraft mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, liegen so geringe Geschwindigkeiten unter der Gefahrgrenze, die Wagen können sich im Richtungsgleis ruhig einholen und stößen; die Pufferelastizität wird nicht überschritten, und diese

Geschwindigkeit; nichtsdestoweniger dichteste Folge und hohe Leistung.

Aber selbst hiermit sind wir noch durchaus nicht am Ende der Möglichkeiten. Das letzte und höchste ist noch nicht erreicht. Es liegt auf der Hand, daß die freien zurückgelegten Wege in den Richtungsgleisen immer noch sehr lang, die Regelung der Bewegung, wenn man den ganzen Verschiebebahnhof als eine Maschine betrachtet, immer noch ziemlich behelfsmäßig ist. Die freien Wege sind, wie immer, das Störende. Schon Frölich hat in einer seiner letzten Arbeiten den Gedanken ausgesprochen, ob es nicht richtiger wäre, die Wagen in der Spitze der Richtungsgleise aufzufangen, zu Gruppen zu sammeln und ab und zu geschlossen mit Hilfe der Wagenbremsen an das Ende der Gleise abzulassen. Er scheut aber vor dem Personalaufwand zurück. Die Frage wäre: Geht es nicht auch ohne besonderes Personal?

Meines Erachtens kommen wir hier an den Punkt, der, wenn wir die Verteilungsfrage durch die drei Mittel: zwangläufige Führung, starkes Gefälle oder häufiges Zwischenregeln bei geringer Geschwindigkeit als mehr oder weniger vollkommen gelöst betrachten, der entscheidende ist. Es ist der wichtige Gedanke, der auch in Feuerleins Gelenkbrücke eine Rolle spielt. Ist es überhaupt richtig und notwendig, die Wagen im Richtungsgleis von unten her zu sammeln? Läßt es sich nicht umkehren? Das Richtungsgleis ist ein Magazin. In allen besseren maschinellen Magazinen stopft man von oben nach; das rohe Gleiten oder den direkten Fall erlaubt man sich nur bei minder-

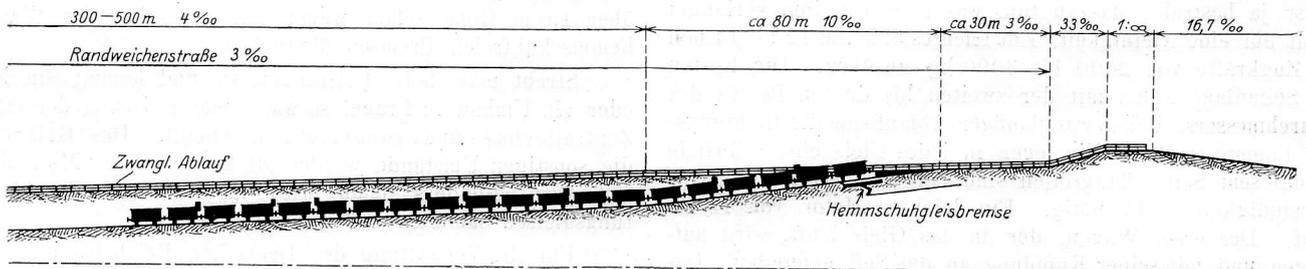


Abb. 26. Gefällverhältnisse bei zwangläufigem Ablauf.

muß natürlich jeder Wagen und jede Ladung stets aushalten. Man frage einmal die Praktiker, ob sie nicht glücklich wären, wenn ihnen jeder Wagen absolut sicher, regelmässig und mit ganz geringer Geschwindigkeit in die Spitze des Richtungsgleises gesetzt würde, ohne jeden Fehlläufer, ohne Einfluss des Wetters. Gewiß, die Wagen sollen dann noch weiter laufen, unter Umständen bis an das Ende der Richtungsgleise. Sind diese flach, so geht das natürlich nicht. Man braucht in den Richtungsgleisen Gefälle, und kommt somit zu einer Art Gefällbahnhof. Dabei wird die Notwendigkeit des Zwischenregeln bei den geringen Geschwindigkeiten sehr viel geringer sein, als auf diesen.

Aber man kann auch noch weiter gehen. Man kann in der Spitze jedes Richtungsgleises eine kurze Rampe anlegen, hoch genug, um auch einen schlechteren Läufer bis ans Ende zu treiben, und an deren Fuß eine Hemmschubbremse legen, entweder handbedient oder auch selbsttätig. Schon in dem ersten Aufsatz über den zwangläufigen Ablauf*) war der Einbau solcher Bremsen vorgesehen. Dann kann man auf Laufweite regeln, genauer als mit der Zentralbremse, wegen der kürzeren Zielstrecke, und weil man keine Kompromisse zwischen Laufweite und Abstand mehr zu schließen braucht. Dann sind die beiden Aufgaben der Verschiebetechnik klar geschieden: unbedingt gleiche Geschwindigkeit und gleicher Abstand in der Verteilungszone, Regelung auf Laufweite erst innerhalb des Richtungsgleises und in jedem gesondert. Alles bei sehr geringer

wertigem, grobem Material. Eben das wollte Feuerlein mit seinem Durchdrücken erreichen.

Die Lösung gelingt am besten bei zwangläufigem Ablauf, etwas weniger gut auch bei den anderen Verteilungsverfahren. Nehmen wir an, daß jeder Wagen mit einer gleichen geringen Geschwindigkeit in die Spitze des Richtungsgleises gesetzt wird. Wir wollen dem Richtungsgleis das in Abb. 26 dargestellte Profil geben. Im Anfang sei eine kurze Gefällstrecke von 1:80 bis 1:100, etwa 5 bis 7 Wagenlängen lang, dahinter der Hauptteil des Gleises in der Gleichgewichtsneigung. Deren unterste Grenze ist etwa 1:400. Größere Gruppen, in denen Gut- und Schlechtläufer gemischt sind, laufen bei viel geringeren Gefällen weiter als ein Einzelwagen. Da wir erreichen wollen, daß sie auch, wenn sie länger gestanden haben, bei schlechtem Wetter, Gegenwind und vielen Schlechtläufern noch laufen, nehmen wir etwas mehr als 1:400, etwa 1:300 bis 1:250. Wenn das bei gutem Wetter zu viel ist, so wird die eine oder andere Wagenbremse angezogen. Jedenfalls läßt sich erreichen, daß der Hauptteil des Zuges, und zwar bei beliebiger Länge, ungefähr im Gleichgewicht ist und sich schon unter dem Einfluss einer geringen Kraft weiterbewegt, wenn auch langsam. Wir setzen voraus, daß ein oder zwei Leute die Richtungsgruppe durchwandern — man braucht sie ja doch zum Kuppeln — und die Bremsen so einstellen, daß der Zug gerade nicht von selbst davonläuft. Was geschieht nun, wenn ein neuer Wagen zuläuft? Er soll durch eine Hemmschubbremse am Anfang der Gefällstrecke auf eine ganz geringe Geschwindigkeit, sagen wir auf 0,1 oder 0,2 m/Sek., abgebremst werden. Er wird

*) Z. d. V. d. E. V. 1918, Nr. 20/21.

sich dann auf der Gefällstrecke in Bewegung setzen, aber keine größere Geschwindigkeit erreichen, als von der Pufferelastizität aufgenommen werden kann. Nötigenfalls wird eine zweite Hemmschuhbremse vorgesehen. Der Wagen erreicht mit Sicherheit den Zug, und zwar unter Druck, weil er in starkem Gefälle steht, aber ohne Stofs. Die Lücke ist also geschlossen. Wenn nun ein oder zwei Wagen in der Steilstrecke stehen und auf den Zug drücken, so üben sie bedeutende Kräfte aus, und werden den eben im Gleichgewicht befindlichen Zug in Bewegung setzen, bis sie alle in der flachen Neigung angekommen sind. So wiederholt sich das Spiel. Das Vorrücken des Zuges wird nicht ganz gleichmäßig gehen, sondern unstetig, wie bei allen Reibungsvorgängen; es werden sich manchmal auch mehrere Wagen in der Steilstrecke ansammeln, bis sie den Zug vor sich herschieben; und wenn er einmal im Laufen ist, wird er gleich ein wenig weiterlaufen. Das schadet aber nichts. Man wird einwenden, daß das Spiel nicht sicher sei, und daß es doch recht unangenehm ist, wenn das Richtungsgleis sich einmal bis oben hin vollsetzt und die Wagen nicht weiterlaufen, oder wenn umgekehrt der Zug davonläuft. Es entsteht also die Frage, ob man das vorgeschriebene Weiterrücken nicht mit einer Hilfseinrichtung erzwingen kann. Das geht leicht mit einer Seilwinde in jedem Gleis.

»Schon wieder eine Maschine«, höre ich manche sagen. Ich antworte ruhig: Ja! Der Einwand ist eingangs widerlegt.

Man darf hier nicht an eine Anlage denken, wie sie etwa beim Abdrücken nach Derikartz's Vorschlag nötig ist. Der Zug ist ja bestrebt, das zu tun, was man von ihm verlangt; es fehlt nur eine Kleinigkeit. Ein leichtes Seil von 12 bis 14 mm kann Zugkräfte von 2000 bis 3000 kg ausüben. Die Kosten einer Seilanlage fallen mit der zweiten bis dritten Potenz des Seildurchmessers. Beim zwangläufigen Ablauf sind die Richtungsgleise immer gerade. Wir legen in jedes Gleis eine Seilwinde mit endlosem Seil. Tragrollen sind bei der geringen Verholgeschwindigkeit nicht nötig. Ein leichter Motor von 15 PS genügt. Der erste Wagen, der in das Gleis läuft, wird aufgefangen und mit seiner Kupplung an das Seil gebunden. Das Seil kann auch bremsen, kann also bei 3000 kg Zugkraft mit 6000 kg Kraftunterschied auf den Zug wirken. Für einen im ungefähren Gleichgewicht befindlichen Zug sind das schon bedeutende Kräfte und genügen, ihn nach Bedarf mälsig zu beschleunigen oder zu verzögern.

Wenn wir diese Winde mit einer einfachen Fernsteuerung versehen, so ist alles erreicht. Man kann sie von Hand steuern, oder selbsttätig, indem man z. B. die Steilstrecke im Anfang des Gleises isoliert. Ist sie besetzt, so fängt die Winde an zu ziehen; ist sie frei, so bremst sie. Wenn einmal viele Wagen hintereinander in dasselbe Gleis kommen, was man voraus weiß, läßt man die Winde dauernd ziehen.

Und auch dies ist noch nicht das letzte. Es ist das ausgesprochene Ziel dieses Aufsatzes, dazu beizutragen, daß die Verschiebetechnik aus einer gewissen Engigkeit der Entwicklung, in der sie mir zu stehen scheint, herauskommt. Ich scheue mich deshalb nicht, auch Ziele zu erwähnen, die manchen heute vielleicht nebelhaft erscheinen. Nämlich das selbsttätige Kuppeln. Wer weiß, wann die selbsttätige Kupplung kommt? Vielleicht müssen wir noch lange warten. Sollen wir bis dahin die Hände

in den Schofs legen? Bei dem geschilderten Verfahren des Aufreihens findet das Zusammentreffen der Wagen immer an ein und derselben Stelle statt; ein ortsfester oder nur wenig längverschieblicher Apparat könnte das Kuppeln, wenigstens der Hauptkupplung, übernehmen. Die Einzelheiten muß ich der Phantasie der Erfinder überlassen.

Wir sind am Ende. Wir haben gesehen, daß das Gesamtproblem der Verschiebetechnik groß, reichhaltig und von weiten Perspektiven ist. Dabei ist anzunehmen, daß hier noch nicht einmal alle Möglichkeiten erwähnt wurden. Für die jüngere Generation der Bauingenieure, deren Tätigkeitsgebiet durch die Zeitverhältnisse so arg beschnitten ist, bietet sich hier ein dankbares, erst zum kleinsten Teil beackertes Feld.

Wenn man die Frage stellt: Was sollen wir denn nun im gegebenen Fall tun, welche der vielen Möglichkeiten sollen wir wählen? und eine knappe Antwort verlangt, so ist folgendes zu erwidern.

Zunächst gibt es viele kleine Mittel, den Ablaufbetrieb zu verbessern, deren hier nicht gedacht werden konnte. Sie sind nicht zu unterschätzen; oft bringt, um nur eines zu erwähnen, das Schmieren der Kurven einen schlechten Bahnhof zum erträglichen Laufen.

Von den maschinellen Hilfsmitteln kommen für die vorhandenen Bahnhöfe vor allem der Beschleunigungsantrieb, die leichte Gleisbremse und, für das Zusammendrücken, die gleisfreie Rangierwinde in Betracht.

Wo man mit Talbremsen arbeitet, sollte man bei Bergen über 1,0 m Höhe schon wegen der Schonung der Wagen zu hemmschuhfreien Bremsen übergehen.

Strebt man hohe Leistungen an und kommt ein Neubau oder ein Umbau in Frage, so wähle man zwischen der schweren Zentralbremse und zwangläufigem Ablauf. Das Gelände und die sonstigen Umstände werden oft entscheiden. Man überlege sich aber besonders genau, wie man die Wagen in den Richtungsgleisen sammeln und aufschließen will.

Für die Verwaltung der Deutschen Reichsbahn als Ganzes besteht die heute wohl allgemein anerkannte Notwendigkeit, die Entwicklung der einzelnen Instrumente so zu fördern, daß sie bei Bedarf ausgeprobt zur Verfügung stehen. Die Rangiertechnik ist in der nächsten Zeit das Gebiet, wo wir noch am ehesten Geld hineinstecken können, weil da am meisten zu holen ist. Deshalb brauchen durchaus nicht im Augenblick große Summen ausgegeben zu werden. Aber man muß die Entwicklung pflegen und zur Reife bringen. Man muß die Zukunft vorbereiten, wenigstens die nächste; deshalb braucht man die Gegenwart nicht zu vergessen. Die Reichsbahn hat nicht nur in letzter Zeit erhebliche Mittel für Versuche zur Verfügung gestellt, sondern sich auch entschlossen, die verschiedenen Einrichtungen systematisch auszuarbeiten und zu entwickeln. Die Reichsbahn muß diese Arbeiten selbst finanzieren; für Firmen sind sie keine lohnenden Aufgaben, da die Anwendungsfälle zu selten sind und die meisten Dinge nicht mehr patentfähig sind, wenigstens nicht grundsätzlich.

Und wohin streben wir letzten Endes? Die volle Mechanisierung scheint mir das Ziel und der zwangläufige Ablauf ist — mir wenigstens — dazu der vollkommenste Weg.

Ablaufdynamik.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frölich.
Hierzu Tafel 17 bis 20.

Die Ablaufdynamik ist entstanden, als man sich mit der technischen Verbesserung der Ablaufanlagen befaßte. Als ihre Grundlage müssen die Arbeiten von Ammann*), Blum**) und Cauer***) — des ablaufdynamischen ABC — angesehen werden. Neuerdings hat die Ablaufdynamik einen starken Impuls erhalten durch den Übergang zur Mechanisierung der Verschiebeanlagen und durch praktische Ergebnisse. Wenn heute auf der Ablaufanlage in Hamm Züge von 120 Achsen in acht Min. und bei Schnellabdrücken in sechs Min. zerlegt werden, so sind diese Tatsachen eine Probe auf das ablaufdynamische Exempel, die beweist, daß die Ablaufdynamik die Grundlage jeden Fortschritts auf dem Gebiete der Rangiertechnik und im besonderen der Mechanisierung nur auf der Grundlage der genauen Kenntnis der Ablaufdynamik möglich ist.

Ich glaube daher einem Bedürfnis zu entsprechen, wenn ich die ablaufdynamischen Grundlagen im folgenden zusammenstelle.

Die Grundfrage für die Bearbeitung rangiertechnischer Aufgaben ist die Frage, welche Kraft aufzuwenden ist, um leere oder beladene, zwei- oder vierachsige Wagen, als Einzelwagen oder Wagengruppen, bei normaler oder tiefer Temperatur, bei Windstille oder Rücken- oder Gegenwind zu bewegen durch gerades Gleis, durch Weichen und Krümmungen und in wagerechten oder geneigten Gleisen. Daraus ergibt sich bei der Verwendung von Schwerkraft die Gefällhöhe, bei Verwendung äußerer Kräfte die Größe der Kraftquelle. Für die Beurteilung dieser Fragen sind die Formeln über Zugwiderstände unzureichend. Die Praxis beurteilt sie seit jeher durch die Beobachtung des freien Wagenlaufs auf Rangieranlagen. Aus der Laufweite L und Gefällhöhe H ergibt sich der mittlere Gesamtwiderstand ω zu $\omega = \frac{H}{L}$. Aufgabe der Ablaufdynamik

ist es, diese zwar einfache aber für eingehendere Untersuchungen ungenügende Methode zu verbessern in der Richtung über die Beurteilung der Gesamtwiderstände hinaus ihre bestimmenden Einflüsse klar zu legen.

Die Methode, die Geschwindigkeit der Wagen an verschiedenen Punkten des Laufweges zu messen, erfordert genaue Meßeinrichtungen. Die Amerikaner messen die Laufzeiten der ablaufenden Wagen und tragen diese Zeitwegelinien zusammen, um dadurch ein überschlägliches Bild für die Beurteilung der verschiedenen Wagen zu erhalten.

Im folgenden sei mitgeteilt, wie aus dieser einfachen und genauen Methode, vom Schwerpunkt des ablaufenden Wagens aus beim Überfahren der vorher eingemessenen Meßpunkte die Laufzeiten laufend aufzuschreiben, die Gesamtwiderstände und, wenn erwünscht, die Rückschlüsse auf die Teilwiderstände abgeleitet werden können.

Gegeben ist somit als Ergebnis der Zeitmessung die Zeitwegelinie des Schwerpunkts. (Abb. 10, Taf. 17).

Ist $\Delta l_{m,n}$ die Wegestrecke zwischen den Punkten m und n des Laufweges,

t_m die Laufzeit bis zum Punkt m

t_n die Laufzeit bis zum Punkt n

g m/sec² die Erdbeschleunigung

$v_{m,n}$ die mittlere Geschwindigkeit

zwischen Punkt m und n und liegen die Punkte m und n so nahe zusammen, daß die Geschwindigkeitsänderung zwischen

Punkt m und n gering ist, so gilt:

$$v_{m,n} = \frac{\Delta l_{m,n}}{t_n - t_m} \dots \dots \dots \text{I)}$$

$$h_n = \frac{v_{m,n}^2}{2g} = \frac{\Delta l_{m,n}^2}{(t_n - t_m)^2 \cdot 2g} \dots \dots \dots \text{II)}$$

die rechte Seite der Gleichung drückt das kinetische Arbeitsvermögen h_n von 1 t Wagengewicht am Punkte n aus. Dieser Wert ist für verschiedene Δl aus Abb. 11, Taf. 17 mit dem Zirkel abzugreifen und in Abb. 2, Taf. 17 auf der Schwerpunktlinie zwischen Punkt m und n als mittlere Höhe $h_{m,n}$ aufzutragen. Wendet man dieses Verfahren auf sämtlichen Teilstrecken Δl des Laufweges L an, die man um so kürzer wählen muß, je langsamer das Fahrzeug läuft, so erhält man die Geschwindigkeitshöhenlinie, deren Abstand von der Visierlinie des Ablaufpunktes die Gesamtwiderstandsarbeit h_ω von 1 t Wagengewicht an jedem Punkte der Bahn angibt.

Die Schwerpunktlinie, die für einzeln ablaufende Achsen und mit genügender Annäherung auch für Wagen mit kurzem Achsstand in der Höhe des Wagenschwerpunktes über S. O. verläuft, wird aus Zweckmäßigkeitsgründen so gezeichnet, als ob die Höhe des Schwerpunktes eines Wagens über S. O. = Null sei; die Schwerpunktlinie fällt in diesem Falle also mit der Profillinie zusammen. Bei Wagen mit größeren Radständen und vor allem bei Wagengruppen fällt die Schwerpunktlinie nur so lange mit der Profillinie zusammen, als sämtliche Achsen sich auf derselben Neigung befinden.

Bei den Ausrundungen der Profillinie wird die Schwerpunktlinie in der Weise berechnet, daß man den Wagen oder die Wagengruppe über die Ausrundung vorschiebt und für die einzelnen Stellungen in der Ausrundung den Schwerpunkt des Lastenzuges ermittelt, indem man von einer angenommenen Horizontalen die Momentengleichung aufstellt, aus der sich die Lage des Schwerpunktes der Gruppe ergibt.

In Textabb. 1 ist für eine Wagengruppe von acht Achsen verschiedenen Gewichts P_1 bis P_8 die Berechnung der Schwerpunktlinie durchgeführt. Für eine beliebige Stellung des Lastenzuges ist der Schwerpunktabstand X_s von der Horizontalen H—H:

$$X_s = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + \dots + P_8 \cdot X_8}{\sum P_{1-8}} \dots \dots \dots \text{III)}$$

oder bei Fortbewegung des Lastenzuges um Δl

$$X'_s = \frac{P_1 \cdot X'_1 + P_2 \cdot X'_2 + \dots + P_8 \cdot X'_8}{\sum P_{1-8}} \dots \dots \dots \text{IIIa)}$$

Die Rechnung vereinfacht sich, wenn $P_1 = P_2 = P_n$ ist und lauten die Gleichungen dann

$$X_s = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n} \dots \dots \dots \text{IIIb)}$$

oder

$$X'_s = \frac{(X'_1 + X'_2 + \dots + X'_n)}{n} \dots \dots \dots \text{IIIc)}$$

wobei n die Anzahl der Achsen bedeutet.

Bei der Bewegung des Lastenzuges um Δl (Textabb. 1) betragen die geleisteten Arbeiten

$$P_1 \cdot (X_1 - X'_1) + P_2 \cdot (X_2 - X'_2) + \dots + P_8 \cdot (X_8 - X'_8) = P \cdot (X_s - X'_s) \dots \dots \dots \text{IV)}$$

Daraus folgt: Der über die Schwerpunktlinie laufende Massenpunkt leistet dieselbe Arbeit wie die über die Profillinie laufende Wagengruppe, für die diese Schwerpunktlinie gezeichnet ist, oder mit anderen Worten: Der über den Schwerpunktweg einer ablaufenden Gruppe — siehe auch Abb. 12 bis 14, Taf. 17 — laufende Massenpunkt hat dieselbe Laufzeit wie die über die Profillinie laufende Gruppe. (Zurückführung der Gruppe auf den Massepunkt.)

*) Ammann: Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen in ihrer Abhängigkeit von den Gefällverhältnissen. Dr. Ing. Dissertation 1911.

**) Blum: Die Anlage von Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen. V. W. 1909, Nr. 47 bis 49.

***) Cauer: Ablaufneigung der Verschiebebahnhöfe. Z. d. V. D. E. 1912, S. 275.

In Abb. 12 bis 14, Taf. 17 sind für Wagengruppen von 1 bis 6 gleichschweren Wagen die Schwerpunktlinien in drei Ablaufprofile eingetragen, die sich lediglich durch die Länge der Zwischengeraden unterscheiden. Der Ablaufpunkt wird durch die unter ω geneigte Tangente an die Schwerpunktlinie bestimmt.

Um für Wagengruppen die Widerstandshöhenlinie h_{ω} aus ihrer Zeitwegelinie abzuleiten, muß man also vorher ihre Schwerpunktlinie und deren »Visierlinie des Ablaufpunkts« besonders eintragen. Trägt man dann auf der Schwerpunktlinie die aus Abb. 11, Taf. 17 abgegriffenen Geschwindigkeitshöhen h_n für sämtliche Teilstrecken des Laufweges auf, so stellt die dadurch gewonnene Geschwindigkeitshöhenlinie auf die Visierlinie bezogen die Widerstandshöhenlinie dar.

$$\text{Geschwindigkeitshöhe } h + \text{Widerstandshöhe } h_{\omega} = \text{Gefällhöhe } H \dots \dots \dots \text{ V.}$$

Die Widerstandshöhe $h_{\omega n}$ ist somit die Gesamtwiderstandsarbeit von 1 t Wagengewicht auf dem Laufweg des Schwerpunkts von Ablaufpunkt bis zum Punkt n.

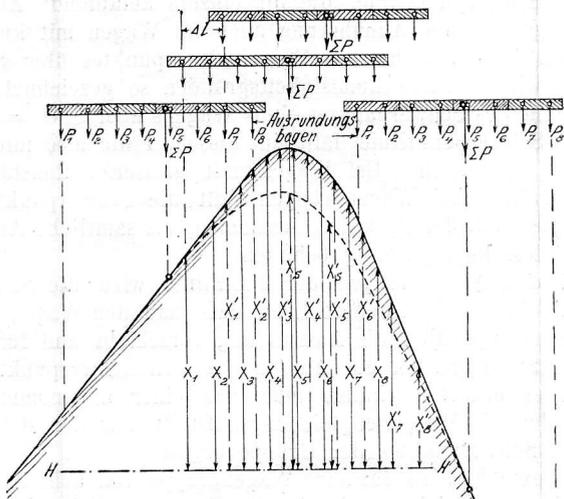


Abb. 1.

Um ein Urteil über den Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Gesamtwiderstandsarbeit zu gewinnen, hat sich als zweckmäßig herausgestellt, die Gesamtwiderstandsarbeit zu zerlegen in die Teilarbeiten infolge der Windwiderstände h_w , der Bremswirkung h_b , der Laufwiderstände des Laufwerks in geradem Gleis h_{φ} , der zusätzlichen Widerstände infolge Krümmungen und Weichen h_Q und der Schwungmasse der Räder h_p gemäß der Gleichung

$$h_{\omega} = h_w + h_b + h_{\varphi} + h_Q + h_p \dots \dots \dots \text{ VI.}$$

Man geht dabei so vor, daß man die Einzelwiderstandsarbeiten auf Grund der folgenden Ansätze mit Hilfe der Geschwindigkeitshöhenlinie berechnet und in Abb. 2, Taf. 17 aufträgt. Wird alsdann Gleichung VI) nicht befriedigt, d. h. wird die Summe der berechneten Teilwiderstände größer oder kleiner als der gemessene Gesamtwiderstand, so verändert man diese Ansätze bis die Gleichung VI) befriedigt wird. Führt man das für eine Reihe von Ablaufversuchen durch, so gewinnt man einen immer klareren Einblick in diese Ansätze und damit in den Aufbau der Gesamtwiderstände und ist dadurch besser in der Lage, die Arbeits- und Kraftverhältnisse sich bewegender Wagen zu beurteilen, als wenn man lediglich die Gesamtwiderstandsarbeiten betrachtet. Vor allem kann man alsdann in umgekehrtem Vorgehen für die wechselnde Lufttemperatur,

Wagen- und Gleisverhältnisse aus den Ansätzen für die Teilwiderstände die Gesamtwiderstände besser aufbauen, als wenn man lediglich einen gemittelten Wert für den Gesamtwiderstand zur Verfügung hat. Die Teilwiderstandsarbeiten sind einestils natürliche und andernteils künstliche Arbeitsverluste. Die ersteren setzen sich zusammen aus:

1. Den Reibungsarbeiten h_{φ} im Laufwerk der Wagen und zwischen Rad und Schiene. Diese betragen am Anfang der Bewegung auf 1 t Wagengewicht bezogen bei leichten Wagen (leere G) $\frac{4,5}{1000} \cdot l$, wobei l die Länge des Laufweges ist. Sie wachsen bei Frost auf den doppelten Betrag an. Nach etwa 250 m Laufweg verringern sich infolge der besseren Schmierwirkung des Öls diese Reibungsarbeiten h_{φ} um den in Abb. 5, Taf. 17 ermittelten Betrag Δh_{φ} , wobei im allgemeinen nur die Werte unter »normal gestanden« in Frage kommen.

2. Den zusätzlichen Reibungsverlusten h_Q in Krümmungen, die aus Abb. 4, Taf. 17 sowohl für Bögen verschiedener Halbmesser und bis 200 m Länge, wie für Weichen zu entnehmen sind. (Der Weichenwinkel spielt für h_Q eine geringere Rolle,

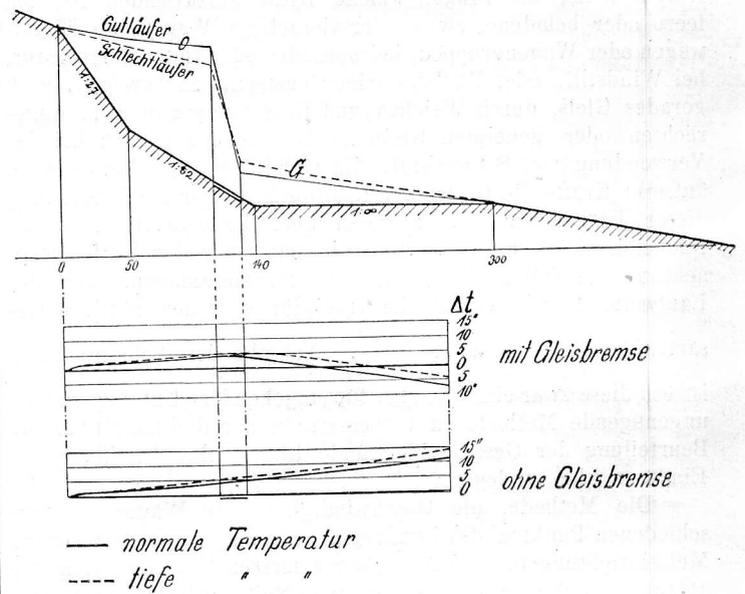


Abb. 2.

da stärkere Weichenwinkel kleinere Halbmesser und somit kürzere Bogenlängen haben.) Die Reibungsverluste h_Q wurden nach der Rücklschen Formel

$$h = \frac{650}{R - 55} \dots \dots \dots \text{ VII}$$

errechnet, die Ergebnisse aber auf Grund der hier gemachten Beobachtungen nur mit $\frac{4}{5}$ des Wertes in Abb. 4, Taf. 17 eingezeichnet, wobei zugleich eine Angleichung an andere Formeln für die Ermittlung von h_Q erzielt wurde.

3. Den Windwiderstandsarbeiten h_w . Diese errechnen sich nach der Formel:

$$h_w = 0,07 \cdot \frac{F_o}{G} \cdot v^2 \dots \dots \dots \text{ VIII),}$$

oder wenn man $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$ setzt, also die Geschwindigkeit v durch ihre Geschwindigkeitshöhe h ausdrückt:

$$h_w = 0,07 \cdot \frac{F_o}{G} \cdot 2 \cdot g \cdot h = 1,37 \frac{F_o}{G} \cdot h \dots \dots \text{ VIIIa),}$$

wobei F_o die Angriffsfläche des Wagens in m^2 darstellt. Diese ist bei Wagen mit glatter Oberfläche gleich dem größten Querschnitt z. B. bei G-Wagen = 7,0 m^2 und beladenen O-Wagen = 4,5 m^2 , bei Wagen mit einspringenden Begrenzungsflächen

z. B. leeren Ö-Wagen) erhöht sich dieser Betrag um ΔF_0 bis zu 30%, bei Wagengruppen außerdem um $F_0' = \frac{1}{10} F_0$ für jeden mittleren und $\frac{1}{4} F_0$ für den letzten Wagen. Für eine Gruppe von zwei G- und zwei leeren O-Wagen ist somit $F_0 = 7,0 + 0,3 \cdot 2 \cdot 4,5 + \frac{1}{10} (7,0 + 4,5) + \frac{1}{4} \cdot 4,5 = \text{rd. } 12 \text{ m}^2$.

Die Geschwindigkeit v_a (m/sek.) der Aufsenluft wird nur relativ zum Wagen in Fahrriichtung gerechnet. Steht z. B. der Wind mit einer Stärke von $v_a = 6$ m/Sek. unter einem Winkel von 45° gegen die Fahrriichtung, so ist bei einer Eigengeschwindigkeit des Wagens von $v = 4$ m/Sek. $v_w = v + v_a \cdot \sin 45^\circ = 4 + 6 \cdot \sin 45^\circ = 4 + 4,2 = 8,2$ m/Sek. Bei Gegenwind ist somit $v_w = v + v_a$, wobei v die Eigengeschwindigkeit des Wagens und v_a die Luftgeschwindigkeit in Fahrriichtung bedeutet. Bei Rückenwind subtrahieren sich die Werte ($v_w = v - v_a$).

Die Geschwindigkeit der Aufsenluft ist am Ablaufkopf gemessen am größten und fällt zwischen den Richtungsgleisen für normale Verhältnisse etwa nach dem in Abb. 3, Taf. 17 wiedergegebenen Diagramm ab.

4. Den Verzögerungs- oder Beschleunigungsarbeiten bedingt durch den Einfluß der Schwungmassen der Räder.

Rechnet man aus Gründen der Übersichtlichkeit das Arbeitsvermögen der sich drehenden Räder, die das Gewicht G' von etwa 1 t haben, in das Arbeitsvermögen der fortschreitenden Bewegung ein, so erhöht sich hierdurch das Arbeitsvermögen des Fahrzeuges um den Wert

$$h_p = h \frac{G'}{G} \dots \dots \dots \text{IX),}$$

das aus Abb. 6*) der Taf. 17 zu ersehen ist, wobei G das Gewicht des Fahrzeuges bedeutet.

Die künstlichen Arbeitsverluste werden durch die Bremskräfte hervorgerufen und betragen

$$h_b = b \cdot l_b \dots \dots \dots \text{X),}$$

wobei b die auf 1 t Wagengewicht bezogene Bremskraft und l_b den Weg bedeutet, auf den diese Bremskraft wirkt.

Bei Verwendung von Hemmschuhbremsen beträgt die Bremswirkung bis zu 120% und errechnet sich nach der Gleichung

$$b = \frac{\mu}{n} \cdot l_b \dots \dots \dots \text{XI),}$$

wobei μ die Reibungsziffer, n die Anzahl der Achsen und l_b die Bremslänge bedeuten.

Bei Gleisbremsen bewegt sich die Bremswirkung b zwischen 0 und einem maximalen Bremswert, der bei Einführung von Gleisbremsen bindend festzulegen sein wird (b_{max} voraussichtlich 250%).

Das Verfahren, mit Hilfe der Maßstäbe Abb. 3 bis 11, Taf. 17 aus den gemessenen Ablaufzeiten die Widerstandsarbeiten für 1 t Wagengewicht (h_ω) zu berechnen, ist also folgendes:

Nach Aufnahme der Zeiten wird, am Ablaufpunkt beginnend, die Zeitwegelinie (Abb. 10, Taf. 17) aufgetragen. Mit Hilfe des Maßstabes der Abb. 11 wird die verbleibende restliche Arbeitshöhe h gefunden und im Längenprofil Abb. 2 eingetragen, wie dieses im Beispiel zwischen den Punkten m und n des Laufweges gezeichnet ist.

Zur weiteren Feststellung der Teilwerte des Gesamtstandes ω wird nach Auftragung der h -Linie die Geschwindigkeitshöhe h_p des Einflusses der Schwungmassen entsprechend dem Wagengewicht im Maßstab der Abb. 6*) abgegriffen und im Längenprofil über die h -Linie aufgetragen. Nach dem Zeichnen dieser h_p -Linie ist die Windwiderstandshöhe h_w zu ermitteln. Dieses ist bei Windstille einfach, es sind dabei nur die Höhen h_w , am Ablaufpunkt beginnend, jeweils aus

dem Maßstab der Abb. 8 oder 9 für die einzelnen Teilstrecken (hierbei sind nur die über 20 m zu nehmen) und die entsprechenden h der h -Linie abzugreifen und im Längenprofil aufzutragen.

Bei Gegen- oder Rückenwind müssen noch die Maßstäbe der Abb. 3 und 7 mit hinzugezogen werden. Zunächst wird dabei die mittlere Geschwindigkeit der Aufsenluft der betreffenden Teilstrecke im Maßstab Abb. 3 in den Zirkel genommen und in Abb. 7 die Geschwindigkeitshöhe dieser Geschwindigkeit ermittelt, die zu der im Längenprofil bis dahin aufgetragenen Höhe ($h_{m,n} + h_p + h_{wm}$) bei Gegenwind hinzugezählt oder bei Rückenwind von derselben abgezogen wird. Mit dem Maßstab der Abb. 8 oder 9 wird darauf wie bei Windstille die Windwiderstandshöhe h_w für die betreffende Teilstrecke gefunden und im Längenprofil eingetragen.

Nach Eintragung der Windwiderstandshöhe h_w wird entsprechend dem Maßstab der Abb. 4 der Krümmungswiderstand h_Q nach 250 m Laufweg eingetragen. Die Werte Δh_Q sind im Maßstab der Abb. 5 eingezeichnet; es kann im allgemeinen mit denen unter »normal gestanden« gerechnet werden.

Durch das Auftragen dieser Linie hat man die Laufwiderstandslinie des Wagens gefunden, die gradlinig verlaufen muß.

Umgekehrt kann aus den Ansätzen für die Teilarbeiten mit Hilfe der Maßstäbe für einen bestimmten Wagen und für bestimmte Witterungs- und Gleisverhältnisse die Widerstandsarbeit berechnet werden in folgender Weise:

Auftragen der Linie des Laufwiderstandes h_Q ; Absetzen der Laufwiderstandsabnahme Δh_Q nach einem Laufweg von 250 m gemäß Maßstab Abb. 5, Taf. 17; Auftragen der Geschwindigkeitshöhen h_Q für die Weichen- und Krümmungen nach dem Maßstab der Abb. 4;

Ermitteln der Windwiderstandshöhe h_w bei Windstille nach dem Maßstab in Abb. 8 oder 9 und bei Gegen- oder Rückenwind mit Zuhilfenahme der Maßstäbe Abb. 3 und 7 durch Abgreifen der Geschwindigkeit der Aufsenluft im Maßstab Abb. 3, Feststellen der dieser entsprechenden Geschwindigkeitshöhe im Maßstab Abb. 7; diese dann zu der bis zum betreffenden Teilstreckenabschnitt gefundenen Widerstandshöhe zuzählen bei Gegenwind oder von dieser abziehen bei Rückenwind und Abgreifen der Windwiderstandshöhe h_w mit der so gefundenen Widerstandshöhe im Maßstab Abb. 8 oder 9 eintragen der Windwiderstandshöhe h_w im Längenprofil;

Nach Zeichnung der h_w -Linie Berücksichtigung des Einflusses der Schwungmassen durch Auftragung der Geschwindigkeitshöhe h_p dem Wagengewicht entsprechend gemäß Maßstab Abb. 6;

hierdurch Feststellung der Gesamtwiderstandshöhe h und der verbleibenden restlichen Arbeitshöhe h .

In Abb. 2, Taf. 17 ist im Teilstreckenabschnitt 210 bis 250 die angegebene Methode eingezeichnet und dürfte somit ohne weiteres klar sein.

Der Aufbau der einzelnen Maßstäbe in Taf. 17 ist sehr einfach.

Die Werte der Abb. 3 und 5 sind durch Versuche festgestellt*). Mit Ausnahme der Küstengebiete genügt es für deutsche Verhältnisse, beim Maßstab der Abb. 3 mit einem höchsten Aufsenwind von 6 m/Sek. zu rechnen, der entsprechend den gemachten Beobachtungen am Fusse der Rampe auf die Hälfte und in den Richtungsgleisen auf ein Viertel der Stärke heruntergeht.

Die Widerstandshöhe h_Q für Krümmungen ist nach der angegebenen Formel VII), die Höhe h_p für den Einfluß der Schwungmassen im Maßstab Abb. 6 nach der Formel IX) aufgetragen. Das Verhältnis zwischen v und h im Maßstab Abb. 7 folgt aus der Gleichung $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$, während die Windwiderstandshöhen im Maßstab 8 und 9 entsprechend der

*) Abb. 6, Taf. 17 mußte entfallen, weil Vorlage nicht rechtzeitig zur Verfügung stand.
Die Schriftleitung.

*) Frölich: Rangieranlagen und ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb usw. C. W. Kreidels Verlag, Berlin W. 9.

mitgeteilten Formel VIII a) aufgezeichnet wurden. Die Erklärung des Maßstabes Abb. 11 erfolgt weiter unten.

Abb. 15, Taf. 17 gibt für einen Wagen vom Laufwiderstand $\varphi = 2,8\%$ und einer Äquivalentfläche von $F_0 = 4,5 \text{ m}^2$, den normalen Gutläufer und für einen Wagen vom Laufwiderstand $\varphi = 4,5\%$ und einer Äquivalentfläche von $F_0 = 7 \text{ m}^2$, den normalen Schlechtläufer, für verschiedene Witterungsverhältnisse die Beziehung zwischen Gefällhöhe H und Laufweite L an; bei Flachrampen werden infolge der geringeren Geschwindigkeiten die Windwiderstände geringer als bei Steilrampen.

Aus der Widerstandsarbeit h_{ω} , dem Laufweg L und dem Wagengewicht G errechnet sich die zur Überwindung der Gesamtwiderstände aufzuwendende Kraft

$$Z = \frac{h_n - h_m}{\Delta l_{m,n}} \cdot G = \omega \cdot G \dots \dots \dots \text{XII}$$

Die richtige Beurteilung der Widerstandskräfte und Widerstandsarbeiten ist die Grundlage aller Fragen, die sich auf die Bewegung von Fahrzeugen in Gleisen beziehen. Ein Sondergebiet ist die Bewegung der Wagen auf Ablauframpen. Soweit es sich dabei um den Laufweg L handelt, ist die Beurteilung aus den Widerstandsarbeiten ohne weiteres möglich; soweit es sich um die Leistung der Ablauframpe handelt, Zerlegeleistung, ist als weiterer Maßstab die Zeit einzuführen.

Um beim freien Wagenablauf zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wagen eine Weiche umlegen zu können, dürfen diese sich am Weichenanfang höchstens mit einer Zeitfolge t_s folgen, die für handbediente Weichen mit 4 Sekunden angegeben wird und für automatisch bediente Weichen $\frac{l_i + R}{v}$ beträgt, wobei l_i die Länge des isolierten Stranges der Weiche ($\geq 11,8 \text{ m}$), R den Radstand und v die Geschwindigkeit des ersten Fahrzeugs bedeutet. Beträgt der Laufzeitunterschied der beiden Wagen vom Ablaufpunkt aus gerechnet Δt , so ergibt sich daraus ihre Zeitfolge am Ablaufpunkt zu

$$T_0 = \Delta t + t_s \dots \dots \dots \text{XIII}$$

dieses ist die Grundgleichung für die Berechnung der Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage ist daher um so größer, je kleiner Δt und t_s sind. Ablaufdynamisch ist dabei vor allem der Wert Δt wichtig.

Sind die Widerstandsarbeiten richtig eingeschätzt, so können die Zeitwegelinien und daraus die Δt -Linien mit den von Dr. Ing. Müller angegebenen graphischen Verfahren abgeleitet werden*).

Im folgenden sei ein einfaches und wie die Erfahrung zeigt, ein genaues Maßstabverfahren angegeben:

Aus der Geschwindigkeitshöhe, die durch die Gleichung $h = \frac{v^2}{2g}$ bestimmt ist, läßt sich die Geschwindigkeit $v = \sqrt{2gh}$ und aus dieser die Zeit t , die zur Zurücklegung eines bestimmten Weges erforderlich ist, ermitteln. Die Gleichung hierfür lautet:

$$t = \frac{\Delta l}{v}$$

oder beim Einsetzen von $v = \sqrt{2gh}$

$$t = \frac{\Delta l}{\sqrt{2gh}} \dots \dots \dots \text{XIV}$$

Da zur Erleichterung der Rechnung Δl nur in ganz bestimmten Längen angenommen wird, $\sqrt{2gh} = 4,43 \cdot \sqrt{h}$ ist, so ist der Maßstab Abb. 11 sehr schnell zu zeichnen. Beim

Arbeiten mit diesem Maßstab sind nur Zirkelabgriffe nötig, eine Parallelverschiebung der Polstrahlen wie beim Verfahren nach Dr. Ing. Müller ist nicht erforderlich, wodurch das Verfahren genauer wird und schneller zum Ziele führt.

Im Maßstab Abb. 11 ist z. B. für eine Teilstrecke $m-n$ ($= 20 \text{ m}$) die Geschwindigkeitshöhe $h_{m,n}$ eingetragen. Der Schnittpunkt dieser mit der Teilstreckenlinie $\Delta l = 20 \text{ m}$ ergibt von der Grundlinie aus die Zeit $t_{m,n}$, die das Fahrzeug zum Durchlaufen dieser Teilstrecke $m-n$ mit der Geschwindigkeitshöhe $h_{m,n}$ nötig hat. Die Aneinanderreihung der sämtlichen Teilstrecken $t_{m,n}$ ergibt die Gesamtablaufzeit T und die Zeitwegelinie des betreffenden Fahrzeuges.

Bei der Wahl der Teilstreckenlängen ist darauf zu achten, daß bei den kleinen Geschwindigkeiten, also beim Beginn des Ablaufs, eine recht enge Streckenteilung vorgenommen wird. Empfehlenswert ist folgende:

Vom Ablaufpunkt an $= 2.2,5 \text{ m}$, dann $3.5,00 \text{ m}$ und anschließend bis etwa 100 m Laufweg Δl je $10,00 \text{ m}$, von da ab größer bis zu $\Delta l = 50 \text{ m}$. Für die Ermittlung der Windwiderstandsteilwerte sind auch im Anfang bereits die größeren Teilstreckenlängen zu nehmen.

Beim freien Wagenablauf haben die Δt -Linien grundsätzlich die in Abb. 1, Taf. 18 dargestellte Form, d. h. Δt ist am Ablaufpunkt des Gutläufers 0 und steigt dann mit dem Laufweg an.

Um für jede Weiche mit Rücksicht auf das Umstellen der Weiche zwischen zwei Fahrzeugen Δt klein zu machen, sind drei Mittel anzuwenden:

1. Den Gleisplan so durchzubilden, daß
 - a) die Weichen möglichst nahe am Ablaufpunkt liegen,
 - b) die Trennungsvorgänge, d. h. die Gabelungen der Fahrwege bei Weichen erfolgen, die möglichst nahe am Ablaufpunkt liegen.
2. Das Ablaufprofil so durchzubilden, daß Δt möglichst klein wird.

Die Forderung zu 1. wird erfüllt, wenn der Gleisplan nach dem Prinzip der Streuung und nicht nach dem Prinzip der Weichenstraßen entwickelt wird. In Abb. 1 bis 4, Taf. 19 sind einige Lösungen zusammengestellt. Abb. 4, Taf. 18 zeigt, daß hier die Forderungen zu 1a) und 1b) gleichermaßen erfüllt werden. Die Fahrwege von n Fahrstraßen gabeln sich bekanntlich an $n-1$ Weichen. Diese Trennungsvorgänge sind für eine größere Zahl von Rangierzetteln für jede Weiche festgestellt worden; die Rangierzettel waren dabei willkürlich aufgestellt mit der einzigen Beschränkung, daß am Ende der Untersuchung in jedes Gleis gleichviel Abläufe abgelaufen waren. Die Häufigkeit der Trennungsvorgänge ist in Abb. 2, Taf. 18 zusammengestellt; man sieht daraus, daß bei dem nach dem Grundsatz der Streuung aufgestellten Gleisplan von Hamm (ausgezogen) 65% der Trennungsvorgänge an der ersten Weiche (I. Staffel), 10% an den beiden zweiten Weichen (II. Staffel) usw. erfolgen, so daß etwa 80% der Trennungen innerhalb der drei vorderen Weichenstaffeln erfolgen. Ein Vergleich mit der Häufigkeit der Trennungsvorgänge des Gleisplans gemäß Abb. 3, (gestrichelt) zeigt, daß, gleiche Profilausbildung für die beiden Gleispläne vorausgesetzt, über 75% der Trennungsvorgänge beim Gleisplan Hamm vor der Zone liegen, bei der in dem Gleisplan gemäß Abb. 3 die Trennungsvorgänge erst beginnen und sich über eine langgezogene Zone erstrecken, bei der die Δt -Werte, namentlich bei ungünstigem Wetter, stark anwachsen. Durch betriebliche Maßnahmen kann man die Häufigkeitslinie der Trennungsvorgänge beeinflussen. In Abb. 2, Taf. 18 ist eine zweite Häufigkeitslinie eingetragen (strichpunktiert), für die angenommen wurde, daß in die Gleise 2 bis 6 doppelt so viele Abläufe laufen als in die andern. Es empfiehlt sich daher allgemein, bei der Bestimmung der Aufgaben der Richtungsgleise die Verteilung solange zu ändern,

*) Dr. Ing. Müller: Einflußlinien zur Ermittlung der Ablaufpunkte und Zeitwegelinien der vom Ablaufberg rollenden Wagen. Z. d. B. 1921, Heft 57 und 1922, Heft 9.

bis sich unter Zugrundelegung der Rangierzettel die günstigsten Häufigkeitslinien der Trennungsvorgänge ergeben.

Die Forderung zu 2. wird im allgemeinen erfüllt, wenn man vermeidet, daß die Wagen zu langsam laufen, da bei kleineren Geschwindigkeiten unterschiedliche Geschwindigkeiten auf die Laufzeiten und damit auf Δt großen Einfluß haben. Die allgemeine Anweisung für den Entwurf von Ablaufprofilen ist somit folgende:

Theoretisch sollte das zur Verfügung stehende Gefälle möglichst am Anfang der Ablauframpe zusammengefaßt werden. (Steilrampe).

Praktisch wird in jedem Falle zu untersuchen sein, inwieweit Abweichungen von dieser theoretisch richtigen Form zulässig sind. Als übersichtlicher Anhalt für derartige Untersuchungen können die in Abb. 16 bis 26, Taf. 17, Abb. 1, 7 bis 9, Taf. 18 und Abb. 1 bis 30, Taf. 20 wiedergegebenen Untersuchungen gelten.

Sie befassen sich mit der Frage: Welchen Einfluß hat die Veränderung der einzelnen Teile des Ablaufprofils auf die Δt Werte und zwar jede Veränderung für sich betrachtet? Zugrunde gelegt ist für alle Untersuchungen der Wagen mit $\varphi = 2,8 \text{ ‰}$, $F_0 = 4,5 \text{ m}^2$ (Gutläufer, —O— gezeichnet) und der Wagen mit $\varphi = 4,5 \text{ ‰}$ und $F_0 = 7 \text{ m}^2$ (Schlechtläufer —G— gezeichnet)

Die Ergebnisse, die im einzelnen aus den Zeichnungen abzulesen sind, sind folgende:

Zwischengerade (Abb. 16 bis 18, Taf. 17) von 3 bis 4 m ergeben die geringsten Laufzeitunterschiede zwischen Einzelwagen und Wagengruppen und sind damit bei konstanter Zuführungsgeschwindigkeit die zweckmäßigsten Zwischengeraden. Besteht die Möglichkeit, die Zuführungsgeschwindigkeit bei Gruppen zu erhöhen (variable Zuführungsgeschwindigkeit), so sind größere Zwischengerade zu wählen, weil bei diesen die Gruppe eine kleinere Laufzeit hat als der Einzelwagen.

Je kleiner die Ausrundungsradien (Abb. 19 bis 26, Taf. 17), um so kleiner Δt . Die Unterschiede der Δt sind aber nicht groß, so daß mit Rücksicht auf Lokomotiven und Drehgestellwagen im allgemeinen kleinere Radien als 200 nicht zu empfehlen sind.

Je steiler die Rampenneigung (Abb. 1 bis 10, Taf. 20), je kleiner Δt . Rampenneigungen flacher als 1:30 sollten im allgemeinen nicht verwandt werden, weil sie namentlich bei ungünstigem Wetter die Δt erheblich erhöhen. Die Steilrampe hat von allen Teilen des Ablaufprofils den stärksten Einfluß auf die Leistungsfähigkeit; es fragt sich nur, ob die Gesamtfällhöhe auf die Steilrampe zu nehmen ist, oder ob ein Teil auf die Übergangsrampen genommen werden kann. Flache Übergangsrampen verschlechtern die Δt , jedoch unerheblich. Der Grund liegt darin, daß von Geschwindigkeiten von etwa 5 bis 6 m/Sek. an der Einfluß der unterschiedlichen Widerstände und damit der unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf die Laufzeiten erheblich abfällt gegenüber geringeren Geschwindigkeiten. Es kommt also darauf an, durch die Steilrampe die Wagen möglichst schnell auf Geschwindigkeiten von 5 bis 6 m/Sek. zu bringen.

In Zusammenstellung 1 sind für verschiedene Ausrundungshalbmesser, Ablauframpen- und Übergangsrampenneigungen aus den Δt -Linien der Abb. 7 bis 10 und 12 bis 15, Taf. 20 die unterschiedlichen Laufzeitdifferenzen $\Delta(\Delta t)$ zusammengestellt. Man sieht daraus den ausschlaggebenden Einfluß der Rampenneigung; ferner ermöglicht die Tabelle, überschläglich festzustellen, um wieviel sich die Δt -Linie durch Änderung einer der drei Faktoren in ihrem weiteren Verlauf verändert. Ist z. B. Δt bei einem Profil mit $R = 100 \text{ m}$, $1:n = 1:20$, $1:m = 1:170$ bei gutem Wetter am Ende der Übergangsrampenneigung mit 4 Sek. festgestellt worden, so wird Δt durch Wahl von $R = 300 \text{ m}$, $1:n = 50$, $1:m = 1:70$ ungefähr $\Delta t = 4 + 0,2 + 1,8 + 0,3 = 6,3$ Sek. betragen.

Zusammenstellung 1.

		Durchschnittliche Temperatur		tiefe Temperatur	
		Windstille $\Delta(\Delta t)$ in Sek.	Gegenwind $\Delta(\Delta t)$ in Sek.	Windstille $\Delta(\Delta t)$ in Sek.	Gegenwind $\Delta(\Delta t)$ in Sek.
Ausrundungshalbmesser R.	R = 100 m	+ 0	—	+ 0	—
	R = 200 m	+ 0,1	—	+ 0,4	—
	R = 300 m	+ 0,2	—	+ 0,5	—
Ablauframpenneigung 1:n.	1:15	0	0	0	0
	1:20	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4
	1:25	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,5	+ 1,1
	1:30	+ 0,7	+ 0,9	+ 0,9	+ 1,6
	1:50	+ 2,0	+ 4,2	+ 4,9	—
	1:100	+ 8,5	—	—	—
Übergangsrampenneigung 1:m.	1:∞	0	0	0	0
	1:170	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,3
	1:70	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,5	+ 1,0
	1:50	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,7

Damit liegen für den freien Wagenablauf die Gesichtspunkte für die Durchbildung des Profils fest; man kommt grundsätzlich auf die teilparabolische Entwicklung des Profils. (Steilrampe mit kurzer Übergangsrampe zu der Neigung der Richtungsgleise.)

Anders liegen die Verhältnisse beim Einbau von Gleisbremsen innerhalb der Gefährzone. Durch die Bremswirkung der Gleisbremsen wird der freie Wagenlauf unterbrochen. Es tritt aber hinter der Gleisbremse eine neue Gesetzmäßigkeit ein und zwar je vollkommener die Bremswirkung der Gleisbremsen ist.

Den Gleisbremsen liegt der Gedanke der Zentralisierung der Bremswirkung zugrunde. Das Profil muß also so durchgebildet werden, daß die Gleisbremsen diese Aufgaben erfüllen können. Die Bewegung der Wagen innerhalb der hinter den Gleisbremsen liegenden Weichen ist daher unter den Gesichtspunkt zu stellen, daß die Wagen mit der ihnen von den Gleisbremsen belassenen Energie gerade bis an ihr Laufziel laufen (Laufzielbremsung). Dadurch ist auch die Bewegung der Wagen hinter den Gleisbremsen mathematisch eindeutig festgelegt, es kommt nur noch der weitere Begriff des Laufziels, durch die Entfernung vom Ablaufpunkt ausgedrückt, hinzu.

In Abb. 16 bis 30, Taf. 20 sind die Δt der Wagen verschiedener Laufziele innerhalb der kritischen Bremsinflusszone (Ende Gleisbremse bis zur letzten Weiche) aufgetragen und zwar vom Ende der Gleisbremse aus für Profil a mit horizontaler Bremsinflusszone und horizontalen Richtungsgleisen, Profil b mit horizontaler Bremsinflusszone und mit aus praktischen Gründen leicht geneigten Richtungsgleisen, Profil c mit stark geneigter Bremsinflusszone und schwach geneigten Richtungsgleisen (parabolisches Profil). Die Δt -Linien zeigen grundsätzlich, daß hinter den Gleisbremsen weniger die Lauffähigkeit als das Laufziel der Wagen maßgebend ist — hinter den Gleisbremsen gibt es also ablaufdynamisch keine Gut- und Schlechtläufer, sondern Kurz- und Weitläufer — und daß die Witterung infolgedessen auf die Leistungsfähigkeit der Ablaufberge keinen wesentlichen Einfluß hat, wenn nur sichergestellt ist, daß die Wagen bis in die Richtungsgleise hineinlaufen. Erreichen sie infolge zu geringer Ablaufhöhe ihr Laufziel nicht, so entstehen dann lediglich Zeitverluste durch Beidrücken. Die Δt -Linien zeigen ferner, daß die Δt bei Profil a am kleinsten, der Unterschied zwischen Profil a und b aber nicht erheblich ist, so daß eine Gefällage der Richtungsgleise in der Neigung des geringsten Wagenwiderstands durchaus zulässig ist. Ein Ansteigen der Bremsinflusszone hinter der Gleisbremse würde die Δt verbessern,

dürfte aber aus praktischen Gründen nicht in Frage kommen. Das Profil c ist für den Einbau von Gleisbremsen wegen der großen Δt Werte ungeeignet; ferner gestattet es nur für einen Teil der Wagen die Laufzielbremsung, da das Gefälle hinter den Gleisbremsen so groß ist, daß gute Läufer beschleunigt werden. Ein Profil c mit einem Gleisplan nach Abb. 3, Taf. 18 ist ohne Gleisbremsen leistungsfähiger als mit Gleisbremsen, wie überhaupt aus diesen Untersuchungen hervorgeht, daß man ohne Abstimmung von Profil und Gleisplan mit Gleisbremsen mehr verderben als nützen kann.

Abb. 4 bis 9, Taf. 18 stellt die nach diesen Gesichtspunkten durchgebildete Ablaufanlage in Hamm dar. Dadurch, daß die Gut- und Schlechtläufer mit verschiedenen Laufzeiten in den Gleisbremsen ankommen, überschneiden sich die durch ihre unterschiedlichen Laufziele bedingten Streukegel der Δt Abb. 7 bis 9. Daraus folgt, daß die Δt -Werte hinter den Gleisbremsen auf etwa 60 m bis zum Werte 0 heruntergehen, jedenfalls nicht wesentlich ansteigen, um dann erheblich anzuwachsen. Die für Trennungsvorgänge noch in Frage kommenden letzten Weichenspitzen sollten daher nicht erheblich über 100 m hinter den Gleisbremsen liegen. In diesem Falle, das hat sich in Hamm erwiesen, dienen die Gleisbremsen zum Auseinanderziehen der Wagen in einer Zone, in der sie sich ohne die Gleisbremsen einholen würden und ermöglichen dadurch Leistungen, die ohne Gleisbremsen unmöglich sind.

In Textabb. 2, Seite 238 ist eine allgemeine Untersuchung wiedergegeben für den Fall, daß die Wagen nicht verschieden große Laufwege haben zwischen 300 und 900 m (variable Laufweite), sondern, daß sämtliche Wagen nur bis zum Anfang der Richtungsgleise laufen sollen (konstante Laufweite). Das trifft zu bei den sogenannten Gefällsbahnhöfen und wird auch bei Flachbahnhöfen mehr oder weniger dann zutreffen, wenn man dazu übergeht, im Anfang der Richtungsgleise besondere Einrichtungen

(z. B. Seilzüge) zum Beidrücken der Wagen einzubauen. Die Untersuchung zeigt, daß gerade bei dieser Anordnung die Aufgabe der Gleisbremsen, die unterschiedlichen Widerstände der Wagen abzubremsen, damit sie alle gleichweit laufen, sich in der idealsten Weise deckt mit der Aufgabe, ihre Laufzeitunterschiede auszugleichen, d. h. die Wagen, die vor der Gleisbremse schneller laufen, laufen hinter der Gleisbremse infolge ihrer stärkeren Abbremsung langsamer. Derartige Anlagen müssen also, nach den Leistungen von Hamm zu urteilen, auf Leistungen von 5 Minuten für den Zug zu bringen sein und, da die Zuführung zum Ablaufpunkt und die Weiterbewegung innerhalb der Richtungsgleise kontinuierlich erfolgen, die höchstmöglichen Leistungen erzielen.

Wenn man sich fragt, weshalb das mit den heutigen Gefällsanlagen nicht möglich ist, so gibt die Ablaufdynamik folgende Antwort: Man baue Profil und Gleisplan der Ablauframpe ablaufdynamisch richtig. Auch für Gefällsbahnhöfe gehört kein besonderer Mut dazu, Steilrampen anzuwenden, wenn man sich klar macht, daß die besondere Gefahr der Gefällsanlage nicht innerhalb der Weichenzone liegt, sondern an ihrem Ende, daß es also lediglich darauf ankommt, daß die Wagen am Ende der Weichenzone langsam ankommen. Darauf hat aber die Steilrampe keinen Einfluß, sondern lediglich die Gefällhöhe zwischen dem Ablaufpunkt und dem Ende der Weichenzone und diese ist bei der Anwendung von Steilrampen nicht größer als bei der Anwendung von Flachrampen; im Gegenteil bieten gute Gleisbremsen in Verbindung mit etwa 120 m horizontaler Gleislage hinter den Gleisbremsen größere Sicherheit als die heutige Bau- und Betriebsweise, die, hervorgegangen aus einer Anlehnung an Wagenverhältnisse, die sich mit den heutigen nicht decken (leichte Wagen mit seitlichen Wagenbremsen), dem heutigen Stand der Erkenntnis nicht mehr entspricht.

Ablaufversuche mit der Beschleunigungsanlage »Pösentrup-Heinrich« mit vier Schaltstufen.

Der für die Versuche verwendete Wagenzug bestand aus zwölf Wagen mit den verschiedensten Gewichten von 10 bis 30 t. Der Zug wurde mehrmals hintereinander zum Ablauf gebracht.

Bei dem ersten Ablauf wurde keine Beschleunigung erteilt (Stufe 0).

Das Ergebnis war folgendes:

	Zulaufgeschwindigkeit m/Sek.	Auslaufgeschwindigkeit m/Sek.	Also gegenüber 0 infolge Antriebs mehr um
Ohne Antrieb Stufe 0	0,72	1,90	—
Mit Antrieb Stufe I	0,56	2,11	+ 11 %
II	0,57	2,45	+ 29 "
III	0,59	3,23	+ 70 "
IV	0,71	3,28*)	+ 73 "

*) 3,28 m/Sek. genügt bei starkem Frost und Schnee nicht, um schlecht laufende Wagen von den Ablaufköpfen der Rangierbahnhöfe in die Verteilungsweichen zu bringen. Hierzu sind bis zu 5 m/Sek. nötig, die Leistung der Anlage ist daher zunächst noch ungenügend siehe auch Organ 1925, Heft 14).

Es erscheint auch als bedenklicher Mangel, wenn die Antriebvorrichtung bei 48 Abläufen zweimal versagt. Dies würde zu schweren Störungen des Ablaufbetriebs Anlaß geben. Mehrere Wagen (2 bis 3 mit zusammen 40 t Gewicht) erhielten wegen der zu großen Masse keine genügende Beschleunigung mehr, was ebenfalls als starker Mangel beim Ablauf von Wagengruppen empfunden wird. In solchen Fällen ist ein Ablaufrücken mit großem Gefälle entschieden überlegen.

Die durchschnittlichen Laufweiten waren:

bei 0	516 m	
" I	534 m	+ 3,5 % gegen 0
" II	568 m	+ 9,5 % " 0
" III	621 m	+ 20,4 % " 0
" IV		

Die Ablaufversuche haben ergeben, daß mit der Beschleunigungsanlage Pösentrup-Vögele eine Lösung des Problems der Wagenbeschleunigung durch eine ortsfeste Anlage gefunden worden ist. Als besonderer Vorteil ist zu bezeichnen, daß die Betonfundamente durch Erschütterungen nicht zerstört werden.

Ogleich sich die Leistungen noch in bescheidenen Grenzen halten, darf man wohl die Hoffnung aussprechen, daß man auf dem besten Weg ist, eine betriebstüchtige Anlage zu schaffen, die überall da wo die Erhöhung der zu niederen Ablaufrücken auf besondere Schwierigkeiten stößt, einem dringenden Bedürfnis abhelfen würde. Verkehrstechn. Woche 1926, Heft 5. A. Wöhrli.

Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 21.

Der große praktische Wert betriebswissenschaftlicher Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste steht heute in Fachkreisen außer Zweifel. Sie geben die Möglichkeit, die Betriebsführung und den Wirkungsgrad der baulichen Anlagen und des eingesetzten Personals genau zu beurteilen. Durch Steigerung der Leistungsfähigkeit wird es möglich, bisher unausgenutzte Reserven flüssig zu machen und die Bauausgaben zu beschränken. Trotz der beachtlichen Erfolge steckt dieser neueste Zweig der Eisenbahnbetriebswissenschaft noch in den Kinderschuhen, und es wird noch langer Zeit und angestrengter Arbeit bedürfen, ehe man das Ziel als erreicht ansehen kann, daß sich alle »erforderlichen Arbeits- und Betriebsvorgänge nach einer strengen Gesetzmäßigkeit abwickeln, die einen reibungslosen und wirtschaftlichen Geschäftsgang gewährleistet«.

Die vom Reichsverkehrsminister und von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft aufgestellten Richtlinien weisen klar das Ziel, das zu erreichen ist und geben auch Wege an, die beschritten werden können. Es wird nun Sache der Praxis sein, die Anregungen so zu verwerten, daß mit einem Mindestaufwand möglichst bald dauernde Erfolge erzielt werden. Zu diesem Zwecke möchte durch nachstehende Veröffentlichung zu einem Meinungs austausch über den Ausbau des betriebswissenschaftlichen Arbeitsgebiets angeregt werden.

Über die Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien lassen sich keine bestimmten Regeln aufstellen, und es ist zu begrüßen, daß die leitenden Stellen es vermieden haben, dieses jüngste Arbeitsgebiet im Eisenbahnbetriebsdienste durch Vorschriften und Anweisungen abzugrenzen und einzuengen. Fast jede betriebswissenschaftliche Untersuchung trägt ihren besonderen Charakter. Es kommt ausschließlich auf das Geschick und die Erfahrung der Ausführenden an, ob und in welcher Zeit Erfolge erreicht werden.

I. Vorbereitung von Zeit- und Arbeitsstudien.

Zunächst ist es erforderlich, Klarheit darüber zu schaffen, wo und durch wen Arbeits- und Zeitstudien auszuführen sind.

Betriebswissenschaftliche Untersuchungen sollten nur dort vorgenommen werden, wo wirtschaftliche Vorteile — im weitesten Sinne — erreichbar erscheinen. Es ist dabei notwendig, auf einen grundlegenden Unterschied zwischen betriebswissenschaftlichen Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste und in der mechanischen Industrie hinzuweisen. Wird in einer Werkstatt durch eine Zeitaufnahme festgestellt, daß die Bearbeitungszeit eines Gegenstandes z. B. von drei Minuten auf zwei Minuten verringert werden kann, so wird eine 50%ige Leistungssteigerung möglich, die im allgemeinen dem Arbeitgeber und dem Arbeitnehmer einen Vorteil bringt. Ganz anders liegen die Verhältnisse in großen Gebieten des Eisenbahnbetriebsdienstes. Hat z. B. ein Stellwerksbeamter bisher für eine Zugeinfahrt drei Minuten Arbeitszeit aufwenden müssen und braucht er nach Verbesserung des Arbeitsganges nur noch zwei Minuten, so bringt diese Feststellung in den meisten Fällen niemandem einen Vorteil. Der Arbeitsanfall, d. h. die Zahl der in 24 Stunden einzustellenden Einfahrten, bleibt der gleiche, weil der Verkehr durch das Ergebnis der Untersuchung in keiner Weise beeinflusst wird und eine auch nur zeitweise Einziehung des Postens nicht in Frage kommt (Unfälle, Sonderzüge usw.) Dem Aufwand für die betriebswissenschaftlichen Untersuchungen stehen also in solchen Fällen keinerlei Ersparnisse gegenüber.

Anders liegen natürlich die Verhältnisse dort, wo eine Verbesserung des Arbeitsganges praktisch greifbare Ergebnisse haben kann, so z. B. auf Strecken dichtesten Verkehrs, auf mehrfach besetzten Posten, ferner im Verschubdienste, bei der Zugbildung, der Zugzerlegung usw.

Hieraus folgt, daß betriebswissenschaftliche Untersuchungen im Eisenbahnbetriebsdienste in erster Linie dort ausgeführt werden sollten, wo regelmäßig wiederkehrende Massenleistungen zu bewältigen sind, wo sich also Ersparnisse an Zeitaufwand bei einem einzelnen Arbeitsgange summieren, oder an Brennpunkten des Verkehrs, wo Mehrleistungen von praktischer Bedeutung sind. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß Arbeits- und Zeitstudien nicht auch für kleinere Dienststellen von Bedeutung sein können. Aber die Erfolge werden im Einzelfalle meist nur von geringer geldlicher Auswirkung sein, so daß sich auch der Aufwand in den bescheidensten Grenzen halten muß.

Die Frage, durch wen Arbeits- und Zeitstudien auszuführen sind, ist in den maßgebenden Verfügungen bisher noch offengelassen worden. Im allgemeinen können und sollen natürlich derartige Untersuchungen nicht nur von besonders dazu bestimmten Stellen vorgenommen werden, im Gegenteil, jeder Dienststellenvorstand hat das Recht und die Pflicht, derartige Untersuchungen auszuführen, sofern er dazu in der Lage ist. Größere betriebswissenschaftliche Arbeiten erfordern jedoch einen entsprechend größeren Aufwand an Zeit und Arbeitskräften und können kaum neben den laufenden Dienstgeschäften erledigt werden. Für derartige Aufgaben wurde im Bezirke der Reichsbahndirektion Dresden eine Gruppe für Zeit- und Arbeitsstudien im Betriebsdienste geschaffen, die neben dem Leiter aus vier Kräften, und zwar einem Betriebsbeamten, einem Betriebsingenieur und zwei Hilfskräften besteht.

Wie aus späteren Ausführungen noch hervorgehen wird, sind häufig verschiedene Betriebsvorgänge gleichzeitig und während größerer Zeitabschnitte laufend zu beobachten. Hierzu reichen natürlich die vier Kräfte der Zeitstudiengruppe nicht aus. Es werden dann zu den örtlichen Aufnahmen die eigentlichen »Zeitnehmer« herangezogen, die aus dem Betriebs-, Verkehrs- oder technischen Dienste ausgesucht und besonders ausgebildet wurden und von ihren Dienststellen zu gelegentlichen Zeitaufnahmen frei gegeben werden können.

Entsprechend dem auch von der Hauptverwaltung anerkannten großen Werte, den die Zeit- und Arbeitsstudien für die Ausübenden selbst haben, »da hierdurch der Blick außerordentlich geschärft und auf viele Einzelheiten hingelenkt wird, die sonst unbeachtet bleiben«, wurden für Zeitnehmer in der Hauptsache solche jüngere Beamte und Beamtenanwärter in Aussicht genommen, die nach ihrer Laufbahn, ihren Leistungen und ihrem Verhalten als zukünftige Anwärter auf Vorstandsstellen wichtiger Betriebspunkte in Frage kommen. Die Auswahl aus einem größeren Kreise von Bewerbern wurde durch eine eingehende psychotechnische Prüfung vorgenommen. Neben einer guten Allgemeinbildung wurden hauptsächlich geschicktes Benehmen, kritischer Blick, gute Auffassungsgabe, praktischer Sinn, Sorgfalt und Schnelligkeit bei der Arbeit gefordert. Lust und Liebe für eine Betätigung auf betriebswissenschaftlichem Gebiete waren natürlich Voraussetzung. Durch die psychotechnische Prüfung wurden von 31 Bewerbern 19 als geeignet bezeichnet. Die ausgewählten Teilnehmer wurden in der praktischen Ausführung von Zeitaufnahmen ausgebildet und können nunmehr von den Betriebsdirektionen oder von der Zeitstudiengruppe zu Zeitaufnahmen herangezogen werden.

Das wichtigste Hilfsmittel für Zeitaufnahmen ist die Uhr. Es ist eine durchaus irrierte Ansicht, daß betriebswissenschaftliche Untersuchungen lediglich mit der Stoppuhr ausgeführt werden müßten. In vielen Fällen, namentlich bei ersten Untersuchungen, genügen die auf gewöhnlichen Taschenuhren abgelesenen Zeitwerte vollkommen. Erst wenn in dem zu untersuchenden Teil-

gebiete die größten Mängel bereits beseitigt sind, sollte die Feinheit der Messungen durch Verwendung von Stoppuhren gesteigert werden. Für Zeitmessungen im Betriebsdienste sollten nur Stoppuhren mit 100stel-Minutenteilung verwendet werden, um das Addieren und Subtrahieren der Zeitwerte sowie das Bilden von Mittelwerten zu erleichtern. Die meisten Stoppuhren haben den Nachteil, daß die Minutenteilung nur bis 30 geht. Hierdurch entstehen z. B. bei Pausen über $\frac{1}{2}$ Stunde leicht Fehlerquellen. Grundsätzlich sollten nur Stoppuhren mit doppelter Schaltung (und zwar mit Druckknöpfen, nicht mit Schiebern!) verwendet werden, bei denen nach dem Stoppen sowohl ein Weiterlaufen der Zeiger als auch ein Zurückbringen in die Nullstellung möglich ist. Die für betriebswissenschaftliche Untersuchungen zweckmäßigsten Uhren sind solche mit zwei Stoppzeigern, wobei ein Zeiger durchläuft und der zweite beim Eintreten eines bestimmten Vorganges abgestoppt werden kann. Es wird hierdurch möglich, den Eintritt eines bestimmten Ereignisses in Ruhe genau abzulesen; durch einen zweiten Druck kann dann der abgestoppte Zeiger mit dem durchlaufenden wieder vereinigt werden. Die in ähnlicher Ausführung im Handel käuflichen Uhren sind jedoch für technische Zwecke kaum brauchbar, da sie zu klein und gegen Witterungseinflüsse zu empfindlich sind (Abb. 1 a).

Als Schreibunterlage dient dem Zeitnehmer ein Aufnahmebrett, das die Uhren und den Beobachtungsbogen trägt. Es wird so umgehängt, daß es dem Zeitnehmer beide Hände zum Schreiben und Abstoppen der Uhren freiläßt. Die Uhrhalter sind so angebracht, daß die Uhren auch bei ungünstiger Beleuchtung leicht abgelesen werden können. Schwierig ist der Schutz des Aufnahmebogens bei ungünstiger Witterung. Vorläufig ist im hiesigen Bezirke auf jedem Aufnahmebrett ein kleines Wachstuch angebracht, das — gewöhnlich zusammengerollt — bei schlechtem Wetter gestattet, den Beobachtungsbogen, wenn nicht aufgeschrieben wird, zu bedecken. Ein weiterer Versuch, die Uhren und Aufnahmebogen vor Regen zu schützen, ist der aus Abb. 1 b ersichtliche Schutzkasten aus Aluminiumblech. Zur Beleuchtung des Aufnahmebrettes dienten ursprünglich Karbidlampen. Da diese jedoch ziemlich schwer und nicht geruchfrei sind, werden z. Zt. größere elektrische Lampen, die der Zeitnehmer umgehängt trägt, versuchsweise verwendet.

Die Beobachtungsbogen sollen dem Zeitnehmer die Arbeit erleichtern und ihn zwingen, alle Zeiten und Vorgänge aufzunehmen, die für die Auswertung von Bedeutung sind. Auf ihre Ausarbeitung wird die größte Sorgfalt verwendet.

II. Ausführung von Arbeits- und Zeitstudien.

Es wurde bereits ausgeführt, daß reine Arbeitsstudien im Eisenbahnbetriebsdienste nicht den gleichen Wert haben können wie in der mechanischen Industrie, weil einmal der Arbeitsanfall zeitlich festgelegt ist und die einzelnen Arbeitsgänge einander nicht in gleicher Regelmäßigkeit und unter gleichen äußeren Voraussetzungen folgen, und zum anderem, weil das reine Zeitlohnsystem nicht gestattet, auch dem Arbeitnehmer einen Vorteil von den Arbeitsstudien zu bringen. Weit wichtiger ist es daher, Arbeits- und Zeitstudien zu einer genauen Analyse der Betriebsvorgänge zu verwenden und die Untersuchungen so durchzuführen, daß eine Prüfung der Arbeitsleistungen gewissermaßen als Nebenerfolg mit abfällt. Zunächst muß der ganze Stand eines Betriebes durch eine allgemeine betriebswissenschaftliche Analyse auf eine gewisse Höhe gebracht werden, ehe an die Verfeinerung einzelner Arbeitsgänge durch Zeit- und Arbeitsstudien herantreten werden sollte. Auch in der mechanischen Industrie findet heute eine Neuordnung nach dieser Richtung hin statt (Fließarbeit).

Eine Analyse von Betriebsvorgängen erfordert eine ungleich größere Vorbereitung als die reiner Arbeitsvorgänge, da es unbedingt notwendig ist, daß die die Aufnahme ausführenden

Zeitstudienbeamten mit den Aufgaben und dem Wesen der zu untersuchenden Anlage genau vertraut sind. Je gründlicher die Einarbeitung, um so wertvoller werden die Ergebnisse sein. Es liegt auf der Hand, daß derartige langwierige Vorarbeiten nicht nur für irgend eine Sonderaufgabe ausgenutzt werden dürfen, sondern daß dann möglichst die ganze Anlage einer eingehenden betriebswissenschaftlichen Prüfung unterzogen werden sollte. Dies lohnt sich natürlich zunächst nur für die Hauptbetriebspunkte, für die auch die Mittel freigemacht werden können, um die kleineren baulichen Veränderungen durchzu-



Abb. 1 a. Zeitaufnehmerausrüstung.

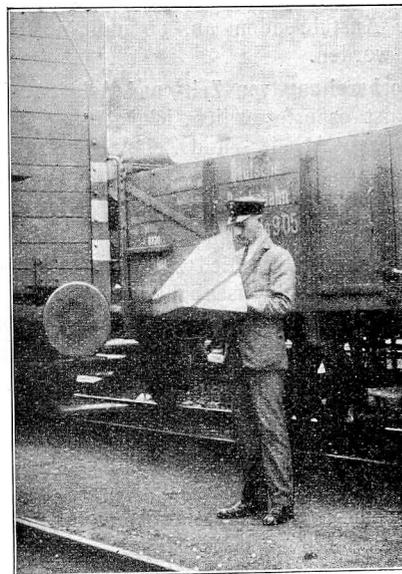


Abb. 1 b. Zeitaufnehmerausrüstung mit Schutzblech.

führen, die sich durch die Arbeits- und Zeitstudien als notwendig ergeben. Ein solches Vorgehen bietet den Vorteil, daß nicht Ergebnisse gezeitigt werden, die zwar für einen bestimmten Teilbetrieb mit geringen Kosten eine Leistungssteigerung oder eine Personalarparnis bringen, aber an anderen Stellen einen solchen Mehraufwand erfordern, daß eine angemessene Verzinsung des benötigten Kapitals nicht mehr eintritt. Grundsätzlich sollten derartig genaue, betriebswissenschaftliche Untersuchungen jedem größeren Umbau vorangehen. Z. Zt. werden im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden

die Verschiebebahnhöfe einer derartig eingehenden betriebswissenschaftlichen Prüfung unterzogen. Nach örtlichen Vorbeobachtungen in dem zu untersuchenden Teilbetrieb wird zunächst mit einem vorläufigen Beobachtungsbogen eine Probeaufnahme ausgeführt. Diese wird zeichnerisch und rechnerisch ausgewertet, sodann wird der endgültige Beobachtungsbogen für die Zeitnehmer aufgestellt. Die in Frage kommende Belegschaft des Bahnhofs sowie die Beamten- und Betriebsvertretung wird von der beabsichtigten Aufnahme, ihrem Zweck und ihrer Durchführung genau unterrichtet, um Verständnis für derartige Untersuchungen zu erwecken und um nachträgliche Einsprüche nach Möglichkeit auszuschließen. Betriebsaufnahmen werden grundsätzlich über 24 Stdn., wenn möglich an Tagen starken Verkehrs, durchgeführt. Sie werden u. U. unter anderen äußeren Voraussetzungen (bei verschiedenen Witterungsverhältnissen, bei schwachem Verkehre oder dergl.) wiederholt, um ein möglichst einwandfreies Bild von den betrieblichen Vorgängen zu erhalten.

Die Auswertung der Aufnahme ist Sache des Büros. Für die Auswertung selbst lassen sich bestimmte Richtlinien nicht aufstellen; sie muß so durchgeführt werden, wie es für das zu untersuchende Teilgebiet gerade zweckmäßig ist. In den meisten Fällen ist eine Aufzeichnung der Ergebnisse in verschiedenfarbiger Darstellung vorteilhaft, da hierdurch besser als durch Tabellen die inneren Zusammenhänge der verschiedenen betrieblichen Teilhandlungen erkennbar werden. Für die Beurteilung von Leistungen ist die Wahl einer angemessenen Zeiteinheit von großem Werte. Im allgemeinen wird z. Zt. die Leistungsfähigkeit bestimmter Teilpunkte, z. B. eines Ablaufberges, auf den 24-Studentag als Einheit bezogen. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß sich die menschlichen Arbeitsleistungen und die Betriebsvorgänge im allgemeinen in einem 24-stündigen Kreislaufe wiederholen. Ein Vergleichen von Tagesleistungen ist jedoch für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nicht geeignet, weil sich z. B. schon zwischen Tag- und Nacharbeit erhebliche Unterschiede ergeben. Es ist notwendig, auf kleinere Zeiteinheiten zuzukommen. Im hiesigen Bezirke werden aus diesem Grunde wenn möglich die Leistungen auf die Stunde als Einheit bezogen, und es wird im folgenden gezeigt werden, welche wertvollen Schlüsse Vergleiche von stündlichen Leistungen gestatten.

Eine Hauptaufgabe der Auswertung besteht in der Berechnung der Selbstkosten des untersuchten Teilbetriebes. Die hierbei auftretenden grundsätzlichen Fragen sind in nachstehendem Beispiele gestreift. Die größten Schwierigkeiten für die wissenschaftliche Betriebsführung beginnen mit dem Umsetzen der theoretisch gefundenen Ergebnisse in die Praxis, woran die Zeitstudienbeamten grundsätzlich beteiligt werden sollten. Verhältnismäßig leicht lassen sich gewöhnlich Änderungen in der Betriebsführung durchsetzen, wenn bauliche Veränderungen vorangehen. Am schwierigsten liegen die Verhältnisse dort, wo Kräfte eingespart und die bisherigen Arbeiten durch Mehrleistungen der Restbelegschaft übernommen werden müssen. In solchen Fällen muß mit großem Geschick vorangegangen werden. Es zeigt sich immer wieder, daß es nicht möglich ist, die Einführung wirtschaftlicher Arbeitsweisen von der Frage der Entlohnungsform zu trennen. Der Zeitlohn, wie er im Betriebsdienste noch vorherrschend ist, setzt den Arbeiten der wissenschaftlichen Betriebsführung eine schwer übersteigbare Schranke, weil die Möglichkeit fehlt, eine Steigerung der Arbeitsleistungen durch erhöhten Anreiz zur Arbeit zu erreichen. Wenn daher betriebswissenschaftliche Untersuchungen auf die Dauer von Erfolg sein sollen, ist es notwendig, Entlohnungsarten einzuführen, die für Mehrleistungen einen Mehrlohn gewähren und dabei den Sonderverhältnissen jedes Bahnhofes gerecht werden.

Ein auf wissenschaftlicher Grundlage umgestellter Betrieb kann nur dann auf der Höhe gehalten werden, wenn alle beteiligten Beamten im Sinne wissenschaftlicher Betriebsführung

weiterarbeiten. Es ist daher unbedingt notwendig, daß zum mindesten die Leiter der größeren Bahnhöfe die Grundgedanken wissenschaftlicher Betriebsführung kennen und in der Lage sind, die durch die genauen Zeit- und Arbeitsstudien geleistete Arbeit verständnisvoll weiterzuführen. Das Endziel wissenschaftlicher Betriebsführung ist — darüber sollte von Anfang an Klarheit bestehen — nur durch Erziehung der gesamten Belegschaft zu wirtschaftlichstem Arbeiten erreichbar.

III. Beispiel einer betriebswissenschaftlichen Untersuchung im Verschiebedienste.

Nachstehend soll an einem Beispiele die Durchführung und Auswertung einer betriebswissenschaftlichen Aufnahme gezeigt werden, durch die der Wirkungsgrad und die Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung sowie deren Einfluß auf den Wagenumlauf und die Ausnutzung der Einfahrtgleise im Verschiebebahnhöfe Dresden-Friedrichstadt festgestellt werden sollten. Die Untersuchung liegt etwa 1½ Jahr zurück; die Ergebnisse sind zum größten Teil in die Praxis umgesetzt und haben sich bewährt.

A. Beschreibung der betrieblichen Arbeiten in den Einfahrtgleisen (Zustand vor Beginn der Zeit- und Arbeitsstudien).

Der in die Einfahrtgleise eingefahrene Zug macht eine verkehrliche und eine betriebliche Behandlung durch. Durch Voruntersuchungen wurde festgestellt, daß die verkehrlichen Arbeiten sich innerhalb der für die betrieblichen Arbeiten notwendigen Zeit ausführen lassen und einen hemmenden Einfluß auf diese und damit auch auf den Wagenumlauf nicht ausüben brauchen.

Die betriebliche Behandlung des eingefahrenen Zuges bestand:

- a) im Abkuppeln der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen,
- b) in der Abfahrt der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen,
- c) im Umsetzen der dringenden Spitzenwagen (Eilgut, Vieh usw.), die den Bahnhof nicht auf dem gewöhnlichen Wege über den Ablaufberg durchfahren,
- d) in der Untersuchung jedes Wagens auf Beschädigungen, der Beseitigung kleinerer Schäden an Ort und Stelle oder der Zuweisung der Wagen an das Bahnbetriebswagenwerk (sog. wagentechnische Untersuchung),
- e) in der Prüfung der Bremseinrichtungen und Bremsleitungsrohre (sog. bremstechnische Prüfung), der Beseitigung kleinerer »Luftschäden« an Ort und Stelle oder der Zuweisung der Wagen an das Bahnbetriebswagenwerk,
- f) in der Entkupplung der Bremsschlauchverbindungen,
- g) im Einhängen der Notkupplungen für die Schleppfahrten.

Das Abkuppeln (a) und die Abfahrt (b) der Zuglokomotive mit Packmeisterwagen sowie das Umsetzen der dringenden Spitzenwagen (c) übt auf die übrigen betrieblichen Arbeiten (d bis g) im allgemeinen keinen hemmenden Einfluß aus. Diese Vorgänge werden daher nachstehend nicht weiter behandelt. Ihre genaue Untersuchung ist aber wegen der hohen Kosten der Sonderbehandlung dringender Wagen für alle Verschiebebahnhöfe eine außerordentlich wichtige Frage.

Die wagentechnische Eingangsuntersuchung (d) wurde auf dem Untersuchungsbahnhöfe zusammen mit der bremstechnischen Eingangsprüfung (e) vorgenommen. Vier je drei Mann starke Arbeitskolonnen waren in der Weise eingesetzt, daß ein Mann in der Hauptsache die bremstechnische und die anderen beiden Leute die wagentechnische Prüfung ausführten. Wenn die wagentechnische Untersuchung früher beendet war als die bremstechnische, so unterstützten die »Wagen«-meister den »Luft«-meister und umgekehrt. Die praktische Durchführung

der wagen- und bremstechnischen Untersuchungen wird im folgenden nur gestreift, die Organisation und der Wirkungsgrad der Arbeiten dagegen eingehender behandelt.

Das Entkuppeln der Luftschlauchverbindungen (f) kann erst nach Beendigung der bremstechnischen Prüfung vorgenommen werden, ist also von dieser in stärkstem Maße abhängig. Die Notkupplungen mußten in dem luftgebremst eingefahrenen Zugteile eingehängt werden, da die Schleppzüge ohne Luftbremsung auf den Berg gefahren und die Schleppfahrten als Fahrten auf die freie Strecke angesehen wurden.

B. Beschreibung der Zeit- und Arbeitsstudien.

Die zu erfassenden Vorgänge zerfielen in solche, die

a) sich bei jedem Zuge regelmäßig und in gleichen Zeiten für die Einheit wiederholten (Lösen der Luftschlauchverbindungen, Einhängen der Notkupplungen), und in solche, die

b) bei jedem Zuge verschieden waren (Sperrung des Gleises bis zur Beendigung der Einfahrt, brems- und wagentechnische Untersuchung, Umsetzen von Wagen).

Die Untersuchungen bei a) konnten auf einzelne Züge beschränkt werden. Der gleiche Vorgang wurde bei guter Arbeitsausführung bei mehreren Zügen genau aufgenommen. Aus den Einzelbeobachtungen wurden Mittelwerte — Normen — gebildet, die allgemeine Gültigkeit haben. Die Untersuchungen bei b) brachten dagegen bei jedem Zuge — je nach Zusammensetzung und Art und Umfang der gefundenen Schäden — ein anderes Bild.

Da die Untersuchungen neben der Feststellung des Einflusses der betrieblichen Arbeiten auf den Wagenumlauf und der Belegung der Einfahrgleise auch einen Überblick über die Ausnutzung der an den Einfahrzügen tätigen Mannschaften geben sollten, wurde die Analyse mittelbar in der Weise durchgeführt, daß in einem 24stündigen Zeitraum sämtliche in den Einfahrgleisen gleichzeitig beschäftigten einzelnen Leute, Mannschaftsgruppen oder Verschubmaschinen arbeitswissenschaftlich aufgenommen wurden. Ein Bild über den Aufenthalt und die Arbeiten an den einzelnen Zügen ergab sich dann durch zeitliches Nebeneinanderreihen der einzelnen Aufnahmen, wobei natürlich darauf zu achten war, daß alle im Zuge selbst liegenden Faktoren, die auf die betrieblichen Arbeiten von Einfluß sind, vollständig mit erfaßt wurden. Die Aufschreibungen über die Dauer der Gleisbesetzung (Annahme des Zuges, Ende der Zugeinfahrt, Beginn und Ende der Schleppfahrt) wurden vom Fahrdienstleiter der maßgebenden Stellerei, die übrigen Aufschreibungen durch besondere Zeitnehmer vorgenommen.

Die Einzelaufschreibungen wurden zeichnerisch aufgetragen. Auf den Abb. auf Taf. 21 ist ein achtstündiger Ausschnitt der Aufnahmen zu ersehen.

Abb. 1, Taf. 21 enthält

- einen Gleisbesetzungsplan der 16 Einfahrgleise, in dem die gesamte Aufenthaltszeit jedes Zuges in einzelne — im Original verschiedenfarbig dargestellte — Zeitabschnitte zerlegt ist.
- Unter dem Gleisbesetzungsplane ist der Arbeitsplan der vier technischen Untersuchungskolonnen aufgetragen.
- Hierunter sind in ein Band alle im Gleisbesetzungsplane schwarz dargestellten Wartezeiten der Züge projiziert. Das letzte Band
- enthält den Arbeitsplan der Kuppler.

In Abb. 2 und 3, Taf. 21 stellen die Abszissen die acht Stunden des in Abb. 1 dargestellten Teilausschnittes dar.

Als Ordinaten sind in

Abb. 2 die Stärke und Zusammensetzung und in

Abb. 3 die Aufenthaltszeiten der eingefahrenen Züge aufgetragen.

Zu 2: Die Ordinaten sind im Original wiederum verschiedenfarbig unterteilt. Von der Abszissenachse aus nach unten sind die Packwagen und die dringenden Wagen (Eilgut, Vieh usw.), die sofort nach der Einfahrt weggesetzt wurden — für eine Eingangsbehandlung also ausschieden —, aufgetragen. Um vergleichbare Zugstärken zu erhalten, sind diese Wagen oben wieder angesetzt worden.

Zu 3: Die Abb. 3, Taf. 21 enthält als Ordinaten die gleichen Zeiten und Farben wie der Gleisbesetzungsplan Abb. 1, Taf. 21. Die Ordinaten schneiden die Abszissenachse in dem Zeitpunkte, als die Einfahrt erfolgte.

C. Auswertung der Aufnahmen.

1. Zugeingang.

Der durchschnittliche stündliche Zugeingang, der in Textabb. 2 oben dargestellt ist, schwankt stark. Während in den Stunden von 12⁰⁰ nachts bis 12⁰⁰ mittags im Mittel stündlich 2,1 Züge einfahren, steigt diese Zahl von 12⁰⁰ mittags bis 12⁰⁰ nachts auf 4,3 Züge in der Stunde.

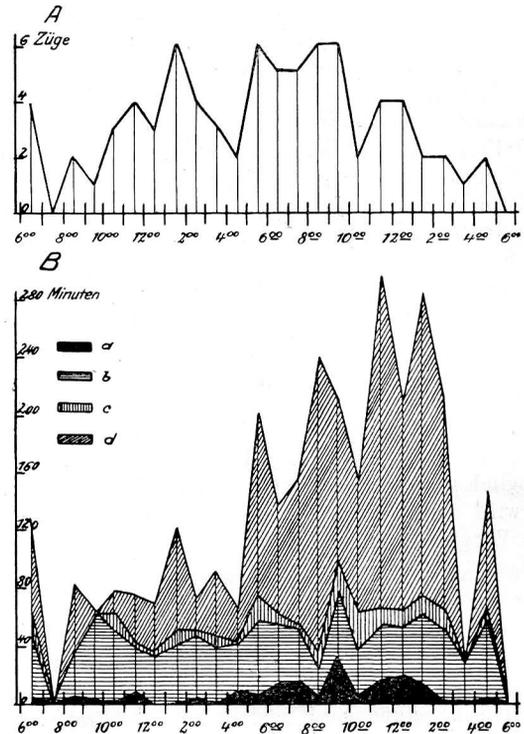


Abb. 2.

A = durchschnittlicher stündlicher Zugeingang.
B = durchschnittlicher stündlicher Aufenthalt der Züge in der Einfahrgruppe.

- Zeit für Warten auf Behandlung.
- Zeit für technische Untersuchung.
- Zeit für Kupplerarbeit.
- Zeit für Warten auf Abschleppen.

Nachstehend wird untersucht, wie sich der unregelmäßige Zugeingang auf die Aufenthaltsdauer der Züge in den Einfahrgleisen und auf die Ausnutzung der Einfahrgleise auswirkt.

Die tatsächliche Aufenthaltsdauer der Züge ist in Stundenmitteln aus Abb. 2 B zu ersehen. Sie betrug im Gesamtdurchschnitt 155,7 Min. = rund $2\frac{1}{2}$ Std. von 5⁰⁰ morgens bis 5⁰⁰ nachm. 71,0 » = » $1\frac{1}{4}$ » » 5⁰⁰ nachm. bis 5⁰⁰ morgens 191,0 » = » $3\frac{1}{4}$ »

Die Beziehungen zwischen Zugeingang und Zugaufhaltsdauer ergeben sich aus Abb. 2 A und 2 B. Der starke Zulauf

in der Zeit von 1⁰⁰ bis 2⁰⁰ mittags wirkt sich infolge schwachen Zulaufs zwischen 3⁰⁰ und 5⁰⁰ nachmittags auf die Aufenthaltsdauer verhältnismäßig wenig aus. Dagegen läßt der nach 5⁰⁰ nachmittags einsetzende, über fünf Stunden anhaltende starke Zueingang die Aufenthaltsdauer stark emporschnellen. Erst fünf Stunden später tritt eine merkbare Abnahme der durchschnittlichen stündlichen Aufenthaltsdauer ein.

Die Gesamtaufenthaltsdauer ist in Abb. 2 B unterteilt in Zeiten für Warten auf Behandlung, technische Untersuchung, Kupplerarbeit und Warten auf Abschleppen. Die für die betriebliche Eingangsbehandlung notwendige Aufenthaltsdauer ergibt sich durch Summierung der Zeiten für technische Untersuchung und für Kupplerarbeit. Sie ist in den einzelnen Stunden ungefähr gleich, im Mittel etwa 40 Minuten.

Abb. 2 B zeigt ferner, daß die schwarz dargestellte Wartezeit auf Behandlung sehr gering war. Sie betrug im Tages-

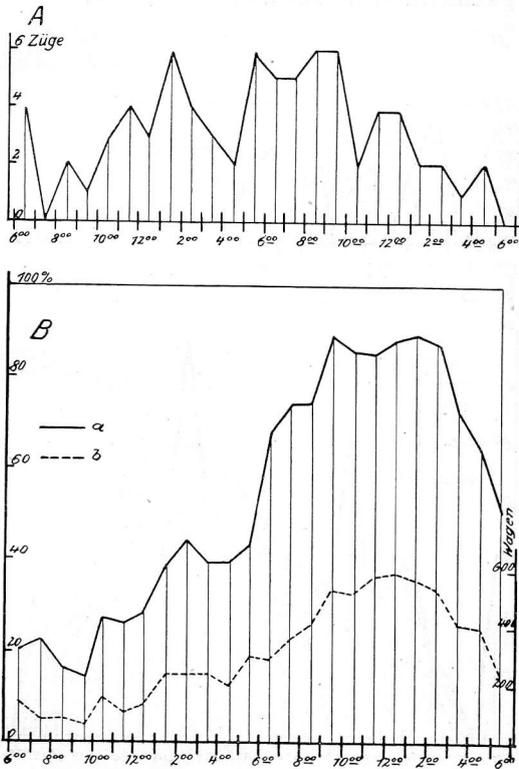


Abb. 3.

A = durchschnittlicher stündlicher Zueingang.

B = Ausnutzung der Einfahrgruppe.

a = stündliche Besetzung der Einfahrgruppe in 0/0.

b = Linie des Wagenbestandes in der Einfahrgruppe (aus Abb. 4).

durchschnitt nur wenige Minuten und stieg nur in den Stunden stärksten Zulaufs vorübergehend auf 30 Minuten an. Der Hauptteil der Zugaufenthaltsdauer in den Einfahrgleisen fiel auf das Warten auf Abschleppen. Abb. 2 B läßt deutlich erkennen, wie ungünstig sich der in den Stunden von 5⁰⁰ bis 10⁰⁰ abends stark gebündelte Zulauf in den Nachtstunden auswirkte. Während von 5⁰⁰ morgens bis 5⁰⁰ nachmittags die Züge im Durchschnitt nur 30 Minuten abschleppbereit in der Einfahrgruppe standen, beträgt die für den Wagenumlauf verlorene Wartezeit von 5⁰⁰ nachmittags bis 5⁰⁰ morgens 127 Minuten im Durchschnitt, mit Spitzen von über 3 1/2 Stunden.

Es ist ohne weiteres erklärlich, daß diese hohen Wartezeiten auf Abschleppen außerordentlich große Anforderungen an die Aufnahmefähigkeit der Einfahrgruppe stellen. Einen allgemeinen Überblick über die Ausnutzung der Einfahrgruppe gibt Abb. 3, auf der A wieder der stündliche Zueingang und

B der Prozentsatz der im Stundendurchschnitt besetzten Einfahrgleise aufgetragen ist. Es ist zu erkennen, daß nur in der Zeit von 9⁰⁰ abends bis 4⁰⁰ morgens eine mehr als 80/0ige Ausnutzung der Einfahrgruppe vorhanden ist, während im Tagesmittel die Ausnutzung nur etwa 30/0 und im Gesamtmittel nur etwa 55/0 beträgt. Bei regelmäßigem Zuflusse könnte die jetzt aus 16 Gleisen bestehende Einfahrgruppe mit etwa 9 Gleisen den gesamten Zulauf bewältigen. Die starke Bündelung des Zulaufes in der Zeit zwischen 5⁰⁰ und 10⁰⁰ abends ist zum größten Teil auf die mangelnde Leistungsfähigkeit der Zufuhrstrecken und der Sammelbahnhöfe zurückzuführen. Beim Vergleich der Behandlungskosten von verschiedenen Verschiebeshöfen, bei dem auch die Unterhaltung und Verzinsung der vorhandenen Gleisanlagen in Rechnung gestellt wird, ist vorstehende Feststellung unbedingt zu berücksichtigen. Die aus Abb. 4 in Abb. 3 übertragene Linie des stündlichen Wagen-

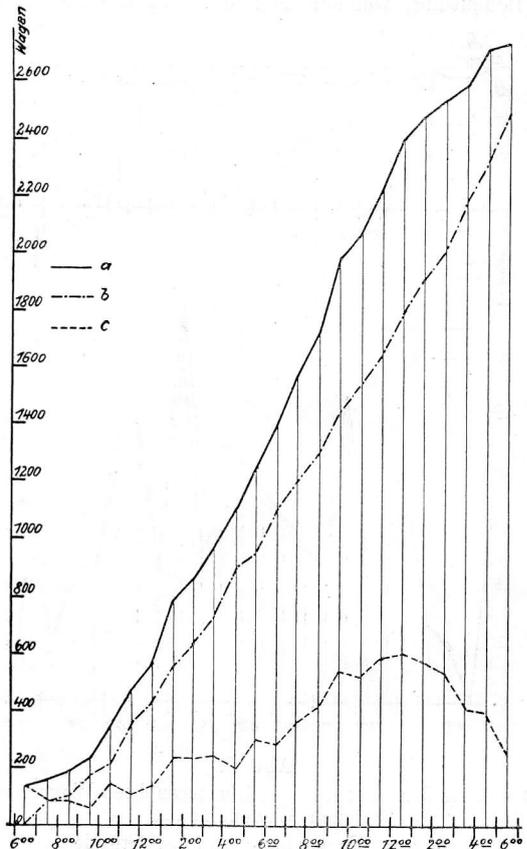


Abb. 4.

a = Wagenzulauf. b = Wagenabfluß. c = Wagenbestand.

bestandes in die Einfahrgruppe zeigt den gleichen Verlauf wie die Linie, die die Besetzung der Einfahrgruppe angibt.

2. Der Wagenzu- und -abfluß.

Auf Abb. 4 sind als Summenlinien die im Beobachtungszeitraum zugeflossenen (abzüglich der in der Einfahrgruppe sofort nach der Einfahrt weggesetzten) und die abgeschleppten Wagen dargestellt. Die Ordinatendifferenzen geben den Wagenbestand in den Einfahrgleisen an, der von der Abszissenachse aus nochmals aufgetragen ist. Der durchschnittliche Wagenbestand schwankte stark. Von im Mittel 100 Wagen in den Vormittagsstunden stieg er auf über 200 Wagen in den Nachmittagsstunden an, um in der Zeit von 9⁰⁰ bis 3⁰⁰ nachts mit über 500 Wagen seinen höchsten Stand zu erreichen. Die Summenlinie der abgeschleppten Wagen ist ziemlich genau eine Gerade, ein Beweis dafür, daß die Ablaufanlage mit großer Regelmäßigkeit gearbeitet hat.

3. Beziehungen zwischen Wagenzulauf und Eingangsbehandlung.

In Abb. 5 B sind in der Linie a die in den einzelnen Tagesstunden zugeflossenen Wagen dargestellt; Linie b gibt an, welcher Teil der zugeflossenen Wagen durch die wagentechnische Untersuchung erfasst worden ist. Es zeigt sich, daß im allgemeinen von einem guten Wirkungsgrade der wagentechnischen Eingangsuntersuchung (vergl. Abb. 5 A) gesprochen werden kann. Nur in der Zeit zwischen 7⁰⁰ und 9⁰⁰ abends sinkt der Prozentsatz der wagentechnisch untersuchten Wagen unter 80 %. Dies ist darauf zurückzuführen, daß in dieser Zeit mehrere Züge aus den Zusatzanlagen zugeflossen sind, die gemäß besonderer Anweisung von der allgemeinen Wagenuntersuchung befreit waren, da die einzelnen Wagen bereits bei der Einfahrt in den Bahnhof erfasst worden waren.

Für die bremstechnische Eingangsuntersuchung ist von Bedeutung, welcher Teil der zugeflossenen Wagen an

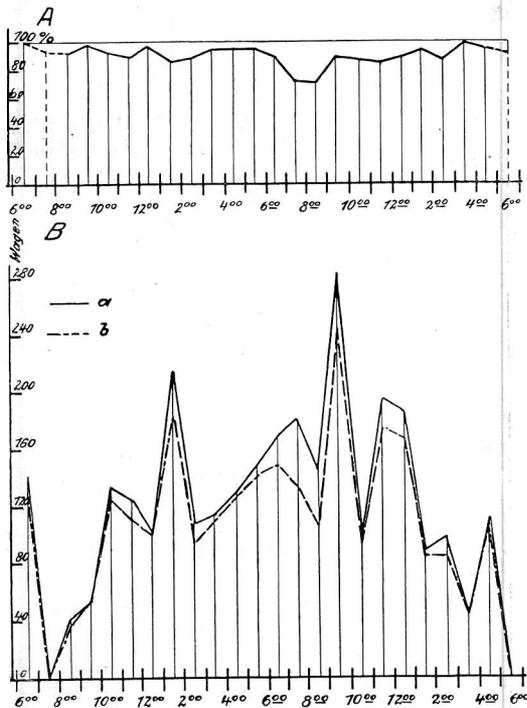


Abb. 5.

A = Prozentsatz der wagentechnisch untersuchten Wagen vom stündlichen Wageneingang.

B) a = Wageneingang in der Stunde.

b = hiervon wagentechnisch untersuchte Wagen.

die Luftleitung angeschlossen ist, also von der Eingangsuntersuchung überhaupt erfasst werden kann.

Es ergab sich, daß am Untersuchungstage 2914 Wagen in die Einfahrgleise eingefahren waren (100 %).

Von diesen waren

- 469 » = 16 % Fremdwagen.
- 2445 » = 84 % waren mit Bremsapparat oder Leitungsrohr ausgerüstet, aber nur
- 1434 » = 49 % waren an eine durchgehende Luftleitung angeschlossen. Von diesen wurden
- 104 » sofort nach der Einfahrt weggesetzt, so daß nur
- 1330 » = 54 % von 2445 Wagen überhaupt bremstechnisch untersucht werden konnten. Die restlichen
- 1115 » = 46 % von 2445 Wagen waren nicht prüfbar. Von den 1330 Wagen wurden durch die bremstechnische Eingangsuntersuchung tatsächlich erfasst

1107 » = 45 % von 2445 Wagen. Der Rest der prüfbaren, aber nicht untersuchten Wagen entfällt auf die Züge, die sofort nach der Ankunft aus betrieblichen Gründen abgeschleppt werden mußten.

Dieser schlechte Wirkungsgrad der bremstechnischen Eingangsuntersuchung ist auch aus Abb. 6 B zu ersehen, auf der die in den einzelnen Stunden zugeflossenen Wagen nach Fremdwagen, bremstechnisch ausgerüsteten Wagen und bremstechnisch geprüften Wagen unterteilt sind. Abb. 6 A gibt den Prozentsatz der bremstechnisch untersuchten Wagen von den bremstechnisch ausgerüsteten Wagen an. Es zeigt sich für die einzelnen Stunden des Beobachtungstages ein stark schwankender Linienverlauf, der im allgemeinen eine ungenügende Wirkung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung erkennen und die Frage nach dem Werte einer bremstechnischen Eingangsuntersuchung auf dem Untersuchungsbahnhofe ge-

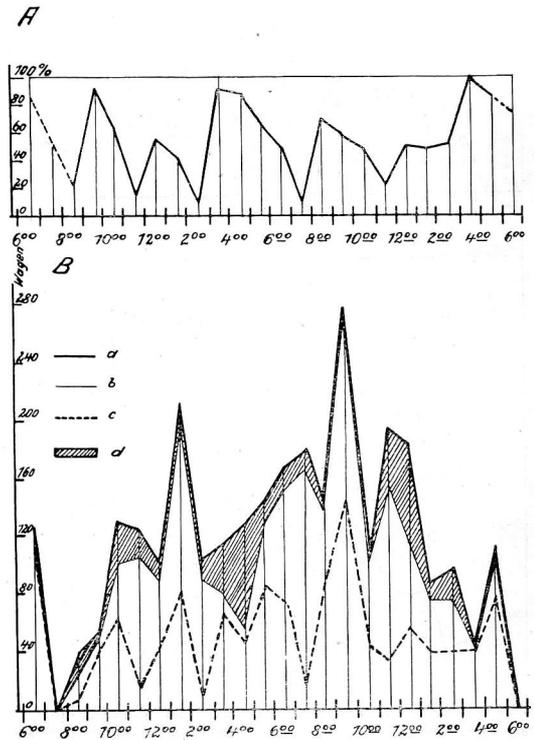


Abb. 6.

A = Prozentsatz der bremstechnisch untersuchten Wagen von den bremstechnisch ausgerüsteten Wagen.

B) a = Wageneingang in der Stunde.

b = hiervon bremstechnisch ausgerüstete Wagen.

c = hiervon bremstechnisch untersuchte Wagen.

d = Fremdwagen.

rechtfertigt erscheinen läßt. Um diese Frage überhaupt beantworten zu können, ist es zunächst notwendig, den Zweck der Eingangsuntersuchung festzustellen. Er besteht darin, zu verhindern, daß Wagen mit Fehlern am Bremsapparat oder Leitungsrohr in die Ausfahrgleise zulaufen, was dadurch erreicht werden soll, daß die ausgerüsteten Wagen in den Einfahrgleisen untersucht, kleinere Schäden an Ort und Stelle ausgebessert und Wagen mit größeren Bremschäden dem Betriebswagenwerk oder dem Ausbesserungswerk zugeführt werden. Dieser erstrebte Endzweck wird jedoch nur unvollkommen erreicht, weil einmal nur ein Teil der ausgerüsteten Wagen erfasst wird und weil zum anderen natürlich die Schäden nicht erfasst werden können, die einem Wagen erst beim Durchlauf durch den Verschiebebahnhof zustossen. Da nach vorstehenden Ergebnissen die Zahl der von der Eingangsuntersuchung nicht betroffenen Bremswagen ziemlich hoch ist

und erfahrungsgemäß sehr viele Bremsschäden gerade auf den Verschiebebahnhöfen entstehen, erscheint die Zweckmäßigkeit einer bremstechnischen Eingangsuntersuchung — wenigstens für den Beobachtungsbahnhof — zweifelhaft. Betriebliche Störungen in den Ausfahrgleisen infolge von Bremsschäden können nur dann eintreten, wenn ein Bremsschaden nicht sofort an Ort und Stelle in kürzester Zeit durch Ausbesserung oder Umschaltung auf Leitung beseitigt werden kann, oder wenn der betreffende Wagen zur Erfüllung der Bremsprocente gerade als Bremswagen gebraucht wird. Diese Fälle werden aber im allgemeinen nur selten eintreten und dürften keinesfalls für eine Beibehaltung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung sprechen. Denn nur wenn der fragliche Bremsschaden nicht erst beim Durchlauf des Verschiebebahnhöfes eingetreten, sondern bereits an einem solchen Eingangswagen vorhanden gewesen wäre, den die Eingangsuntersuchung erfaßt hätte, könnte von Nachteilen durch den Wegfall der Eingangsuntersuchung überhaupt gesprochen werden.

4. Die Leistungen des Personals bei der betrieblichen Eingangsbehandlung.

In Abb. 7 ist dargestellt, welche Zeiten des Dienstes, vom gesamten Untersuchungspersonale in den einzelnen Stunden auf

- a) Arbeit in der Einfahrgruppe,
- b) Warten,
- c) Aufenthalt im Dienstraum oder Arbeit auf anderen Bahnhofsteilen

entfielen.

Der Verlauf der Arbeitszeitlinie läßt deutlich erkennen, daß die Untersuchungskolonnen mit ihren eigentlichen Aufgaben zeitweilig ganz ungenügend beschäftigt gewesen sind. Wie schwierig eine vorteilhafte Verwendung der Untersuchungskolonnen ist, geht aus Abb. 1, Taf. 21 hervor. Ein Vergleich der Bänder b und c zeigt, daß häufig mehrere Züge nicht untersucht in den Einfahrgleisen standen, während eine oder mehrere Kolonnen unbeschäftigt waren (Zusammentreffen von schraffierten oder weißen Streifen bei b mit schwarzen Streifen bei c). Im Mittel war jede der vier Kolonnen stündlich nur 37 Minuten mit brems- und wagentechnischen Untersuchungsarbeiten beschäftigt, bei Schwankungen von 9,5 Min. bis 54,0 Min. Auffällig sind die zum Teil bis zu 15 Min. in der Stunde betragenden Wartezeiten und Wege (weiß). Diese sind in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß die in der 16 Gleise zählenden Einfahrgruppe arbeitenden Kolonnen ohne jede Verbindung mit dem Fahrdienstleiter standen. Der Dienstplan, der vorschreibt, welche Züge zu untersuchen sind, kann bei Zugverspätungen nicht eingehalten werden. Es müssen dann häufig nach längeren Wartezeiten andere Züge, als dienstplanmäßig vorgesehen, in Arbeit genommen werden, wobei teilweise große Wege zurückzulegen sind, da die Einfahrgleise nicht der Reihe nach aufgefüllt und abgezogen werden können. Die fehlende Verbindung der Kolonnen mit dem Fahrdienstleiter kann auch leicht zu Unfällen führen, da es namentlich bei Nacht vorkommen kann, daß ein Zug abgeschleppt wird, bevor die Untersuchungskolonne ihre Arbeit beendet hat. Die Zeit für schriftliche Arbeiten im Aufenthaltsraum, die am Beobachtungstage 22% ausmachte, ist vom Standpunkte einer wissenschaftlichen Betriebsführung aus nicht vertretbar. Meldungen usw. müssen unbedingt von besonderen Kräften geschrieben werden.

Aus dem Verlaufe der Arbeitszeitlinie (Abb. 7) war zu erwarten, daß auch die Leistungen in den verschiedenen Stunden stark schwankten.

In Abb. 8 sind die in den einzelnen Stunden wagentechnisch untersuchten Wagen aufgetragen. Ihre Zahl schwankt — entsprechend den Schwankungen im Wageneingang (vergl. Abb. 5) — von 15 bis 213 Wagen in der Stunde; im Mittel wurden stündlich $\frac{2605}{24} = 109$ Wagen von vier Unter-

suchungskolonnen oder 27 Wagen von einer Kolonne untersucht. Auf einen Wagen entfielen also im Mittel 2,2 Min. der Gesamtdienstzeit. Wichtiger als der Anteil der Gesamtdienstzeit erscheint jedoch die Feststellung der tatsächlichen Untersuchungs-dauer für einen Wagen, die in der Linie c dargestellt

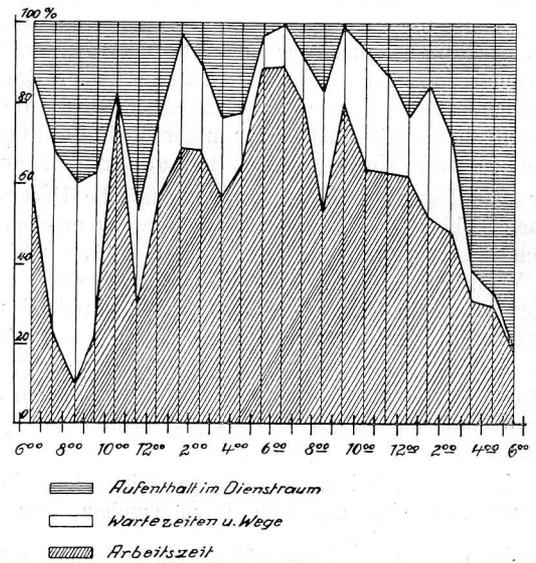


Abb. 7.

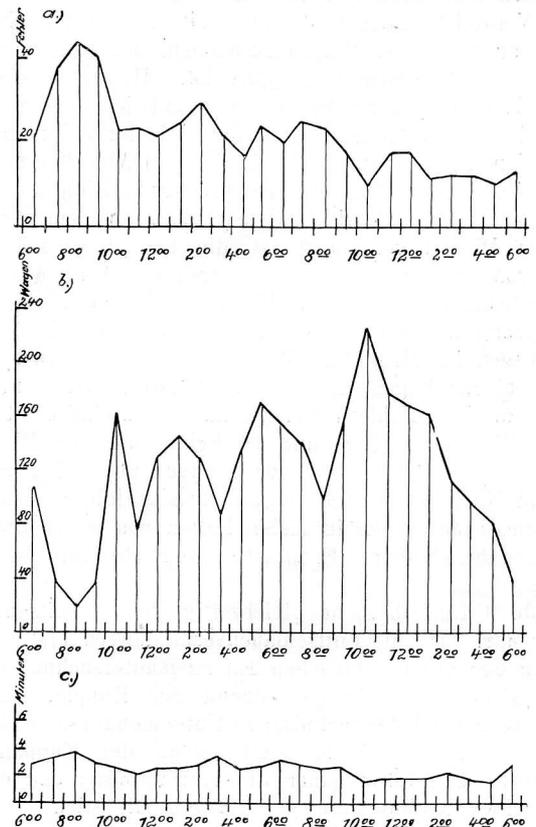


Abb. 8.

- a) Anfall von wagentechnischen Fehlern in der Stunde, auf 100 Wagen bezogen.
- b) Wagentechnisch untersuchte Wagen in der Stunde.
- c) Untersuchungszeit für einen Wagen in Minuten.

ist. Bei Prüfung dieser Linie muß berücksichtigt werden, daß gewisse Unterschiede dadurch eintreten, daß die Untersuchungskolonne die Wagen nicht nur untersucht, sondern daß sie auch kleinere Schäden gleich an Ort und Stelle ausbessert. Die hierauf entfallenden Zeitanteile wurden durch die Zeitaufnahme

nicht mit erfasst. Im Gesamtmittel betrug die tatsächliche Behandlungsdauer für einen Wagen einschliesslich der Ausbesserung kleiner Fehler an Ort und Stelle sowie Bezettelung und Buchung 1,2 Min. Der Unterschied gegen 2,2 Min. (Anteil der Gesamtdienstzeit für einen untersuchten Wagen), also 1,0 Min., gibt den auf einen Wagen entfallenden Anteil für Arbeiten in anderen Bahnhofsteilen, für schriftliche Arbeiten im Aufenthaltsraum, Wege, Wartezeiten usw. an. Dieser betrug demnach 83 % der reinen Behandlungsdauer. Die c-Linie läßt deutlich erkennen, wie bei drängender Arbeit die Untersuchungszeit abnimmt, so daß sogar in der Nacht bei künstlicher Beleuchtung kürzere Untersuchungszeiten auftraten als am Tage.

Der Anfall der durch die wagentechnische Untersuchung gefundenen Fehler ist aus Abb. 8, Linie a, zu ersehen. Hier zeigt sich ein grosser Unterschied zwischen Tag- und Nachtarbeit. Während im Tagesmittel bei 100 untersuchten Wagen 25 Fehler gefunden wurden, sind es im Nachtmittel nur 16. Der Unterschied von 50 % zwischen Nacht- und Tagarbeit wird dabei einmal auf das erschwerte Arbeiten bei künstlicher Beleuchtung, zum andern aber auch auf den grösseren Arbeitsanfall und dadurch bedingtes weniger gründliches Arbeiten zurückzuführen sein.

Die Leistungen bei der bremstechnischen Wagenuntersuchung sind aus Abb. 9 zu ersehen. Im Gesamtdurchschnitt wurden $\frac{1\ 248}{24} = 52$ Wagen in der Stunde untersucht.

Die grossen Schwankungen in den einzelnen Stunden hängen, wie ein Vergleich mit Abb. 6 ergibt, mit dem stark wechselnden Eingang an prüfbareren Wagen zusammen, der vollkommen unabhängig vom Gesamtwageneingang ist. Hieraus erklärt sich auch, daß, obwohl der »Bremsteiger« mit den beiden Wagenmeistern in einer Kolonne arbeitet, die Linie der auf einen Wagen entfallenden Untersuchungszeit (Linie c in Abb. 9) einen völlig anderen Verlauf hat, als die entsprechende Linie in Abb. 8. Dies weist darauf hin, daß es bei schwankendem Anfall an prüfbareren Wagen vorteilhaft ist, die bremstechnische Untersuchung von der wagentechnischen zu trennen. Am Beobachtungstage betrug die bremstechnische Untersuchungszeit, einschliesslich Ausbesserung kleinerer Schäden, Bezettelung und Buchung für einen Wagen im Mittel 1,9 Min. (ausschliesslich Ausbesserung usw. für einen Wagen im Mittel 1,4 Min.) Der Anfall von bremstechnischen Fehlern betrug im Durchschnitt 11 Fehler auf 100 Wagen am Tage und 10 Fehler auf 100 Wagen bei Dunkelheit. Es bestehen also nur geringe Unterschiede zwischen Tag- und Nachtarbeit, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß Bremsschäden sich in vielen Fällen von selbst durch das deutlich wahrnehmbare Entweichen von Preßluft bemerkbar machen.

Abb. 9 Linie b stellt gleichzeitig den Arbeitsanfall der Kuppler dar. Da die Luftschlauchverbindungen erst nach Beendigung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung getrennt werden können, ist die Ausnutzung der Kuppler eine noch schlechtere als die der technischen Untersuchungsmannschaften, wie aus Abb. 1, Taf. 21 »Arbeitsplan der Kuppler« klar hervorgeht. Das Lösen einer »Luftverbindung« und das Einhängen einer Notkupplung dauerte einschliesslich des Weges von Wagen zu Wagen bei einem Kuppler im Mittel 0,84 Min., so daß ein Zug mit 50 an die Luftleitung angeschlossenen Wagen erst 42 Min. nach Beendigung der bremstechnischen Eingangsuntersuchung zum Abschleppen fertig war.

D. Ergebnisse.

Die vorstehend durchgeführte Analyse der betrieblichen Eingangsbehandlung hat eine klare Erkenntnis der überhaupt zu leistenden betrieblichen Arbeiten, ihrer zeitlichen Dauer und ihres Einflusses auf den Wagenlauf, ferner einen Überblick über die Ausnutzung und die Leistungen der beteiligten Mann-

schaften sowie über den Wirkungsgrad der bremstechnischen Eingangsuntersuchung gebracht. Es zeigt sich, daß bei starkem Zulaufe wegen des gleichbleibenden Abflusses nach dem Ablaufberge lange Wartezeiten auftreten, die den Wagenlauf ungünstig beeinflussen und zahlreiche — im allgemeinen schlecht ausgenutzte — Einfahrgleise erforderlich machen.

Die wagentechnische Eingangsuntersuchung befriedigte zwar in bezug auf den Wirkungsgrad der erfassten Wagen; es ergab sich aber eine schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte ebenso wie eine mangelhafte Leistung infolge des schwankenden Zulaufs. Besserung ist dadurch möglich,

1. daß der Einsatz an Untersuchungskolonnen den wechselnden Anforderungen besser angepaßt wird. Aus Abb. 2 ist deutlich zu erkennen, daß die schwarzen Wartezeiten auf Behandlung in den verschiedenen Tagesstunden nur geringe Schwankungen aufweisen, ein Beweis dafür, daß selbst in den Stunden stärksten Zuzuges genug Kolonnen vorhanden

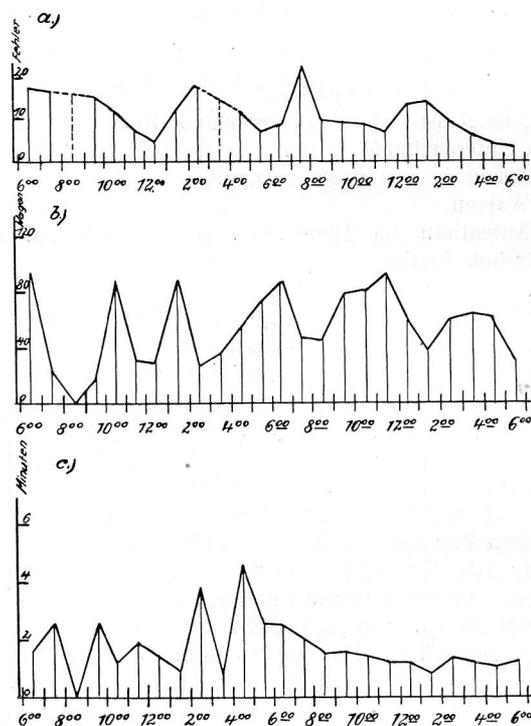


Abb. 9.

- a) Anfall von bremstechnischen Fehlern in der Stunde, auf 100 Wagen bezogen.
 b) Bremstechnisch untersuchte Wagen in der Stunde.
 c) Untersuchungszeit für einen Wagen in Minuten.

waren, um wenige Minuten nach der Einfahrt mit der Untersuchung beginnen zu können. Bei richtiger Ausnutzung der Untersuchungsmannschaften müßten die Zeiten — Warten auf Abschleppen — im Stundendurchschnitt etwa gleich groß sein, während die Zeitlinie — Warten auf Behandlung — den Schwankungen im Wageneingange entsprechend verlaufen müßte.

Der Arbeitsanfall ist durch die Linie des Wagenbestandes in den Einfahrgleisen Abb. 4 gegeben. Der Einsatz an Untersuchungskolonnen hätte sich also diesem Linienverlaufe anzupassen;

2. daß die Untersuchungskolonnen ausschliesslich Untersuchungsarbeit leisten. Die Zeit- und Arbeitsstudien ergeben, daß ein grosser Teil der Arbeitszeit in den Einfahrgleisen durch Aufschreiben der gefundenen Fehler (für statistische Zwecke) und durch Bezettelung der Wagen verloren geht. Da die Schadwagen im Bahnhof bleiben, würde es genügen, durch Kreideanschrift des Gleises, in dem die betreffende Schadwagengruppe gesammelt wird, eine für den Ablaufberg genügende

Kennzeichnung anzubringen. Alle schriftlichen Arbeiten für statistische Zwecke usw. könnten dann in dem Sammelgleise im Zusammenhang durch einen besonderen Aufschreiber in viel kürzerer Zeit vorgenommen werden;

3. das die Wartezeiten und Wege nach Möglichkeit verkürzt werden. Dies könnte dadurch erreicht werden, das die Gleise jeder Einfahrgruppe in möglichst regelmäßiger Reihenfolge besetzt werden. Ferner würde eine ständige Überwachung der Untersuchungskolonnen, die vollkommen selbständig arbeiteten, sowie die Anlage von Fernsprechverbindungen von verschiedenen Punkten der Einfahrgruppe zu dem Fahrdienstleiter oder dem Aufsichtsbeamten von Vorteil sein;

4. das die schriftlichen Arbeiten im Aufenthaltsraum entfallen, was bei dem unter 2. vorgeschlagenen Verfahren ohne weiteres möglich ist;

5. das die Ausführung von Ausbesserungsarbeiten jeder Art in der Einfahrgruppe eingeschränkt wird. Auch Wagen mit kleineren Schäden sollten in besonderen Gleisen ausgebessert und aus diesen auf schnellstem Wege dem Verkehre wieder zugeführt werden, was gerade auf Gefällsbahnhöfen ohne weiteres möglich ist. Die Arbeiten lassen sich in besonderen Ausbesserungsgleisen schneller und besser ausführen, weil sich z. B. durch Überdachung und ausreichende Beleuchtung, durch Bereitstehen von Baustoffen, Werkzeugen, Maschinenkraft oder besonderen Apparaten günstigere Arbeitsbedingungen schaffen lassen, als in den Einfahrgleisen. Es würde dann erreicht werden, das die Wagenumlaufzeit der Hauptmasse der Wagen nicht mehr, wie bisher, durch die Schadwagen unnötig verzögert wird.

Die bremstechnische Eingangsuntersuchung ergab sowohl einen unzureichenden Wirkungsgrad in bezug auf die überhaupt erfassten Wagen, als auch eine schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte bei mangelhaften Leistungen infolge schwankenden Arbeitsanfalles. Die oben für die wagentechnische Untersuchung gemachten Vorschläge haben auch für die bremstechnische Untersuchung Gültigkeit. Vorteilhaft erscheint eine vollständige Trennung von wagen- und bremstechnischer Untersuchung. Ferner wäre durch weitere Zeitaufnahmen zu prüfen, ob die in den Ausfahrgleisen verfügbare Zugfertigstellungszeit ausreicht, um eine eingehende bremstechnische Untersuchung in der Ausfahrgruppe vorzunehmen. Ist dies der Fall, so wäre es am wirtschaftlichsten, im Untersuchungsbahnhof auf die bremstechnischen Eingangsuntersuchungen ganz zu verzichten, zumal nachgewiesen ist, das ihr Wegfall dauernde betriebliche Nachteile kaum zur Folge haben kann.

Das ungünstigste Bild ergab sich bei den Kupplern, deren Arbeitsanfall außerordentlichen Schwankungen unterworfen war, und die daher die am schlechtesten ausgenutzte Gruppe der bei der betrieblichen Eingangsbehandlung beschäftigten Mannschaften bildeten. Abhilfe wurde dadurch erreicht, das das Lösen der Luftschlauchverbindungen und das Einhängen der Notkupplungen für die Bergfahrt überhaupt unterbleibt. Nachteile können hierdurch kaum entstehen, da für den Fall von Zugtrennungen ausreichende Sicherungsmaßnahmen geschaffen wurden. Auch auf dem Ablaufberge entsteht hierdurch keine Mehrarbeit. Bisher mußten hier die Notkupplungen wieder ausgehängt werden, während nunmehr die Luftschlauchverbindungen zwischen den Gruppen zu trennen sind, die den Bahnhof nicht geschlossen durchlaufen können.

E. Die Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung.

Unter »Kosten« werden im folgenden nur die unmittelbaren — örtlichen — betrieblichen Selbstkosten verstanden.

Die mittelbaren Selbstkosten für allgemeinen Verwaltungs- und Oberaufsichtsdienst der Bahnhofseileitung und der übergeordneten Stellen sowie die sächlichen Aufwendungen für Bahnunterhaltung, Beleuchtung, Heizung usw. wurden unbe-

rücksichtigt gelassen. Die nachstehend ermittelten Werte geben somit die Kosten an, die bei Wegfall der entsprechenden Leistungen unmittelbar als Ersparnisse anzusehen sind. Es wurde zunächst die Zahl der auf den verschiedenen Dienstposten ständig beschäftigten Leute und deren Gehaltsklasse oder Lohnstufe festgestellt. Sodann wurde auf Grund von Zeitaufnahmen ihr Anteil an den einzelnen Teilgebieten der Zugzerlegung bestimmt. Aus den Zeitanteilen und den Stundenkosten konnten die Kosten der einzelnen Arbeitsgänge ermittelt werden. Bei Mannschaften, die im Arbeiterverhältnis stehen, wurde der Stundenlohn aus dem Lohntarife entnommen; bei Gehaltsempfängern wurde er in der Weise ermittelt, das das monatliche Einkommen durch die Zahl der im Monatsdurchschnitt geleisteten Arbeitsstunden geteilt wurde. Die sozialen Zulagen wurden durch Anrechnung des Frauenzuschlages und der Zuschläge für zwei Kinder über zehn Jahre sowie des Ortszuschlages berücksichtigt. Ablösungen für Urlaub, Krankheiten usw. wurden dadurch in Ansatz gebracht, das zu dem errechneten Stundenlohne ein Zuschlag von 11 % gegeben wurde. Diese Berechnungsweise hat den Vorzug, das Vergleiche mit anderen Bahnhöfen auf einheitlicher Grundlage durchgeführt werden können.

Zunächst wurden die täglichen Gesamtkosten für einen Arbeitsgang, sodann aus den Gesamtkosten und der Gesamtzahl der behandelten Wagen die Behandlungskosten für einen Wagen im Tagesdurchschnitt errechnet. Wie einleitend bereits bemerkt wurde, reichen Tagesdurchschnittswerte jedoch nicht aus, um Leistungen und Aufwendungen kritisch beurteilen zu können. Dies ist erst möglich, wenn man die in einer Stunde entstehenden Kosten feststellt und mit den tatsächlichen Leistungen in dieser Stunde in Verbindung bringt, also die stündlichen Behandlungskosten eines Wagens ermittelt.

Die unmittelbaren Kosten der betrieblichen Eingangsbehandlung zerfallen

- a) in Kosten für die wagentechnische Untersuchung,
- b) in Kosten für die bremstechnische Untersuchung,
- d) in Kosten für das Kuppeln der luftgebremsten Zugteile.

Die Gesamtkosten der betrieblichen Eingangsbehandlung wurden zu 361,90 R.M. ermittelt. Da am Beobachtungstage insgesamt 2810 Wagen zugelaufen sind, ergeben sich die durchschnittlichen Kosten für die gesamte betriebliche Eingangsbehandlung eines Wagens zu 0,13 R.M.

Wenn man diesen Wert prüfen will, ist es notwendig, die Einzelkosten der verschiedenen Teilhandlungen zu untersuchen.

Zu a) und b). Die gesamte technische Untersuchungsmannschaft bestand am Beobachtungstage aus 36 Mann, und zwar in jeder Schicht aus vier Kolonnen von je drei Mann.

Jede Kolonne setzte sich aus zwei Wagenmeistern und einem Bremsmeister zusammen, so das insgesamt 24 Mann auf die wagentechnische und 12 Mann auf die bremstechnische Eingangsuntersuchung entfallen. Hierbei sind allerdings die seltenen Fälle nicht berücksichtigt, wo die Bremsmeister die Wagenmeister unterstützten und umgekehrt.

Da die Kolonnen zu allen Stunden des Beobachtungstages in gleicher Stärke vorhanden waren, berechnen sich die stündlichen Kosten der wagentechnischen Untersuchung zu

$$\left(312,40 \cdot \frac{24}{36} : 24 = 8,60 \text{ R.M. und die stündlichen Kosten der bremstechnischen Untersuchung zu } \left(312,40 \cdot \frac{12}{36} \right) : 24 = 4,30 \text{ R.M.} \right.$$

Die stündlichen Leistungen der wagentechnischen Untersuchungsmannschaften sind aus Abb. 8 zu ersehen. In Verbindung mit dem gleichbleibenden stündlichen Aufwande von 8,60 R.M. ergeben sich die Kosten der technischen Wagen-

untersuchung für einen Wagen an den verschiedenen Stunden des Beobachtungstages aus Linie a der Abb. 10. Diese zeigt einen außerordentlich stark schwankenden Verlauf. Die stündlichen

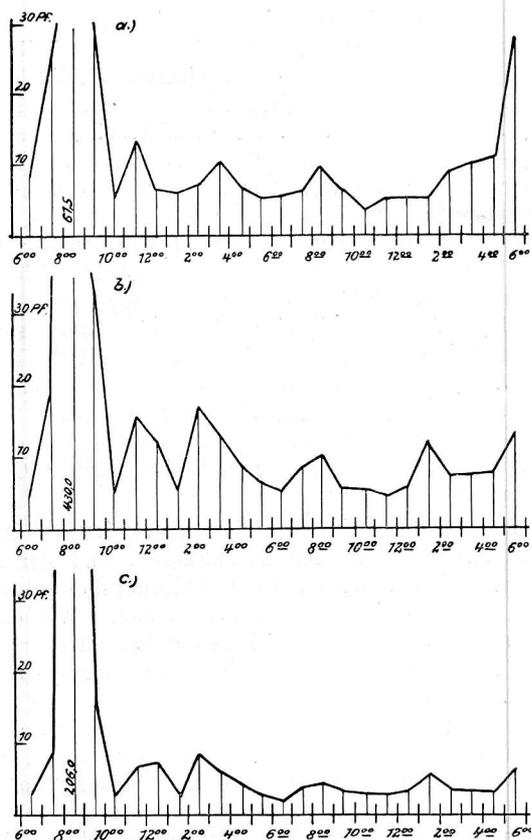


Abb. 10.

- a) Kosten der wagentechnischen Untersuchung.
 b) Kosten der bremsstechnischen Untersuchung.
 c) Kosten der Kupplerarbeiten in Pfennigen für einen Wagen.

Neue Verschiebeanlagen mit Gleisbremsen in Amerika.

Im Februar d. J. hat die Illinois Central-Bahn auf ihrem Verschiebebahnhof East St. Louis eine neue elektrische Gleisbrems-Anlage in Betrieb genommen, die von der Allgemeinen Eisenbahn-Signalmittel-Gesellschaft in Rochester, N.-Y., gebaut wurde. Es ist dies die zweite derartige Anlage in Amerika überhaupt und die erste, die rein elektrisch betrieben wird. Eine weitere, gleichartige Anlage baut dieselbe Bahn z. Zt. auf ihrem Südbahnhof in Chicago ein. Der Umbau der ganzen Anlage einschließlich umfangreicher Gleiserneuerungen kostete annähernd $5\frac{1}{2}$ Millionen \mathcal{M} . Nach überschlägiger Schätzung sollen dafür jährlich 670000 \mathcal{M} , entsprechend etwa 27,5% der jährlichen Betriebskosten gespart werden.

Der eigentliche Verteilungsbahnhof ist 1500 m lang und umfaßt 26 Gleise, von denen 20 als Richtungsgleise dienen und etwa 2000 Wagen aufzunehmen vermögen. Das Gefälle des Ablaufrückens ist zum Ausgleich der Witterungseinflüsse hydraulisch verstellbar. Nach dem Einbau der Gleisbremsanlage (siehe Textabb.) sollen nunmehr vier Mann genügen, um die ganze Anlage von vier Stellwerkstürmen aus zu überwachen und den Ablauf der Wagen mittels der Gleisbremsen und einer Anzahl ebenfalls elektrisch betätigter Bremschuhe so genau zu regeln, daß keinerlei Nachbehandlung der Wagen mehr erforderlich wird, sondern diese gleich nach dem Ablauf verkuppelt werden können. Die genannten vier Leute bedienen von den vier Stellwerken aus im ganzen 53 Gleisbremsen, 27 Weichen und 26 Bremschuhe und ersetzen damit sämtliche bisher beschäftigten Bremsler, Bremschuhleger und Weichensteller vollständig. Als Unterlage für die Bedienung der Stellwerke erhalten die Wärter Listen, auf denen für jeden zur Verteilung kommenden Zug die einzelnen Wagen der Reihe nach mit Eigentumsmerkmal und Nummer, Gewicht und Bestimmungsgleis aufgeführt sind. Nachträgliche Änderungen vermittelt eine Fernsprechanlage

Wagenbehandlungskosten betragen in den Vormittagsstunden etwa siebenmal soviel als in den Mittags- und Abendstunden. Ein ähnliches ungünstiges Bild ergibt sich für die bremsstechnische Untersuchung, deren stündliche Kosten für einen Wagen aus Linie b zu ersehen sind.

Beide Linien lassen erkennen, daß es unbedingt notwendig ist, die Untersuchungsmannschaften zur Verringerung der Kosten dem wechselnden Wageeingegeben anzupassen.

Die Tageskosten für die Kuppler einschließlichs des Aufsichtsdienstes beliefen sich auf 49,50 R.M., so daß — bei gleichbleibendem Personalstande — die Stundenkosten 2,06 R.M. betragen. Da der Arbeitsanfall der Kuppler dem der bremsstechnischen Untersuchungskolonnen entspricht, haben die Kostenlinien c und b einen ähnlichen Verlauf.

Als Ergebnis der Untersuchung wurde vorgeschlagen, die bremsstechnische Eingangsuntersuchung sowie das Aushängen der Luftschläuche und das Einhängen der Notkupplungen in den Einfahrgleisen ganz fallen zu lassen. Nimmt man an, daß bei Verlegung der bremsstechnischen Untersuchung in die Ausfahrgleise die jetzt dort tätigen Kolonnen in jeder Schicht um zwei Mann vermehrt werden müssen, so würde trotzdem noch eine tägliche Ersparnis von rund 52 R.M. — jährlich rund 15000 R.M. — eintreten. Der Wegfall der Kupplerarbeit in der Einfahrgleise hat keine Mehrleistungen an irgend einer anderen Stelle zur Folge, so daß der tägliche Aufwand von 40,80 R.M. voll als Ersparnis gebucht werden kann — jährliche Ersparnis rund 12000 R.M.

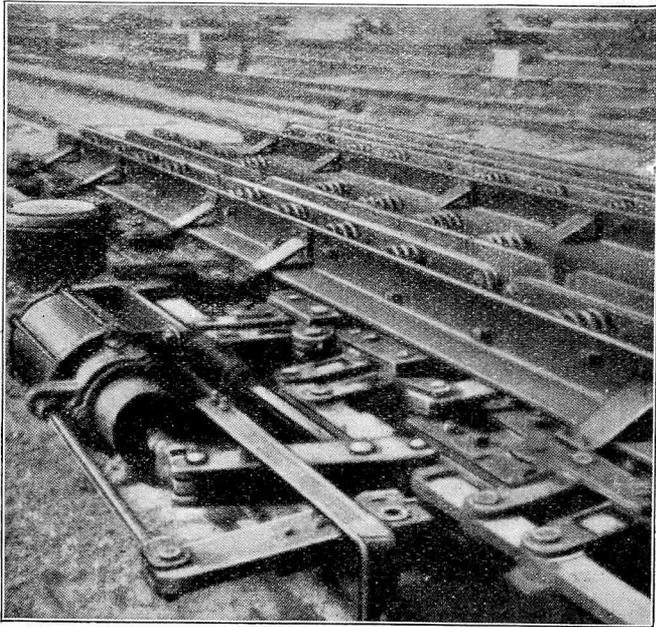
Vorstehende im Auszug wiedergegebene als betriebliche Analyse durchgeführte Untersuchung brachte somit in betrieblicher und auch in wirtschaftlicher Hinsicht wertvolle Ergebnisse. Die betrieblichen Erkenntnisse gaben Anregung zu weiteren Untersuchungen über die Verringerung der Wagenaufenthaltszeiten im Untersuchungsbahnhof durch Änderungen im Fahrplan und schufen gleichzeitig wertvolle Unterlagen für die Wagenübergangspläne. In wirtschaftlicher Beziehung wurde durch Beseitigung der Kupplerarbeit und durch Wegfall einer technischen Untersuchungskolonnen eine jährliche Ersparnis von 35000 \mathcal{M} . erzielt.

mit Lautsprecher. Zur Verbindung mit den Verschiebelokomotiven dienen Lichtsignale.

Die Bedienungsschalter sind in jedem Stellwerk auf einer geneigten Tafel in drei Reihen angeordnet. Die oberste Reihe setzt die Bremschuhe auf und ab, die mittlere betätigt die Gleisbremse und die unterste die Weichen. Diejenigen Hebel, die in der Regel gemeinsam bedient werden müssen, sind dabei in Gruppen zusammengefaßt. Die Stellung der Bremschuhe ergibt sich aus der Stellung der entsprechenden Schalthebel; die Stellung der Gleisbremsen und Weichen zeigen je eine bzw. zwei besondere Signallämpchen neben den einzelnen Hebeln an. Zeigt ein Weichenschalter überhaupt kein Licht, so ist die Weiche beschädigt; entspricht das Signal nicht der Hebellage, so ist die Weiche aufgeschnitten worden. Der Wärter braucht in diesem Fall zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustandes nur den Schalthebel in die dem Signal entsprechende Lage zu bringen. Die Schalthebel für die Gleisbremse haben sechs Stellungen; bei je einer ist die Bremse ganz ein- oder ausgeschaltet, die übrigen vier sind Zwischenstufen mit verschiedener Bremskraft. Beim Versagen des Stroms bleibt die gerade eingestellte Bremsstellung bestehen.

Die Gleisbremse selbst besteht aus einer Anzahl aneinander gereihter Schuhe, die federnd von beiden Seiten gegen die Radreifen gepreßt werden. Sie kann an einer oder auch an beiden Schienen des Gleises angeordnet werden. Die Halter für die Schuhe sind etwa 1 m lang und an den Enden miteinander zu ganzen Bremsstrecken von etwa 4,5 bis 12 m Länge — je nach Erfordernis — verbunden. Bei dieser gliederreichen Anordnung läßt sich der Bremsdruck an jeder Stelle der Bremse unabhängig von den Unregelmäßigkeiten des Gleises ziemlich gleichmäßig gestalten und es werden große Spitzendrücke an Einzelstellen vermieden, die den Wagen anheben und zum Entgleisen bringen könnten. Auch ist diese Bauart zum Einbau in

Krümmungen geeignet. Eine verschiedene Abnutzung der Schuhe kann durch Nachstellen ausgeglichen werden. Der Einbau der Gleisbremse ist äußerst einfach; abgesehen von dem Bohren weniger



Löcher in den Schwellen und dem Verkürzen einiger Schwellen erfordert er keinerlei Änderungen an einer vorhandenen Gleisstrecke. Betätigt wird jede Bremse durch einen Gleichstrommotor von 230 V

Verschiebedienst mit Akkumulatorlokomotiven.

In der Zeitschrift „Elektrische Bahnen“ ist ein längerer Bericht enthalten (Mai 1926) über vergleichende Versuche, die die D. R. G. im Jahre 1925 bezüglich des Verschiebedienstes mit Akkumulator- und mit Dampflokomotiven auf dem Verschiebebahnhof Grunewald durchführte.

Die Versuche sollten neben der Klärung der Frage, inwieweit Akkumulatorlokomotiven überhaupt für den Verschiebedienst geeignet sind, vor allem die Festlegung des Energieverbrauchs für den umgeschlagenen Brutto-Tonnenkilometer im Vergleich zur Dampflokomotive, sowie Unterlagen für die Bemessung der Kapazität, der Motorengröße, der Geschwindigkeitsstufen usw. liefern.

Eine Reihe von Bahnverwaltungen hat bereits Versuche zur Bestimmung dieser Unterlagen angestellt; so die Schweizer Bundesbahnen (B. B. C.-Mitteilungen 1924, Heft 10 und 1925, Heft 11), die Italienischen Staatsbahnen, die Österreichischen Bundesbahnen (E. T. Z. 1923, Heft 33 und 34).

Die Versuche der D. R. G. wurden mit einer von der A. E. G. zur Verfügung gestellten C-Akkumulatorlokomotive von 97 kW ausgeführt. Das Dienstgewicht = Reibungsgewicht war 46 t; $V_{\text{mittel}} = 8 \text{ km/Std.}$, $V_{\text{max}} = 12 \text{ km/Std.}$ Bei der Dampflokomotive: Dienstgewicht 66 t, Reibungsgewicht 50 t; $V_{\text{mittel}} 60 \text{ km/Std.}$, $V_{\text{max}} 80 \text{ km/Std.}$; indizierte Höchstleistung 800 kW.

Die Arbeitsleistung erstreckte sich auf das Umsetzen von Wagenzügen im Stadtbahn- und Fernpersonenverkehr; ferner waren im Güterbahnhof Ortswagen zu- und abzustellen. Das Verteilen der Güterwagen erfolgte durch Abstoßen. Der Ablaufberg wurde nur selten benutzt.

Die Versuche ergaben für die elektrische Lokomotive einen Verbrauch von 26,26 Wh je Brutto-Tonnenkilometer. Für die Dampflokomotive wurde — wie es scheint, allerdings nur in angenäherter Weise — der Kohlenverbrauch für ein Brutto-Tonnenkilometer zu 0,113 kg ermittelt. Die Quelle rechnet diesen Verbrauch unter gewissen Annahmen zum Vergleich auf elektrische Energie um und findet 41,5 Wh je Brutto-Tonnenkilometer. Die Kosten wären dann entsprechend 0,0898 Pf. und 0,326 Pf. bei einem Preis von 0,44 Pf./kWh und 40% Ladeverlust.

Die Akkumulatorlokomotive konnte infolge ihrer, im Verhältnis zur Lokomotivleistung hohen Anfahrbeschleunigung die Geschwindigkeit von 10,9 km/Std. für Leerfahrt und 7,9 km/Std. für Lastfahrt schon nach wenigen Metern Anfahrweg erreichen und so den planmäßigen Dienst ohne Mühe durchführen. Auch die Geschwindigkeiten der Dampflokomotiven lagen ungefähr bei dieser Größe (mittlere Geschwindigkeit bei Leerfahrt 10,68 km/Std. und bei Lastfahrt 9,99 km/Std.) Die Ergebnisse zeigen, daß es nicht zweckmäßig ist, die Geschwindigkeit der elektrischen Verschiebelokomotive wegen der Länge der

unter Zwischenschaltung der erforderlichen Übersetzung. Der Motor besitzt eine kräftige Bremse, die augenblicklich wirkt und elektromagnetisch ausgeschaltet bleibt, solange der Motor selbst eingeschaltet ist.

Die erwähnten Bremschuhe sitzen etwa 15 m hinter der letzten Gleisbremse. Sie sollen nur ausnahmsweise benützt werden und werden dann mit Hilfe besonderer, kleiner Elektromotoren auf das Gleis aufgesetzt. Das Hebelwerk hierzu ist so durchgebildet, daß es durch die den Schuh treffenden Stöße nicht beschädigt werden kann und daß auch der Motor vor Beschädigungen geschützt ist.

Der Kraftbedarf für die ganze Verschiebeanlage beträgt nur 50 kW. Der Gleichstrom von 230 V wird über zwei Umformer-Aggregate aus dem allgemeinen Drehstromnetz bezogen.

Eine ähnliche, jedoch mit Druckluft arbeitende Anlage (nur die Steuerung ist elektrisch) hat dieselbe Bahn auf ihrem neuen Verschiebebahnhof in Harelcrest bei Chicago ebenfalls erst in letzter Zeit in Betrieb genommen. Auch dort war der Einbau sehr einfach. Ein Netz von Druckluftleitungen wurde durch das ganze Gebiet der Ablaufanlage gelegt. Das Stellen der Weichen, die Betätigung der Gleisbremsen und das Aufsetzen der Bremschuhe besorgen Druckluftzylinder, ähnlich den an den Fahrzeugen verwendeten Bremszylindern, unter Zwischenschaltung von Hebelübersetzungen. Die Rückstellung geschieht aber im Gegensatz zu den Fahrzeugbremsen mittels Druckluft. Die Betätigung von den fünf Stellwerkstürmen aus ist ähnlich wie bei der Anlage in East St. Louis. Auch die Gleisbremsen entsprechen abgesehen vom Druckluftantrieb den dort verwendeten.

Als Kraftquelle dient eine Druckluftanlage von 19 cbm Saugleistung in der Minute und eine Speicheranlage für die Steuerung. Über die Betriebserfahrungen auf den beiden Bahnhöfen liegen Angaben noch nicht vor.

R. D.

(Railway Age 1926, 1. Halbj., Nr. 10 und 20).

Bahnhöfe und der zu bewältigenden Tagesleistung sehr hoch zu bemessen. Die Geschwindigkeit ist ausreichend, wenn beim Abstoßen einer Wagengruppe von etwa 50% des größten Zuggewichtes den Fahrzeugen eine Laufgeschwindigkeit von 20 km/Std. erteilt wird. Diese Erkenntnis ist sehr wichtig für den Bau der verwendeten Elektromotoren und damit für die Wahl des Übersetzungsverhältnisses.

An beiden Lokomotiven wurden weiterhin An- und Auslaufvorgänge untersucht. Bei einer Gesamtschaltezeit von 41 Sekunden sich folgende Verluste in den Widerständen ergeben: Während des Anfahrzeitraumes 24%, bei Fahrt bis zum Beharrungszustand 6,85%, bei Fahrt bis zu einer Weglänge von 1000 m 2,5%. Bei normalen Verschiebebahnhöfen mit einer mittleren Weglänge von 200 m kann man mit 3 bis 4% Verlusten rechnen, richtige Bedienung vorausgesetzt.

Die Anfahrbeschleunigung der elektrischen Lokomotive bei einem Zuggewicht von 602 t und einer nach 38 Sekunden erreichten Endgeschwindigkeit von 8 km/Std. war $0,059 \text{ m/sec}^2$. Die mittlere Anfahrbeschleunigung liegt allerdings tiefer, denn in den ersten fünf bis zehn Sekunden ist die Beschleunigung infolge des hohen Übersetzungsverhältnisses der Motoren größer als in der folgenden Zeit. Die Dampflokomotive zeigt in ihrem Verhalten das gleiche Bild. Hier liegt die mittlere Anfahrbeschleunigung auch weit unter der größten tatsächlich erreichten. Praktische Bedeutung, insbesondere beim Abstoßen, hat nur der Geschwindigkeitszuwachs der ersten Sekunden.

Zuletzt wurde die elektrische Verschiebelokomotive noch am Ablaufberg verwendet, um festzustellen, welche kleinste Geschwindigkeit eingehalten werden muß, um ein gleichmäßiges Abfließen zu ermöglichen. Es hat sich gezeigt, daß für diese Zwecke die Geschwindigkeit von 3 bis 5 km/Std. noch zu hoch ist. Es mußte daher auf einer Widerstandsstufe gefahren werden, die eine Geschwindigkeit von 2 bis 3 km/Std. ergab. Dies genügte den gestellten Anforderungen, allerdings mußte der Verlust in den Widerständen in den Kauf genommen werden. Diese Verluste können vermieden werden durch richtige Wahl der Übersetzung, viermotorige Anordnung oder Batterie-Teilung. Es wird sich also empfehlen, bei einer Maschine, die auf dem Ablaufberg verwendet werden soll, durch geeignete Konstruktion den unteren Geschwindigkeitsbereich auf 2 bis 5 km/Std. festzusetzen.

Die Versuche ergaben weiter hohe Überlastbarkeit der Elektromotoren und hohe Ausnutzung des Reibungsgewichtes beim Anfahren. Selbstverständlich erreicht man mit Akkumulatorlokomotiven nie die Maschinenleistung einer Lokomotive mit Oberleitungsbetrieb. Das Anwendungsgebiet der Akkumulatorlokomotive beschränkt sich auf Zugkräfte bis 10 000 kg. Darüber hinaus sind Lokomotiven für gemischten Betrieb zu verwenden.

Pö.

Bewährtes, Nichtbewährtes und Erhofftes für die Bewegung der Güterwagen in den Gefällbahnhöfen.

Von Reichsbahnoberrat Wöhrle, Nürnberg.

Es darf als genügend bekannt vorausgesetzt werden, daß die Gefällbahnhöfe — trotz ihrer technisch sorgfältigen Durcharbeitung und Ausführung — doch noch mancherlei Nachteile aufweisen, die unter gewissen Verhältnissen wie zum Beispiel bei starkem Frost und Schnee, die Verschiebeleistungen stark herabsetzen, wenn nicht unmöglich machen. (Siehe Organ 1925, Heft 14.)

Um eine Krankheit zu heilen, muß man sie in erster Linie kennen, wenn sie aber einmal richtig erkannt ist, so darf bei dem heutigen lebhaften Interesse, das die Fachwelt wie auch die Industrie der Verbesserung der Verschiebetechnik entgegenbringt, erwartet werden, daß im Laufe der Zeit auch wirklich ausführbare — Wirtschaftlichkeit und praktische Brauchbarkeit in sich vereinigende — Heilmittel gefunden werden.

Zur Förderung dieser nützlichen und notwendigen Bestrebungen möchte ich im folgenden die wesentlichen Arbeitsvorgänge beim Ablauf der Güterwagen in reinen Gefällbahnhöfen im einzelnen erörtern und dabei ein Bild davon geben, was sich in der Praxis des Rangierbetriebes bisher als bewährt erwiesen hat, ferner was als nicht bewährt dringend einer Verbesserung bedürftig ist, und schließlich, was im Interesse des wirtschaftlichen und technischen Fortschrittes des Betriebes der Gefällbahnhöfe — soweit der Ablauf der Wagen in Frage kommt — von der Zukunft erhofft wird.

I. Wenn zunächst die Anlagen, Werkzeuge und sonstigen Einrichtungen, die im Rangierbetrieb der Gefällbahnhöfe als bewährt anzusehen sind, besprochen werden, so ist in erster Linie der Gefällverhältnisse dieser Bahnhöfe zu gedenken. Es war gewiß kein Leichtes bei der ersten Anlage großer Gefällbahnhöfe, wie zum Beispiel des Rangierbahnhofes Nürnberg, der bei einer Länge von rund 5 km 21,5 m teilweise durch Auffüllungen geschaffenes Gesamtgefäll aufweist, auf den ersten Anhub die Gefällverhältnisse richtig zu bemessen — wenn auch Ablaufversuche im kleinen hierfür eine Grundlage geboten haben.

Der höchste und tiefste Punkt des Rangierbahnhofes Nürnberg liegt in einer Entfernung von 3,3 km, so daß sich also hierfür ein durchschnittliches Gefäll von 1:150 ergibt.

Im einzelnen weist dieser Gefällbahnhof folgende Gefälle auf: der Einfahrtbahnhof 1:160 im vorderen und 1:200 im hinteren Teil

(1:160 und mehr wäre auch hier günstiger, mit Rücksicht auf die in diesem Teil des Bahnhofes stattfindende Eingangsprüfung der Kunze-Knorr-Bremse und die dortigen infolge der Weichenstraßen stark gekrümmten Gleise), der Ablaufkopf ein solches von 1:50 und 1:80, die Richtungs- und Stationsharfen 1:150, ab 50 m vor den Auslaufweichen 1:80,

und der Ausfahrtbahnhof oben auf 150 m Länge 1:130, dann auf 200 m Länge 1:150 und schließlich 1:200.

Diese Gefällverhältnisse haben sich in der langen Reihe von Jahren als bewährt erwiesen und zu wesentlichen Beanstandungen keinen Anlaß gegeben. Eine Ausnahme ergibt sich nur in den meist kurzen Zeiten stärkeren Frostes (unter -12° C) und starken Schneefalles. Vor allem ist zu betonen, daß die Leistungen des Ablaufkopfes — mit der genannten Ausnahme im Winter — als voll entsprechend bezeichnet werden müssen.

Ein Güterzug von 120 Achsen wird in etwa 13 Minuten über den Ablaufkopf aufgeteilt, die einzelnen Wagen folgen sich am Ende des Ablaufkopfes im Abstand von 12 bis 13 Sekunden.

In meinem Aufsatz im Organ 1925, Heft 14 habe ich im einzelnen ausgeführt und nachgewiesen, daß die dauernde Anwendung eines Steilrückens an Stelle des jetzigen Flachrückens

zusammen mit einer modernen fernbedienten Gleisbremse (Dr. Fröhlich, Jordan, Bäseler, Feuerlein usw.) weder eine höhere Leistung erwarten läßt, noch wirtschaftlich tragbar erscheint wegen der außerordentlich hohen Kosten solcher Bremsen in Bau und Betrieb, daß vielmehr — ausnehmlich der wenigen starken Frost- und Schneetage — der gewöhnliche übliche Ablaufkopf vollkommen genügt und der Betrieb mit Steilrückens und Fernbremsen bisher weder eine größere Leistung erreichte noch in großen Bahnhöfen eine wesentliche Einsparung an Auffangpersonal zuließ — wenigstens ist in der Fachpresse der Gegenbeweis noch nicht angetreten worden.

Erwähnenswert ist hier noch das kleine, nur etwa 6 bis 8 m lange geringe Gegengefälle unmittelbar vor dem Ablaufkopf, um den vom Einfahrtbahnhof anlaufenden Zug zu »stauchen« und das Auskuppeln der einzelnen Wagen möglich zu machen.

Dieses Gegengefälle, welches nachträglich eingefügt wurde, hat sich in der Praxis als unentbehrlich erwiesen.

Auch zwischen den Richtungsharfen und den Stationsharfen ist zum gleichen Zwecke das gleiche Gegengefälle nötig und der Mangel eines solchen bietet viele Schwierigkeiten, da auch hier eine Entkuppelung der Wagen stattfindet. (Die Wagen laufen vom Einfahrtbahnhof gekuppelt dem Ablaufkopf zu, werden hier entkuppelt, in den Richtungsharfen wieder verkuppelt, vor dem Auslauf in die Stationsharfen wieder entkuppelt und schließlich im Ausfahrtbahnhof endgültig gekuppelt.)

Fehlt dieses Gegengefälle, so müssen die Wagengruppen mit Holzknüppeln gestaut werden, um die Wagenkuppelungen aushängen zu können, was zu einem außerordentlichen, unwirtschaftlichen Verbrauch von Holz führt.

Ein weiteres bewährtes Hilfsmittel der Verschiebetechnik der Gefällbahnhöfe bilden die Gleisbremsen mit selbsttätigem Auswerfen der Büssingschen Bremschuhe (Abb. 1). Mit diesen Gleisbremsen ist bisher keine andere Bremse, mindestens was Einfachheit und Billigkeit anlangt, erfolgreich in Wettbewerb getreten, obwohl wie weiter unter (Teil III) ausgeführt wird, eine Verbesserung dringend erwünscht erscheint.

Der große Vorteil dieser Gleisbremsen liegt:

1. darin, daß jeder Arbeiter ohne weiteres mit ihr umgehen kann, da er ihren Gebrauch — wenigstens den des Bremschuhes — schon in der ersten Zeit seiner Beschäftigung bei der Eisenbahn sieht und kennen lernt;

2. in der beliebigen Erhöhung oder Verminderung der Bremskraft durch Wahl eines größeren oder geringeren Bremsweges je nach Bedarf;

3. in der Möglichkeit, selbst zwischen zwei vollständig aufeinander aufgelaufenen Wagen den hinteren wieder auf Abstand abzubremsen dadurch, daß ein Bremschuh an einem etwa 2 m langen Holzstiel zwischen die Wagen eingelegt wird;

4. in der Möglichkeit, an Stelle eines schadhaf gewordenen Bremschuhes sofort einen Ersatzschuh zu benützen und den Ablauf weiter zu bedienen.

Diese Gleisbremse bietet daher den Arbeitern eine große Bewegungsfreiheit und Sicherheit für alle möglichen unerwarteten Ablaufunregelmäßigkeiten — sie erscheint nur mit Rücksicht auf die Unfallgefahr und den Schutz des Personals gegen die Witterungseinflüsse, dann die Gefahr und die Folgen des vorzeitigen Abfallens der Bremschuhe verbesserungsbedürftig.

Als weiter voll bewährt sind hier die sogenannten »Auslaufweichen« zu nennen, die zuerst beim Bau des Rangierbahnhofes Nürnberg für den Auslauf aus den rund 50 Richtungsgleisen und den 2 mal 11 Stationsgleisen angewendet wurden.

Die Ausführung dieser Weichen ist aus Abb. 2 zu ersehen. Sie haben keine Zungen und können im allgemeinen nur in der Auslaufrichtung und zwar im geraden wie im krummen Strang befahren werden. Die Schnittstelle der zwei Gleise wird dadurch ohne Zunge überwunden, daß jeweils das eine Rad auf der Schiene läuft, das andere mit dem Spurkranz auf einer Auflaufplatte auf- und fortläuft bis der Radkranz wieder regelrecht die Schiene erreicht. Wenn in Ausnahmefällen ein spitzes Befahren einer Weiche — zum Beispiel durch eine Verschiebelokomotive — notwendig wird — also entgegengesetzt der Ablaufrichtung — so kann eine feste Zunge in Form eines etwa 2 m langen Stahlkeiles eingelegt werden, um die nötige Führung zu schaffen (Abb. 3). Es leuchtet ohne weiteres ein, welche wirtschaftlichen und technischen Vorteile diese zungenlosen Weichen gegenüber beweglichen Weichen bieten.

Als weiter bewährt ist die in neuester Zeit durchgeführte Schweifung der Stöße des Ablaufkopfes und der Ablaufgleise zu nennen.

Das Verfahren der Aluminium-Thermit-Schweifung darf als bekannt vorausgesetzt werden. — Es ist klar, daß bei Wegfall der vielen meist schlecht liegenden Stöße der Ablaufköpfe und Ablaufgleise eine erhebliche Summe von Widerständen beseitigt wird, die in ihrer fortlaufenden Summierung einen starken Einfluß auf den Ablauf der Wagen ausüben und geeignet sind, den Ablauf wesentlich zu verlangsamen und die Laufweiten der Wagen zu vermindern. Wenn man beobachtet, wie auf nicht geschweiften Ablaufstrecken die Wagen über jedem Stoß schlagen und mehr oder minder heftige lotrechte Bewegungen ausführen, andererseits auf geschweiften Strecken die Wagen fast geräuschlos und ohne jede Schwankung ruhig dahin rollen, so gewinnt man die Überzeugung von der außerordentlich günstigen Wirkung der Schweifung.

Es wird eine Aufgabe der nächsten Zeit sein, den Einfluß solcher geschweiften Gleise auf Ablaufgeschwindigkeit und Laufweite im Vergleich zu ungeschweiften festzustellen und rechnerisch festzulegen.

Erwähnenswert sind ferner die bewährten sogenannten »Zeitverschlüsse« von Weichen, die dazu dienen, die Umstellung einer Weiche vor einer bestimmten Zeit zu verhindern. Sie finden dort Anwendung, wo der Stellwerkwärter infolge irgendwelcher Hindernisse nicht prüfen kann, ob ein ablaufender Wagen eine bestimmte Weiche schon erreicht hat, wo also eine vorzeitige Umstellung verhindert werden soll entsprechend dem Zeitabstand der Wagen.

Der vorauslaufende Wagen drückt beim Befahren des Zeitverschlusses die neben der Fahrschiene angeordnete Fühlschiene nieder, wodurch die in einem Lederbalg eingeschlossene Luft zusammengedrückt wird, so daß sie teilweise entweicht. Die Weiche kann nun erst wieder umgestellt werden, wenn der Lederbalg die nötige Luft wieder angesaugt hat und die Fühlschiene wieder in richtiger Höhe steht.

Durch entsprechende Einregelung ist es möglich, den Verschluss für etwa zehn bis zwölf Sekunden wirkend einzurichten, eine Zeit, die genügt, um bei dem üblichen Wagenzeitabstand die vorzeitige Umstellung einer Weiche zu verhindern.

Zuletzt, aber nicht zum wenigsten, soll der hervorragend bewährten »Winterrücken« am Ablaufkopf gedacht werden. (Abbildung siehe Organ 1925, Heft 14).

Bei der Erwägung und Prüfung der Frage, wie der schlechte Ablauf der Wagen im Winter bei Frost und Schnee und die damit zusammenhängende Verstopfung der Verschiebebahnhöfe vermieden werden kann — ob durch Erteilung einer Zusatzbeschleunigung an die einzelnen schlecht laufenden Wagen (Pösentrup-Heinrich) oder durch Beschleunigung aller Wagen und Abbremsen der zu rasch laufenden — hat bisher der Grundsatz Abbremsen zu hoher Geschwindigkeiten über den der

Erteilung einer Zusatzgeschwindigkeit gesiegt, das heißt, es wurden hohe Ablaufrücken mit sehr starken Gefällen bevorzugt vor eigenen Antriebsvorrichtungen.

Diese Antriebsvorrichtungen können auch nach den bisherigen Erfahrungen und Versuchsergebnissen (siehe Verkehrstechnische Woche 1926, Heft 5, 8 und 10) kaum — sicher nicht auf großen Verschiebebahnhöfen — in Wettbewerb treten mit erhöhten Ablaufrücken.

Abgesehen von der beschränkten Krafterleistung der Antriebsvorrichtungen besonders bei größeren Wagengruppen bleibt als Hauptnachteil bestehen, daß die Wagen bei Beginn des Ablaufes angetrieben werden sollen, also zu einem Zeitpunkt, wo noch nicht beurteilt werden kann, welche Zusatzgeschwindigkeit



Abb. 1.

den einzelnen Wagen erteilt werden muß, was für die Praxis des Ablaufbetriebes große Unsicherheiten und Schwierigkeiten bietet.

Der Winterrücken im Rangierbahnhof Nürnberg ist etwa 1,50 m über den Sommerrücken erhöht angelegt und mit einem Gefälle von 1:36 ausgerüstet.

Die Erhöhung erfolgte schrittweise auf Grund der jeweiligen Erfahrungen während dreier Winter. Der Winterrücken hat sich bei den klimatischen Verhältnissen Nürnbergs bisher vollkommen bewährt. Die schlechtest laufenden Wagen erreichen rechtzeitig die Verteilungswweichen und ihr Endziel in den Richtungsgleisen. Der Ablaufbetrieb kann auch bei stärkstem Frost und Schnee aufrecht erhalten werden. Die Verständigung zwischen Drucklokomotive und dem Winterrücken erfolgt mittels elektrischer Huppen, die auf die ganze Zuglänge verteilt sind.

Die Wagen erreichen beim Ablauf vom Winterrücken bei stärkstem Frost noch eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 5 m/Sek. gegen 3 m/Sek. am Sommerrücken (im Sommer).

Wenn auch wegen der Gefahr von Aufstößen ungleich laufender Wagen bei der erhöhten Ablaufgeschwindigkeit das Personal die Zulaufgeschwindigkeit der Züge zum Ablaufkopf (Abdrückgeschwindigkeit) aus Vorsicht etwas verringert, so ist doch die Leistung eines Winterrückens durchaus genügend, um die Tagesarbeit eines Verschiebebahnhofs zu bewältigen und eine Verstopfung des Bahnhofs hintanzuhalten.

Die Frage der Gleisbremsen für solche Winterrücken ist im Organ 1925, Heft 14 eingehend behandelt. Die neueren



Abb. 2. Auslaufweiche mit festen Zungen. Bei der vordersten Weiche ist gezeigt, wie durch Einlegen eines Stahlkeiles die Weiche gegen die Spitze befahrbar gemacht werden kann.

fernbedienten Bremsen (Dr. Frölich, Jordan, Dr. Bäseler, Feuerlein) bedeuten zweifellos einen Fortschritt in der Brems-technik und es wäre zu wünschen, daß solche Bremsen bei den Winterrücken überall eingebaut würden. Bei dem heutigen Preis solcher Bremsen, der nicht unter 100 000 \mathcal{M} liegen wird, (nur die meines Wissens noch nicht erprobte Bremse Feuerlein ist mit einem Preis von 7 000 \mathcal{M} veranschlagt) erscheint es als wirtschaftlich nicht vertretbar, wegen der zwei bis drei Wochen Frostwetters, während dessen der Winterrücken in Betrieb genommen wird, so hohe Kostenbeträge unverzinst liegen zu lassen.

Aus diesen Gründen wurden auch im Rangierbahnhof Nürnberg am Winterrücken nur zwei einfache Gleisbremsen

für Büssingbremschuhe mit selbsttätigem Auswurfe hintereinander angeordnet, die sich bisher im allgemeinen bewährt haben (Abb. 3). Die zweite Bremse ist bisher noch nicht nötig geworden. Sie ist aber notwendig, wenn einmal im Sommer, wegen irgend welcher Störungen an dem Sommerrücken, der Winterrücken ausnahmsweise benützt werden müßte. Diese Gleisbremsen weisen die gleichen Mängel auf wie schon oben ausgeführt, und es erscheint mit Rücksicht auf die bei Winterrücken wesentlich erhöhte Unfallgefahr für Personal und Fahrzeuge eine Verbesserung dringend erwünscht. An dieser Stelle soll auch des »zwangläufigen Wagenablaufes« (System Bäseler) gedacht werden, der auf der Verkehrsausstellung München 1925 im Betrieb zu sehen war. Dieser elektrische Haspel fußt auf dem Gedanken des Windwerkes mit unendlichem Seil, den der jetzige Reichsbahnpräsident Dr. Heinrich (Zeitschr. des V. D. E. V. 1921/10) zuerst ausgesprochen hat. Die Einrichtung machte auf der Ausstellung einen bestechenden Eindruck und es erschiene zweifellos außerordentlich günstig, wenn der Wagenablauf an den Ablaufköpfen und vielleicht in der Winterzeit auch in den Stationsharfen hierdurch geregelt werden könnte. Aber erst Versuche im großen können den Nachweis erbringen, ob solche Anlagen — soweit sie überhaupt den nötigen Raum finden — den an sie zu stellenden hohen Anforderungen gerecht zu werden vermögen.

II. Im folgenden soll im einzelnen das aufgeführt und erläutert werden, was sich im Betrieb der Gefällbahnhöfe als nicht bewährt erwiesen hat und verbesserungsfähig erscheint.

Es ist zur Genüge bekannt und bereits im Teil I erwähnt, daß Gefällbahnhöfe bei starkem Frost (unter -10° R.) und Schnee nicht mehr in der Lage sind, ihre Aufgaben zu erfüllen*). Die Gefälle versagen, das ganze Verschiebegeschäft stockt und muß notdürftig wie in einem Flachbahnhof mit Drucklokomotiven geleistet werden, obwohl hierfür meist die Gleise und Gleisverbindungen nicht eingerichtet sind. Hieraus ergeben sich völlig ungenügende Leistungen, die bis zu einer vollständigen Verstopfung der Bahnhöfe führen sowie zu einer Lahmlegung und Rückstauung des gesamten Güterverkehrs auf weite Strecken.

Aus dem Teil I geht bereits hervor, wie der Ablaufkopf eines Gefällbahnhofes verbessert und ergänzt werden muß (Winterrücken) und in wirtschaftlich vertretbarer Weise auch verbessert werden kann, um den Ablaufbetrieb auch bei stärkstem Frost und Schnee zu sichern.

*) Ein großer Teil der in den Ausführungen behandelten im Verschiebedienst auftretenden Schwierigkeiten rührt von der Verschiedenheit des Laufwiderstandes der Wagen her, der bei niedrigen Temperaturen wegen der eintretenden Zähflüssigkeit des Schmieröls in den Achsbüchsen erheblich größer ist als bei warmer Witterung. Das ist aber eine Frage, die erheblich in das Gebiet der Zugförderung eingreift, denn infolge der vermehrten Reibungsarbeit erhöht sich auch der Zugwiderstand im Winter, der Kohlenverbrauch nimmt zu und die Einhaltung der Fahrzeiten wird erschwert oder unmöglich gemacht. Die Eisenbahnverwaltungen begegnen diesem Übelstand bekanntlich dadurch, daß sie im Winter ein leichtflüssigeres Schmieröl verwenden als im Sommer und daß die Schmiervorrichtungen der Wagen vor dem Winter nachgesehen und in Ordnung gebracht werden. Dadurch wird zwar eine Besserung, aber keine Beseitigung der Mißstände herbeigeführt. Bekannt ist, daß bei Kugel- und Rollenlagern diese Unterschiede in den Reibungswiderständen bei verschiedenen Temperaturen entfallen; die Verwendung solcher Lager, die in den letzten Jahren im Eisenbahnwesen Eingang gefunden haben, würden also nicht nur die Zugwiderstände verringern, sondern auch den erwähnten Schwierigkeiten im Verschiebedienst begegnen.

Allerdings treten wohl wieder andere Schwierigkeiten auf: der leichtere Lauf der Wagen führt bei gegebenen Gefällen zu übergroßen Geschwindigkeiten, unbeabsichtigtem Ingangkommen und bei der größeren Empfindlichkeit der Wälzlager zu Beschädigungen beim Auflaufen auf Bremschuhe und andere zu scharf wirkende Bremsvorrichtungen.

Die Schriftleitung.

Im folgenden soll aber auch erörtert werden, wie der Wagenablauf bei ähnlichen Witterungsverhältnissen auch in den Richtungs- und Stationsharfengleisen verbessert und den Schwierigkeiten im Winter abgeholfen werden kann.

Diese Frage ist bis heute ungelöst und sie ist viel schwieriger zu lösen als für den Ablaufkopf — vor allem, wenn die Grenzen der Wirtschaftlichkeit gewahrt werden sollen.

Eine Änderung der Gefälle ist hier meist nicht möglich, mindestens nicht in dem Ausmaß, daß damit die Schwierigkeiten im Winter überwunden werden könnten — ganz abgesehen von den Unzuträglichkeiten, die sich hieraus für den Sommerbetrieb ergeben würden.

Das bisher übliche Bild ist folgendes: Die einzelnen Wagen stehen nach dem Ablauf vom Ablaufkopf im oberen Drittel der 600 bis 700 m langen Richtungsgleise, werden hier verkuppelt und sollen nun in den unteren Teil der Richtungsgleise ablaufen. Da aber der Frost den selbsttätigen Ablauf hindert, müssen ein oder mehrere Verschiebelokomotiven von oben die Wagenzüge in den unteren Teil der Richtungsgleise drücken, desgleichen im weiteren Verlauf aus den Richtungsgleisen in die Stationsgleise.

Diese Verschiebelokomotiven, die häufig die Gleise wechseln und die Weichenstrahlen der oberen Richtungsgleise benutzen müssen, hindern aber ihrerseits wieder den freien Ablauf vom Ablaufkopf und die Verschiebeleistung wird infolgedessen ungenügend. Nebenbei sei erwähnt, daß die Ablaufgleise meist mit Altmaterial gebaut sind und durch die in neuer Zeit erheblich schwereren Verschiebelokomotiven stark in Mitleidenschaft gezogen werden, so daß ihr Unterhaltungszustand leidet.

Wie kann nun diesen Schwierigkeiten des Winterbetriebes zweckmäßig abgeholfen werden?

Die Lösung wurde in verschiedener Weise versucht.

Die mit Seilzug durchgeführten Versuche mußten als untauglich aufgegeben werden, da der Wirkungskreis zu klein war und durch reisende Seile das Personal gefährdet wurde.

Mit elektrisch angetriebenen Windwerken zu arbeiten, ist bei der Länge und Menge der Richtungsgleise (in Nürnberg—Rangierbahnhof 50) unmöglich. Außerdem sind Windwerke bei Frost und Schnee bei dem Personal mit Recht nicht gerade beliebt und bilden eine ständige Unfallgefahr.

Auch mittels Rangierbrücken, die über die sämtlichen Richtungsgleise reichen und von denen aus mit motorischem Seilzug die einzelnen Gleise bedient werden, kann die Aufgabe nicht befriedigend gelöst werden. Abgesehen von der Unfallgefahr der langen Seile und der Schwierigkeit, sie bei hohem Frost zu handhaben, scheidet der Gedanke an der Länge der Richtungsgleise und ihrer Vielzahl.

Man könnte an Antriebvorrichtungen nach dem Muster Pösentrup-Heinrich denken. Doch können solche wegen der Vielzahl der Gleise nicht in Betracht kommen, selbst wenn sie für Wagenzüge genügend leistungsfähig wären, was nicht der Fall ist.

Außerdem ist bei all diesen Vorschlägen zu bedenken, daß — wie schon oben erwähnt — wegen der höchstens zwei bis drei Wochen andauernden Frostzeit nicht zu hohe Beträge in diese Anlagen gesteckt werden dürfen. Demgegenüber erschiene die reine Handarbeit durch Beistellung von einigen 40 Bahnarbeitern zum Schieben der Wagen immer noch wirtschaftlicher, um so mehr, als diese Arbeiter bei Frostwetter ohnedies meist schlecht in der Bahnunterhaltung ausgenutzt werden können.

Man hat sich in neuester Zeit noch am besten damit beholfen, daß Verschiebelokomotiven von unten in die Richtungsgleise einführen und die Wagengruppen aus diesen herausziehen. Die Lokomotiven konnten am Ende der Richtungsgleise leicht rechtzeitig in dort vorhandene Gleis-

stützen vorausfahren und so den Weg für die nachlaufenden Wagen in die Stationsharfen frei geben. Dies kann ohne jegliche Gefahr geschehen, weil die Wagengruppen nur mit geringer Geschwindigkeit nachfahren und die Lokomotiven weit vorausfahren können, wenn die Wagenzüge einmal im Lauf sind.

Dieses Verfahren ist allerdings in Gefällbahnhöfen, die wie der Nürnberger mit Auslaufweichen ausgerüstet sind, erschwert, da diese von den einfahrenden Lokomotiven spitz im geraden und krummen Strang befahren werden müssen. Dies ist aber nur mit der nötigen Vorsicht nach Einlegen der oben erwähnten Zungenkeile möglich.

Es entsteht die Frage, ob nicht besser bewegliche Zungenweichen als Auslaufweichen verwendet werden sollen, um so das Einfahren der Lokomotiven zu erleichtern und zu beschleunigen.

Dies ist zu verneinen, da:

1. die Mehrkosten für Bau und Betrieb in keinem Verhältnis zu dem kurzfristigen Bedürfnis (zwei bis drei Wochen) stehen;

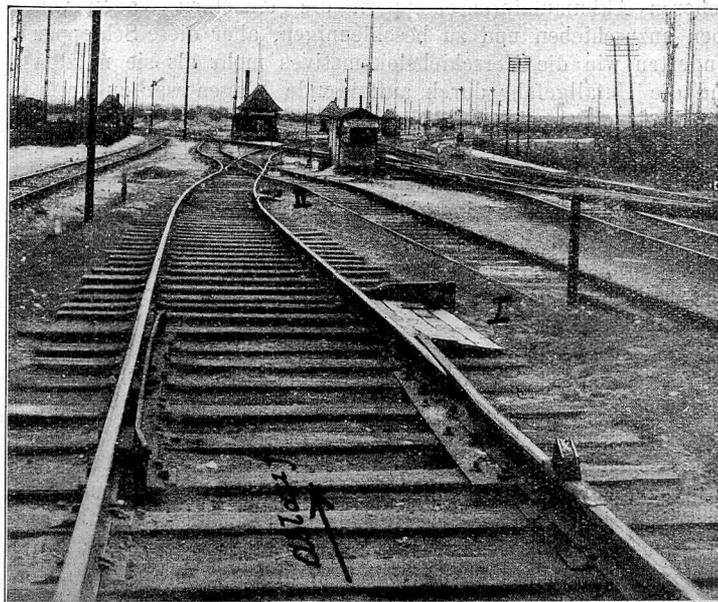


Abb. 3.

2. die Weichen das ganze Jahr über bedient werden müßten oder wenn Federweichen verwendet würden, die nur beim Einfahren von unten umstellbar einzurichten wären, eine unwirtschaftliche viel zu rasche Abnutzung sich ergeben würde.

Eine Weiche, die die ganze Zeit des Jahres in der Weise der Auslaufweichen benützt, während der drei Wochen Frost aber mit verstellbaren Zungen ausgerüstet werden kann, gibt es nicht — außerdem sind die drei Wochen Frost von vorneherein zeitlich nicht bekannt.

Man hat auch Versuche gemacht, an Stelle der Verschiebelokomotiven elektrische Akkumulatorwagen, die auf den Schienen laufen, zum Herausholen der Wagen zu verwenden, aber sie haben sich als zu wenig leistungsfähig für die Wagengruppen der Richtungsgleise erwiesen und auch ihre Geschwindigkeit war zu beschränkt.

Man kam schließlich zu dem Ergebnis, daß das Herausholen der Wagen aus den Richtungsgleisen mit Verschiebelokomotiven vorläufig immer noch das sicherste, rascheste und billigste Verfahren darstellt.

Ob hierin durch wirklich brauchbare Neuerfindungen — nichtbrauchbare gibt es genug — so rasch eine Ver-

besserung und Verbilligung erzielt werden kann, erscheint recht zweifelhaft.

Ebenso schwierig wie in den Richtungsharfen gestaltet sich bei Frost die Bewegung der Wagen in den Stationsharfen. Sie unterscheiden sich von den Richtungsharfen dadurch günstig, daß sie weniger Gleise und geringere Gleislängen aufweisen (in Nürnberg-Rangierbahnhof zwei Harfen mit je elf Gleisen von 100 bis 120 m Länge).

Man arbeitet hier häufig so, daß die Verschiebelokomotiven, die die Richtungsgleise bedienen, auch zugleich in die Stationsgleise einfahren und auf die schlecht laufenden Wagen oder Wagengruppen aufdrücken. Hierdurch entstehen aber dieselben Schwierigkeiten wie bei dem oben erwähnten früheren Verfahren in den Richtungsgleisen (Aufdrücken von oben und Störung des Ablaufbetriebs).

Ein Arbeiten von unten ist hier überhaupt nicht möglich, da in den Stationsharfen die Wagen unten gesammelt werden und man über diese hinweg nicht zu den dahinter schlecht laufenden Wagen gelangen kann.

Man hat daher auch hier versucht, mit elektrischen frost-sicheren Akkumulatorenschleppern die einzelnen Wagen von oben anzuschleppen und zu beschleunigen, aber diese Schlepper hinderten wie die Verschiebelokomotiven mehr als sie nützten und die Unfallgefahr durch auffahrende Wagen war zu groß. Der Preis eines solchen Schleppers beträgt etwa 9000 M.

Es könnten also nur Schlepper in Frage kommen, die seitlich der Gleise laufen und einem Schlechtläufer rasch die nötige Zusatzgeschwindigkeit geben könnten — sie müßten also sehr beweglich sein. Außerdem müßten sie in der Lage sein, die Stationsgleise zu überqueren, um an jedem beliebigen Gleis rasch eingreifen zu können. Hierdurch wird aber wiederum die Unfallgefahr erhöht.

Es ist kein Zweifel, eine Beschleunigungsvorrichtung nach Art der von Pösentrup-Vögele würde hier außerordentlich gute Dienste leisten (zwischen Richtungs- und Stationsharfe) — auch eine Rangierbrücke etwa am Ende des oberen Drittels der Stationsharfe wäre brauchbar — aber die Kosten stehen wiederum in keinem Verhältnis zu der nur kurzen Benützung während der zwei bis drei Wochen Frost — die Anlagen wären unwirtschaftlich.

Was schließlich den Ablauf der Wagengruppen aus den Stationsharfen in die Ausfahrtbahnhöfe anlangt, so ergeben sich hier die geringsten Schwierigkeiten, da es sich nur mehr um Wagengruppen handelt, die im allgemeinen besser laufen als einzelne Wagen, weil einzelne störrische Wagen eben von den Gutläufern mitgenommen werden. Außerdem können die Züge leicht mit Verschiebelokomotiven von unten zusammengestellt werden. Da der Ablauf aus den Stationsharfen meist sofort erfolgt, erkalten ferner auch die Achsschenkel weniger und die Wagen laufen an sich besser.

Als Mangel in der Anlage der Gefällbahnhöfe möchte ich das Fehlen eines Gegengefälles zwischen Richtungs- und Stationsharfen bezeichnen, da hier die Wagen, wie oben erwähnt, wieder ausgekuppelt werden müssen.

Das Gegengefälle zwischen Richtungs- und Stationsharfen muß schon bei der Anlage eines Gefällbahnhofes geschaffen werden, da eine spätere Einfügung wegen der anschließenden Weichen meist nicht mehr möglich ist.

Als weiterer Mangel sei die nicht genügende Durcharbeitung von Gefällbahnhöfen für den Verschiebebetrieb mit Lokomotiven im Winter erwähnt. Die Weichenanlage am Ablaufkopf zum Beispiel müßte — unbeschadet aller den Ablauf erleichternder sonstiger Anlagen wie Steilrücken usw. — so beschaffen sein, daß sich jeweils hinter 10 bis 15 anlaufende Wagen bequem eine Drucklokomotive einschieben und die Wagen nach Bedarf über den Sommerrücken abstoßen kann. Dies ist notwendig als Reserve, wenn der Winterrücken versagt oder bei Unfällen.

Ein vollkommener Gefällbahnhof erfordert daher stets

zwei Entwurfbearbeitungen — eine für reine Gefällarbeit, eine zweite für Lokomotivarbeit. Nur auf diese Weise werden Überraschungen im Winter und nach Umständen auch im Sommer vermieden bleiben können. Die entstehenden Mehrkosten sind — wenn überhaupt solche entstehen — gering im Gegensatz zum Beispiel zu einer Wasserkraftanlage, die dauernd eine kostspielige Dampfreserve benötigt und hierdurch nach Umständen zur Unwirtschaftlichkeit verurteilt wird.

Als letzten Mangel nenne ich das bisherige Verfahren des Auffangens der ablaufenden Wagen in den Richtungsgleisen.

Ein Auffänger bedient zum Beispiel in Nürnberg-Rangierbahnhof drei Richtungsgleise und bringt die einzelnen, bald rascher, bald langsamer anrollenden Wagen durch Auflegen von Bremschuhen zum Stillstand, um sie dann auf die bereits stehenden Wagengruppen aufzuschieben und damit zu verkuppeln. Es ist hinreichend bekannt, wie viel Unfälle und Schäden hieraus entstehen durch vorzeitiges Abwerfen der Bremschuhe und durch starke Aufstöße. Wagen und Fracht wird beschädigt — außerdem entstehen hier infolge der Hast und Schnelligkeit, mit der die raschfolgenden Wagen (alle 12 bis 14 Skd. ein Wagen) aufgefangen werden müssen — häufig im Laufschrift — die meisten Personalunfälle.

Wie kann nun hier eine Verbesserung der Verhältnisse erzielt werden?

In erster Linie durch gute Abbremsung der Wagen am Ablaufkopf, so daß ein Wagen in den Richtungsgleisen möglichst dort zum Halten kommt, wo er aufgefangen werden muß. Je geringer die aufzuwendende Auffang-(Brems)arbeit in den Richtungsgleisen ist, desto weniger Schäden und Unfälle werden entstehen. Dies ist aber leichter gefordert als ausgeführt. Die Beurteilung wie weit ein Wagen nach einer Bremsung am Ablaufkopf noch weiter in die Richtungsgleise läuft, ist außerordentlich schwer — selbst wenn alle Wagen gleich gut liefen. Es wird also immer mit ganz erheblichen Unterschieden der anrollenden Wagen in den Richtungsgleisen gerechnet werden müssen.

Das einfachste wäre, wenn jeder Wagen eine gute Spindelbremse hätte und diese bedient werden könnte. Dies muß aber als unmöglich von vorneherein ausscheiden, da

1. nicht alle Wagen mit solchen Bremsen ausgerüstet sind;
2. die Besetzung aller Wagen mit Bremsern als unwirtschaftlich nicht in Betracht kommen kann.

Es bliebe daher nur die Ausrüstung der einzelnen Richtungsgleise mit fernbedienbaren Bremsen oder die Ausrüstung aller Wagen mit seitlich bedienbaren Hebelbremsen, wie solche an englischen und belgischen Wagen häufig vorhanden sind.

Die Ausrüstung aller Wagen mit Hebelbremsen dürfte — abgesehen davon, daß die Bremswirkung für schwere Wagen nicht ausreicht, und daß auch mit den Wagen der Fremdverwaltungen gerechnet werden muß — der Kostenfrage wegen nicht in Betracht kommen, dagegen erscheinen gut wirkende Gleisfernbremsen in den Richtungsharfen in den meisten Fällen eine Verbesserung zu ermöglichen. Es würde hierdurch auf verhältnismäßig kurze Strecken eine Fernbremsung auf Abstand möglich werden. Da aber diese Bremsen weit oben in den Richtungsgleisen eingebaut werden müßten, würde eine Personalmehrung die Folge sein, da die totgelaufenen Wagen doch aufgeschoben und gekuppelt werden müßten — also auch dort Personal notwendig wird. Die Verbesserung würde also zweifellos Mehrkosten erfordern — doch ist anzunehmen, daß dies durch die Verringerung der Schäden und Unfälle immerhin ausgeglichen würde.

Welche Bremse erscheint nun hierfür geeignet?

Hier könnte vielleicht die Vögelesche Hemmschuhgleisbremse mit Büssingbremsenschuh*) fernbedienbar — wie sie auf

*) Vergl. die Ausführungen von Dr. Bäseler auf Seite 215 dieses Heftes.

der Münchener Verkehrsausstellung 1925 zu sehen war — gute Dienste tun — wengleich der Preis von 3 bis 4000 *M* noch reichlich hoch erscheint, wenn etwa 50 Gleise mit solchen Bremsen auszurüsten sind.

Die Steuerung der Bremse kann dabei auf verschiedene Art erfolgen; entweder von Hand an der Bremse selbst, oder mittels Gestängeantriebes oder elektrischen Weichenantriebes von einem Stellwerk aus. Letztere Antriebsart ermöglicht es, daß mehrere Bremsen von einem Punkt aus bedient werden können. Je nach der erforderlichen Bremskraft für die einzelnen Anlagen wird die Bremse in Längen von 12, 15 und 18 Metern gebaut. Die Leistungsfähigkeit der Bremsen reicht für eine durchschnittliche Tagesleistung von 500 bis 600 Wagen.

Es kann aber nur durch Versuch festgestellt werden, ob wirklich eine Besserung erzielt wird, denn es spielen hier so vielerlei Nebenumstände mit herein, daß aus einem Einzelversuch noch lange nicht auf die Bewährung im Großbetrieb geschlossen werden kann. In ihrer derzeitigen Ausführung vermag die Bremse nur die Bedürfnisse eines kleinen Verschiebebahnhofes mit geringerem Wagenumschlag zu befriedigen und genügt den Anforderungen in einem großen Gefällbahnhof noch nicht.

Eine Verbesserung der Bremse müßte ferner nach der Richtung vorgenommen werden, daß die Bremskraft je nach Bedarf stärker oder geringer gewählt werden und eine leichte rasche Auswechslung des abgenutzten Bremsenschuhes erfolgen kann.

Anregen möchte ich bei dieser Gelegenheit, einen Versuch zu machen, die Vögelesche Hemmschuhbremse in der Weise umzugestalten, daß der Bremsenschuh so mit der Fahrachse selbst verbunden wird, daß ein vorzeitiges Abwerfen ausgeschlossen ist, und daß er nach dem selbsttätigen Ausrücken mechanisch rasch an jede beliebige Stelle der Bremschiene wieder herangeholt werden kann, so daß stets die Abbremsung nach Bedarf gewährleistet wird. Die Auswechslung verbrauchter Bremschuhe müßte rasch erfolgen können, in der Zwischenzeit die Bremsung von Hand wie bisher möglich sein.

III. Im folgenden soll das, was der Betriebstechniker bei der weiteren Entwicklung der Verschiebetechnik wünscht und

erhofft, nochmals in übersichtlicher Weise zusammengefaßt werden.

1. Die bisher üblichen Gleisbremsen mit selbsttätigem Auswerfen der Bremschuhe bedürfen mit Rücksicht auf die häufig eintretenden Unfälle von Personal und Wagen einer Verbesserung.

Gefordert muß werden eine Leistung für 5 bis 6000 Wagen für den Tag, Schutz des Personals gegen Unfälle und Witterung durch Fernbedienung, stärkere oder schwächere Bremsung nach Bedarf, leichter Ersatz der sich rascher abnutzenden Teile während des Ablaufes der Wagen in der Weise, daß in Notfällen wie bisher mit gewöhnlichem Bremsenschuh gearbeitet werden kann.

2. Für Winterrücken wird eine Gleisbremse notwendig, die die Voraussetzungen wie oben unter Ziffer 1. erfüllt, außerdem aber auch in dem stärkeren Gefälle von 1:30 und mehr eine genügend starke Bremsung auszuüben vermag.

Die Kosten dieser Bremsen müssen in einem tragbaren Verhältnis zu ihrer kurzfristigen Benützung im Winter während zwei bis drei Wochen stehen.

Es ist zu hoffen, daß die Verbesserung der unter Ziffer 1. erwähnten Hemmschuhbremse auch eine brauchbare Lösung für den Winterrücken zeitigt.

Es müßte auch versucht werden eine Lösung zu finden, bei der durch das jeweilige Gewicht eines Wagens eine selbsttätige stärkere oder schwächere Abbremsung erzielt wird.

Es ist nicht unmöglich, daß durch eine derartige selbsttätig wirkende Bremse — die allerdings regelbar sein müßte — das Bremspersonal großenteils eingespart werden kann. Ein Versuch nach dieser Richtung wäre wohl der Mühe wert.

3. Erhofft darf ferner von der Zukunft die Lösung der Frage werden, auf welche Weise im Winter bei Frost und Schnee der Wagenablauf in den Richtungs- und Stationsgleisen — vor allem in den letzteren — gesichert wird.

In Ziffer II sind bereits die verschiedenen Möglichkeiten erwähnt worden — seitliches Schieben der Wagen mit tankartigen Schleppern, Antriebsvorrichtung Pösentrup-Heinrich, Rangierbrücke im vorderen Drittel der Stationsharfen — doch bleibt hier eine wirklich brauchbare, wirtschaftlich vertretbare Lösung unbedingt offen und muß von dem Erfindergeist der Fachleute in der Zukunft erhofft werden.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Ergänzende Bemerkungen zu dem Artikel »Instandsetzung verschlissener Schienenstöße bei den schwedischen Staatsbahnen«*).

Die Instandsetzung verschlissener Schienenstöße mittels Eisenblecheinlagen zwischen Schienenfuß und Lasche, wie sie nach den Ausführungen im Heft 12 des Organs vom Jahr 1924 S. 283 und im Heft 4 des „Organs“ vom Jahre 1926 S. 67 bei den schwedischen Staatsbahnen in den letzten Jahren durchgeführt wurde, ist nicht neu. Schon im Jahre 1914 wurden im Bereiche der Reichsbahndirektion Karlsruhe mit diesem Verfahren Versuche gemacht.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen kann gesagt werden, daß sich diese Art der Unterhaltung, bzw. Instandsetzung verschlissener Schienenstöße, welche die Ausnutzung der oft schon stark abgenutzten älteren Oberbauteile bis aufs äußerste — und zwar mit geringen Kosten an Stoff und Arbeit — zuläßt, recht gut bewährt hat.

Werden die Eisenblecheinlagen auf die ganze Länge der Lasche eingeschoben, wie dies nach den Ausführungen im Heft 12 des „Organs“ vom Jahre 1924 bei den schwedischen Staatsbahnen durchgeführt ist — offenbar um sie an beiden Enden aufbördeln zu können und dadurch Längsverschiebungen zu verhindern — dann steht zu befürchten, daß bei der durchgehend gleichen Dicke der Einlagebleche die Lasche gerade an den Stellen ihrer größten Abnutzung, also zunächst dem Stoß, nicht oder nur sehr mangelhaft wieder zum Anliegen an die Anlageflächen der Schienen kommen, besonders dann, wenn auch — wie dies meist der Fall ist — die Laschenkammern stark ausgeschlagen sind.

Man ist deshalb im Bereiche der Reichsbahndirektion Karlsruhe neuerdings dazu übergegangen, die Einlagebleche nur so lang zu machen, daß sie zwischen die Klemmplatten der beiden benachbarten Stoßwellen hineinpassen, wie dies die gestrichelten Linien der nebenstehenden Abb. 1 zeigen.

Zur Verhütung von Längsverschiebungen müssen die Einlagebleche so breit gehalten werden, daß sie mit ihren beiden Enden an den Klemmplatten anstoßen. Die seitliche Verschiebung der Einlagebleche ist bei dem badischen Regeloberbau durch den winkelrecht abgebogenen unter Schienenunterkante hinabreichenden Schenkel der Lasche unmöglich. (Siehe Abb. 2.)

Nach diesen Grundsätzen ergaben sich für die Einlagebleche, welche je nach dem Grade der Abnutzung der Laschen und Kammern 1½, 2½ und 3½ mm dick gewählt wurden, folgende Längen- und Breiteabmessungen:

a) für den badischen Regeloberbau aus 140 mm hohen Schienen: 450 mm Länge und 49 mm Breite,

b) für den badischen Regeloberbau aus 129 mm hohen Schienen: 460 mm Länge und 40 mm Breite.

Das verwendete Material ist Band Eisen aus gewöhnlichem Flußeisen, wie es im Handel üblich und leicht erhältlich ist.

Durch den Einbau dieser Bleche wurde nicht nur eine wesentlich längere Lebensdauer der betroffenen Oberbauteile, sondern auch ein Anheben der eingeschlagenen Stöße und damit ein ruhigerer Lauf der Fahr-Ls.

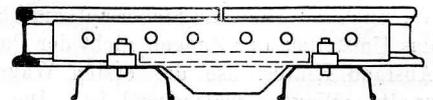


Abb. 1.

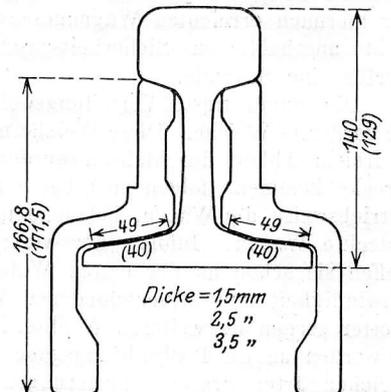


Abb. 2.

* Heft 4 des „Organs“ vom 28. Februar 1926.

Ein Vorschlag zur Ausbildung der ersten Verteilungsweiche in Verschiebebahnhöfen.

Von Reichsbahnrat Wagner, Dresden.

Bei einem gut angelegten Verschiebebahnhof wird stets der Hauptablauf der schwächste Punkt sein, der für die Leistungsfähigkeit des ganzen Bahnhofs maßgebend ist. Er ist der eigentliche Engpaß, an den sich die aufnahmefähige Vorflut der Richtungs-, Stations-, Ausfahr- und Streckengleise anschließt. Man wird die Leistungsfähigkeit der Bahnhofsanlagen vor dem Hauptablauf, die den Strom der Wagen zuführen, steigern können und man wird ebenso die Anlagen hinter dem Hauptablauf, die den Wagenstrom aufsaugen und ableiten, in ihrer Leistungsfähigkeit heben können, aber beim Ablaufberg, bei dem die Verteilung der Wagen einzig und allein während des freien Ablaufs erfolgt, sind wir an einer Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt, deren Überschreitung mit unsern heutigen Mitteln nicht möglich ist. Die Theorie veranschlagt die Leistungsgrenze bei Verwendung eines mechanisierten, in der Hauptsache aber noch freien Ablaufs mit fernbedienten Gleisbremsen oder Beschleunigungsantrieben und unter der Voraussetzung einer nach den Regeln der Dynamik berechneten Ablaufanlage auf 7000 bis 8000 Wagen am Tag. Die Praxis hat es — allerdings ohne mechanische Einrichtungen und dynamisch günstige Ablaufberge — auf Spitzenleistungen bis 5000 Wagen gebracht.

Die obere Grenze wird durch die Bauart und Bedienungsweise der Verteilungsweichen gezogen. Man verwendete bisher für die Verteilungsweichen der Ablaufberge durchweg Weichen normaler Bauart. Man war dazu gezwungen, denn alle Weichen wurden mit größeren Geschwindigkeiten und von frei ablaufenden, der Gewalt der Rangierer entzogenen Wagen befahren. Aus Gründen der Betriebssicherheit und mittelbar zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die bei öfteren Entgleisungen stark sinken würde, konnte man nicht wagen, von der Normalbauweise abzugehen und etwa zu versuchen, durch kurze Zungen und geringe Aufschlagweite ein schnelleres Umstellen der Weichen zu erzielen. Als Zeit, die zum Umstellen einer Weiche von Hand (Stellwerk) zwischen zwei ablaufenden Wagen nötig ist, rechnet man heute noch den Wert von 4 Sekunden, den Dr.-Ing. Amman bei praktischen Versuchen auf verschiedenen Verschiebebahnhöfen ermittelte und den er in seiner Doktordissertation 1911 veröffentlichte. Die 4 Sekunden sind als Pufferabstandszeit gerechnet. Sie setzen sich zusammen aus 1,5 Sekunde für das eigentliche Umstellen der Weiche und aus 2,5 Sekunden für Beobachtung, Überlegung, Entschlußfassung und Sicherheitszuschläge. In Wirklichkeit sind die Sicherheitszuschläge noch größer, da für das Umstellen der Zungen nicht der Pufferabstand, sondern der Abstand Hinterachse des ersten Wagens bis Vorderachse des zweiten Wagens maßgebend ist. Die Vernachlässigung dieser Strecken entspricht je nach der Neigung der Ablauframpe und der hiernach erreichten Wagengeschwindigkeit einem weiteren nicht unerheblichen Sicherheitszuschlag. Amman rechnet hierfür eine Sekunde.

Die ungünstigste Verteilungsweiche ist selbstverständlich die vorderste Weiche. Diese Weiche muß von sämtlichen Wagen in freiem Ablauf durchfahren werden. Bunt, wie sie von der Strecke kommen, folgen sich bei der jetzt üblichen Bau- und Betriebsweise die Wagen, beladene und unbeladene, offene und gedeckte Wagen. Infolge der verschiedenen Laufwiderstände treffen sie schon an der ersten Weiche mit verschiedener Geschwindigkeit und in verschiedenen Abständen ein. Wind und Wetter sorgen für weiteren Wechsel in den Ablaufverhältnissen. So werden an die Beobachtungsgabe und Entschlußfassung des Weichenwärters große Anforderungen gestellt, denen er gerecht werden muß unter dem dauernden drückenden Bewußtsein, daß jedes Versehen in der Weichenstellung mindestens zu beträchtlichem Zeitverlust führt, sei es im günstigerem Falle bei Fehlläufen durch erneutes Ausrangieren, sei es bei Betriebsunfällen durch langwierige Gleisperrung. Hier Wandel zu

schaffen ist schon seit langem das Ziel der Ablauffachleute. Soweit sie überhaupt beim freien Ablauf geblieben sind, gehen ihre Bestrebungen dahin, möglichst gleiche Geschwindigkeiten und somit gleiche Abstände der abrollenden Wagen zu erzielen. Ihre Mittel sind die Steilrampe, die Gipfelbremse oder der Beschleunigungsantrieb.

Noch nicht beschritten wurde der Weg, die Bauart der Verteilungsweichen zu ändern. Es wurde schon gesagt, daß für die von frei ablaufenden Wagen durchfahrenen Weichen eine Abweichung von der Normalbauart nicht in Frage kommt. Bisher wurden aber sämtliche Verteilungsweichen von frei abrollenden Wagen befahren, wo soll dann überhaupt eine Änderung der Bauweise erfolgen? Ist eine andere Lage der Verteilungsweichen als die im eigentlichen Ablaufberg möglich? Die Frage ist bisher wohl noch nie erörtert worden, weil es als unumstößliche Tatsache galt: Die Verteilung der Wagen beginnt hinter dem Ablaufpunkt, nachdem die Wagen zum freien Ablauf gekommen sind.

Wenn man aber zusieht, wie ein Zug in langsamem Schrittempo über einen Eselsrücken gedrückt oder im Gefällsbahnhof mit Bremsbedienung zum Ablaufpunkt herabgelassen wird, erscheint da nicht der Gedanke verlockend, bereits unter dem langsam fahrenden, geschlossenen Zug die ersten Verteilungsweichen umzustellen? Die Antwort auf diese Frage soll ein Vorschlag zu einer neuartigen Ausbildung der ersten Verteilungsweichen geben.

Die Idee, eine oder mehrere Verteilungsweichen über den Ablaufpunkt herüberzuziehen und in das Zerlegungsgleis zu legen, ist mit Normalweichen natürlich nicht auszuführen. Es ist beim fallenden Zerlegungsgleis selbstverständlich und beim steigenden Zerlegungsgleis zum schnellen Aufhalten des Ablaufs mindestens erwünscht, daß der Zug bis kurz vor den Brechpunkt gekuppelt bleibt. Auch muß beim Abdrücken bis zum Ablauf sichere Berührung der Puffer gewährleistet sein. Mit einer schnell auseinanderziehenden Normalweiche lassen sich diese Bedingungen nicht erfüllen. Die Weiche dürfte die Wagen nur so weit auseinander ziehen, als es die Puffer und Kupplungen unbedenklich zulassen.

Eine Lösung dieser Aufgabe ist auf dem in der schematischen Skizze dargestellten Wege möglich. Nicht die ganze Weiche, sondern nur die Zungenvorrichtung wird in das Zerlegungsgleis vorgeschoben, das Herzstück bleibt im Steilhang liegen. Die verbindenden Gleisstränge werden parallel angeordnet und so verschlungen, daß sich ein möglichst geringes Maß seitlichen Abstandes ergibt.

Wir wollen zunächst die Möglichkeiten der technischen Ausführung dieser Grundidee betrachten. Zwei Bedingungen hatten wir oben schon festgestellt: Auf der Strecke bis zum Ablaufpunkt muß bei jeder Wagenstellung eine sichere Berührung der Puffer gewährleistet sein und es müssen die Kupplungen der auf verschiedenen Gleisen laufenden Wagen eingehängt bleiben können. Als weitere Bedingung stellen wir, daß die Weiche für alle Fahrzeuge, auch für Lokomotiven befahrbar bleiben soll. Wir können uns aber die Beschränkung auferlegen, daß wir die Weiche nur für Schrittgeschwindigkeit von etwa 2 m/Sek. bauen.

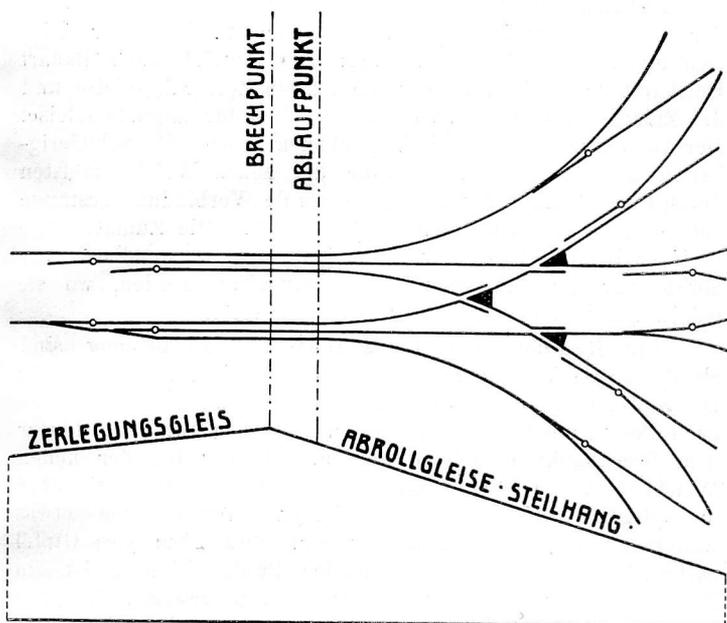
Die 1. Bedingung der sicheren Pufferberührung wird die Zahl der Abzweigungen vor dem Ablaufpunkt begrenzen. Das Mindestmaß, um das die parallel verschlungenen Gleise seitlich verschoben werden können, setzt sich aus Schienenkopfbreite und Spurrillenweite zusammen. Es wird also bei 65 mm Kopfbreite (Reichsbahnprofil S 49) und 42 mm Spurrillenweite 107 mm betragen. Eine weitere Herabsetzung durch Verwendung

von Spezialprofilen ist in Rücksicht auf die Ausbildung des Zungendrehpunktes nicht ratsam. Ein roher Überschlag läßt erwarten, daß bei diesem Verschiebungsmaß und einem Puffer Scheibendurchmesser von 340 mm die Grenze bei zwei Abzweigungen vor dem Ablaufpunkt liegen wird.

Die 2. Bedingung, daß die Kupplungen bei versetzt fahrenden Wagen eingehängt bleiben können, wird mindestens auch die Ausführung von zwei Abzweigungen zulassen. Es steht wohl außer Zweifel, daß die langgehängten Kupplungen ohne Bedenken ebensoviel seitliche Verschiebung zulassen als zur sicheren Pufferberührung möglich ist.

Die 3. Bedingung, daß die Weiche von Lokomotiven befahren werden kann, ist für die Ausbildung der Zunge und des Einlaufwinkels ausschlaggebend.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Weiche mit zwei Abzweigungen genau durchkonstruiert worden. Schiene und Spurrillenweite wurden wie oben angegeben gewählt. Die Zunge ist mit 2,5 m Länge ausgeführt. Dafür ergab sich bei symmetrischer Anordnung der Zungen und der Backenschienen ein Einlaufwinkel von $1^{\circ} 14' 34,4''$. Bei der geringen Fahrgeschwindigkeit von 2 m/Sek. ist dieser Winkel sicher nicht zu groß, man könnte vielleicht noch weiter gehen und die Zunge noch kürzer ausbilden.



Für einen 20-t-Wagen beträgt der maximale Pufferausschlag in der ungünstigsten Stellung bei zweifacher Verteilung 146 mm, das Höchstmaß bei dreifacher Verteilung 253 mm.

Besonderer Aufmerksamkeit bedarf die Ausbildung der Stellvorrichtung. Technisch am einfachsten wäre die Stellung von Hand. In diesem Falle müßte ein besonderer Weichenwärter an Ort und Stelle die Hebel bedienen. Wirtschaftlich würde das Verfahren nur bei großen Bahnhöfen sein, wo der Mann durch die Bedienung der Spitzenweiche tatsächlich voll beschäftigt ist. Für diese Fälle empfehlen schon Oder (Verk. Woche 1908/9, S. 753) und Cauer (Ztg. des V. d. E. 1912, S. 293) die Handstellung der vordersten Weiche durch einen an Ort und Stelle stehenden Wärter. Ungünstig wäre die reine Handstellung mit einfachem Hebel insofern, als für die Umstellung der Weiche nicht der volle Abstand von der Hinterachse des ersten Wagens bis Vorderachse des zweiten Wagens in Frage käme, sondern von dieser Strecke noch die Länge der Zunge abgezogen werden müßte. Denn es müßte die Hinterachse des ersten Wagens die Zunge verlassen haben, ehe der Stellhebel betätigt werden dürfte. Da die Achsentfernung mindestens 4,50 m beträgt und die Zungenlänge 2,50 m, blieben nur 2,0 m Umstellstrecke. Bei der für heutige Verhältnisse immerhin

guten Abdrückgeschwindigkeit von 1 m/Sek. kämen wir theoretisch auf zwei Sekunden Umstellzeit. Viel vorteilhafter ist mechanische oder elektrische Stellung mit Hilfe von Fühlschienen oder Kontakten. In einer Entfernung vor der Zungenspitze, die sich aus reiner Umstellzeit und größter Abdrückgeschwindigkeit errechnet, liegt der Kontakt, der vom Weichenwärter auf Gleis 1, 2 oder 3 eingestellt werden kann. Die anrollende Achse löst den Kontakt aus und der geschlossene Strom stellt den gewünschten Fahrweg ein. Nachdem die letzte Achse des Wagens den Kontakt überfahren hat, stellt ihn der Weichenwärter für den Fahrweg des folgenden Wagens ein. Hierzu steht ihm die volle Achsentfernung von 4,50 m als Umstellstrecke zur Verfügung, da erst die Vorderachse des zweiten Wagens den Strom zu neuer Umstellung gibt. Ein ähnliches Prinzip wird schon bei den selbsttätigen Ablaufstellwerken benutzt. Es wird bei dieser Stellart möglich sein, die Weiche vom Stellwerk aus zu bedienen, besonders wenn die Ablenkung eines jeden Wagens jeweils an der letzten Achse des vorhergehenden Wagens durch Kreide oder ein angehängtes Schildchen gut markiert wird und der Umstellpunkt dicht hinter dem Kontakt ein gut sichtbares Merkzeichen erhält. Weitere Möglichkeiten der Weichenstellung zu erörtern, würde hier zu weit führen. Es sei nur noch kurz gestreift, daß man mit Hilfe von Achsen zählenden Schienenkontakten und Rangierzetteln, die die Anzahl der Achsen der einzelnen Wagen angeben, ein halb selbsttätiges Umstellen auch bei ungünstig liegender Stellerei ohne unmittelbare Sicht ermöglichen kann.

Die Länge der Weiche ergibt sich aus folgender Überlegung: Sollten durch Versehen des Weichenstellers Fehlläufer oder zweispuriges Fahren entstanden sein, so kann der Fehler leicht berichtigt werden, wenn die Strecke zwischen Zungenvorrichtung und Ablaufpunkt möglichst lang, mindestens wohl 30 m, gewählt wird. Auf dieser Strecke hätte das Rangierpersonal Gelegenheit, die Wagenverteilung nochmals zu prüfen, ehe die Wagen zum freien Ablauf übergehen und somit der Gewalt des Personals entschwinden. Werden Fehler entdeckt, so wird mit dem Abdrücken eingehalten, der falsch geleitete Wagen bis über die Weiche zurückgezogen und richtig abgedrückt.

Der Betrieb der Anlage ist aus den bisherigen Darlegungen jedenfalls schon klar geworden, es braucht nur nochmals kurz das Wesentlichste zusammengefaßt zu werden: Der zu zerlegende Zug wird geschlossen in das Zerlegungsgleis gedrückt oder bei Gefällsanlagen mit Bremsbedienung zum Ablaufpunkt herabgelassen. Durch die im Zerlegungsgleis liegenden Zungenvorrichtungen der neuen Verteilungsweiche werden die Wagen auf die drei verschlungenen Gleise verteilt. Der Zug fährt aber geschlossen weiter, es sind nur die einzelnen Wagen seitlich um 107 bzw. 2×107 mm versetzt. Erst dicht vor dem Ablaufpunkt werden die Wagen entkuppelt und laufen nun, nachdem sie bereits nach drei Hauptrichtungen vorsortiert sind, von drei verschiedenen Gleisen in freiem Ablauf ab.

Von der Anlage werden gewichtige Vorteile erwartet. Zunächst von der Betriebsweise der Weiche. Wir haben den wesentlichen Unterschied gegen die jetzigen Anlagen, daß die erste oder die beiden vordersten Verteilungsweichen nicht unter den frei ablaufenden Wagen, sondern unter dem geschlossenen, noch fest in der Hand der Rangiermannschaft befindlichen Zug umgestellt werden. Dort haben wir frei abrollende Wagen, große Geschwindigkeit, verschiedene Abstände der einzelnen Wagen, keine Möglichkeit, den Wagen bei versehentlich falscher Weichenstellung aufzuhalten, infolgedessen große Anforderungen an Beobachtungsgabe, schnelles Handeln und Nervenkraft der Bedienenden. Hier haben wir einen langsam fahrenden, geschlossenen Zug mit daranhängender Lokomotive oder besetzten Bremsen, zwangsweise feste Abstände der einzelnen Wagen, die Möglichkeit, Fehler in der Weichenstellung schnell und ohne Betriebsgefahren zu berichtigen. Es ist daher zu erwarten, daß alle Beteiligten mit größerer Ruhe und Sicherheit arbeiten.

Der Erfolg sollte sein, daß die ersten Verteilungsweichen mit einer größeren Abdrückgeschwindigkeit arbeiten können, als es jetzt der Fall ist und daß gleichzeitig die Betriebssicherheit durch das ruhigere Arbeiten einer geistig weniger angestrengten Mannschaft erhöht wird.

Eine überschlägliche Rechnung über den Zeitbedarf für die Bedienung der Weiche gibt bei vorsichtiger Aufstellung und für die oben beschriebene mechanische Stellung der Weiche folgendes Bild: Die Weichenzungen werden sich bei nur 2,5 m Länge und 71 mm Aufschlagweite in einer halben Sekunde umstellen lassen. Sicherungszuschläge für Beobachtung und Entschlußfassung sind in nur geringer Höhe erforderlich, da der Weichenwärter in aller Ruhe das langsam anrollende Rad beobachten und seinen Kontakt ohne Überhastung auf Sekundenbruchteile genau bedienen kann. Setzt man sie sehr reichlich mit 1,5 Sekunden an, so erhält man eine erforderliche Umstellzeit von zwei Sekunden. Der Umstellweg, also die Entfernung der Hinterachse des vorderen Wagens bis zur vorderen Achse des hinteren Wagens beträgt mindestens 4,50 m. Rechnet man zum Ausgleich von zusammengedrückten Puffern und dergl. nur 4,0 m, so würde man auf eine Abdrückgeschwindigkeit von 2,0 m in der Sekunde kommen, ein Wert, den auch gute Anlagen zur Zeit bei weitem nicht erreichen. Besonders wertvoll ist hierbei, daß unter der größeren Geschwindigkeit die Sicherheit nicht leidet, sondern im Gegenteil durch die hinter der Zunge liegende Sicherheitsstrecke und das ruhigere Arbeiten der Beteiligten noch erhöht wird. Erhöhte Sicherheit ist aber im Verschiebebahnhof gleichbedeutend mit erhöhter Leistungsfähigkeit.

Die Anlage wird in besonderem Maße dem längst anerkannten Grundsatz gerecht, die Weichen- und Gefahrzone durch Verschieben der ersten Trennungsweichen zu verkürzen. Es ist bekannt, daß dadurch die Laufzeitfolge verbessert wird, weil die Bedingungen für die dynamische Berechnung der Ablaufanlage günstiger werden, wenn die Weichenentwicklung möglichst weit in das Steilgefälle — die Zone ausgeglichener Ablaufgeschwindigkeiten — vorgeschoben wird. Will man wahlweise auf die Verkürzung der Gefahrzone verzichten, so kann man statt dessen die günstige Weichenentwicklung dazu benutzen, eine größere Zahl von Richtungsgleisen, als es bisher bei Flachbahnhöfen möglich war, anzuschließen.

Von besonderem Vorteil dürfte noch sein, daß die Anlage technisch überaus einfach und von allen verwickelten Vorrichtungen frei ist. Es hat sich immer wieder gezeigt, daß für den derben Ablaufbetrieb die einfachsten Anlagen die brauchbarsten sind. Je mehr Maschinerie, um so mehr Betriebsstörungen, um so weniger Leistung. Man wird die Weiche auch in bestehende Anlagen einbauen können und in Flachbahnhöfen oder Gefällsbahnhöfen sowie in Haupt- oder Nebenablaufanlagen verwenden können.

Es könnte eingewendet werden, daß, wenn auch zwei Verteilungsweichen über den Ablaufpunkt hinweggezogen werden, dann die nächsten Weichen im Steilhang die bisherige Rolle der ersten Verteilungsweichen übernehmen würden. Gewiß tun sie das, aber unter günstigeren Vorbedingungen. Wie schon erwähnt, ist durch die Verkürzung der Gefahr- und Weichenzone eine Erleichterung der Ablaufverhältnisse geschaffen. Zweitens aber werden diese im Steilhang vordersten Weichen von bereits vorrangierten Wagen befahren. Selbst wenn mehrere Wagen hintereinander auf demselben Gleis zum Ablauf kommen sollten, so werden es bei einer gut durchdachten Anlage in der Hauptsache gleichartige Wagen sein, d. h. entweder nur beladene oder nur unbeladene. Die Grenzen ihrer Laufwiderstände werden also dichter beieinanderliegen, als beim Ablauf ohne Vorrangierung, wodurch die Laufzeitfolge wiederum gebessert wird. Wo die Verhältnisse und Aufgaben des Bahnhofs eine solche Einteilung in gleichartige Wagen nicht gestatten, kann man nach dem Beispiel des Verschiebe-

bahnhofs Dresden-Friedrichstadt — dessen Ablauf letzten Endes eine unvollkommene Ausführung der in diesem Aufsatz dargelegten Gedanken ist — hinter dem ersten Ablauf eine Zwischenhemmung einschalten, die wie ein Ausgleichbecken wirken würde. Man hätte auf diese Weise den einfachsten Vorrangierbahnhof geschaffen. Bei der Annahme dreier Abläufe am ersten Ablaufgipfel und von aufnahmefähigen Zwischenhemmungsgleisen brauchte die Abdrück- bzw. Abrollgeschwindigkeit hinter der Zwischenhemmung nur ein Drittel derjenigen am ersten Ablaufgipfel zu sein. Den Vorteilen, die eine Zwischenhemmung bieten kann, wird im Allgemeinen viel zu wenig Beachtung geschenkt.

Schließlich wäre noch von Interesse, zu betrachten, inwieweit sich neuzeitliche mechanische Einrichtungen zur Regelung der Laufzeitfolge und der Laufweite mit der neuen Verteilungsweiche verbinden lassen. Es sei vorweg nochmals betont, daß ja schon die Verteilungsweiche diese Aufgabe der Regelung der Laufzeitfolge durch Verkürzung der Gefahrzone und durch Vorrangieren übernimmt, indessen wird man sich die Vorteile bewährter mechanischer Einrichtungen nicht gern entgehen lassen, wenn man dadurch die Leistung weiter steigern kann. Wir wollen mit dieser Betrachtung von den Zerlegungsgleisen aus beginnen.

Zur Leistungssteigerung und zum wirtschaftlicheren Betrieb der Zerlegungsgleise sind zwei Arten mechanischer Einrichtungen vorgeschlagen worden: Der Antrieb nach Bauart Derikartz für steigende oder horizontale Zerlegungsgleise und die Zulaufbremse nach Vorschlag Fröhlich für fallende Gleise. Der Antrieb Derikartz wird sich einbauen lassen. Die Schwierigkeiten an der Zungenvorrichtung der neuen Weiche müßten durch Einzelstellung der Zungen — um das Verbindungsgestänge entbehren zu können — beseitigt werden. Die Zulaufbremse in ihrer jetzigen Gestalt ist hingegen nicht verwendbar. Sie müßte vor der Zungenvorrichtung eingebaut werden, wo sie jedoch nur einen Teil ihrer Funktionen erfüllt.

Zur Regelung der Laufzeitfolge im Ablaufhang sind ebenfalls zwei Vorschläge mechanischer Einrichtungen bekannt: Die Gipfelbremse nach Fröhlich und der Beschleunigungsantrieb nach Pösentrup-Heinrich. Beide sollen dicht (etwa 15 m) hinter dem Brechpunkt eingebaut werden. Da wir bei der neuen Weiche hier die Herzstücke liegen haben, müßten bei einer dreiteiligen Weiche die mechanischen Einrichtungen etwas weiter heruntergeschoben werden und etwa 25 m vom Gipfel entfernt liegen. Bei entsprechender Profilausbildung ist ein Nachteil hieraus nicht zu erwarten. Ein gewisser Nachteil besteht nur darin, daß wir statt einer wie bei jetzigen Anlagen zwei bis drei Gipfelbremsen oder Antriebe brauchen. Bei der überaus starken Belastung, denen solche mechanische Einrichtungen im Verschiebetrieb ausgesetzt sind, wird die anfängliche Mehrausgabe jedoch bald Zinsen tragen.

Das gleiche gilt für die fernbedienten Gleisbremsen am Fuße des Steilhanges zur Regelung der Laufweite. Ihr Einbau bereitet keine Schwierigkeiten, nur müssen mindestens zwei oder drei vorgesehen werden. In dynamischer Hinsicht bessern wir dadurch die Lage der Gleisbremsen und in wirtschaftlicher Hinsicht wird es unschwer zu beweisen sein, daß drei mit je ein Drittel belastete Gleisbremsen im Betrieb vorteilhafter sind als eine Gleisbremse, die die volle Belastung aufnehmen soll.

So würden also nur für den Einbau einer Zulaufbremse Schwierigkeiten entstehen. Unsere Bremsenkonstrukteure dürften vielleicht auch hier Rat schaffen.

Der Vorschlag bedarf — wie alle Neuerungen vornehmlich im Eisenbahnbetrieb — der praktischen Erprobung. Es ist aber anzunehmen, daß bei dem überaus einfachen technischen Aufbau und den durchsichtigen betrieblichen Verhältnissen die gehegten Erwartungen erfüllt werden. Die Weiche ist zum D. R. P. angemeldet.

Die Beleuchtung auf Verschiebebahnhöfen*).

Von H. Möllering, Oberbaurat a. D., Professor, Dresden.

Das künstliche Licht ist in allen, während der Dunkelheit zu führenden Betrieben, ein unentbehrliches Arbeitsmittel. Es ist dem Werkzeug, der Arbeitsmaschine gleichzustellen, ohne welche gewisse Arbeiten überhaupt nicht erledigt werden können. Die Ausgaben für die Beleuchtung, die einmaligen wie die laufenden, sind daher nicht als verloren anzusehen, sondern zu den verbenden zu rechnen.

Wo Höchstleistungen erzielt werden sollen, muß die Beleuchtung, die dem Betriebe dienlichste Stärke erhalten, andererseits aber auch so beschaffen sein, daß sie für das Auge voll zur Wirkung kommen kann. Sie muß also auch der Nutzleistung des Auges angepaßt werden; das Sehvermögen, die Sehschärfe, die Unterscheidungsgeschwindigkeit und die Beständigkeit des Sehens der in dem Betriebe beschäftigten Personen darf weder durch fremdes noch durch gespiegeltes Licht beeinträchtigt werden. Der Charakter der Beleuchtung jeder Betriebsstelle muß also allenthalben dem Charakter des Betriebes angepaßt sein.

Die Beleuchtung der Verschiebeanlagen soll nun nach Möglichkeit dazu beitragen, die Umstellarbeiten zu beschleunigen und die bei dem Rangierdienst verhältnismäßig sehr große sächliche und persönliche Unfallgefahr, die bekanntlich nachts besonders groß ist, zu vermindern. Der Schwerpunkt für die überall erstrebte Verbesserung der Verschiebebahnhöfe liegt nun zweifellos in den Gleisanlagen, in den Bremsvorrichtungen für die Fahrzeuge und in der Art des Dienstes, aber die Beleuchtung ist auch ein nicht zu unterschätzender Punkt. Auch diese kann und muß auf den meisten Verschiebebahnhöfen verbessert werden.

Die auf dem Gebiete der Beleuchtung erreichbaren Verbesserungen liegen nun nicht so sehr in einer Steigerung der Beleuchtungsstärke als in der Erzielung der günstigsten Sehverhältnisse für das menschliche Auge.

Die Schwelle der geringsten zulässigen Beleuchtungsstärke liegt auf den Verschiebebahnhöfen verhältnismäßig niedrig. Eine Beleuchtungsstärke wie bei einer guten Vollmondbeleuchtung würde selbst bei einem sehr lebhaften Betriebe im allgemeinen ausreichen, wenn man bei der künstlichen Beleuchtung gleich günstige Verhältnisse für das Sehen schaffen könnte. Das ist aber nicht so leicht zu erreichen, weil das menschliche Auge bei gutem, ausschließlich wirkendem Vollmondlicht ganz anders sieht als bei künstlichem Licht, das eine andere Farbe hat, nicht so gleichmäßig verteilt werden kann, und wegen seiner Verschiedenheit nicht immer in seiner jeweiligen Stärke vom Auge gleich gut aufgenommen wird. Bei ausschließlichem Vollmondlicht braucht sich das Auge bei einer Änderung seiner Blickrichtung nicht jedesmal neu einzustellen; es behält dabei immer seine volle Sehschärfe, die bei einer künstlichen Beleuchtung durch viele schädliche Einflüsse gar zu leicht beeinträchtigt wird.

Um die zweckmäßigste Beleuchtung für Verschiebebahnhöfe schaffen zu können, müssen wir auf dem Wege der Beobachtung erst lernen, welche Einflüsse schädlich für das Auge sind, wie diese verhütet werden können, und wie das durch fremde Einflüsse nicht mehr gestörte Auge bei einer dürftigen Beleuchtung am besten ein Betriebsfeld übersieht; denn im Vergleich zu dem Tageslicht bleibt die künstliche Beleuchtung immer dürftig. Wo wir bei einem hellen Sonnenschein vielleicht 30000 bis 50000 Lux haben, können wir nachts vielleicht nur 0,1 bis 0,5 Lux erreichen. Das ist aber an sich nicht

so schlimm, weil unser Auge sich dann auf Dunkelheit einstellt und in diesem Zustande hochempfindlich ist. Auf diese hohe Empfindlichkeit des Auges haben wir vor allem Rücksicht zu nehmen.

Damit bei der künstlichen Beleuchtung die Sehtüchtigkeit des Personals möglichst wenig beeinträchtigt wird, ist alles Licht, außer das von der Arbeitsstelle ausstrahlende, vom Auge fernzuhalten. Von keiner Lichtquelle sollten Lichtstrahlen weder unmittelbar noch durch Spiegelung das Auge treffen.

Wird nämlich das Auge gleichzeitig verschiedenen Helligkeiten ausgesetzt, z. B. dem unmittelbar von einer Lichtquelle ausgehenden verhältnismäßig starken Licht und dem von dem Boden oder den Wagen zurückgestrahlten weit schwächeren Licht, so paßt es sich sofort dem stärkeren an, und es empfindet nicht den Lichtstrom von den dunkleren Stellen in dem Maße, als wenn es nur diesen aufnehmen würde. Das von der Lichtquelle unmittelbar das Auge treffende Licht macht dieses gewissermaßen blind gegen das weit schwächere, das es von den beleuchteten Flächen mittelbar empfängt. Diese Flächen erscheinen dann dem Auge dunkler, als sie tatsächlich sind. Die größere Helligkeit der unmittelbar, wenn auch unbewußt gesehenen Lichtquelle überstrahlt das weit geringere Licht, das von den beleuchteten Flächen ausgeht.

Störend wirken alle in der Blickrichtung liegenden Lichtquellen, besonders die starken der Beleuchtungsanlagen. Da die beleuchteten Flächen nur einen geringen Bruchteil des empfangenden Lichtes wieder abgeben, wird die Deutlichkeit des Sehens durch jede in der Blickrichtung nicht abgeschirmte Lampe stark geschwächt, selbst wenn diese sich in einer größeren Entfernung befindet. Bei einer großen Entfernung der Lichtquelle wird das Auge schließlich immer noch durch den die Lichtquelle umgebenden Strahlenkranz gestört, der bewirkt, daß in einem gewissen Umkreis um die gesehene Lichtquelle das Auge nichts deutlich sieht. Dieser unübersichtliche Umkreis wächst mit der Stärke und der Nähe der gesehene Lichtquelle. Daher sind fremde Lichter in der Sichtlinie der Signale usw. auch so ungemein störend.

Um das Auge vor dem Eindringen der unmittelbaren Lichtstrahlen der Beleuchtungsanlagen zu schützen, muß man diese seitlich abschatten. Die Blickrichtung umfaßt bei den verschiedenen Menschen einen verschieden großen Raumwinkel, der in bezug auf die Höhe abhängig ist von der Tiefe der Augengrube in bezug auf die Augenbrauen. Gegen die Wage-rechte beträgt dieser Winkel nach oben im Durchschnitt etwa 30°. Bis zu diesem Winkel nach unten mußte man also die Lichtstrahlen der Leuchten abschirmen, um sie ganz blendungsfrei zu machen. Durch tief gezogene Reflektoren kann man das auch hinsichtlich der eigentlichen Lampen erreichen, aber das Auge empfängt dann noch Lichtstrahlen von der mehr oder weniger breiten sichelförmigen Projektion der reflektierenden Schirmfläche, deren Leuchtdichte jedoch nicht mehr stark stört. Ganz kann man die Leuchte also nicht gegen das Auge abschirmen. Eine so starke Abschirmung ist auch nicht überall durchführbar. Ein Abschirmen der Lichtstrahlen über einen Winkel von 2.60° gegen die Lotrechte erfordert nämlich eine verhältnismäßig hohe und enge Anordnung der Lichtquellen; denn bei diesem Winkelmaß verhält sich der Halbmesser des beleuchteten Kreises zur Lichtpunkthöhe schon wie 1,73:1. So enge Lampenabstände kann man nun im allgemeinen aus örtlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht erreichen, weshalb man den Öffnungswinkel der seitlich abgeschirmten Lampen meist auf 70 bis 80° vergrößern muß. Bei älteren Anlagen sind die Lampen sogar vielfach überhaupt nicht seitlich ab-

*) Vgl. Leitfaden für die Herstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen von H. Möllering, Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1926.

geschirmt, so daß hier, wenn das Auge nicht selbst geschützt wird, seine Blendung unvermeidlich ist.

Nun kann das Auge gegen die schräger als unter 60° von oben einfallenden Strahlen aber selbst noch geschützt werden, nämlich durch weit ausladende Mützenschirme. Von diesem Mittel hat man m. W. bisher auf den Bahnhöfen noch keinen Gebrauch gemacht, es sogar überhaupt noch nicht in seiner Bedeutung für die Eisenbahnen richtig erkannt. Die bisher benutzten und vorgeschriebenen Mützen sind in dieser Hinsicht durchaus ungeeignet. Es sollte daher ernstlich erwogen werden, für die Verschiebemannschaft Mützen mit genügend weit ausladenden Schirmen einzuführen. Jedenfalls sollte man auf einigen Rangierbahnhöfen mit solchen Mützen Versuche anstellen. Sie kosten ja nicht viel. Vor den Versuchen müßte allerdings das Personal über den Zweck der weitausladenden Schirme eingehend aufgeklärt werden, sonst bekommt man keine richtige Beurteilung.

Der Schutz des Auges gegen Blendung verlangt nicht nur eine sorgfältige Abschattung der der Außenbeleuchtung dienenden Lampen, sondern auch die Entfernung aller anderen Lichtquellen aus der Blickrichtung. So können sämtliche nicht abgeschirmte Innenlampen schädlich wirken und vor allen Dingen auch die Handlampen, besonders wenn sie stark und nach mehreren Seiten leuchten. Die früher verwendeten, nach drei Seiten abgeblendeten schwachen Petroleumlampen, sind in dieser Hinsicht viel zweckmäßiger als die neuerdings vielfach verlangten und gebrauchten Azetylenlampen, die zwar dem Besitzer nützlich sind, aber allen Anderen schaden können. Daß sie von dem Personal so stark begehrt werden, ist kein Beweis dafür, daß sie auch besser sind als die alten schwachen Lampen. Das Personal ist sich über den Schaden, den es durch die Blendung erfährt, noch nicht klar geworden, es hat noch nicht gelernt richtig zu sehen.

Die Handlampen brauchen als Leselampe für die Anschriften der Wagen nur auf geringe Entfernung und als Signallampen nur auf wenige 100 m zu wirken. Als Leselampe braucht sie nur eine geringe Kerzenstärke zu haben; als Signallampe genügt für sie die Helligkeit einer Weichensignallaterne, die ein normales Auge als Signalzeichen auf 200 bis 300 m sicher erkennen kann. Es ist daher dringend zu empfehlen, der Verschiebemannschaft nur schwachkerzige, dreiseitig abgeschirmte Handlampen zu geben, deren Leuchtseite für gewöhnlich durch eine Milchglasscheibe abzublenden ist, durch deren Wegnahme dann die Lampe in eine Leselampe umgewandelt werden kann.

Die Abschattung der Innenlampen gegen das Betriebsfeld kann durch tiefe Lampenschirme und durch Fenstervorhänge leicht erreicht werden.

Hat aber das Personal, wie bei den Stellwerken, von Innen nach Außen zu sehen, so kann auch das nicht gegen die Fensterscheiben in Augenhöhe des Stellwerkswärters abgeschirmte Licht sein Auge störend beeinflussen. Ein Fensterglas mit dunklem Hintergrund wirft nämlich das von innen auffallende Licht spiegelnd zurück. Nicht nur die Lampen, sondern alle beleuchteten hellen Flächen wie Papier, weiße Schilder, blanke Metallteile usw. können durch ihr nur etwas lichtschwächeres Spiegelbild in den Fenstern stören, wenn das gespiegelte Licht stärker ist als das von außen einfallende. Der Wärter hat dann durch Näherherantreten an das Fenster mit seinem Körper die Spiegelbilder abzudecken, um überhaupt nach außen sehen zu können. In den Stellwerken sind daher alle hellen Flächen zu vermeiden, weshalb z. B. auch schwarze Schilder mit weißer Schrift für die Stellhebel und Blockfelder zweckmäßiger sind als die üblichen weißen Schilder mit schwarzer Schrift. Wird der Stellwerksraum dunkel gehalten und durch Abschattung der Lampen und der beleuch-

teten Arbeitsflächen deren Spiegelung in den Fensterscheiben verhindert, so kann das Auge des Wärters sich auf Dunkelheit einstellen, und es übersieht dann den Außenraum gut, wenn dieser nur einigermaßen aufgehellt ist.

Um dem Stellwerkswärter die Übersicht des Betriebsfeldes zu erleichtern, sollte die Beleuchtung mit der Entfernung vom Stellwerk an Stärke zunehmen. Dafür sprechen zwei Gründe. Zunächst der, daß die Sehschärfe mit der Entfernung abnimmt und mit der Aufhellung zunimmt. Die mit der Entfernung schwächer werdende Sehschärfe kann durch eine stärkere Aufhellung des Hintergrundes einigermaßen wieder ausgeglichen werden. Wie stark durch die Aufhellung der Randzone die Sehschärfe beeinflusst wird, kann man am Tage im Freien leicht beobachten, wenn bei bedecktem Himmel die Sonne zeitweise über eine entfernte Gegend hinweghuscht.

Der andere Grund liegt darin, daß eine größere Helligkeit im vorderen Gesichtsfeld das Auge gegen eine geringere Helligkeit des hinteren Feldes unempfindlich macht. Wie schon oben bemerkt, stellt sich das Auge bei verschiedenen Helligkeiten des Betriebsfeldes immer auf die größere Helligkeit ein. Wechselt das Auge sein Gesichtsfeld und trifft es ein helleres Feld, so paßt es sich augenblicklich dieser größeren Helligkeit an; trifft es dagegen ein dunkleres Feld, so braucht es eine meßbare Zeit, um wieder seine volle Sehschärfe zu erhalten. Die Einstellzeit des Auges ist abhängig von dem Kontrast der Helligkeit der Felder; sie kann bis zu einigen Sekunden dauern. Je heller das zuerst gesehene Feld und je dunkler dagegen und überhaupt das nachher gesehene Feld ist, desto längere Zeit braucht das Auge, um sich vollständig der geringeren Helligkeit anzupassen.

Daher muß auch eine gewisse Gleichmäßigkeit für die Beleuchtung der Arbeitsstellen gefordert werden. Verschiedene Arbeitsstellen können natürlich verschiedene Helligkeiten aufweisen, aber innerhalb eines Arbeitsfeldes dürfen sie nicht zu ungleichmäßig sein. In der Nähe der Weichen muß die Beleuchtung besser sein als in den Abstellgleisen. In bezug auf die Gleichmäßigkeit braucht man nicht so ängstlich zu sein. Eine Gleichmäßigkeit von 1 : 50 auf dem Gesichtsfelde im Freien ist mehr als ausreichend, sie stört das Auge noch lange nicht. Es genügt die Vermeidung jeder das Auge störende Ungleichmäßigkeit.

Zu vermeiden sind schroffe Gegensätze, besonders in den Gangbahnen. Hinderlich wirken hier vor allen Dingen Schlagschatten, namentlich die harten, die daher möglichst zu vermeiden sind. Die direkt wirkenden mit Spiegel versehenen Leuchten ergeben härteren Schlagschatten als die Strahler mit zerstreutem Licht, die daher im allgemeinen den Vorzug verdienen.

Wo eine große Sehgeschwindigkeit verlangt wird, muß die Beleuchtung gleichmäßiger sein, als wo das Auge Zeit hat sich einzustellen. Andererseits kann eine gewisse Ungleichmäßigkeit nützlich sein, nämlich dort, wo in schmalen Streifen Unebenheiten und Ganghindernisse auf dem Betriebsfelde zu Unfällen führen können, weil dann das Auge auf diese Stellen hingelenkt wird. In dieser Hinsicht hat jedes Betriebsfeld seine besonderen Eigenheiten, die bei der Einrichtung oder Umänderung der Beleuchtung besonders berücksichtigt werden müssen.

Die nach oben und seitlich abgeschirmten Leuchten haben den unteren Raum möglichst gleichmäßig aufzuhellen, wobei möglichst wenig Licht verloren gehen soll. Schutzgläser für die Glühlampen, wenigstens bis zu 300 Watt, sind zu verwerfen. Durch die tief gezogenen Reflektoren sind diese Lampen genügend geschützt. Solche Schutzgläser verschlucken viel Licht, namentlich wenn sie verschmutzt sind.

Das Licht der Leuchte soll möglichst weich sein; daher sind die Streulichtstrahler zweckmäßiger als die spiegelnden. Die Streulichtstrahler können ihr Licht mehr nach unten werfen (Tiefstrahler, Abb. 1) oder mehr in die Breite (Breitstrahler, Abb. 2).

Die Tiefstrahler sind dort am Platze, wo man auf kleiner wagrechter Fläche eine große Helligkeit haben will. Solche Stellen sind auf Verschiebebahnhöfen aber selten, weshalb im allgemeinen die Breitstrahler zu bevorzugen sind. Ihr Öffnungswinkel, der $2 \cdot 75^\circ$ jedenfalls nicht überschreiten sollte, richtet sich nach den möglichen Lichtpunkthöhen und Lampenabständen. Je höher die Lichtpunkte angeordnet werden, desto weiter können die Lampen auseinander gerückt werden, desto größere

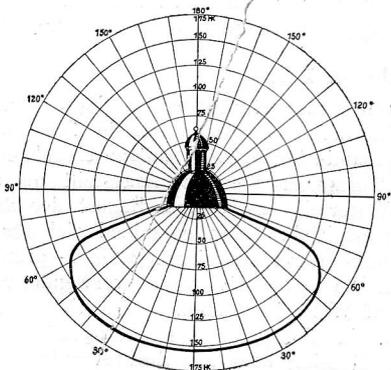


Abb. 1.

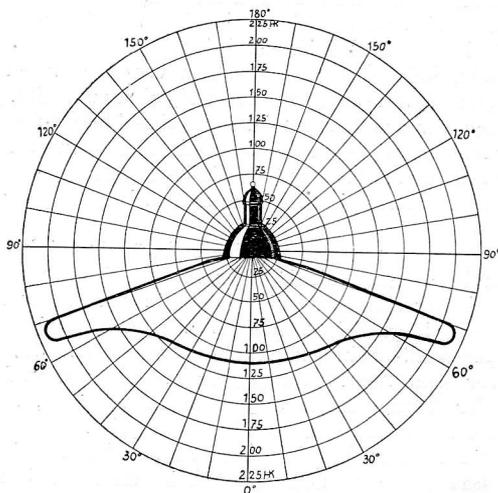


Abb. 2.

Lampen sind erforderlich. Stärkere Glühlampen sind aber wirtschaftlicher als kleine, weil sie, auf Watt bezogen, eine größere Lichtausbeute ergeben und dabei die Anlage- und Unterhaltungskosten geringer werden. Das Anwachsen der Lichtausbeute mit der Größe der Lampen macht sich besonders bemerkbar bei den stärkeren. Eine 300 Watt-Lampe gibt beispielsweise etwa das doppelte Licht von fünf Stück 60 Watt-Lampen. Die Steigerung der Lichtausbeute hört bei den 750 Watt-Lampen auf.

Die Lichtpunkthöhe ist praktisch auf 18 m beschränkt. Meist geht man nicht über 14 m. Bei breit angelegten Gleisfeldern sollte man durchweg große Lampen in großer Höhe aufhängen. Schmale Flächen dagegen sind wirtschaftlicher mit kleineren, niedriger hängenden Lampen zu beleuchten, weil dann das auf die Seitenflächen unausgenutzt ausgestrahlte Licht einen kleineren Bruchteil ausmacht. Bei einem Lampenabstande gleich der Flächenbreite erreichen die Stromkosten durchschnittlich ihren geringsten Wert. Bei diesem Abstand entfällt auf die benachbarten Seitenflächen unausgenutzt aber schon etwa ein Drittel des Lichtstroms. Je größere Beleuchtungskreise in bezug auf die Flächenbreite man wählt, desto größer ist der Anteil des über die Fläche hinweg unausgenutzt ausgestrahlten Lichtstroms.

Das von einer Lichtquelle ausstrahlende Licht J (Abb. 3) gibt den beleuchteten Flächen eine gewisse Helle, die abhängig ist von der Neigung der Fläche gegen den einfallenden Lichtstrahl und von ihrer Beschaffenheit. Auf eine lotrechte, unter 90° gegen den Fußpunkt der Lampe stehende Fläche entfällt nur die wagrechte Komponente (Vertikalbeleuchtung i_v), auf eine wagrechte Fläche nur die Lotkomponente (Horizontalbeleuchtung i_h) des Lichtstroms.

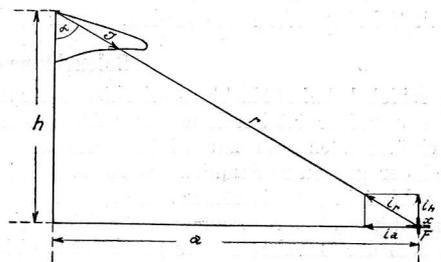


Abb. 3.

Die aufgehellte Fläche ist eine sekundäre Lichtquelle. Von jeder erhellten Fläche empfängt unser Auge einen Lichtstrom, der der Flächenprojektion in der Blickrichtung und der Flächenhelle entspricht. Die Flächenhelle ist abhängig von der Dichte des einfallenden Lichtstromes und von dem Rückstrahlungsvermögen der Fläche. Da auf den Verschiebeanlagen spiegelnde Flächen (abgesehen von den Stellwerkfenstern und den blanken Schienenköpfen) nicht vorkommen, so haben wir nur die zerstreute Rückstrahlung der Flächen zu beachten, bei der das Licht von jedem Flächenteilchen nach allen Richtungen abgelenkt wird, so dass die Lichtverteilung dieses Flächenelementes durch eine Lichtkugel dargestellt werden kann, welche die Fläche berührt.

Die Rückstrahlung ist um so geringer, je dunkler die Flächen sind. Die dunklen Wände der Wagen und Lokomotiven werfen kaum 10% des auffallenden Lichtes zurück. Von diesen empfängt das Auge daher auch nur wenig Licht und wir können sie daher selten unmittelbar sehen. Um sie körperlich sehen zu können, müssten wir sie in wagrechter Richtung viel stärker beleuchten, als wir es mit den abgeschirmten Lampen vermögen, selbst wenn diese vorwiegend nach der Breite strahlen. Nur die Gegenstände unmittelbar hinter einer Lampe empfangen soviel Licht, dass wir sie unmittelbar sehen können. Rücken sie weiter weg, so hört das körperliche Sehen immer mehr auf; wir sehen sie schließlich nur noch als dunkle Schatten vor dem heller erleuchteten Boden unter der nächsten Lampe. Bei dem Übergang von dem körperlichen Sehen zum Schattenriß kann es sogar vorkommen, dass wir die Gegenstände überhaupt aus dem Auge verlieren. Bis zu diesem Zustande sollte es auf Verschiebeanlagen allerdings nicht kommen. Hier liegt selbst bei den kleinsten Anlagen die tiefste Schwelle für die wag- und lotrechte Beleuchtungsstärke; diese Schwelle liegt bei etwa 0,1 Lux.

Da wir nun die Gegenstände auf dem Gleisfeld nachts weit mehr schattenhaft als körperlich sehen, so ist das schattenhafte Sehen durch eine hinreichende Aufhellung des Bodens zu begünstigen, was durch Tief- und Breitstrahler leicht zu erreichen ist. Von der erhellten Bodenfläche erhalten wir dann einen weit größeren Lichtstrom als von den Wänden der Wagen und Lokomotiven, deren Rückstrahlungsvermögen kein größeres ist als das der Bodenfläche. Die Flächenprojektion in der Blickrichtung ist bei den Wagen und Lokomotiven aber sehr viel kleiner als die der Bodenfläche, weshalb wir von dieser auch meist einen größeren Lichtstrom erhalten. Wie stark der Einfluss der Bodenelligkeit ist, tritt bei schneebedecktem Boden am deutlichsten in die Erscheinung.

Das schattenhafte Sehen tritt dann schon bei der geringsten Beleuchtung auf. Aus dieser Beobachtung ergibt sich auch ohne weiteres, daß ein heller Sand-, Kies- oder Steinbelag die Beleuchtungsverhältnisse vorteilhaft beeinflusst.

Nur in den wenigen Fällen, wo Anschriften an den Puffern oder Wagenstirnwänden ohne Zuhilfenahme von Handlampen erkennbar gemacht werden müssen, haben wir eine reichlichere Vertikalbeleuchtung zu schaffen, etwa, indem wir unmittelbar vor diesen Stellen einen Seitenstrahler aufstellen oder sie von der Seite mit Scheinwerfern bestrahlen, deren Lichtkegel aber

Beleuchtung eines amerikanischen Verschiebebahnhofs.

Der Verschiebebahnhof Markham bei Chicago der Illinois Central-Eisenbahn ist ungefähr 5,5 km lang. Der Ablaufbetrieb zur Auflösung der einfahrenden und zur Bildung der ausfahrenden Züge geht während der ganzen 24 Stunden des Tages vor sich. Der Bahnhof ist mit zahlreichen Gleisbremsen ausgestattet. Infolge seiner starken Belastung und der besonderen örtlichen Umstände ist es unerlässlich, daß der Bahnhof nachts gut beleuchtet ist. Beim Entwurf einer Beleuchtungsanlage, die den Anforderungen des Verschiebebetriebs genügt, mußte noch darauf Rücksicht genommen werden, daß neben dem Bahnhof eine Straße mit lebhaftem Kraftwagenverkehr hinführt und jede Gefährdung des Straßenverkehrs durch blendende Lichter vermieden werden mußte.

Die Gleisbremsen des Bahnhofs Markham sind zu Gruppen zusammengefaßt, die von Türmen, 8 m über S. O., bedient werden. Um sowohl die herannahenden wie die abrollenden Wagen gut verfolgen zu können, braucht die Bedienungsmannschaft der Gleisbremsen besonders gute Beleuchtung. Deshalb steht neben dem Eselsrücken, etwa 60 m rechts davon und 46 m rückwärts vom Gipfel, ein 36,6 m hoher Turm, auf dem die Scheinwerfer zur Beleuchtung der Ablaufgleise untergebracht sind. Wegen der großen Höhe dieses Turms wurde neben ihm ein zweiter von 27,5 m Höhe aufgestellt, von dem aus Lichtstrahlen quer über die Gleise geworfen werden. Eine Lampe in jeder Gruppe hat eine das Licht zerstreuernde Linse, wodurch zwar die Reichweite des Lichts verringert, dafür aber die Wirkung in die Breite erhöht wird.

Ehe die Beleuchtungsanlage für Markham entworfen wurde, wurden eine Anzahl andere Bahnhöfe besichtigt. Die Beleuchtungsmasten oder -türme in ihnen waren 18,3 bis 27,5 m hoch, aber in keinem standen die Lampen höher als 22,5 m über S. O.

Die Türme in Markham bestehen aus Winkeleisen von 10 cm Schenkellänge mit Versteifung durch Streben. Unter der Plattform haben sie einen einheitlichen Querschnitt von 91,5 zu 91,5 cm; nach unten verbreitern sie sich mit einem Anlauf von 1:64. Es sind drei Muster verwendet: Türme von 36,6 m (zwei Stück), von 33,6 m (ebenfalls zwei Stück) und 27,5 m (vier Stück). Alle diese Türme haben eine Plattform von 1,22 zu 3,05 m mit einem 1,2 m hohem Geländer. An jeder Seite sind sieben Scheinwerfer angebracht, drei auf dem Fußboden und vier auf dem Geländer. Sie können zum Reinigen und zur Vornahme sonstiger Arbeiten nach innen geschwenkt werden. Die Türme stehen auf Betongründungen von 3,2 × 3,2 m bis 3,66 × 3,66 m Grundfläche; sie sind mit 32 mm und 38 mm starken, 2,15 m langen

Betriebsleitung eines großen Verschiebebahnhofs der Belgischen Staatseisenbahnen.

Der Verschiebebahnhof „Schaerbeek-Formation“ der Belgischen Staatseisenbahnen liegt im Zentrum eines sehr dichten Eisenbahnnetzes. Die Zugfolge der in ihm endigenden Strecken ist so gedrängt, daß infolge eines unvorhergesehenen längeren Aufenthalts eines Zuges vor einem Einfahrtsignal des Bahnhofs die Strecken der ganzen Nachbarzone lahmgelegt werden können.

Gewöhnlich arbeiten die einzelnen Bahnhöfeile selbständig und unabhängig voneinander. Tritt jedoch plötzlich eine Störung oder Überlastung eines Bahnhöfeiles ein, so muß es möglich sein, ihn sofort durch Übertragung von Verschiebeaufgaben auf einen oder mehrere Nachbarabschnitte zu entlasten. — Um diese wichtige Aufgabe zu lösen, wurde eine Dienststelle geschaffen, die in der Lage ist, eine klare einwandfreie Betriebsleitung zu gewährleisten und gleichzeitig mit den „Dispatchern“, der nach dem „Dispatchingsystem“ organisierten Anschlussstrecken, in dauernder regster Fühlungnahme zu bleiben. Diese Dienststelle wurde „Regulateur“ genannt.

Hauptaufgabe des „Regulateur“ ist, das Interesse des Gesamtbahnhofs zu vertreten, es den Sonderbestrebungen einzelner, hergeiziger Leiter von Bahnhöfeilen überzuordnen. Der „Regulateur“

dann so gerichtet sein muß, daß durch ihn das Personal nicht gestört wird.

Natürgemäß behalten die Leuchten ihre volle Leuchtkraft nur so lange, als die Glühlampen und die zurückstrahlenden Flächen sauber gehalten werden. Beide verschmutzen aber leicht. Verschmutzte Lampen und Schirme verschlucken bis zu 20 und 50% des Lichtes. Daher ist es unbedingt nötig, sie jährlich wenigstens einmal zu reinigen, und zwar möglichst vor dem Winter. Die Kosten der Reinigung fallen nicht ins Gewicht gegenüber dem Nutzen der dadurch erzielten besseren Beleuchtung.

Bolzen im Beton verankert, der seinerseits auf neun Pfählen gegründet ist. Eine Leiter führt im Innern des Turms auf die Plattform.

Ehe die gesamte Beleuchtungsanlage eingebaut wurde, wurden von einem der Türme aus Versuche angestellt, um namentlich auch für nebligtes Wetter die geeignetste Bauart der Scheinwerfer, der Linsen usw. zu ermitteln. Man entschied sich für einen Reflektor von 584 mm Durchmesser aus einem gelblich-grünlichen Uranglas, wie es auch für die Lokomotivlaternen verwendet wird. Besonderer Wert wurde auf Wetterbeständigkeit des Belags verwendet. Der Reflektor ist in ein Aluminiumgehäuse eingehüllt; die beweglichen Teile sind aus Messing oder aus Bronze. Eine Lüftung hat man nicht für nötig gehalten, was als Neuerung gilt. Die Lampen sind so beweglich, daß sie in dem Brennpunkt des Reflektors eingestellt werden können. Die nach oben zerstreuten Lichtstrahlen werden so nach unten abgelenkt, daß sie den Raum zwischen dem Hauptstrahl und dem Fuß des Turms beleuchten. Das Gehäuse hält Staub, Feuchtigkeit, Gase und Insekten vom Reflektor ab, so daß sein anfänglicher Wirkungsgrad dauernd erhalten bleibt. Vor dem Reflektor und vor den Lampen ist noch eine Linse angeordnet, um die Lichtstrahlen auf die zu beleuchtende Fläche zu verteilen. Die Beleuchtung ist derart, daß auf 600 bis 700 m Entfernung bei einigermaßen klarem Wetter ziemlich kleiner Druck noch gelesen werden kann.

Jeder Beleuchtungsturm ist eine selbständige Einheit und wird von seinem Fuße aus bedient. Hier sind in einem Schrank selbsttätige Zeitschalter eingebaut, die einmal in der Woche aufgezogen und auf die richtige Zeit eingestellt werden. Sie sind durch ihre Schränke gegen alle Witterungseinflüsse geschützt. Um diese Vorrichtung vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen und auch das Besteigen der Türme durch Unbefugte zu verhüten, sind sie mit Drahtzäunen zwischen eisernen Pfosten umgeben.

Im ganzen hat der Bahnhof Markham acht Türme mit 42 Scheinwerfern; dazu kommen noch drei Scheinwerfer auf dem Dach der Lokomotivbekohlungsanlage, die die Reinigungsgruben, Lokomotivgleise usw. beleuchten. Diese 45 Scheinwerfer dienen zur Beleuchtung einer Fläche von 107 ha. Die Anlage hat sich bis jetzt bewährt. Sie dient nicht nur zur Erhöhung der Betriebssicherheit beim Verschiebedienst, sondern verhindert auch Beraubungen der Güterwagen und beseitigt gewisse Schwierigkeiten, die der Nachtdienst mit sich bringt.

(Railway Review, März 1926.

We.

muß dauernd über sämtliche Betriebsvorgänge im Bahnhof und über Zugläufe der Anschlussstrecken im Bilde sein. Er hat die Befugnis, die Verschiebeaufgaben, die bei der Auflösung der ankommenden und der Bildung der abgehenden Züge anfallen, den einzelnen Bahnhöfeilen zuzuweisen. Er ist für den Gesamtbetrieb des Bahnhofs dem Bahnhofsvorstand gegenüber verantwortlich und seine vornehmste Aufgabe ist es, durch geschickte Ausnutzung des vorhandenen Personals und der Lokomotiven die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs zu erhöhen.

Der „Regulateur“ ist mit einem vorzüglich ausgebauten Telefonnetz ausgestattet, das ihn in den Stand setzt, jederzeit seine Befehle telephonisch zu erteilen und alle notwendigen Informationen auf dem schnellsten Wege einzuholen.

Das neue System ist seit dem 3. November 1924 in Betrieb und hat sich dort sehr gut bewährt. Die Leistungsfähigkeit des Verschiebebahnhofs soll dadurch in Zeiten sehr starken Verkehrs ohne Personal- und Lokomotivmehrung um 300 bis 400 Wagen im Tage gesteigert worden sein.

Bulletin de L'Assoc. Intern. du Congrès d. Ch. d. fer.

Verkürzte Kreuzungsweichen.

Von Techn. Eisenb.-Oberinspektor W. Marek, Dresden.

(Hierzu Tafel 22.)

Über verkürzte Kreuzungsweichen ist in letzter Zeit vieles veröffentlicht worden. Ihre Vorzüge wurden geradezu in überzeugender Weise hervorgehoben. Nicht so die Mängel, die den Bauarten eben doch noch anhaften. Es dürfte daher angebracht sein, sich auch mit diesen eingehender zu beschäftigen. Diese Kreuzungsweichen sollen daher im folgenden auf ihre geometrische Durchbildung näher untersucht werden.

Während bei den gewöhnlichen Kreuzungsweichen die Zungenvorrichtungen innerhalb der Kreuzung liegen, sind sie bei den verkürzten (Bauart Bäseler) und verkürzenden (Bauart Vögele) Kreuzungsweichen außerhalb der Kreuzung angeordnet. Bei den gewöhnlichen Kreuzungsweichen wird die Baulänge zwischen den Enden der einfachen Herzstücke angenommen. Sie beträgt bei der sächsischen Kreuzungsweiche 1 : 8,5 Form V^a, die wegen des gleichen Krümmungshalbmessers von 180 m, der auch für die verkürzten Kreuzungsweichen gewählt wurde, zu Vergleichen geeignet ist, bei gegossenen Herzstücken 27,38, bei Schienenherzstücken 29,38 m. Die Länge der Kreuzungsweiche Bauart Bäseler muß aber zwischen den vorderen Backenschienenenden gerechnet werden. Sie beträgt für Einzelfälle 28,0 m und hat demnach nahezu die gleiche Länge wie die Kreuzungsweiche 1 : 8,5. Aus diesem Grunde erscheint die Bezeichnung »verkürzte Kreuzungsweiche« nicht zutreffend, denn

1. sie könnte insofern zu Irrtümern führen, als man annehmen könnte, eine schon vorhandene Kreuzungsweiche 1 : 5,5 wäre verkürzt und

2. ist diese Kreuzungsweiche in Wirklichkeit nicht kürzer als die zu Vergleich heranzuziehende 1 : 8,5.

Meines Erachtens dürfte die Bezeichnung »Kreuzungsweiche 1 : 5,5 Bauart Bäseler« ausreichend sein, denn jeder Fachmann weiß, daß die beigeschriebene Neigung deren Kreuzungswinkel bedeutet und je größer die Neigung, um so steiler die Weichenstrafe. Die Angabe der Bauart ist schon deshalb erwünscht, weil sie auch die Einzelheiten der Ausführung umfaßt. Dasselbe gilt auch für »verkürzende Kreuzungsweichen 1 : 6 Bauart Vögele«.

Und nun zur geometrischen Durchbildung der beiden Bauarten.

Bauart Bäseler (Abb. 1, Taf. 22).

Der gewählte Neigungswinkel 1 : 5,5 dürfte schon die äußerste Grenze darstellen.

Aus dieser Neigung und dem für die Bahnhöfe vorgeschriebenen Gleisabstande von 4,5 m ergibt sich die Länge der Kreuzungsweiche für Weichenstraßen ohne weiteres mit 25,156 m weniger Abstand der Zungenspitzen der aneinander stoßenden Kreuzungsweichen. Dieser Abstand ist nötig, weil sich sonst die Zungenspitzen verfängen würden. Für einzeln zu verlegenden Kreuzungsweichen sind die Backenschienen 1,422 m über die Zungenspitze verlängert. Die Länge solcher Kreuzungsweichen beträgt sonach $25,156 + (2 \times 1,422) = 28,0$ m.

Die Fahrkante der Schiene im Bogenstrange des Mittelteils ist auf das Mindestmaß 29 mm, das ist die halbe Schienenkopfbreite der preussischen Form 6, herangerückt. Aus den gegebenen Bestimmungstücken (Neigungswinkel der Kreuzung, dem Abstände der Fahrkante von der Längsachse und dem Krümmungshalbmesser von 180 m) ergeben sich die Anlaufwinkel an der Zungenspitze und am Knick, den der Bogen und die Gerade neben der Längsachse bilden. Für eine Bogenfahrt sind demnach vier Knicke vorhanden, die verhältnismäßig kurz aufeinander folgen. Diese Knicke wurden als unbedenklich hingestellt. Nimmt man die Tangente am Anlaufwinkel der Zungenspitze als feststehend an und legt einen berührenden

Bogen an die gerade Fahrkante in der Mitte der Kreuzungsweiche an, so ergibt sich dafür ein Bogen von 163 m Halbmesser (H_1 in Abb. 1). Nimmt man dagegen das Zungenende als feststehend an, so ergibt sich der an die Fahrkante der Kreuzungsweiche anschließende Bogen mit nur 134 m Halbmesser (H_2 in Abb. 1). Wird in die Kreuzung ein Bogen ohne Überschneidung der Fahrkanten mit 180 m Halbmesser eingelegt, so beginnt er 3,8 m vor der Zungenspitze (H_3 in Abb. 1). Daraus ist ersichtlich, daß die Knicke doch nicht so unbedeutend sind, wie behauptet wird. Die Knicke, wenn sie schon nicht zu vermeiden sind, müssen doch schließlich den zulässigen Halbmesser ergeben. Wenn schon die Lage der Zungenspitze durch die begrenzte Länge der Kreuzungsweiche festgelegt ist, warum nicht wenigstens die beiden Knicke in der Mitte vermeiden und den Bogen mit 163 m annehmen? Soviel mir bekannt ist, werden Weichen 1 : 7 im Bereiche der ehemaligen preussischen Verwaltung nicht mehr ausgeführt. In Sachsen dürfen sie nur in Verschiebgleise eingebaut werden, die mit langradständigen Lokomotiven nicht befahren werden. Bei diesen Weichen wurde ebenfalls der Fehler begangen, durch einen scharfen Knick an der Zungenspitze den Halbmesser von 140 m zu ermöglichen. Bei der preussischen Bauart beträgt der Anlaufwinkel an der Zungenspitze $1^\circ 30'$, bei der sächsischen Bauart $1^\circ 31' 40''$. Bei der Kreuzungsweiche Bauart Bäseler $1^\circ 12' 34''$. Bei der sächsischen Zungenvorrichtung mit 180 m Halbmesser ist dieser Anlaufwinkel $47^\circ 27''$ groß. Diesem gegenüber ist der Anlaufwinkel bei der Kreuzungsweiche 1 : 5,5 um $25' 7''$, das ist um 53% größer.

Bei Anwendung in Weichenstraßen mit 4,5 m Gleisabstand liegen die Zungenspitzen der benachbarten Kreuzungsweichen mit einem geringen Abstände voneinander. Bei der Fahrt aus der Geraden in die Ablenkung und umgekehrt, tritt der scharfe Ablenkwinkel voll in Erscheinung. Bei der Fahrt aus dem Bogengleis der einen Kreuzungsweiche in das Bogengleis der anschließenden Kreuzungsweiche erfolgt der Übergang ohne Knick, aber auch ohne Zwischengerade. Die Bestimmung, wonach bei Gegenbögen eine mindestens 6,0 m Gerade einzuschalten ist, ist nach den T. V. zwar nicht bindend, sie wird aber wohl von den meisten Vereinsverwaltungen in die Vorschriften übernommen worden sein. Bekanntlich spürt die erste Achse des Fahrzeuges an der äußeren, die letzte Achse an der inneren Bogenschiene an. Diese Gerade soll den gesetzmäßigen Übergang des Fahrzeuges aus einem Bogen in den anderen vermitteln.

Die Frage, ob die Zwischengerade erwünscht ist, wird jedenfalls bei der im Gange befindlichen Neubearbeitung der technischen Vereinbarungen neu aufgerollt werden. Zur Zeit sind die Bestimmungen immerhin noch gültig. Es mag zugegeben werden, daß bei Neuanlagen solcher Weichen die Entgleisungsgefahr nicht allzugroß ist, mit fortschreitender Abnutzung der Zungen wird sie aber jedenfalls wachsen. Dem scheint Bäseler insofern Rechnung tragen zu wollen, indem bei späteren Ausführungen die Zwangsschiene bis gegenüber dem mittleren Knick durchgeführt wird. Der Einfluß des Knickes wird sich aber doch schließlich auswirken, vermutlich durch starke Schläge der Fahrzeuge.

Eine Schwierigkeit bietet der Übergang vom Stammgleise in die Weichenstrafe. Wie aus der Abb. 2 ersichtlich ist, ergibt sich bei 4,5 m Gleisabstand und bei Annahme der sächsischen Weiche 1 : 8,5 als Ablenkweiche der Halbmesser des Zwischenbogens mit nur 70 m, wenn dieser berührend an die Neigung 1 : 5,5 eingelegt wird. Hierbei ist ebenfalls keine Zwischengerade für den Gegenbogen vorgesehen. Bei Anschluß des

Zwischenbogens mit 180 m Halbmesser an die Kreuzungsweiche ist ein Gleisabstand von 5,52 m erforderlich (Abb. 3). Schließt man den Gegenbogen in derselben Weise an, wie es in Weichenstraßen geschieht — an die Berührende an der Zungenspitze — wodurch der Knick in die gerade Richtung gelegt wird, so ergibt sich bei 4,5 m Gleisabstand ein Krümmungshalbmesser von 114 m (Abb. 4). Bei 180 m Halbmesser ist ein Gleisabstand von 4,88 m notwendig (Abb. 5).

Bauart Vögele (Abb. 6, Taf. 22).

Diese Bauart beruht auf demselben Grundsatz — die Zungenvorrichtung außerhalb der Kreuzung zu legen — wie bei Bauart Bäseler. Vögele hat nur einen flacheren Neigungswinkel = 1 : 6 gewählt. Aber auch dieser Winkel ist noch zu steil, um die Kreuzungsweiche einwandfrei durchbilden zu können. Der Anschluß der Bogen an die Gerade in der Mitte der Weiche erfolgt berührend, somit entfallen zwei Knicke für eine Bogenfahrt. Der Anlaufwinkel an der Zungenspitze ist aber noch größer, als bei der Bauart Bäseler. Er beträgt $1^{\circ} 30'$. Ein am Stofs der Backenschiene beginnender Bogen zwischen der Kreuzungsfahrkante und der Fahrkante neben der Mittelachse hat nur ein Halbmesser von 91 m (H_1 in Abb. 6). Legt man aber einen Bogen von 180 m Halbmesser ein, so beginnt dieser 4,0 m vor der Zungenspitze (H_3 in Abb. 6). Nimmt man das Zungenende als feststehend an, und legt von hier aus die Fahrkante der Backenschienen berührenden Bogen ein, so ergibt sich sein Halbmesser mit 119 m (H_2 in Abb. 6). Aus diesen Vergleichen kann ersehen werden, daß auch bei dieser Bauart der eingeschriebene Halbmesser in Wirklichkeit nicht besteht. Ein Vorteil gegenüber der Bauart Bäseler besteht insofern, als die beiden Bogenstränge in der Mitte der Kreuzungsweiche so weit voneinander liegen, daß die Schienen bei Fahrten auf den anderen Gleisen von den Rädern nicht berührt werden. Der bei der Bauart Bäseler zu erwartende Überstand, daß durch vorwiegende Benutzung nur des einen Bogengleises eine ungleiche Abnutzung der Bogenstränge, d. h. Stufenbildung auf dem Schienenkopfe eintritt, fällt also bei der Bauart Vögele weg. Bei Einmündung aus dem Stammgleise in die Weichenstrasse ergeben sich jedoch dieselben Schwierigkeiten wie bei der Weiche 1 : 5,5, wenn auch nicht in so hohem Maße. Bei 4,5 m Gleisabstand ergibt sich der Halbmesser des Verbindungsbogen zwischen Weiche 1 : 8,5 und der Kreuzungsweiche mit 96 m (Abb. 7). Soll er 180 m Halbmesser erhalten,

so ist ein Gleisabstand von 5,06 m nötig (Abb. 8). Schließt man den Zwischenbogen — wie bei den Weichenstraßen 1 : 5,5 — berührend an den Anlaufwinkel der Zungenspitze an, so erhält man schon bei 4,5 m Gleisabstand den Halbmesser von 250 m (Abb. 9).

Wollte man schon eine Kreuzungsweiche nach dem gleichen Grundsatz bauen und die den beiden Bauarten anhaftenden Mängel vermeiden, so müßte man den Kreuzungswinkel auf 1 : 7 ansetzen. Die geometrische Anordnung einer solchen ist aus Abb. 10 zu ersehen. Der Anlaufwinkel an der Zungenspitze entspricht annähernd dem bei der Zungenvorrichtung sächsischen Bauart mit 180 m Halbmesser und ist $48^{\circ} 42''$ groß. Die Einmündung in die Weichenstrasse ist schon bei 4,5 m Gleisabstand möglich, wenn man auf eine Zwischengerade bei dem Gegenbogen ebenfalls verzichtet. Ob die gewonnene nutzbare Gleislänge gegenüber Weichenstraßen mit gewöhnlichen Kreuzungsweichen 1 : 8,5, die Schaffung einer besonderen Bauart und den Verzicht auf die Zwischengerade bei Gegenbogen rechtfertigt, mag dahingestellt bleiben.

Die unleugbaren Vorteile der Kreuzungsweichen 1 : 5,5 und 1 : 6 sind:

1. Die durch den steilen Winkel gewonnene nutzbare Gleislänge,
2. Verwendbarkeit in Einzelfällen, wo eine Kreuzungsweiche mit flachen Neigungswinkel nicht angewendet werden kann und
3. die leichte Anbringung von Hakenverschlüssen infolge der freien Lage der Zungenvorrichtungen.

Leider sind diese Vorteile nur auf Kosten der geometrischen Durchbildung zu erreichen gewesen.

Als Nachteile dieser Kreuzungsweichen können noch angesehen werden:

1. Verwendung gegossener Herzstücke,
2. Bereithaltung von Ersatz für Zungenvorrichtungen und Herzstücke, die sich hauptsächlich bei Einzelausführungen fühlbar machen dürfte, und
3. Schwierigkeiten beim Anpassen neuer an abgenützte Teile bei vorzeitiger Auswechslung des Herzstückes oder der Zungenvorrichtung wegen Bruch.

Vielleicht geben die vorstehenden Ausführungen Anlaß, daß sich auch Fachleute vom maschinentechnischen Standpunkte mit dieser Bauart befassen und sich hierzu äußern.

Buchbesprechungen.

H. Möllering. Leitfaden für die Herstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahn. Hirzel, Leipzig 1926; geb. 5 M.

Zu den technischen Aufgaben, für deren Bearbeitung die wissenschaftlichen Erkenntnisse noch nicht in genügendem Maße benützt zu werden pflegen, gehört das Ermitteln der besten Lichtverteilung in einer neu zu schaffenden Beleuchtungsanlage. Noch kann man allenthalben beobachten, wie unzweckmäßig und augenschädigend sehr viele Beleuchtungen sind. Nachdem nun die Glühlampe mit ihrem stets bekannten oder bestimmbar Lichtstrom zur vorläufig unbestrittenen Alleinherrschaft gelangt ist, konnten die Bedingungen für gute Innen- oder Außenbeleuchtungen verhältnismäßig kurz und trotzdem erschöpfend zusammengefaßt werden. Unter solchen Gesichtspunkten ist der vorliegende Leitfaden zunächst für die Erfordernisse der Eisenbahn geschrieben. Da aber gerade dort die verschiedensten Beleuchtungsfälle anzutreffen sind, so leistet die Schrift auch den Belangen der meisten gewerblichen Anlagen Genüge. Es sind alle Hilfsmittel nachgewiesen, mit denen Beleuchtungsaufgaben, dem jeweiligen Zweck entsprechend, rechnerisch zu lösen sind. Als Anhang sind die Leitsätze und Regeln der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft beigegeben. Dr. Ing. Pfaff.

Esselborn, Erinnerungen eines alten Technikers. Als Handschrift gedruckt. Darmstadt 1925.

Der durch seine umfassenden Lehrbücher des Bauwesens wohl-

und weitbekannte Verfasser entrollt sein Lebensbild. Man durchlebt mit ihm ein gutes Stück der Entwicklung deutscher Technik, führt mit ihm ernste Gespräche über Deutschlands Schicksal, wandert mit ihm durch Heimat und Fremde. Für stille Stunden mag manchem Bauingenieur das liebenswürdige, anspruchslose Buch willkommen sein: es wirkt auf den Leser wie ein Besuch bei einem väterlichen Freunde. Dr. Bl.

Ebenfalls auf dem jetzt erfreulicher Weise mehr als früher gepflegtem Gebiet der Geschichte der Technik und ihrer Kämpen liegt das zweibändige Werk von Professor Alfred Birk-Prag: **Alois von Negrelli, Die Lebensgeschichte eines Ingenieurs.** — Er schildert auf Grund eingehender Studien und in liebevollem Eingehen nicht nur das Werk des heute fast vergessenen Mannes (1799 bis 1858), sondern auch sein Leben, das nicht frei von schweren Kämpfen und herben Enttäuschungen blieb. Hat doch N., nachdem er im ersten Teil seines Berufslebens tätigen, zum Teil lenkenden und entscheidenden Einfluß auf die Verkehrsprobleme seines österreichischen Heimatlandes in der Ära der ersten Eisenbahnen genommen, in seinen späteren Berufsjahren sich der Durchführung des Suezkanalproblems gewidmet, ohne sich gegen den Franzosen Lesseps, der ihm den Ruhm seiner schöpferischen Tat streitig machte, durchsetzen zu können.

Das Werk ist im Verlag von Wilhelm Braumüller, Wien IX/1. erschienen und kostet 4 M pro Band (ungebunden).