

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LVI. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich.  
Alle Rechte vorbehalten.

13. Heft. 1919. 1. Juli.

### Gleisabstand auf der Strecke mehrgleisiger Eisenbahnen.

Gaede, Regierungsbaumeister in Hannover.

Herr Geheimer Baurat Schlesinger behandelt die Frage des zweckmäßigsten Abstandes der inneren Gleise einer mehrgleisigen Eisenbahn\*). Er berücksichtigt hierbei besonders die Möglichkeit, die nötige Ausrüstung, vor allen die Signale zwischen den Gleisen aufzustellen und ausreichenden Platz zur Lagerung von Baustoffen und für Bedienstete neben jedem Gleise zu gewinnen, dann auch die Höhe der Anlagekosten. Die eingehenden Untersuchungen führen zu dem Schlusse, daß bei stark belasteten, mehrgleisigen Bahnen neben jedem innern Gleise mindestens auf einer Seite ein Abstand von 4,75 m von Mitte zu Mitte erforderlich sei. Der Vergleich der Anlagekosten beruht auf der Annahme, daß Vor- und Haupt-Signale bei diesem Gleisabstande zwischen den Gleisen aufgestellt werden dürfen, daß also die bei kleineren Abständen nötigen Signalbrücken erspart würden. Diese Voraussetzung ist nach dem angezogenem Erlasse des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 2. V. 1918 nicht mehr zutreffend. Danach hat sich das Reichseisenbahnamt auf den Standpunkt gestellt, daß Signale mindestens 2,5 m lichten Abstand von dem nächsten Gleise erhalten müssen. Deshalb würden, wenn diese Stellungnahme endgültig ist und nicht dem Vorschlage Schlesingers entsprechend für viergleisige Bahnen Ausnahmen zugelassen werden, unter Verwendung von Schalmasten Vorsignale erst bei 5,10 m und Hauptsignale bei 5,26 m Abstand zwischen den Gleisen aufgestellt werden dürfen. Weil sich hierdurch der Kostenvergleich wesentlich verschiebt, erscheint es nicht überflüssig, diese für den Betrieb und die Erhaltung mehrgleisiger Strecken überaus wichtige Frage nochmals nachzuprüfen.

In erster Linie ist die Forderung maßgebend für die Wahl der Gleisabstände, daß neben jedem innern Gleise ausreichender Schutzraum für Bedienstete vorhanden sein soll. Dies ist nicht nur eine Frage der Fürsorge, sondern auch eine wirtschaftliche von erheblicher Bedeutung, nur so ist die tunlich gefahrlose und ungehemmte Erhaltung und Erneuerung des Oberbaues selbst bei stärkster Belastung der Strecke gewährleistet. Es entstehen Zweifel, ob mit 4,75 m Abstand dieser Forderung auch bei den hohen Geschwindigkeiten im Flachlande genügt wird. Neben dem zahlenmäßigen Nachweise,

\*) Organ 1918, S. 325, 344; Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1918, Nr. 72 und 73.

daß die am weitesten ausladenden Teile der Fahrzeuge einen zwischen den Gleisen stehenden Menschen nicht berühren können, muß die bei hohen Geschwindigkeiten der vorbeifahrenden Züge sehr starke gefühlsmäßige Beeinflussung des zwischen den Zügen Eingeschlossenen berücksichtigt werden. Dieser kann den zwischen ihm und den bewegten Fahrzeugen vorhandenen Abstand kaum zutreffend abschätzen und wird ihn in der Regel für kleiner halten, als er ist. Zur Erhöhung des bei zu kleinem Abstände entstehenden Angstgefühles tragen das Bewußtsein der Gefährdung durch jede auch nur geringe Abweichung von der Aufstellung in der Mitte des Schutzstreifens, der starke Luftzug, die wechselnden Wagenbreiten, der vielfach die Aussicht behindernde Dampf und Rauch, die bei Frost bestehende Gefahr des Ausgleitens und andere Umstände bei. Weiter ist zu beachten, daß vorschriftwidrige Abweichungen der Fahrzeuge von der Umgrenzung vorkommen können, die einen nahe am Gleise Stehenden gefährden, wie verschobene Ladungen, flatternde Wagendecken, Überreste der Bindedrähte, verbogene Schutzbleche über den Achsbüchsen von Arbeitwagen, Büsche, die von Soldaten an den Wagen angebracht werden, Bedienstete und Fahrgäste, die sich befugt oder unbefugt während der Fahrt auf den Trittbrettern aufhalten. Nach Beobachtungen des Verfassers gibt bei der Vorbeifahrt von zwei Zügen, von denen einer mit 80 bis 100 km/st fährt, erst etwa 5,0 bis 5,3 m Gleisabstand das Gefühl leidlicher Geborgenheit. Erst bei diesem Abstände wird man also damit rechnen können, daß der Schutzstreifen von den Streckenarbeitern tatsächlich regelmäßig benutzt wird. Bei zweigleisigen Strecken kann man beobachten, daß die Arbeiter beim Herannahen eines Zuges nicht auf den seitlichen Fußweg, sondern in das Nachbargleis austreten, weil das Hinabsteigen auf den tiefliegenden Fußweg unbequem und bei Frost nicht ganz ungefährlich ist. Es erscheint deshalb zweckmäßig, den innern Schutzstreifen bei mehrgleisigen Bahnen in Höhe der Schwellenoberkante etwa mit Kohenschlacke abzugleichen und ihn nicht als vertieften Längsgraben auszubilden. Wenn man so dafür sorgt, daß die Rotten den Schutzstreifen stets zum Austreten benutzen, also nur durch die Züge gestört werden, die auf dem in Arbeit befindlichen Gleise verkehren, so wird eine Mehrleistung erzielt, die bei stark belasteten Strecken eine ausschlaggebende wirtschaftliche Bedeutung gewinnt.

Schlesinger hat die Hemmungen durch ungenügende Breite des Schutzstreifens im Abschnitte IV seiner Abhandlung eingehend beleuchtet. Der hierdurch bewirkte Verlust an Leistung wird bei der starken Belastung vier- und mehrgleisiger Bahnen mit 10% nicht zu hoch gegriffen sein. Er wächst mit zunehmender Belastung der Gleise und kann besonders in der Nähe von Signalen, vor denen die Züge häufig halten, eine geregelte Erhaltung fast unmöglich machen. Dies spricht dafür, die mittleren Gleisabstände gerade bei Bahnen in großen Städten wegen des ungewöhnlich starken Zugverkehrs ohne Rücksicht auf die erhöhten Anlagekosten ausreichend zu wählen.

Für die laufende Erhaltung eines stark befahrenen Hauptgleises rechnet man jährlich etwa 450 Tagewerke auf 1 km. Zuzüglich der Kosten für Geräte, Aufsicht, Unterkunft und allgemeine Verwaltung kostete ein Tagewerk vor dem Kriege, wie auch Schlesinger rechnet, 3,50 bis 4,00  $\mathcal{M}$ . Wird nun die Leistung der Rotten durch zu schmale Bemessung des Schutzstreifens um 10% vermindert, die Angemessenheit dieses %-Satzes wäre entsprechend der vorgesehenen Streckenbelastung etwa durch Vergleich mit ähnlichen vorhandenen Bahnen nachzuprüfen, so müssen entsprechend mehr Tagewerke aufgewendet werden, das macht für die beiden mittleren Gleise einer viergleisigen Strecke im Jahre 450  $\cdot$  (3,50 bis 4,0)  $\cdot$  0,1  $\cdot$  2 = 315 bis 360  $\mathcal{M}/\text{km}$ , also 4% Zinsen von rund 8000 bis 9000  $\mathcal{M}/\text{km}$ . Zu ähnlichen Zahlen kommt man, wenn man annimmt, daß die inneren Gleise wegen schlechterer Erhaltung ein Jahr früher ausgewechselt werden müssen. Diese Kosten könnten durch Vergrößerung des Abstandes der inneren Gleise auf etwa 5,0 bis 5,3 m gespart werden. Hierfür dürfte derselbe Betrag aufgewandt werden, ohne daß der Haushalt verschlechtert wird. Wählt man den Abstand zu mindestens 5,26 m, so könnten außerdem alle Signalbrücken fortfallen, wodurch die Anlagekosten nach Schlesinger um weitere 6500  $\mathcal{M}/\text{km}$  vermindert würden, die ganze Ersparnis beträgt dann etwa 15000  $\mathcal{M}$ . Nach Schlesinger kostet die Verbreiterung des Bahnkörpers einer viergleisigen Bahn um 1 m in forst- und landwirtschaftlichen Gebieten 5400  $\mathcal{M}/\text{km}$ , in Gemüse-, Obst- und Wein-Gebieten 6400  $\mathcal{M}/\text{km}$ , in Vororten größerer Städte 13700  $\mathcal{M}/\text{km}$ , in hoch entwickelten Gewerbegebieten 32800  $\mathcal{M}/\text{km}$ , im Bebauungsgebiet mittlerer und größerer Städte 58700  $\mathcal{M}/\text{km}$ . Die oben errechnete Ersparnis würde also eine Verbreiterung des Abstandes der inneren Gleise rechtfertigen um  $15000 : 5400 = 2,78$  m,  $15000 : 6400 = 2,35$  m,  $15000 : 13700 = 1,09$  m,  $15000 : 32800 = 0,46$  m und  $15000 : 58700 = 0,26$  m. In den drei ersten Fällen ist also der mittlere Abstand von 5,26 m auch in wirtschaftlicher Beziehung jeder andern Ausführung überlegen. Noch in Vororten größerer Städte sind die Kosten nicht höher, als für den ungenügenden Gleisabstand von  $5,26 - 1,09 = 4,17$  m. Erst in den Gebieten hochentwickelten Gewerbes und der Städte werden die Mehrkosten für Grunderwerb durch die oben nachgewiesenen Ersparnisse nicht voll gedeckt. Trotzdem sollte man auch hier zu geringe Gleisabstände vermeiden und die im Vergleiche zu den Kosten der ganzen Anlage unerheblichen

Mehrkosten nicht scheuen, deren verhältnismäßig geringe Bedeutung die von Schlesinger gegebenen Beispiele darlegen. Als Mindestmaß sollte 4,75 m gelten, wenn aber regelmäßig Züge mit mehr als 50 km/st auf den inneren Gleisen verkehren, 5,0 m. Ein in dieser Hinsicht bei der ersten Anlage gemachter Fehler ist später nicht, oder nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten gut zu machen. Die sehr ungünstigen Verhältnisse der Berliner Stadtbahn geben ein warnendes Beispiel

Zum Schlusse sei noch auf die folgenden wertvollen Vorträge reichlicher mittlerer Gleisabstände hingewiesen, die den Vergleich der Kosten weiter günstig beeinflussen. Viergleisige Bahnen entstehen meist aus zweigleisigen durch Anfügen eines Gleispaars. Die Änderung vorhandener und der Bau neuer Unterführungen und andere Eingriffe in den Bestand der alten Strecke machen es meist nötig, den Betrieb vorübergehend auf die beiden neuen Gleise zu legen. Bei zu kleinem Abstände der beiden Gleispaare ist es nun vielfach nicht möglich, den Bahnkörper für die beiden neuen Gleise unabhängig von den alten Gleisen fertig zu stellen. Man ist dann gezwungen, zunächst nur das äußere neue Gleis in Betrieb zu nehmen, und die Bauten während des Verkehres der Züge auf den beiden äußeren Gleisen soweit durchzuführen, daß auch das zweite neue Gleis in Benutzung genommen werden kann. Hierdurch wird die Bauzeit verlängert. Es entstehen Mehrausgaben durch die Verzinsung der bis dahin aufgewendeten Beträge, die bei Wahl eines größeren Gleisabstandes hätten gespart werden können. Bei der üblichen, nicht kaufmännischen Art der Buchung treten derartige Ersparnisse nicht in die Erscheinung, so daß ihre Bedeutung vielfach leider nicht genügend beachtet wird. Nach Schlesinger würde die Änderung des Gleisabstandes bei einer Reihe von ausgeführten viergleisigen Bahnen bis zu 1,0 m die Baukosten im Ganzen nur um weniger, als 1,0% erhöhen. Wenn es unter diesen Umständen gelänge, durch Vergrößerung des Gleisabstandes eine sonst gegen Ende der Bauarbeiten eintretende Hemmung des Baufortschrittes von etwa 3 bis 4 Monaten zu vermeiden, so wäre die Wahl des größeren Gleisabstandes allein hierdurch gerechtfertigt. Durch Vergrößerung des Abstandes der Gleispaare wird während des Baues die nachteilige Beeinflussung des Betriebes auf der bestehenden Strecke, die wegen ihrer Überlastung besonders empfindlich ist, herabgemindert. Hierdurch ermöglichte Vereinfachungen und Verbilligungen beim Entwurfe der Bauwerke hat Schlesinger schon berührt.

Für die Erneuerung der Gleise sind 5,0 m Gleisabstand oder mehr deshalb von besonderer Bedeutung, weil es erst dabei möglich wird, zusammengebaute Gleisjoche in dem Zwischenraume zu lagern, ohne daß die Schwellen auf die Enden der Schwellen des umzubauenden Gleises reichen und deren Ausbau erschweren. Bei diesem Abstände kann man auch genügend Bettung und Oberbauteile zwischen den Gleisen abladen, ohne den Schutzraum für den Aufenthalt von Menschen unbrauchbar zu machen. Das ist gerade bei Erneuerung der Bettung oder des Gleises besonders wichtig.

## Speicherung von Arbeit in Heißwasser nach Lamm in der feuerlosen Lokomotive.

Dr. K. Schreiber, Aachen.

(Schluß von Seite 177.)

### 6. Der endliche Inhalt der Zylinder.

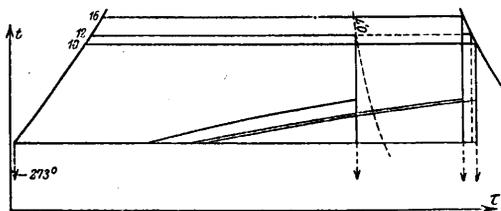
Sind die Gleichungen für die Dampfmenge durch die Versuche als richtig erwiesen, so müssen auch die in derselben Rechnung gefundenen Gleichungen für die Arbeit als richtig angesehen werden. Sie sind aber noch nicht vollständig.

Da der Zylinder, wenn er nicht ganz unwirtschaftliche Abmessungen annehmen soll, die Inhalte, die der Dampf bei seiner Dehnung bis auf den Gegendruck erreicht, nicht bewältigen kann, so läßt man diesen schon vor dem Erreichen des Gegendruckes auspuffen, also geht ein Teil der Abführung der nicht verwandelbaren Wärme in einer Zustandänderung bei unveränderlichem Inhalte vor sich, nicht, wie oben angenommen, bei unveränderlicher Wärmestufe.

Ehe man sich an die Bearbeitung dieses Einflusses macht, muß man sich darüber klar werden, daß hier die Entwicklung der jetzigen Dampfmaschinen gegenüber der von Papin einen Unterschied des Vorganges bedingt. Während der Dampf in dieser dauernd mit dem Wasser in Berührung bleibt, ist er in der jetzigen vom Beginne der Dehnung an vom Wasser getrennt, und bei der Wärmeentziehung bei unveränderlichem Inhalte kommt nicht die ganze arbeitende, sondern nur die im Zylinder befindliche Dampfmenge in Frage, bei der rechnerisch einfachen Behandlung also trockener, in Wirklichkeit nasser Dampf. Man darf demnach die Arbeitsfläche, die durch die Wärmeentziehung bei unveränderlichem Inhalte nicht in Arbeit verwandelt wird, dem  $T\tau$ -Netze (Textabb. 4) nicht in der Nähe der kleineren Grenzlinie entnehmen, sondern muß das vollständige Netz benutzen.

Textabb. 7 stellt das  $T\tau$ -Netz für einige ausgewählte Fälle dar. Angenommen ist, daß die Dehnung stets mit 3 at Druck endet. Dieser Enddruck hängt von der Füllung ab,

Abb. 7.



ist also selbst für eine bestimmte Lokomotive nicht unveränderlich. Mit diesem Drucke wird aber meist die Fahrt beendet, also muß mit dieser Annahme gegen Ende der Fahrt mit voller Füllung gearbeitet werden, deshalb ist sie der Textabb. 7 zu Grunde gelegt.

Der Überdruck zu Anfang ist einmal 16, einmal 10 at, für beide Fälle ist trockener Dampf vorausgesetzt. Außerdem ist noch der Fall eingetragen, daß Dampf von 12 at und der Trockenheitszahl 0,70 vorliegt, wie bei den Versuchen in Düsseldorf. Für das Verhältnis der Arbeit bei unvollständiger Dehnung  $AL_u$  zur Arbeit bei vollständiger Dehnung  $AL_v$  erhält man für die drei Fälle die Werte 0,880, 0,866 und 0,619; die beiden ersten unterscheiden sich so wenig, daß

man für die verschiedenen Drucke mit einem Festwerte rechnen kann, der etwas unter dem Mittel liegen müßte. Die letzte Zahl zeigt den schlimmen Einfluß der Dampfnaße; sie ist bedeutend kleiner, als die beiden anderen. In Leverkusen würde man wegen der größern Trockenheit ein besseres Verhältnis der beiden Arbeitsflächen erhalten. Es wird aber nicht eingesetzt, weil die feuerlosen Lokomotiven bei Beginn der Fahrt, so lange der Druck im Kessel noch stark ist, mit Drosselung fahren, so daß der Fülldruck im Zylinder schwächer ist, als der Kesseldruck. Beachtet man diesen Umstand, so wird man als Arbeit unter Berücksichtigung der Dampfnaße und des endlichen Zylinderinhaltes 60 bis 65% der oben errechneten erwarten dürfen.

Wegen der nicht zu vermeidenden Drosselung in der Steuerung und der Einwirkung der Wandungen auf den Dampf, die hier wegen der großen Naße des Dampfes besonders stark sein wird, ist die vom Kolben aufgenommene Arbeit wiederum kleiner, als die oben berechnete. Schließlich wird auch die Kolben-Arbeit nicht ganz bis an den Umfang der Triebräder gelangen: über diesen Wirkungsgrad liegen Beobachtungen noch nicht vor. Man wird nicht fehl gehen, wenn man nach Erfahrungen mit ortfesten Maschinen für Nassdampf annimmt, daß beide Ursachen das Ergebnis der einfachen Rechnung an Arbeit auf 80% vermindern; im Ganzen können also höchstens 50% der in Zusammenstellung II gegebenen Arbeit aus 1 kg Anfangfüllung erwartet werden.

Hiernach könnte man also das Anfangsgewicht, das nötig ist, um 1 PS · st = 632 WE zu leisten, ausrechnen. Bezeichnet man die in Zusammenstellung II gegebenen Zahlen mit  $AL$ , so erhält man

$$G' = 632 : (0,5 \cdot AL).$$

Wegen der Verluste an der Oberfläche des Kessels ist aber das wirkliche Gewicht  $G$  noch größer. Ist  $w$  das Gewicht des Wassers, das nötig ist, um die Wärmemenge, die ein bestimmter Kessel während eines Tages ausstrahlt, zu decken, und  $P$  das zur Leistung der Tagesarbeit nötige Füllgewicht, so ist  $w : P$  der verhältnismäßige Anteil des zur Deckung der Ausstrahlung nötigen Gewichtes am arbeitenden Gewichte. Für die Arbeit bleibt  $(1 - w : P)$ . Das wirkliche zur Leistung der geforderten Arbeit unter Berücksichtigung der Wärmeabgabe nach außen nötige Gewicht ist also

$$G = G' : (1 - w : P).$$

Den Einfluß dieses Nenners erkennt man am leichtesten aus Beispielen. Die Lokomotive in Düsseldorf brauchte 2700 kg heißen Wassers, um die Wärmeabgabe während eines Tages zu decken. Die Füllung für eine Tagesleistung beträgt 6000 kg, also ist  $w : P = 0,45$ . Das ergibt für diese Lokomotive  $G = G' : 0,55$ . In Leverkusen sind die entsprechenden Zahlen  $w : P = 3500 : 5000 = 0,70$ , somit  $G = G' : 0,30$ . Im Allgemeinen darf man wohl nicht so wärmedichte Lokomotiven, wie in Düsseldorf, erwarten und deshalb im Durchschnitt  $G = G' : 0,40$  setzen. Damit erhält man schließlich:

$$Gl. 15) \dots \dots G = 632 : (0,2 \cdot AL).$$

In Zusammenstellung VIII sind diese Gewichte für einige Drucke angegeben; wagrecht sind die Drucke zu Anfang, lotrecht die am Ende abzulesen.

Zusammenstellung VIII.

p	16	15	14	12	9
5	378	408	445	550	905
4	340	365	398	447	707
3	310	333	360	415	592

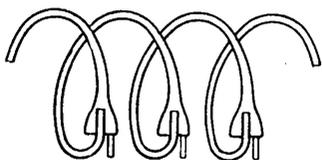
Nach diesen Zahlen steigt das Füllgewicht für die Einheit der Arbeit mit abnehmendem Anfangdrucke bedeutend, also ist hoher Kesseldruck für die feuerlosen Lokomotiven noch nötiger als für andere Dampfmaschinen.

Für Speicher auf elektrischen Triebwagen der Eisenbahnen gibt man als durchschnittliches Gewicht 100 bis 150 kg/PS an; das ist weniger, als die Hälfte der günstigsten Zahl des Speichers nach Lamm.

Als Ergebnis dieser Rechnung kann man für die Fortentwicklung der feuerlosen Lokomotiven folgende Lehren ziehen:

Es ist nötig, den Dampf im Kessel zu trocknen. Das kann man vielleicht so erreichen, daß man den Dom in zwei Kammern  $K_1$  und  $K_2$  teilt, von denen  $K_1$  mit dem Kessel in Verbindung steht,  $K_2$  dampf-, aber nicht druckdicht gegen den Kessel abgeschlossen ist. Aus  $K_1$  wird der Dampf durch einen Wasserabscheider nach  $K_2$  geführt, von wo er zum Zylinder geleitet wird. Da zur Abscheidung des Wassers Arbeit gehört, so wird der Dampf beim Durchströmen des Abscheiders etwas gedrosselt. Deshalb muß vom Wassersack des Abscheiders ein Rohr bis unter die Oberfläche des Wassers im Kessel führen (Textabb. 8), in dem das Wasser etwas höher stehen

Abb. 8.



wird, als im Kessel. Ohne das Rohr würde das Übertreten des Wassers aus dem Wassersacke in den Kessel verhindert. Mit einem solchen Wasserabscheider im Kessel wird die Wärme des beim Verdampfen mitgerissenen Wassers nicht der

Verwandlung in Arbeit entzogen, sondern bleibt dem Kessel erhalten. Durch einen guten Abscheider kann nach S. 195 eine Verbesserung des Gewichtes nach 88 : 61 erreicht werden\*).

Noch wichtiger aber ist der Einfluß der Wärmestrahlung, die von der Oberfläche abhängt. Man muß deshalb die Oberfläche klein machen. Das gelingt, indem man den Kessel so einrichtet, daß er nicht die Füllung der ganzen Tagesarbeit aufnimmt, sondern mehrmals täglich gefüllt wird. Wäre die Arbeit gleichmäßig über den Tag verteilt und der Kessel in allen Mafsen gleichmäßig verkleinert, so hat der viermal kleinere Kessel  $\frac{4}{10}$  der Oberfläche. Während P ungeändert bleibt, ist w 2,5 mal kleiner. An Stelle der Lokomotive in Düsseldorf würde man erhalten  $w : P = 1080 : 6000 = 0,18$  und für die in Leverkusen  $w : P = 1400 : 5000 = 0,28$ . Aus diesen Zahlen erhält man für  $G' : G$  in Düsseldorf 0,82, in

\*) Dieser Vorschlag ist auch für andere Kessel brauchbar; durch ihn wird Überhitzerheizfläche erspart.

Leverkusen 0,72 gegen 0,55 und 0,30 bei einmaliger Füllung täglich. Man erreicht hiermit also eine bedeutende Aufbesserung der Verhältnisse.

### 7. Das Auffüllen des Speichers.

Ist der Druck auf seinen noch grade für den Betrieb ausreichenden Wert gesunken, so muß die Lokomotive wieder mit Wärme aufgefüllt werden, indem man Dampf in das vorhandene Wasser leitet.

Um die hierzu nötige Dampfmenge zu berechnen, gehe man wieder auf die Dampfmaschine von Papin zurück. Der Kolben stehe auf dem vollständig flüssigen Wasser und sei so belastet, daß Gleichgewicht zwischen Dampfdruck und Kolben besteht. Die Schlange verbindet man mit einem Kessel, der den Dampfdruck des Speichers bei Beginn seiner Tätigkeiten haben soll; d. h. wir setzen voraus: das Überströmen des Dampfes vom ortfesten Kessel zum Speicher geht ohne Drosselung vor sich, und der Kessel liefert trockenen Dampf.

Der Dampf gibt seine Verdampfwärme an das Wasser ab und verflüssigt sich. Ist die Leitfähigkeit des Wassers für Wärme unendlich groß, so wird das in der Schlange niedergeschlagene Wasser stets die Wärmestufe des Dampfes im Kessel haben. Hat das Wasser im Speicher die Wärmestufe des Dampfes im Kessel erreicht, so wird kein Dampf mehr niedergeschlagen, der Speicher ist mit Wärme gefüllt. Läßt man jetzt das Wasser aus der Schlange in den Speicher übertreten, so hat man dasselbe Ergebnis erreicht, wie wenn der Dampf unmittelbar in das Wasser geleitet wäre.

War bei Beginn der Füllung 1 kg Wasser im Speicher, so hat dieses die Wärme  $q_0 - q_n$  aufgenommen. Sind während des Füllens  $y'$  kg Dampf des ortfesten Kessels verflüssigt, so haben diese  $y' r_0$  Wärme abgegeben, wenn  $r_0$  die Verdampfwärme unter dem Drucke des ortfesten Kessels ist. Dann ist

$$y' r_0 = q_0 - q_n \text{ oder } y' = (q_0 - q_n) : r_0.$$

Nach dem Vermischen des in der Schlange verflüssigten Wassers mit dem Kesselinhalte sind im Kessel  $(1 + y')$  kg Wasser enthalten. Da die Rechnungen sich aber auf 1 kg bei Beginn der Fahrt beziehen, so muß auch die zum Auffüllen nötige Menge  $y$  auf dieselbe Wassermenge bezogen werden. Für diese ist Gl. 16) . . .  $y = y' : (1 + y') = (q_0 - q_n) : (r_0 + q_0 - q_n)$ . Für den Vergleich mit früheren Rechnungen ist zu bemerken, daß auch hier nirgend eine mittlere Verdampfwärme auftritt, vielmehr nur die beim Drucke des füllenden Kessels.

Vernachlässigt man in Gl. 9) und 10) die letzten Glieder, so erhält man für das Verhältnis der zum Auffüllen nötigen Dampfmenge zu der während der Fahrt verdampften nach einfachem Umstellen der beiden Zähler:

Gl. 17) . . .  $y : X = [(q_0 - q_n) : T(r_0 - r_n)] \cdot [r : (r_0 + q_0 - q_n)]$ . Der erste Bruch gibt im Zähler die Wärmemenge, die 1 kg Wasser von  $t_n$  bis  $t_0$  erwärmt, im Nenner die Wärmemenge, die beim Siedepunkte des Wassers unter 1 at Druck während einer Änderung des Verwandlungsinhaltes abgeführt wird, die der durch die eben besprochene Wärmezuführung bewirkten gleich ist; letztere ist kleiner, als erstere, und zwar nach Gl. 4) um die Arbeit, die im Umlaufe gewonnen werden kann. Der erste Bruch ist also  $> 1$ , und um so größer, je heißer  $t_n$  ist,

denn um so mehr Arbeit wird aus dem Umlaufe gewonnen, wie man ohne Weiteres aus Textabb. 2 erkennt.

Der zweite Bruch ist schwieriger zu übersehen. Einen Überblick erhält man, wenn man den Zähler zunächst mit  $\pm q$  erweitert, dann die Gleichung von Clausius für die ganze Wärme  $\lambda = q + r = 606,5 - 0,305 t$  einführt, und bei dem noch übrig bleibenden Gliede der Flüssigkeitwärme die spezifische Wärme des Wassers als unveränderlich  $= 1$  setzt. Dann

nimmt der Bruch die Form an:

$$(606,5 - 0,305 t - t) : (606,5 - 0,305 t_0 - t_n).$$

Nun ist einführungsgemäß  $t_0 > t_n > t$ , also ist auch dieser Bruch und folglich erst recht das Verhältnis  $y : X > 1$ . Dieses wächst noch, wenn man nicht den angenäherten, sondern den wirklichen Wert von  $X$  einführt. Das erkennt man auch durch Vergleich der Werte  $y$  aus Zusammenstellung IX mit den oben gegebenen von  $X$ .

Zusammenstellung IX.

p	p 16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
14	0,014											
13	0,021	0,008										
12	0,029	0,015	0,008									
11	0,037	0,024	0,016	0,008								
10	0,046	0,032	0,025	0,018	0,009							
9	0,055	0,042	0,034	0,027	0,018	0,010						
8	0,064	0,051	0,042	0,037	0,028	0,020	0,010					
7	0,075	0,062	0,055	0,047	0,039	0,030	0,021	0,011				
6	0,086	0,073	0,067	0,059	0,051	0,043	0,033	0,024	0,012			
5	0,099	0,086	0,079	0,073	0,065	0,056	0,047	0,037	0,026	0,014		
4	0,113	0,101	0,094	0,087	0,080	0,071	0,062	0,053	0,042	0,030	0,016	
3	0,130	0,118	0,111	0,105	0,098	0,090	0,081	0,072	0,060	0,049	0,036	0,020
2	0,153	0,132	0,134	0,127	0,119	0,112	0,103	0,094	0,084	0,073	0,060	0,044
1	0,182	0,171	0,166	0,153	0,162	0,144	0,137	0,128	0,118	0,107	0,096	0,081

Das Verhältnis  $y : X$  aus den Zusammenstellungen IX und I ist wenig abhängig vom Anfangsdrucke. Man darf bei einem bestimmten Enddrucke die Mittel der Verhältnisse für die verschiedenen Anfangsdrucke bilden. Zusammenstellung X gibt diese an.

Zusammenstellung X.

$p_n$	6	5	4	3	2
$y : x$	1,296	1,278	1,240	1,211	1,181

Hierbei entsteht nun die Frage: Wie groß ist nach einigen Tagen das Gewicht des Kesselinhaltes.

Das Anfangsgewicht sei  $P$ . Während der Fahrt wird die Dampfmenge  $PX$  entwickelt, so daß am Ende der Fahrt noch  $P(1 - X)$  vorhanden ist. Zum Auffüllen ist nötig  $P(1 - X) \cdot y : (1 - y)$ , bei Beginn der zweiten Fahrt hat man das Gewicht

$$P \cdot (1 - X)(1 + y : [1 + y]) = P \cdot (1 - X) : (1 - y).$$

Da  $X < y$ , so ist das Gewicht bei Beginn der zweiten Fahrt größer, als bei Beginn der ersten, die Lokomotive wird immer voller, von Zeit zu Zeit muß Wasser abgelassen werden.

Geändert wird diese Rechnung durch Berücksichtigung der Strahlung und der Feuchtigkeit des Dampfes. Ist das Anfangsgewicht  $P$  und  $w$  die zur Deckung der Strahlung nötige Wassermenge, so wird die Dampfmenge  $(P - w)X$  entwickelt. Diese reißt flüssiges Wasser mit, so daß bei der Trockenheitszahl  $z$  die Gewichtsabnahme während der Fahrt  $(P - w)X : z$  beträgt. Am Ende der Fahrt ist also das Gewicht  $P - (P - w)X : z$ . Beim Auffüllen wird das Gewicht  $(P - [P - w]X : z) \cdot (y : [1 - y])$  zugeführt und bei Beginn der zweiten Fahrt ist das Gewicht:

$$\text{Gl. 18) } \dots P_2 = P(1 - [1 - w : P] \cdot X : z) : (1 : [1 - y]).$$

$P_2$  ist  $\geq P$ , je nachdem  $([1 - w : P] : z) \geq (y : X)$  ist. Bei geringer Benutzung der Lokomotive und bei trockenem Dampfe wird  $P_2 < P$ , die Lokomotive also immer voller, bei starker Benutzung, also häufiger Füllung und nassem Dampfe ist  $P_2 < P$ , sie wird immer leichter.

Wird die Werklokomotive der »Hohenzollern«, wie üblich, einmal täglich aufgefüllt, so wird  $w = 2700$  kg und bei der Trockenheitszahl  $z = 0,70$  wird  $(1 - w : P) : z = 0,8$ . Für  $y : X$  gibt Zusammenstellung X bei  $p_n = 3$  at den Wert 1,2, also nimmt der Wasserinhalt der Lokomotive zu.

### 8. Wirkungsgrad der Speicherung.

Druck und Wärme sind beim Laden höher, als beim Entladen, also tritt ein Verlust an Arbeitsvermögen ein. Das Verhältnis der aus dem Speicher zu gewinnenden Arbeit  $AL$  zu der im ladenden Dampfe steckenden  $AL_k$  ist der Wirkungsgrad  $\eta$  der Speicherung.

Wird als Wärmestufe der Verflüssigung  $T$  wie bisher die im Siedepunkte von Wasser unter 1 at Druck vorausgesetzt, so ist die aus 1 kg des ladenden Dampfes zu gewinnende Arbeit:

$$AL_k = (u_0 - q_n + r_0) - T(\tau_0 - \tau_n + r_0 : T_0);$$

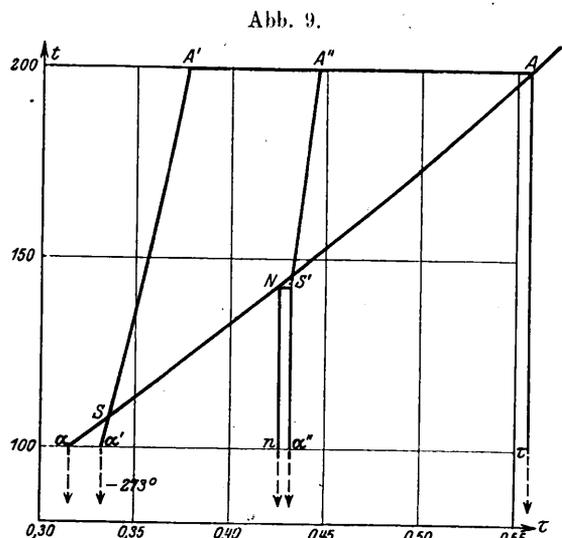
die aus  $y$  kg zu gewinnende ist  $y$  mal so groß, aus dem Speicher erhält man die durch Gl. 9) gegebene Arbeit, der Wirkungsgrad  $\eta$  wird also:

$$\eta = AL : (y \cdot AL_k).$$

Setzt man die Werte für  $AL$ ,  $y$  und  $AL_k$  ein, so folgt ein Ausdruck, der zu wenig übersichtlich ist, um zu zeigen, wie  $\eta$  von den einzelnen Bedingungen abhängt; man müßte also  $\eta$  für eine große Zahl von Fällen ermitteln. Einfacher ist die Darstellung im  $T$ -Netze, indem man für  $AL$  den angenäherten Wert benutzt, den der Speicher mit geschlossenem Umlaufe geben würde. Dieses Verfahren hat schon beim Vergleichen

der Dampfmengen während der Füllung und während des Arbeitens gute Dienste getan.

Textabb. 9 gibt dieses Bild für den Fall, daß der Überdruck des festen Kessels 16 at beträgt und daß der Dampf einmal im Speicher bis auf 1 at ausgenutzt wird, also bei unendlich großem Zylinderinhalte, einmal nur bis auf 4 at, während der Auspuff wieder mit 1 at erfolgt.  $\alpha A$  gibt die



Beziehung zwischen Wärmestufe und Verwandlungsinhalt, wenn 1 kg Wasser von  $t$  bis  $t_0$  erwärmt wird. Die Fläche zwischen  $\alpha A$  und der durch  $-273$  gehenden  $\tau$ -Achse gibt also die Wärme  $q_0 - q$ . Werden die zweiten Glieder in Gl. 9) und 10) vernachlässigt, so gibt die Fläche  $\alpha A \tau$  die im Speicher aus 1 kg zu gewinnende Arbeit.

Man erkennt aus dem Bilde, daß das zweite Glied von Gl. 10) auf  $X$  größern Einfluß ausübt, als in Gl. 9) auf  $AL$ , denn der Einfluß der ausgepufften Dampfmenge vermehrt sich, je mehr man sich  $\alpha$  nähert, dort wird aber die Arbeit eines kleinsten Umlaufes immer kleiner.

Nutzt man bis zu 1 at aus, so müssen zum Aufwärmen  $y = 0,182$  kg Dampf zugeführt werden. Die Wärmemenge in dieser Dampfmenge ist gegeben durch die Fläche  $\alpha' A' A \tau$  und von dort unter Begrenzung durch die Lote bis zu der durch  $-273^\circ$  gehenden Achse des Verwandlungsinhaltes. Die Fläche  $\alpha' A' A \tau \alpha'$  gibt die aus dieser Wärme zu gewinnende Arbeit, wenn sie in einer Dampfmaschine unmittelbar arbeiten könnte.

Trotzdem  $y > X$ , ist die Änderung des Verwandlungsinhaltes während des Verdampfens von  $y$  kleiner, als während der Aufnahme dieser Wärme durch das Wasser im Speicher, und zwar um  $\alpha \alpha'$ . Das ist die Folge der Nichtumkehrbarkeit der Wärmeübertragung, weil namentlich bei Beginn der Über-

tragung ein sehr großer Wärmeunterschied besteht, im ersten Augenblicke sogar von  $100^\circ$ . Der Unterschied der Flächen  $SA'A$  und  $\alpha S \alpha'$  gibt ein Maß der Nichtumkehrbarkeit.

Ein ganz ähnliches Bild erhält man, wenn man den Speicher nur bis 4 at ausnutzt. Die gewonnene Arbeit wird dann bei obiger Vernachlässigung durch die Fläche  $nNA \tau$  gegeben, während die zum Aufwärmen des Speichers nötige Dampfmenge  $y$  die Arbeit  $\alpha'' S'A'' A \tau$  leisten kann. Die Nichtumkehrbarkeit des Wärmeüberganges, die durch den Wärmeunterschied zwischen  $A''A$  und  $NA$  veranlaßt ist, bedingt die Vermehrung  $n\alpha''$  des Verwandlungsinhaltes. Nicht die ganze Fläche  $SA''A$  wird an Arbeit verloren, der schmale Streifen  $nNS'\alpha''$  wird wieder gewonnen, nur die Fläche von der Breite  $n\alpha''$  und der Länge 373 ist endgültig für die Verwandlung in Arbeit verloren.

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der Arbeitsflächen des Speichers und des speisenden Dampfes; für die beiden Fälle erhält man durch Ausmessen der Flächen bei Ausnutzung bis 1 at  $\eta = 0,577$  und bei Ausnutzung bis 4 at  $\eta = 0,773$ .

Der Wirkungsgrad wird um so größer, je stärker der Enddruck der Ausnutzung ist. Je größer man aber, hierdurch verführt, den Wirkungsgrad wählt, um so kleiner wird die aus 1 kg Füllungsgewicht erhaltene Arbeit. Da nun bei dieser Art Speicherung weniger der Wirkungsgrad als das Füllgewicht von Bedeutung ist, so wird man sich bei der Auswahl des Enddruckes weniger durch den Wirkungsgrad beeinflussen lassen, als durch die Menge der zu gewinnenden Arbeit.

## 9. Ergebnis.

Nachdem von der Maschine nach Papin ausgehend der aus 1 kg heißen Wassers zu erhaltende Dampf und die Arbeitsmenge mit Hilfe der beiden Sätze der Wärmelehre berechnet sind, wird das Ergebnis mit Versuchen an der Werklokomotive der Hohenzollern A. G. und der Farbwerke vormals Bayer und Co. in Leverkusen verglichen, die ergeben, daß die erhaltenen Gleichungen die Beobachtungen wiedergeben, daß in Düsseldorf der Dampf eine Trockenheitszahl 0,70, in Leverkusen 0,87 hatte, und daß das Wassergewicht je nach der Anstrengung der Lokomotive bei wiederholter Wärmefüllung wachsen oder sinken kann. Das Gewicht der Anfangfüllung feuerloser Lokomotiven ergibt sich nach diesen Beobachtungen je nach dem Drucke des speisenden Kessels zu 300 bis 600 kg/PSst. Der Wirkungsgrad der Speicherung beträgt 0,66 bis 0,75 und wird um so größer, je weniger weit man den Speicher ausnutzt. Aus dem Einflusse der Trockenheitszahl und der Wärmeabgabe der Kesseloberfläche nach aufsen ergaben sich Regeln für den Bau der feuerlosen Lokomotiven.

## Bildung der Fahrpläne.

Dr.-Ing. Krieger, Regierungsbaumeister in Frankfurt am Main.

(Hierzu Zeichnungen, Abb. 1 bis 6 auf Tafel 23.)

Die einfachste und unregelmäßigste Art des Betriebes von Bahn-Netzen oder -Strecken, aber auch die wirtschaftlich schlechteste ist die wilde Führung ohne Fahrplan. Sie findet sich heute wohl nur noch sehr selten, vielleicht auf Hafen- und Zechen-Bahnen untergeordneter Bedeutung und ohne Reiseverkehr.

## I. Allgemeines über Fahrpläne.

Für gesteigerten Verkehr werden zwei Arten von Fahrplänen verwendet, der regelmäßige für regelmäßige täglich ohne vorherige Ansage verkehrende, und der für Bedarf- oder Sonder-Züge, die besonders angesagt und in die vorhandenen

Pläne eingelegt werden müssen. Die Wahl der Art hängt von der des Verkehres ab.

#### Ia) Regelmäßiger Fahrplan.

Im Allgemeinen, zumal im Frieden, wenn der Verkehr wenig schwankt, ist der regelmäßige Fahrplan gebräuchlich.

#### Ib) Bedarffahrplan.

Bei unregelmäßigem Verkehre, wie er im Kriege besonders stark hervortrat, kommt der Bedarffahrplan hinzu, der starr oder unstarr gebildet sein kann.

#### b. 1) Unstarre Bildung.

Bei unstarrem Fahrplane können alle Züge des regelmäßigen Verkehres, wie schnelle und langsame Reise-, Durchgangs- und Nahgüter-Züge mit den in die vorhandenen Bedarfpläne eingelegten Sonderzügen ohne Störung, Verlegung oder Ausfall von Plänen verkehren. Dabei ist es nicht nötig, daß diese Bedarfpläne alle mit denselben Fahrzeiten, Aufenthalten und Abständen gebildet werden. Jeder Plan wird für sich behandelt, seine Lage ergibt sich aus der Lage der mit ihm in Berührung stehenden Pläne derselben, bei eingleisigen Strecken auch der entgegengesetzten Richtung. Bei unstarren Plänen für Bedarfzüge baut sich ein Plan auf dem andern auf. Darin liegt ein großer Nachteil der unstarren Bildung, denn die Änderung auch nur eines Planes bedingt oft die Umstofsung aller anderen, auch wird die Aufstellung der Diensterteilungen für die Lokomotiv- und Zug-Mannschaften erschwert. Ein Vorteil der unstarren Bildung besteht darin, daß jeder Plan für einen bestimmten Zug oder eine bestimmte Zugart aufgestellt wird, also weitestgehende Rücksicht auf deren Eigenart, etwa als Nahgüter-, Durchgangsgüter-, Truppen-, Übergabe-Zug, genommen werden kann, auch bezüglich der verfügbaren Zugkraft. Abb. 1, Taf. 23 zeigt den unstarren Bedarffahrplan einer zweigleisigen, Abb. 2, Taf. 23 den einer eingleisigen Bahn.

#### b. 2) Starre Bildung.

Während der unstarre Bedarffahrplan durch Ineinanderfügen der tatsächlichen Zugpläne für regelmäßige und Bedarf-Züge entsteht, ist der starre ein nur gedachtes Gerippe (Abb. 3, Taf. 23), dessen einzelne Pläne mit gleichen Fahrzeiten, Abständen und Aufenthalten ohne Rücksicht auf die Eigenart der Züge aufgestellt sind. Der starre Plan bietet im Gegensatz zum unstarren, der ohne Weiteres tatsächlich brauchbar ist, nur einen Behelf. In den starren Fahrplanbehelf müssen dann zu seiner Nutzbarmachung die Pläne der Züge des regelmäßigen Verkehres tunlich unter Anpassung an sein Gerippe eingefügt werden. Abb. 3, Taf. 23 stellt das Gerippe eines derartigen bildlichen Fahrplanbehelfes dar, Abb. 4 und 5, Taf. 23 mit Eintragung der Pläne des regelmäßigen Verkehres für eine zweigleisige und eine eingleisige Strecke.

#### b. 3) Vergleich der unstarren und starren Bildung.

Beiden Arten des Bedarffahrplanes gemein sind die regelmäßigen Züge; die unregelmäßigen sind bei der unstarren planmäßig festliegende Bedarfzüge, die zusammen mit den regelmäßigen ein festes Gefüge bilden. Das Verkehren dieser Bedarfzüge wird angesagt, etwa: »Morgen verkehrt Bedarfzug

M 116 von C nach A« (Abb. 1, Taf. 23). Bei der starren Art sind die unregelmäßigen Züge als reine, planmäßig noch nicht festliegende Sonderzüge anzusprechen, die nach dem Fahrplanbehelfe in die durch regelmäßige Züge noch nicht belegten Pläne des starren Gerippes neu eingelegt werden müssen, etwa: »Morgen verkehrt Truppenzug . . . im Plane 119 von A nach B und im Plane 121 von B nach C« (Abb. 4, Taf. 23). Die beiden Beispiele sollen verdeutlichen, daß der etwa wegen Wechsels der Lokomotiven oder anderer Gründe nötige längere Aufenthalt in B im ersten Falle bereits in dem Plane des Bedarfzuges festgelegt ist, daher nicht mehr genannt zu werden braucht, im zweiten Falle erst in der Nachricht über das Einlegen durch Überspringen eines Planes zum Ausdruck kommt. Findet der Aufenthalt in B grundsätzlich statt, so wird das zweckmäßig auch bei der starren Art durch Einschalten eines Aufenthaltes in alle Pläne berücksichtigt. In jedem Falle gibt die starre Bildung bessere Gelegenheit, die Pläne plötzlich anfallender verschiedenartiger Züge dem jeweiligen Bedürfnisse innerhalb des starren Gerippes durch Überspringen von Plänen anzupassen, als die unstarre. Darin besteht ihr großer Vorteil für Netze, deren Verkehr im Voraus auch nicht annähernd zu übersehen ist, und auf denen Züge sowohl ganze als auch nur Teil-Strecken befahren. Während so die unstarre Art bei ihrer ersten Bildung die Eigenart des Bedarfverkehres, die annähernd bekannt sein muß, weitgehend berücksichtigt, kann die starre dem jeweiligen Verkehre, sei er geartet, wie er wolle, von Fall zu Fall Rechnung tragen.

Die unstarre Bildung des Bedarffahrplanes ist zweckmäßiger, wo der plötzlich anfallende Verkehr vorwiegend Durchgangszüge bringt, die die betreffende Strecke mit einer gewissen Regelmäßigkeit ganz durchlaufen, die starre da, wo der plötzlich anfallende Verkehr nach Art und Verteilung auf die Strecke nicht zu übersehen ist. Während man also zur Durchführung plötzlich anfallender Züge bei unstarre Bildung lediglich auf die vorgesehenen und noch freien Bedarfzugpläne angewiesen ist, stehen bei der starren alle, nicht durch Reisezüge belegten Pläne zur Verfügung, da dabei auf Güterzüge meist keine Rücksicht genommen wird, die sich der jeweiligen Lage des Betriebes anpassen müssen. Ist also das starre Gerippe so gebildet, daß die größte vorkommende Fahrzeit eines Streckenabschnittes gleich der Zugfolge ist, so ist damit ein Plan rechnungsgemäß höchster Leistung erreicht, denn in ihm sind die meist möglichen mit Zügen belegbaren Pläne vorhanden. Wären die Eigenart der Züge und die Stärke des Verkehres solche, daß in jedem Plane tatsächlich ein Zug verkehrte, so hätte die Strecke die obere Grenze ihrer Leistung erreicht. In Wirklichkeit trifft dies wohl nie zu, da unvorhergesehene Erschwerungen und kleine Stockungen im Betriebe bei derart dichter Zugfolge nicht zu vermeiden sind. Aus allem geht hervor, daß der Betrieb nach unstarre Bildung, namentlich bezüglich der Güterzüge, regelmäßiger abgewickelt werden muß und kann. Der starre Bedarffahrplan hingegen läßt viel freiere Hand, die einzelnen Züge nach ihrer Dringlichkeit zu behandeln, sich überhaupt in weitestgehender Weise den augenblicklichen Forderungen anzupassen. Somit wird grade der starre Fahrplan in seiner Durchführung am beweg-

lichsten und daher am vorteilhaftesten für unregelmäßigen Verkehr sein.

Da die Grundlagen zur Berechnung und Aufstellung beider Arten der Fahrpläne im Wesentlichen dieselben sind, und der starre Bedarfplan das regelmäßigste Fahrplangebilde gibt, so wird im Folgenden auf ihn Bezug genommen.

## II. Bildung der Fahrpläne für zweigleisige Strecken.

### IIa) Zugdichte, Grundgeschwindigkeit, Blocklänge.

Die einfachste Gestaltung der Fahrpläne ist die der zweigleisigen Strecke, da die Pläne beider Fahrrichtungen unabhängig von einander sind. Wichtig ist die Wahl einer zweck- und gleichmäßigen Länge der Blockabschnitte; sie hängt von der Zugdichte und der Grundgeschwindigkeit ab. (Gegeben ist meist die Zugfolge gemäß dem zu leistenden Verkehre, zu wählen bleibt die Grundgeschwindigkeit, die sich nach der Last und Länge der Züge richtet, je nachdem ganze und halbe Militärvollzüge, Leerzüge, Güterzüge oder andere vorwiegen, ferner nach der zur Verfügung stehenden Zugkraft und dem Zugwiderstande der Strecke. Im Allgemeinen sollte die durchschnittliche Geschwindigkeit nicht weit hinter der Grundgeschwindigkeit zurück bleiben, um die beste Ausnutzung der der Grundgeschwindigkeit angepaßten Lokomotive zu gewährleisten. Denn betrüge die Grundgeschwindigkeit beispielsweise 60, die durchschnittliche der Steigungen wegen aber nur 30 km/st, so wäre der hohen Grundgeschwindigkeit wegen eine schnell fahrende Lokomotive zu wählen, die ihre Hauptleistung, das »Schnellfahren«, aber nicht voll zur Geltung bringen könnte. Deshalb ist es zweckmäßig, wenn sich die Beförderung eines Zuges mit derselben Zugkraft oder Lokomotivgattung mit tunlich gleichmäßiger Geschwindigkeit vollzieht. Ausgenommen sind kurze Steilrampen, auf denen dann besondere Schiebelokomotiven anzuwenden sind. Auch sollte die Zugkraft nach der wechselnden Last der Züge bemessen werden, damit in jedem Falle der für die Strecke einmal festgelegte Fahrplan eingehalten, andererseits aber vor leichteren Zügen an Zugkraft gespart werden kann.

Aus Zugfolge und Grundgeschwindigkeit folgt die Blocklänge, die noch Zeit für die Rückmeldung und das Stellen des Signales lassen muß. Bezeichnet  $V_{\text{km/st}}$  die Grundgeschwindigkeit,  $m$  min die Zeit der Zugfolge und  $n$  min die für Rückmeldung und Stellen des Signales, so ist die größtmögliche Blocklänge in der Wagerechten  $x^{\text{km}} = V(m - n) : 60$ . In Steigungen und Bogen ist  $x$  die rechnunggemäße Länge, aus der die wirkliche Blocklänge je nach Steigung und Halbmesser folgt. Die geringste Blocklänge ist stets so zu bemessen, daß der längste Zug darin Platz findet.

Besonders wichtig ist Gleichmäßigkeit der Blocklängen mit Ausnahme der an einen Bahnhof angrenzenden, auf dem die Züge planmäßig halten. Diese sind tunlich kürzer zu halten, um das Mehr an Zeit für Anfahren und Anhalten auszugleichen. Auf langen Steigungen sind nicht immer gleiche Abschnitte zu erreichen, doch kann auch hier durch geschickte Anordnung der Blocksignale, wenn ihr Standort nicht aus Gründen des Betriebes festliegt, ein Ausgleich erzielt werden, der durch die größte Länge der Signalleitungen begrenzt wird.

In Textabb. 1 und 2 ist die Stellung von Blocksignalen in der Wagerechten und in der Steigung dargestellt.

Abb. 1. Stellung der Blocksignale in der Wagerechten.

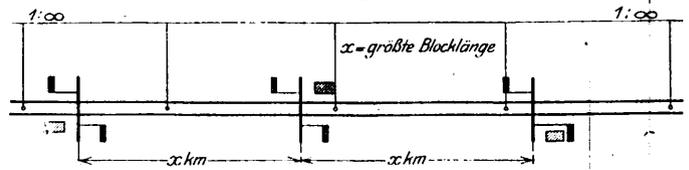
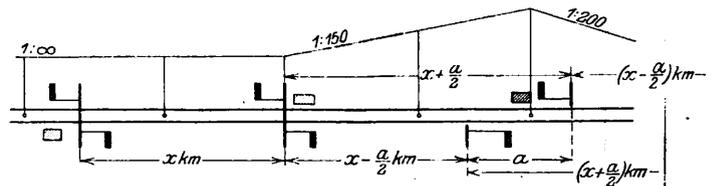


Abb. 2. Stellung der Blocksignale in der Steigung.



Aus der gegebenen Zugfolge, der gewählten Grundgeschwindigkeit und der hiernach festgelegten Blocklänge werden die einzelnen Fahrzeiten für jeden Abschnitt in beiden Richtungen nach dem Verfahren der Ersatzlängen berechnet\*). Durch Eintragen der Blocklängen und der errechneten Fahrzeiten als Längen und Höhen in ein rechtwinkeliges Achsenkreuz erhält man einen Plan, durch dessen mehrfaches Verschieben um die Zeit der Zugfolge das feste Fahrplangerippe entsteht.

### IIb) Einschalten von Zügen.

In dieses Plangerippe, den Fahrplanbehelf, sind nun die regelmäßig verkehrenden Züge einzupassen. Grundsatz dabei ist, einerseits tunlich wenige der festen Pläne zu zerstören, andererseits aber von den festen Plänen bei Zügen mit der Grundgeschwindigkeit des festen Planes weitestgehenden Gebrauch zu machen.

#### b. 1) Schnelle Züge.

Die meisten Pläne gehen durch die Einfügung schnellfahrender Züge verloren, deren Geschwindigkeit die Grundgeschwindigkeit des festen Planes übertrifft. Abb. 6, Taf. 23 stellt das starre Fahrplangerippe einer zweigleisigen Bahn dar, in das der Reihe nach ein schneller, ein langsamer Reise-, ein Durchgangsgüter- und ein Nahgüter-Zug eingepaßt sind. Alle von der Geraden des Schnellzuges geschnittenen Pläne sind verloren, daher durchkreuzt. Nicht nur das durch zwei Überholungstellen abgegrenzte Stück des Planes ist zerstört, sondern in den meisten Fällen, in denen es sich um eine Durchgangstrecke handelt, ist der Plan der ganzen Strecke für die Einlegung eines durchgehenden Zuges nicht mehr geeignet. Die freibleibenden Reststücke des Planes können nur noch für kurze Ortzüge oder Nahgüterzüge und dergleichen Verwendung finden. Die Schnellzuggerade muß also so eingefügt werden, daß sie tunlich wenige feste Pläne schneidet, was in Abb. 6, Taf. 23 besonders hervorgehoben wird, wo die Schnellzuggerade durch die Punkte A, B, C, D bestimmt ist. Bei dieser Festlegung kann es vorkommen, daß die Grund-

\*) v. Röhl, Encyclopädie des Eisenbahnwesens. II. Auflage, Band 5, S. 26- und v. Borries in Eisenbahntechnik der Gegenwart, I. Auflage, Band 3, S. 360.

geschwindigkeit nicht immer eingehalten werden kann, sie wird zwecks Vermeidung der Zerstörung eines Planes oft verringert werden müssen. Eine Erhöhung über das erwünschte Maß kann mit Rücksicht auf die Leistung der Lokomotiven nicht eintreten, selbst wenn dadurch ein Plan gerettet werden könnte. Zweckmäßig ist es, falls der Verkehr und die wirtschaftliche Ausnutzung der Zugkraft es zulässt, mehrere Schnellzüge dicht auf einander folgen zu lassen, wobei die durch den Plan des ersten Schnellzuges in den Fahrplan gerissene Lücke für die folgenden mitbenutzt und dabei nicht wesentlich vergrößert wird. Hingegen vervielfacht sich die Anzahl der zerstörten Pläne bei Auseinanderlegung der Pläne der Schnellzüge mit deren Zahl.

#### b. 2) Langsame Reise- und durchgehende Güter-Züge.

Die Einschaltung langsamerer Züge verursacht erheblich weniger Störungen, da ihre Grund- oder bei Reise-Zügen die Reise-Geschwindigkeit dem festen Fahrplane entspricht. Die Grundgeschwindigkeit der Reisezüge ist wohl im Allgemeinen höher, etwa 50 km/st, aber durch die vielen Halte, für die im festen Fahrplane keine Zeit vorgesehen ist, wird die Reisegeschwindigkeit so niedrig, etwa 30 km/st, daß der Plan mit dem festen Fahrplane zusammenfallen kann. Bei durchgehenden Güterzügen entfallen die Halte, aber ihre Grundgeschwindigkeit von 30 km/st ist nach der des Fahrplanbehelfes bemessen. Somit sind die Pläne dieser beiden Zugarten in die festen Pläne des Gerippes hineinzulegen.

#### b. 3) Nahgüterzüge.

Auf die zweckmäßige Einschaltung der Nahgüterzüge ist besonderer Wert zu legen. Da sie überall länger halten, so könnten bei jedem Halte ein, zwei oder mehrere Pläne übersprungen werden. Dadurch würde aber eine große Zahl durchgehender fester Pläne wegen Belegung auf nur kleine Strecke zwischen den in Frage kommenden Überholungen ganz zerstört werden und für die ganze Strecke nur teilweise zu benutzen sein. Daher ist anzustreben, die Pläne der Nahgüterzüge tunlich zwischen die festen Pläne des Gerippes einzuschalten, selbst wenn dadurch rechnungsgemäß nicht immer die bis zur Rückmeldung erforderliche Zeit bei den einzelnen Plänen gewahrt wird. Diese Überschreitungen dürfen jedoch höchstens 2 bis 3 min betragen und nicht zu dicht aufeinander folgen, da sich diese Unstimmigkeiten sonst häufen und zu Überfüllung der Bahnhöfe und Stockungen führen würden. In Abb. 6, Taf. 23 ist der Fall angedeutet, daß einige Minuten von der zur Rückmeldung erforderlichen Zeit für den Güterzugplan vernachlässigt sind.

### III. Bildung der Fahrpläne für eingleisige Strecken.

Erheblich schwieriger ist die Bildung der Fahrpläne für eingleisige Strecken, denn die Pläne beider Fahrrichtungen hängen von einander ab, da sie sich in den Kreuzungstellen schneiden müssen.

#### IIIa) Aufenthalte bei Kreuzungen.

Bei Kreuzungen muß immer wenigstens einer der beiden Züge halten, danach muß der Fahrplanbehelf ausgebildet werden.

Sind in der Kreuzung keine Ausfahr-, sondern nur Einfahr-Signale, so fordert die Sicherheit des Betriebes das Halten beider Züge, wozu in den Plänen beider Richtungen mindestens 2 bis 3 min Aufenthalt vorzusehen sind. Bei Vorhandensein von Ausfahrsignalen genügt dieser Aufenthalt im Plane der einen Richtung; die Wahl dieser Richtung hängt von verschiedenen Gesichtspunkten ab.

#### a. 1) Art des Verkehrs.

Für die Wahl kann die Art des Verkehrs maßgebend sein. Der Richtung, in der sich vornehmlich Vollzüge bewegen, wird man Aufenthalte tunlich ersparen, um für diese eine größere Reisegeschwindigkeit zu erzielen und die Anfahrten der schweren Züge zu beschränken. Die Aufenthalte der Leerzüge sind minder bedenklich, wenn nicht aus der schnellern Fahrt der Vollzüge und der langsamern der Leerzüge Stauungen in den Ausladebahnhöfen entstehen. Diese Vergrößerung der Reisegeschwindigkeit in der Vorzugrichtung kann recht erheblich sein, die Fahrzeit kann sich je nach der Zahl der Kreuzungen von der andern Richtung um mehrere Stunden unterscheiden. Oft werden aber in beiden Richtungen gleich viele Voll- und Leer-Züge fahren, so daß keine Richtung diesen Vorzug verdient: dann wird man, wie aus anderen Gründen, auf die Verhältnisse der Strecke Rücksicht nehmen müssen.

#### a. 2) Neigungen der Bahn.

Den größten Einfluß haben die Neigungen. Man soll das Anhalten zumal der Vollzüge in starken Steigungen vermeiden, bei den Zügen der steigenden Richtung überhaupt von Aufhalten nach Möglichkeit absehen, auch wenn der Bahnhof wagerecht liegt, um nicht zu große Anfahrzeiten zu erhalten, und bei nassem Wetter das Schleudern der Triebräder zu vermeiden. Ferner bietet das Anhalten der zu Tale fahrenden Voll- und Leerzüge insofern eine Sicherung des Betriebes, als der Führer in dem Gedanken vorsichtiger einfährt, daß der Zug zum Stehen kommen muß, auch wird die volle Geschwindigkeit beim Anfahren mit Gefälle schneller wieder erreicht. Steile Neigungen, etwa von 1:150 an, wirken für diese Wahl besonders maßgebend.

#### a. 3) Übersicht über den Bahnhof, Lage des Hauptgebäudes.

Ferner können die Übersicht über den Bahnhof und die Lage des Hauptgebäudes an einem Ende bei der Wahl entscheidend wirken. Man wird die aus unübersichtlichem Gelände einfahrenden Züge planmäßig halten lassen, ebenso die, deren Lokomotive wegen des Dienstverkehrs der Beamten am Hauptgebäude halten muß.

#### a. 4) Gleisanlage, Sicherheit des Betriebes.

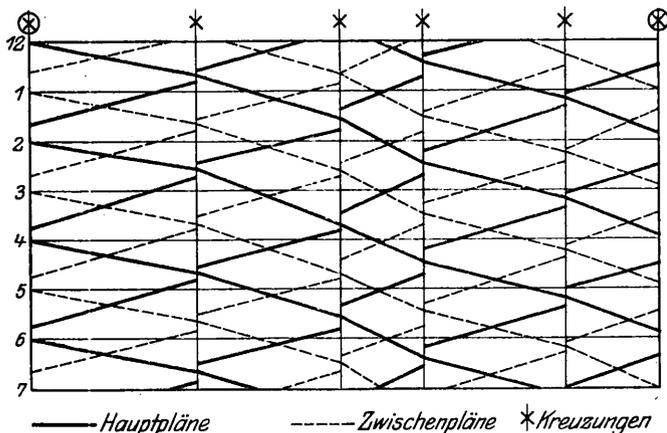
Auch die Lage der Gleise und Weichen kann bestimmend für die Einlegung des Aufenthaltes in der Kreuzung sein. Falls nicht einer der obigen Gesichtspunkte entgegen steht, wird man den Zug halten lassen, der die Eingangswache in die Abzweigung befährt, da er seine Geschwindigkeit meist schon deshalb ermäßigt. Auch müssen die mit der Anlage der Gleise und Weichen im Zusammenhang stehenden Siche-

rungen beachtet werden, um neben einwandfreier Bildung des Fahrplanes auch sichern Betrieb zu erhalten. Maßgebend dafür ist das Vorhandensein von Schutzgleisen, »Halt«-Signalen und dergleichen. Man wird beim Fehlen derartiger Schutzmaßnahmen zur Vorsicht planmäßige Halte einlegen, die also nur durch die Sicherheit des Betriebes bedingt sind. So können Mängel der Sicherungen durch geeignete Bildung der Fahrpläne gemäßigert werden.

### IIIb) Einlegen von Zwischenplänen.

Das starre Gerippe setzt für seine restlose Ausnutzung voraus, daß jedem Zuge der einen Richtung zwischen zwei Kreuzungen ein Zug der Gegenrichtung folgt, so daß alle Pläne und Gegenpläne belegt sind. Dieser Zustand, »Zug um Gegenzug«, kann jedoch nur bestehen, wenn der Zulauf von beiden Seiten gleich stark ist. Überwiegt der eine, so kann es bei hinreichender Zugdichte nötig werden, zwischen die bestehenden Pläne dieser Richtung weitere Züge einzuschalten, wodurch die entsprechenden Pläne der Gegenrichtung vernichtet werden. Während also die Leistung der einen Richtung auf Kosten der Gegenrichtung gesteigert werden kann, bleibt die Leistung der Strecke im Ganzen unverändert. Textabb. 3

Abb. 3. Starrer Fahrplan für eingleisige Strecke mit Zwischenplänen.



gibt den starren Fahrplan einer eingleisigen Strecke mit eingeschalteten Zwischenplänen, die nur benutzbar werden, wenn die entsprechenden Pläne der Gegenrichtung unbelegt sind und gestatten, daß sich die Züge gleicher Richtung im Blockabstände folgen. Diese Art starrer Fahrpläne für eingleisige Strecken bietet somit die größtmögliche Anpassung an stark schwankenden Verkehr, wobei aber die Höchstleistung im Ganzen unverändert bleibt.

### IIIc) Blockstellen ohne Ausweichen.

Durch Einfügen von Zwischenblöcken ohne Ausweichen zwischen zwei Kreuzungsbahnhöfen und unter Benutzung von Zwischenplänen ist es möglich, die ganze Höchstleistung der eingleisigen Strecke zu steigern, und zwar so, daß die Leistung jeder Richtung steigt. Bezeichnet in Textabb. 4  $T$  die ganze zu bearbeitende Zeit,  $t$  die Zeit der Fahrt eines Zuges durch den ganzen Blockabschnitt von A nach B,  $t_x$  dieselbe Zeit für eine Mehrzahl von Zügen gleicher Richtung hinter einander,  $n$  die Zahl der Züge, die den Blockabschnitt ohne Zwischenblock in der Zeit  $T$  durchfahren können,  $n_x$  dieselbe Zahl bei Vorhandensein von Zwischenblöcken,  $n_0$  die Zahl der Zugbündel und  $x$  die Zahl

der durch Zwischenblöcke entstehenden Abschnitte, so bestehen folgende Beziehungen:

$$T = n \cdot t = n_0 t_x, \quad t_x = t + [(x - 1) \cdot t] : x, \quad n_0 = n_x : x$$

$$T = \frac{t \cdot n_x}{x} \left( 1 + \frac{x - 1}{x} \right) = n \cdot t,$$

$$n : n_x = (2 - 1 : x) : x.$$

Daraus folgt für:

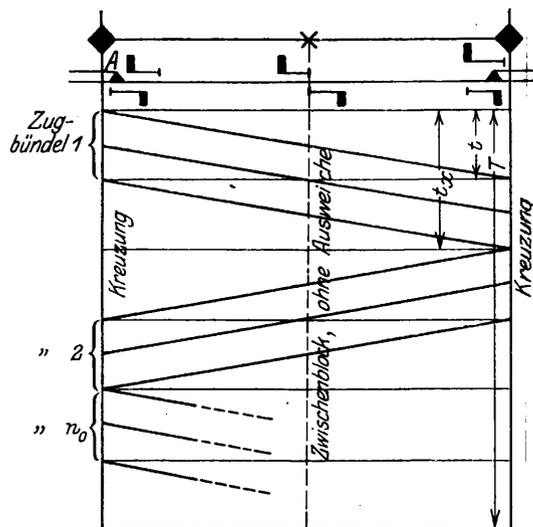
$$x = 2, \quad n : n_x = 3 : 4.$$

$$x = 3, \quad n : n_x = 5 : 9,$$

$$x = 4, \quad n : n_x = 7 : 16.$$

$$x = 5, \quad n : n_x = 9 : 25.$$

Abb. 4.



Das Verhältnis der gewöhnlichen Leistung der Strecke zur gesteigerten hängt also nur von der Anzahl der durch Einfügen von Zwischenblöcken entstehenden Abschnitte ab.

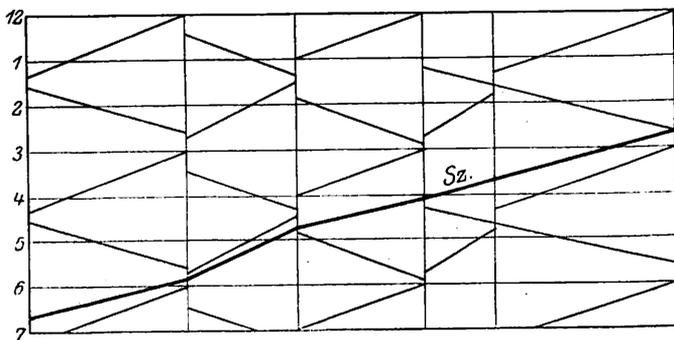
Das Einlegen von Zwischenblöcken ohne Ausweichen auf eingleisigen Strecken ist aber nicht immer zweckmäßig, unter Umständen sind Nachteile in Kauf zu nehmen, oder die Maßnahme hängt von gewissen Voraussetzungen ab. Der Lokomotivumlauf wird durch längere Halte in den den eingleisigen Abschnitt eingrenzenden Bahnhöfen ungünstig beeinflusst. Diese sind um so länger, je mehr Zwischenblöcke angelegt sind, können aber für Einnahmen von Wasser, Nachsehen und Ölen ausgenutzt werden. Vor einem oder zwei Zwischenblöcken sind die Halte so kurz, daß sie kaum in Betracht kommen. Die eingrenzenden Bahnhöfe müssen mindestens so viele Züge gleichzeitig aufnehmen können, wie Blockabschnitte zwischen den Kreuzungsbahnhöfen liegen. Das ist bei ein oder zwei Zwischenblöcken meist leicht zu erreichen. Daraus ist zu folgern, daß die Leistung einer eingleisigen Strecke durch Anordnung bis zu etwa drei Zwischenblöcken zu erhöhen ist, ohne daß die damit verbundenen Nachteile zu stark hervor treten. Bei mehr Zwischenblöcken werden die Vorbedingungen für die Kreuzungsbahnhöfe nach Gleislänge und Lokomotivdienst so schwer, daß von guter Wirtschaft im Betriebe keine Rede mehr sein kann.

### III d) Einlegen von schnellen Zügen.

Für die Einfügung von regelmäßigen Zügen in das starre Fahrplangerippe einer eingleisigen Bahn gilt im Allgemeinen

das oben für zweigleisige Bahnen Gesagte. Die Einfügung schneller Züge stößt auf außergewöhnliche Schwierigkeiten, da sie Pläne derselben und die der Gegen-Richtung stört. Man wird bestrebt sein, diese Pläne so zu legen, daß sie tunlich mit den Kreuzungen der festen Pläne zusammen fallen, so daß sie bildlich die Eckverbindungen der durch die festen Pläne gebildeten Vierecke darstellen. Dies bedingt allerdings, daß ihre Grundgeschwindigkeit genügend bemessen wird, um sie innerhalb zweier Kreuzungen immer um einen Plan voreilen zu lassen. Würde die Grundgeschwindigkeit hierbei zu hoch, so ist eine Kreuzung zu überspringen und die nächste zu benutzen, wobei aber ein fester Plan der Gegenrichtung zerschnitten wird (Textabb. 5). Durch Einschalten größerer Aufenthalte in Kreuzungen in das starre Fahrplangerippe wird

Abb. 5. Einlegen eines schnellen Zuges in den starren Fahrplan einer eingleisigen Bahn.



erreicht, daß bei Einführung von schnellen Zügen in der beschriebenen Weise weder Pläne derselben noch der Gegen-Richtung zerstört werden, die ganze Fahrzeit des starren Planes wird dann aber länger, auch müssen für diese Lösung in allen Kreuzungsbahnhöfen außer den gewöhnlichen Kreuzungen auch Überholungen vorgesehen werden. Wie weit man daher mit dieser Bildung der Fahrpläne gehen darf, muß im einzelnen Falle nach den Verhältnissen des Ortes und Betriebes entschieden werden, um den besten Ausgleich zwischen weitgehender Ausnutzung der festen Pläne, also der ganzen Strecke, und zweckmäßiger Führung des Betriebes zu finden. Das Einpassen aller übrigen Züge erfolgt nach denselben Gesichtspunkten, wie bei zweigleisigen Strecken.

#### IV. Bildung der Fahrpläne für ein Bahnnetz.

Ein starres Fahrplangerippe wird meist zwischen zwei größeren Knotenpunkten festgelegt und bildet ein in sich geschlossenes Ganzes. Auf den Knotenbahnhöfen sind fast immer längere Aufenthalte für Wechsel der Lokomotiven und Mannschaften, Ergänzung der Vorräte und andere Vorgänge nötig, so daß die in sich geschlossenen Fahrplangitter der einzelnen von dem Knotenpunkte ausgehenden Strecken von einander abhängig werden, insofern die Aufenthalte für den Betrieb unbedingt gewahrt werden müssen. Dies gilt nicht nur von Fahrplänen für Strecken einer durchgehenden Bahn, sondern auch für alle Abzweigungen und Zweigstrecken, auf die Züge der Haupttrichtung übergehen können. Daher ist auf die Aufenthalte in den Knotenbahnhöfen und das Einpassen, »Staffeln«, der Fahrplangerippe der einzelnen sich berührenden oder schneidenden Bahnen weitestgehende Rücksicht zu nehmen.

Zweckmäßig verwendet man für derart gestaffelte Fahrpläne eine möglichst gleichmäßige Bezifferung auch dann, wenn die Zugfolgen der einzelnen Strecken verschieden sind. Dies wird allerdings in letztem Falle nur restlos gelingen, wenn die Zugfolge der schwächer befahrenen Strecke ein Vielfaches der dichter belegten ist. Es wird sich daher empfehlen, schon bei Festsetzung der Zugfolge einer Strecke auf die der angrenzenden Strecken zu achten. Beispielweise ist es unzulässig, die Zugfolge mit 15 min zu Grunde zu legen, wenn eine einmündende Strecke schon die von 20 min hat, da dann eine Staffeln aller Pläne des Fahrplangerippes ausgeschlossen ist, vielmehr wären in diesem Falle 10 oder 20 min Zugfolge zu wählen; bei 10 min würde dann jeder zweite Plan die nähere Bezeichnung a, also 2, 2 a, 4, 4 a, 6, 6 a, erhalten, um Übereinstimmung mit den bereits bestehenden Plänen der Strecke mit 20 min Zugfolge zu erreichen.

Ein diesen Grundsätzen für Staffeln und gleichmäßige Bezifferung entsprechendes starres Fahrplannetz wird nicht immer leicht zu erzielen sein, besonders letztere wird wegen der meist ungleichen Länge der sich berührenden Bahnlinien oft Schwierigkeiten bereiten. Immerhin ist ein wohl durchdachter Fahrplan, der die an ihn gestellten Forderungen nach Möglichkeit erfüllt, eine der Grundlagen für wirtschaftlich gute Führung des Betriebes und Vorbedingung für glatten Verkehr der Züge.

#### V. Zusammenfassung.

##### I. Einführung des Fahrplanes

1. zur Vermeidung von Stockungen im Betriebe und zur gleichmäßigen Verteilung des Verkehres über den ganzen Tag,
2. zur Anpassung des Verkehres an die Erfordernisse gewisser Tageszeiten,
3. zur Festlegung der Fahrgeschwindigkeit; bei regelmäßigem Verkehre regelmäßige Fahrpläne, bei unregelmäßigem Bedarfpläne. Zweckmäßig ist die unstarre Bildung für reine Durchgangstrecken, die starre für alle anderen Strecken. Der seiner Grundlage nach starre Fahrplan ist in der Durchführung der beweglichste.

II. Die Zugfolge ist durch den Verkehr gegeben, die Grundgeschwindigkeit richtet sich nach Zuggewicht, Zugkraft und Steigung.

Aus beiden folgt die Blocklänge, die tunlich gleichmäßig sein soll. Ausgleiche auf Steigungen sind durch zweckmäßige Stellung der Blocksignale zu erzielen.

Nach Festlegung der Blockabschnitte kann das feste Fahrplangerippe für zweigleisige Bahn gemäß der Berechnung der Fahrzeiten bildlich dargestellt werden.

Beim Einfügen schneller Züge in das Fahrplangerippe sind tunlich wenige feste Pläne zu schneiden, also zu zerstören, selbst unter teilweiser Verringerung der Grundgeschwindigkeit. Auch das Zusammenfassen mehrerer Schnellzüge zu einem Bündel erweist sich hierbei als wirksam.

Da die Reisegeschwindigkeit der langsamen Reise- und die Grundgeschwindigkeit der durchgehenden Güter-Züge meist mit der dem festen Fahrplane zu Grunde gelegten überein-

stimmen, so werden ihre Pläne in die festen Pläne des Netzes gelegt. Die Pläne der Nahgüterzüge können wegen ihrer vielen und langen Aufenthalte zwischen die festen Pläne des Netzes geschaltet werden, um nicht wegen kleiner belegter Teilstrecken zu viele Pläne zu zerstören.

III. Die Bildung der Fahrpläne für eingleisige Strecken ist erheblich schwieriger. Wichtig ist zweckmäßige Anordnung der Kreuzungen. Bei Vorhandensein von Ausfahrtsignalen genügt es, nur in einer Richtung Aufenthalte für Kreuzungen einzuschalten. Von starkem Einflusse hierauf sind: die Art des Verkehrs, Aufenthalte in Richtung der Vollzüge, in der Hauptrichtung, sind zu vermeiden; die Neigungen, Aufenthalte in Steigungen sind schädlich; Übersicht, Aufenthalte für Züge aus unübersichtlichem Gelände, und bei denen die Lokomotive nahe dem Hauptgebäude hält, sind zweckmäßig; Gleisanlage, Aufenthalte für Züge, die den krummen Strang von Eingangsweichen befahren, sind empfehlenswert.

Durch Einschalten von »Zwischenplänen« kann die Leistung der einen Richtung auf Kosten der der andern gesteigert werden, die Leistung der Strecke im Ganzen bleibt davon unberührt.

Durch Einfügen eines oder mehrerer »Zwischenblocke ohne Ausweiche« zwischen zwei Kreuzungen kann die ganze Höchstleistung der eingleisigen Strecke gesteigert werden. Das Verhältnis der gewöhnlichen Leistung zur gesteigerten hängt nur von der Zahl der Zwischenblocke ab. Das Vorhandensein mehrerer Zwischenblocke ohne Ausweiche beeinflusst den Lokomotivumlauf ungünstig und erfordert Erweiterung der Kreuzungsbahnhöfe, deshalb ordne man höchstens drei Zwischenblocke an.

Das Einlegen schneller Züge in den starren Fahrplan einer eingleisigen Strecke erfordert besondere Sorgfalt. Die für die Ausnutzung des Fahrplannetzes zweckmäßigste Lage des Schnellzugplanes ist dann erreicht, wenn er die Eckverbindung des durch die festen Pläne gebildeten Viereckes fällt, was aber mit Rücksicht auf die Grundgeschwindigkeit und die Bemessung der Aufenthalte in den Kreuzungen der festen Pläne nicht immer zu erreichen ist.

IV. Ein starres Fahrplangerippe bildet zwischen zwei Knotenpunkten ein geschlossenes Ganzes. Mehrere, sich in einem Knotenpunkte treffende Gerippe sind durch Staffellung und gleichmäßige Bezifferung zu verbinden.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Prüfung der Gleichungen von Hertz für Pressungen zwischen nicht ebenen Körpern durch Versuch.

(Kapitän W. Weibull. Teknisk Tidskrift. 1919. Mechanik Nr. 2.)

Die Gleichungen von Hertz spielen in der Eisenbahntechnik, so für die Pressung zwischen Rad und Schiene, eine wichtige Rolle. Hertz und Auerbach haben die Flächen der Berührung, im Allgemeinen Ellipsen, versuchsmäßig nur für durchsichtige Körper, wie Glas und Quarz, ermittelt; sie mußten sich hierbei innerhalb sehr niedriger Pressungen halten. Weibull hat seine Versuche auf die unmittelbare Bestimmung der Gestalt und Größe der Berührung bei Beanspruchungen bis zu den höchsten,  $\sigma_{gr} = 60\,000$  kg/qcm, ausgedehnt. Die unmittelbarste Erprobung der Zuverlässigkeit der Gleichungen bildet die Messung der Größe der Berührung, denn dadurch ist die Mittelspannung in der Fläche am einwandfreiesten bestimmt. Findet man hierbei gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Wirklichkeit, so kann man die Gleichungen für die Bestimmung der größten Pressung und der größten Eindrückung verwenden. Die hierauf bezüglichen Versuche wurden in der Versuchwerkstätte der nordischen Kugellager A. G. angestellt.

Die Gleichungen von Hertz geben den Zusammenhang zwischen den Festwerten der Baustoffe der sich berührenden Körper, den Krümmungshalbmessern, sowie der Spannung und Formveränderung in der Berührung und deren Umgebung. Vorausgesetzt wird jedoch, daß Spannungen nicht dem Umfange nach, vielmehr nur winkelrechte Pressungen auftreten, daß die Grenze verhältnismäßiger Formänderungen nicht überschritten wird, daß die Fläche der Berührung im Verhältnisse zu den Körpermaßen unendlich klein ist, und daß die Körper nach allen Richtungen gleich dehnbar sind und sich in Ruhe zu einander

befinden. Da diese Voraussetzungen nie streng erfüllt sind, so ist die Erprobung durch Versuch um so mehr angezeigt. Unter der in Wirklichkeit meist erfüllten Voraussetzung, daß die Hauptkrümmungen der beiden Körper in derselben Ebene liegen, können die Gleichungen für den Gebrauch bequemer gestaltet werden. Bezeichnen  $r_1$  und  $r_2$  die Halbmesser der Hauptkrümmungen des einen Körpers,  $r'_1$  und  $r'_2$  die des andern, wobei  $r_1$  und  $r'_1$  derselben Ebene zugehören sollen, so können diese vier Veränderlichen paarweise zu zwei unabhängigen Veränderlichen zusammengefaßt werden, die allein die Lösung bestimmen. Werden die verwandelten Halbmesser  $r_a$  und  $r_b$  eingeführt derart, daß

$$\text{Gl. 1) } 1:r_a = 1:r_1 + 1:r'_1 \text{ und } 1:r_b = 1:r_2 + 1:r'_2,$$

so ist die Aufgabe durch diese eindeutig bestimmt. Hierbei sollen die Halbmesser der Körper  $> 0$  gesetzt werden, wenn der Mittelpunkt der Krümmung im Körper liegt, sonst  $< 0$ . Die verwandelten Halbmesser sind aus geometrischen Gründen immer positiv. Führt man

$$\text{Gl. 2) } \dots \dots \dots \beta = r_a : r_b$$

ein, so sind die Halbachsen  $a$  und  $b$  der Ellipse

$$\text{Gl. 3) } \dots \dots \dots a = a_0 \sqrt[3]{Pr_b} \text{ und } b = b_0 \sqrt[3]{Pr_b},$$

wo  $a_0$  und  $b_0$  nur von  $\beta$  abhängen und die elliptischen Integrale enthalten. Hierbei bezeichnet  $r_b$  immer den kleinern der beiden verwandelten Halbmesser, so daß  $1 \leq \beta < \infty$ . Hat man nun einmal den Zusammenhang zwischen  $a_0$ ,  $b_0$  und  $\beta$  berechnet und etwa zeichnerisch dargestellt, so wird die Berechnung besonders einfach. Als Maß der Spannung in der Berührung kann entweder die größte oder die gemittelte Pressung in der Fläche angewendet werden oder auch die aus der größten Zusammendrückung ermittelte. Die gemittelte Pressung ist

$$\text{Gl. 4) } \dots \dots \sigma_m = \sigma_0 \sqrt{P: r_b^2},$$

worin  $\sigma_0$  nur von  $\beta$  abhängt. Da sich nach Hertz der Druck in der Berührung nach einem Ellipsoide verteilt, der größte Flächendruck im Mittelpunkte der Berührung 1,5 mal so groß ist, als der gemittelte und die Zusammendrückung dem 0,52 fachen dieses Größtdruckes entspricht, so kann die größte Pressung in der Druckmitte aus der gemittelten berechnet werden nach

$$\text{Gl. 5) } \dots \dots \sigma_{gr} = 1,5 \sigma_m.$$

Ebenso steht die im Verhältnisse zur Größtdehnung umgerechnete Spannung  $\sigma_u$  in einem einfachen Verhältnisse zu  $\sigma_{gr}$  und  $\sigma_m$  nach

$$\text{Gl. 6) } \dots \dots \sigma_u = 0,52 \sigma_{gr} = 0,78 \sigma_m.$$

Diese Gleichung gilt nur, so weit die Gleichungen von Hertz gelten, weshalb über der Elastizitätsgrenze nur  $\sigma_m$  bestimmt werden kann. Man wendet daher am besten  $\sigma_m$  an, zumal keine der beiden anderen Spannungen in einem bekannten Zusammenhange mit anderen Arten der Spannungen steht. Man kann beispielweise aus dem Werte  $\sigma_u$  keine Schlüsse auf die zugelassene Spannung in der Berührung ziehen. Mit den verwandelten Halbmessern  $r_a$  und  $r_b$  wächst die Anschmiegung in den Hauptrichtungen. Aus Gl. 1 geht hervor, daß die gleiche Druckverteilung auf unendlich verschiedene Weise durch Änderung der Halbmesser  $r_1$  und  $r_2$  erzielt werden kann, wenn nur die verwandelten Halbmesser dabei unverändert bleiben. So ist die Berührung zweier winkelrecht gegen einander gelagerter Walzen der Halbmesser 1 gleich der der Kugel des Halbmessers 1 mit der Platte.

Die Erprobung der Eignung der Gleichungen von Hertz zur Berechnung der Spannungen in Kugel- und Walzen-Lagern geht nun auf die Prüfung der Gl. 3) und 4) durch Versuche hinaus.

Untersucht wurden die Fälle: Kugel gegen Kugel, Kugel gegen Platte, Kugel gegen Kugelschale und Kugel gegen die übliche Spur eines Kugellagers. Der Versuch wurde mit einer Presse von 100 t von Amsler-Laffon gemacht. Durchmesser und Halbachsen wurden mit einem eigens erdachten Meßwerkzeuge gemessen. Die Fläche der Berührung wurde mit einem besonders erprobten Ätzmittel festgestellt, bei dem die Grenzen der Fläche für die Ausmessung scharf hervortreten, die Beschaffenheit der Körper, besonders die Elastizitätszahl der äußeren Schicht aber nicht verändert wird. Auf die Versuche, deren Genauigkeit einer peinlichen Untersuchung unterworfen wurde, kann hier nicht im Einzelnen eingegangen werden. Für die Fälle Kugel gegen Kugel wurden als Grenze der Genauigkeit der Gleichungen annähernd 48 000 kg/qcm, Kugel gegen Platte 37 000 kg/qcm und Kugel gegen Kugelschale 32 000 kg/qcm festgestellt.

Diese Erprobung durch Versuch für Berechnung der Berührung und der gemittelten Pressung bei der Berührung der

### Bahnhöfe und deren Ausstattung.

**Schmelzen des Schnees an Weichen mit Gas nach Vaughan.**  
(Railway Signal Engineer 1918, Bd. 11, Heft 10, Oktober, S. 334, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 11 auf Tafel 23.

Abb. 9 und 10, Taf. 23 zeigen die von der »M. W. Supply Co.« in Philadelphia, Pennsylvanien, hergestellte Vorrichtung zum Frei-

Körper erweist die Gültigkeit der Gleichungen auch für die höchsten vorkommenden Belastungen mit staunenswerter Schärfe.

Dr. S.

### Einfluss des elektrischen Lichtbogens auf Eisen oder Stahl.

(Schweizerische Bauzeitung 1919 I, Bd. 73, Heft 6, 8. Februar, S. 62.)

Die Westinghouse-Werke in Ost-Pittsburg haben untersucht, ob Eisen und Stahl im elektrischen Lichtbogen beim Schweißen mit Sauerstoffazetilen an Güte verlieren. Die Versuche wurden mit fünf 12,7 mm dicken, heiß gewalzten Stahlstäben vorgenommen, von denen vier auf etwa 25 mm Länge dem elektrischen Lichtbogen ausgesetzt wurden. Die Spannung betrug rund 60 V bei 150 amp; dann wurden alle fünf mit der Zerreißmaschine auf Zugfestigkeit und Dehnung geprüft. Der dem Lichtbogen nicht ausgesetzte Stab zeigte geringere Dehnung, als die anderen, die Bestand des Gefüges und fast gleiche Zugfestigkeit mit dem nicht durchflossenen Stabe ergaben. Auch wurde kein Verbrennen beobachtet.

Eine aus einem Blocke von 3890 kg/qcm Zugfestigkeit herausgeschnittene Stahlplatte wurde auf einer Seite mit einem Metallniederschlage des elektrischen Lichtbogens versehen, der darauf mechanisch wieder entfernt wurde, um der Platte ihre ursprünglichen Abmessungen zu geben. Die Festigkeit war nun 4015 kg/qcm bei 33 % Einschnürung und 14 % Dehnung gegen 60 und 28 % des Stahlblockes. Auch dieser Versuch zeigt, daß die Zugfestigkeit durch Lichtbogen und Schweißhitze nicht herabgesetzt wird.

B—s.

### Schweißen mit elektrischem Lichtbogen.

(Engineering, August 1918, S. 213.)

Die Rock-Island-Bahn hat mit der Einführung der Schweißung im elektrischen Lichtbogen bei Ausbesserung von Lokomotiven und Wagen gegenüber der Schweißung im Feuer oder mit Gas trotz hoher Anlagekosten sehr erhebliche Ersparnisse erzielt. Die Quelle berichtet hierüber ausführlich und bringt aus dem Betriebe Vergleichszahlen für viele Arbeiten in ihren Werkstätten, die alle zu Gunsten der elektrischen Schweißung sprechen. Weitergehende Anwendung des Verfahrens, besonders nach Umgestaltung zahlreicher Einzelteile für leichte Schweißung, wird noch mehr Vorteile bringen. Elektrische Schweißung wird zur Bearbeitung von Stahl, besonders bei Kesseln zum Ersatz von Nietarbeit vorgezogen, Schweißung mit Azetilen-Sauerstoff oder Wassergas für Gußeisen und nicht eisenhaltige Metalle, oder da, wo nur gelegentlich geschweißt werden muß.

Nach Inbetriebnahme von 150 elektrischen Schweißanlagen im ganzen Bezirke der Bahn wird eine reine Ersparnis von 4 Millionen Mark jährlich erhofft, wenn auch die kürzere Dauer der Ausbesserung der Lokomotiven mit bewertet wird. Die Bahn hat 1600 Lokomotiven.

A. Z.

machen der Weichen von Schnee nach Vaughan. Sie besteht aus einem dünnen, an die Unterseite der Backenschienen zu klemmenden schmiedeeisernen Rohre mit einem Brenner unter der Zunge. Die Brenner sind bodenlose Kästen, die Einströmöffnungen in dem sie tragenden Rohre einschließen. Jedes

Ende des Brenners hat einen engen Schlitz nahe der Decke, aus dem die Flamme heraustritt. Ein Ende des Rohres wird durch einen Gummischlauch mit einem 13 mm weiten Auslasse eines zwischen die Gleise gelegten Stranges einer Gasleitung verbunden. Zwei oder drei Brenner sollen 3 m lange Zungen bei heftigem Sturme frei halten können. Die Brenner werden verbunden, indem statt der Kappe C die Muffe des Anschlussschlauches des Nachbarbrenners ausgeschraubt wird (Abb. 11,

Taf. 23). Sie werden bei Zungen mit den inneren Klauen AA', bei beweglichen Herzstücken mit Radlern an den Drehpunkten durch die äußeren BB' an die Schienen geklemmt. An einigen Stellen bleiben die Brenner während der kalten Jahreszeit liegen, sie können aber auch bei Herannahen eines Sturmes durch ungelernete Arbeiter in wenigen Minuten angebracht werden. Ein stromdichter Stofs verhindert Störungen von Anlagen mit Gleisstromkreisen. B—s.

## Maschinen und Wagen.

### Luftmesser für Prefsluft.

(Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Februar 1919, Nr. 999, S. 29. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8 auf Tafel 23.

Bei guter Führung des Betriebes müssen Prefsluftpumpen, Rohrnetze und Prefsluftwerkzeuge durch regelmäßige Messungen beobachtet und nachgeprüft werden, damit Verlusten durch Undichtigkeit oder raschen Verschleiß rechtzeitig begegnet werden kann. Im Gegensatz zu Mefsgeräten älterer Bauart ermöglicht ein neuer Luftmesser der deutschen Maschinenfabrik A.-G. Duisburg Ablesung der Leistung ohne Umrechnung. Er wird für Mengen von 1,5, 3,5 und 6,0 cbm/min Aufsenluft gebaut (Abb. 7 und 8, Taf. 23). In einem senkrechten kegelförmigen, oben erweiterten und geeichten Glasrohre bewegt sich ein Schwimmer aus Kautschuk. Je nach der Menge der durchströmenden Luft bleibt er in einer bestimmten Höhe stehen, so daß die Menge unmittelbar an der Teilung abgelesen werden kann. Die Teilung ist sehr genau, für die

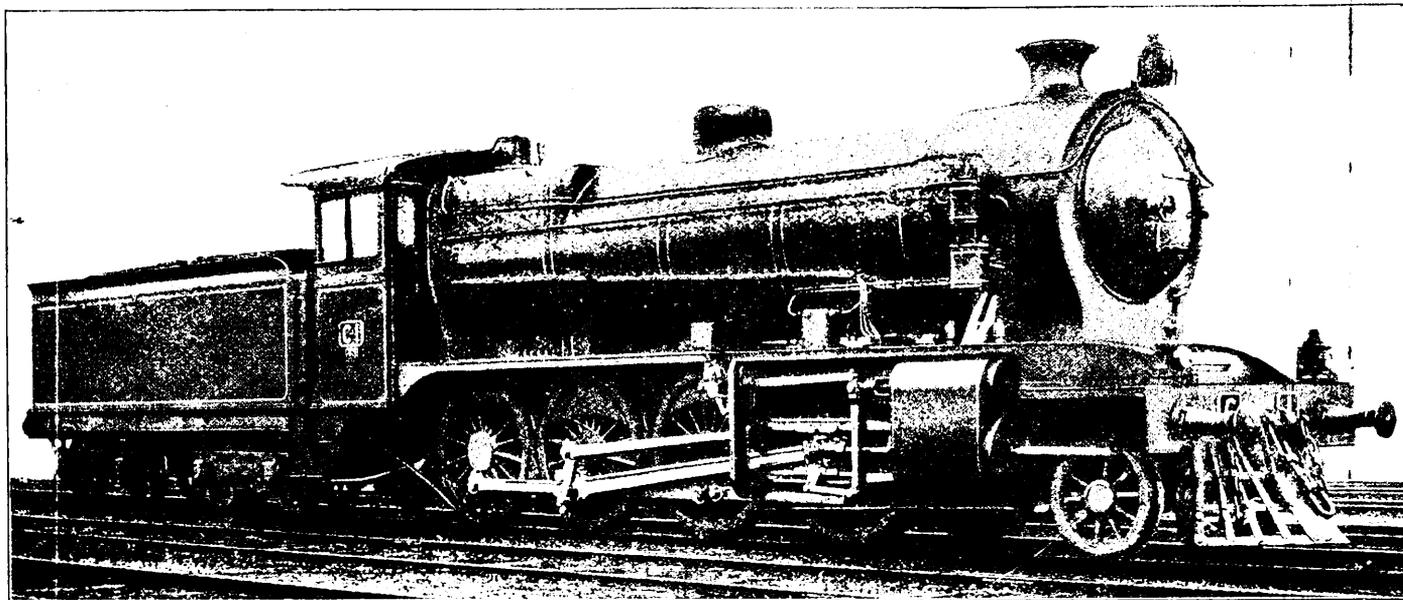
Fehlergrenze  $\pm 1\%$  wird Gewähr geleistet; sie ist für 6 at Arbeitdruck geeicht, der bei Prefsluftwerkzeugen allgemein vorherrscht. Der in der Leitung herrschende Druck kann durch einen Druckmesser am Mefsgerätee abgelesen werden. Um die Luftmenge auch bei anderen Drucken im Mefsbereiche von 3 bis 8 at ablesen zu können, ist dem Gerätee eine Schaulinie beigegeben, aus der man die dem abgelesenen Drucke entsprechende Luftmenge ohne Weiteres abgreifen kann. A. Z.

### 1 D. II. T. F. G - Lokomotive der Eisenbahnen von Viktoria.

(Engineer 1918, Juli, Seite 15; Engineering 1918, Seite 10. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Die für 1600 mm Spur bestimmte Lokomotive (Textabb. 1) wurde nach Entwürfen des Obermaschineningeniörs Shannon in den eigenen Werkstätten zu Newport gebaut. Der Überhitzer ist der von Robinson, der Schornstein tritt in die Rauchkammer hinein und ist unten glockenförmig erweitert. Zum Reinigen der Rauchkammer dient ein Aschensauger, der

Abb. 1. 1 D. II. T. F. G-Lokomotive der Eisenbahnen von Viktoria.



vom Führer angestellt werden kann. Der Aschkasten hat Seitenklappen, die durch einen Prefsluftkolben bewegt werden. Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber und Steuerung nach Walschaert. Zu der Ausrüstung gehören ein aufzeichnender Geschwindigkeitsmesser von Flaman, ein «Detroit»-Öler mit fünf Auslässen und spiegelnde Wasserstandgläser.

Die Lokomotive soll einen Zug von 563,9 t Gewicht auf 20‰ Steigung und 625,6 t in flachem Gelände dauernd be-

fördern. Die auf der Wagerechten zwischen Newport und Geelong zu befördernde Last wird auf 1372 t geschätzt.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser der Zylinder d	559 mm
Kolbenhub h	711 »
Kesselüberdruck p	14,06 at
Heizfläche der Feuerbüchse	16,07 qm
» » Heizrohre	174,56 »

Heizfläche des Überhitzers . . . . .	34,28	qm
» im Ganzen H . . . . .	224,91	»
Rostfläche R . . . . .	2,97	»
Durchmesser der Triebräder D . . . . .	1524	mm
» » Laufräder . . . . .	953	»
» » Tenderräder . . . . .	965	»
Triebachslast $G_1$ . . . . .	74,17	t
Betriebsgewicht der Lokomotive G . . . . .	82,8	»
Leergewicht » » . . . . .	73,15	»
Betriebsgewicht des Tenders . . . . .	46,48	»
Leergewicht » » . . . . .	19,46	»
Wasservorrat . . . . .	20,9	cbm
Kohlenvorrat . . . . .	6,6	t
Fester Achsstand . . . . .	5182	mm
Ganzer » . . . . .	7849	»
» » mit Tender . . . . .	16809	»
Länge mit Tender . . . . .	19622	»
Zugkraft $Z = 0,75 p \cdot (d^{em})^2 h : D =$ . . . . .	15373	kg
Verhältnis $H : R =$ . . . . .	75,7	
» $H : G_1 =$ . . . . .	3,03	qm/t
» $H : G =$ . . . . .	2,72	»
» $Z : H =$ . . . . .	68,4	kg/qm
» $Z : G_1 =$ . . . . .	207,3	kg/t
» $Z : G =$ . . . . .	185,7	» -k.

#### Ersatzmittel zum Schmieren der Lokomotiven und Wagen.

(Annalen für Baugewerbe und Bauwesen, 1. 1. 19, S. 45.)

Nach längeren Versuchen gelang das Auffinden brauchbarer Schmiere auch für hohe Geschwindigkeit in einer Mischung von Mineralöl und Teeröl als Ersatz für die früher gebrauchten Fette. Wegen Steigerung der Erzeugung von Teer im Auslande während des Krieges werden voraussichtlich größere Mengen Teeröl verfügbar sein. Als Mineralöl kommt das als Ersatz verwendbare, aus den Rückständen beim Überdampfen des Petroleum gewonnene in Betracht, dagegen war Teeröl als Leichtöl bis jetzt nur für geringe Geschwindigkeiten geeignet. Bei kaltem Mischen beider entsteht keine innige Vereinigung, bald scheiden sich schwere Kohlenwasserstoffe aus und bilden einen Bodensatz, den die Schmierdochte nicht aufsaugen, und der sie verharzt. Bei warmem Mischen erzielt man befriedigende Ergebnisse. Regierungs-Baumeister Esser stellte im Rührwerke zwei Arten Öl unter 80° C her: für den Sommer aus 80 Gewichtteilen Teeröl und 20 Mineralöl, für den Winter aus gleichen Teilen. Bei scharfer Kälte setzt man dem Gemische 8 bis 15% Petroleum zu, um es dünnflüssig zu erhalten. Durch warmes Mischen wird fein verteilter, grafitartiger, im Mischöl schwebender Kohlenstoff ausgeschieden. Das durch die Erwärmung flüssiger werdende Gemisch begünstigt dies Abscheiden des festen Kohlenstoffes aus dem Teeröl, der im Rührwerke gebildete Bodensatz wird täglich

abgelassen. Die Untersuchung des Winteröles ergab folgende Werte: Gewicht bei 20° C 0,976 kg/l, Flammpunkt 150° C, Brennpunkt 120° C, Zähigkeit bei 20° C 50,94°. Wenn auch die Mischöl die früher üblichen Schmiermittel nicht völlig erreichen, so haben sie sich doch im Schnell- und Güter-Dienste zur Verminderung des Heißlaufens bewährt. G—g.

#### Großräumige Güterwagen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1. 2. 19, Bd. 63, Nr. 5, S. 107.)

Ein Mittel gegen die bestehende Not im Verkehre wäre die Einführung großräumiger Güterwagen nach Vorgang der Pennsylvania-Bahn seit 1917 und einiger europäischer Bahnen für Massengüter, die die Züge verkürzen und schnellere Abfertigung ermöglichen. Der Wagen der Pennsylvania-Bahn faßt gestrichen voll 85 t oder 81 cbm, gehäuft 90 cbm. Der Boden besteht aus fünf flachen Trichtern mit Bodenklappen, die durch eine Winde betätigt werden. Die innere Länge des Kastens ist 14,2, die innere Breite 2,9 m, die Drehgestelle von 1,8 m Achsstand haben 11,7 m Abstand der Drehzapfen.

Die preussischen Bahnen haben bisher nur Wagen von 15 bis 20 t. Der Oberbau ist allerdings nicht für die Verwendung von Großgüterwagen bemessen, doch sind während des Krieges auch die belgischen Wagen für 35 und 50 t bei uns benutzt. Bei der jetzt nötigen Ausbesserung des Oberbaues wäre der Ausbau für hohe Achsdrücke wenigstens auf den Strecken zu empfehlen, die mit Massengütern belastet sind und für diese die Beschaffung von Großgüterwagen einzuleiten. G—g.

#### Schwingungen an elektrischen Lokomotiven.

(Schweizerische Bauzeitung, September 1918, Nr. 11, S. 95. Mit Abbildungen.)

Im Stangengetriebe elektrischer Lokomotiven treten bei gewissen Fahrgeschwindigkeiten Schwingungen auf, die sehr unangenehm sein können. Ihre Untersuchung an Hand der Lehre über Schwingungen ist nicht ohne einige neue Begriffe durchzuführen. Denkt man sich bei einer elektrischen Lokomotive die mit dem elastischen Getriebe verbundene Masse des Ankers der Triebmaschine um deren Welle bei festgestelltem Getriebe in Schwingungen, so wird deren Zahl je nach der Stellung des Getriebes eine andere sein, weil die Stärke der Nachgiebigkeit von jener Stellung abhängt. Wenn das Getriebe aber nicht feststeht, sondern gleichförmig umläuft, so kann von einer eigentlichen Schwingungszahl nicht mehr gesprochen werden, der Vorgang der einzelnen Schwingung wird sogar nicht mehr regelmässig sein. Die Fragen, ob die auftretenden Schwingungen in endlichen Grenzen bleiben und wie sich diese Vorgänge gegenüber störenden Kräften verhalten, werden in der Quelle auf dem Wege ausführlicher mathematischer Untersuchung erörtert. A. Z.

#### Besondere Eisenbahntypen.

##### Selbsttätige Ausschalter mit hoher Schaltgeschwindigkeit.

(General Electric Review, September 1918, S. 340.)

Vierzehn Umspanner der Chicago Milwaukee und St. Paul-Bahn, die die Fahrleitung mit Gleichstrom von 3600 V speisen,

haben zum Schutze selbsttätige Schalter, die 2,4 km/sek Schaltgeschwindigkeit erreichen. Vom Eintritte des Kurzschlusses, der sich durch Ansteigen des Stromes in der Auslösespule bemerkbar macht, vergehen nur 0,003 sek bis zum

Öffnen der Haupt-, 0,004 sek bis zum Öffnen der Hülfs-Schliefer, und 0,008 sek bis zu dem den Kurzschluss unschädlich machenden Ausblasen des Lichtbogens. Die Stromstärke, bei der die Ausschalter ansprechen, beträgt 300 Amp.

Die Schalter bestehen aus einer Auslösespule mit Eisenkern, einem Klinkenwerke, den Schaltfedern und dem Schaltehebel mit Haupt- und Hülfs-Schließern. Der Kern der Auslösespule bewegt sich nur um 0,025 mm, um die Schaltfedern auszulösen und diese wirken mit 3600 kg Druck auf den Schließhebel. Ebenso wirkt ein starker Eisenmagnet, dessen Spule im Hauptstromkreise liegt, und dessen Feld den an den Hülfs-Schließern auftretenden Lichtbogen sofort zu sehr großer Länge auszieht. Schliefer und Elektromagnet liegen in einer Kammer mit stromdichten isolierten Wänden.

### Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

#### Saugbremse mit Zusatzbremszylinder.

(D. R. P. 304821. Gebrüder Hardy in Wien.)

Um erhöhten Bremsdruck bei schnellen Zügen zu erreichen, der dann mit Minderung der Geschwindigkeit gemäß der Zunahme der Reibung zwischen Rad und Bremsklotz ermäßigt wird, wird ein Zusatzzylinder verwendet. Beim Anlegen der Bremsen wird durch das Bremsgestänge nach Überwindung der Kraft einer Feder ein Ventil geöffnet, das Außenluft in die Unterkammer des Zusatzzylinders einläßt; dadurch wird der Druck des Bremsklotzes gegen den Radkranz verstärkt. Wenn der Bremsdruck die nötige Größe erreicht und die regelbare Spannung der Feder überwunden hat, wird der Zutritt der Luft wieder unterbrochen. Zugleich werden die Drucke auf den beiden Seiten des Kolbens des Zusatzzylinders ausgeglichen, so daß dieser außer Wirksamkeit tritt, und der übliche Bremszylinder die Bremse allein angestellt hält.

B—n.

#### Drehscheibe mit unterteiltem Hauptträger.

D. R. P. 306215. Maschinenbauanstalt I. E. Christoph in Niesky. (Oberlausitz.)

Der Hauptträger wird von zwei selbständigen, beiderseits durch Laufrollen unterstützten Aufsenwagen gebildet, die durch einen am Mittelzapfen geführten, sonst frei zwischen ihnen

### Nachrichten über Aenderungen im Bestande

Preußisch-hessische Staatseisenbahnen.

Versetzt: Oberbaurat Büttner, bisher in Essen, als Oberbaurat zur Eisenbahn-Direktion nach Berlin.

Ernannt: Die Regierungs- und Bauräte Sarrazin und Bernsau in Münster i. W., Zoche in Essen, Hermann Meyer und Senst in Halle a. d. S. und Gutbrod in Köln zu Oberbauräten.

**Die Atomtheorie** in ihrer neuesten Entwicklung. Sechs Vorträge von Dr. L. Grätz, Privatdozent an der Universität München. Stuttgart 1918, J. Engelhorn's Nachfolger. Preis 2,5 M.

Die an mehreren Orten, auch in den besetzten Gebieten gehaltenen Vorträge behandeln in allgemein verständlicher Weise 1. die Moleküle und Atome, 2. Atome und Ionen bei elektrischen Vorgängen, 3. Zerfall der Atome, Kerntheorie, 4. Spektren der Röntgen-Strahlen, Kerntheorie, 5. Linienspektren, 6. Bau der Atome, Ionen und Moleküle.

Es ist nicht einfach, dieses neueste grundlegende Gebiet der Geisteswissenschaften, das nur zu kleinem Teile unmittelbar

Der Widerstand, den der lange Lichtbogen im Stromkreise bildet, wird noch durch einen ohmschen Widerstand vergrößert, der sonst neben dem Schalter liegt und erst beim Öffnen des Schalters in Reihe mit diesem geschaltet wird.

Eine so hohe Schaltgeschwindigkeit der Ausschalter bei hochgespanntem Gleichstrom ist nötig, weil die Stromwender der Stromerzeuger gegen hohe Kurzschlussströme besonders empfindlich sind. Die Schalter müssen so schnell wirken, daß die über ein gewisses Maß ansteigende Stromstärke den Stromwender nicht erreicht, also schneller, als ein Blatt des Stromwenders die Stellung des vorhergehenden auf der Bürste einnimmt. Auch muß verhindert werden, daß der an den Schalterschließern stehende Lichtbogen eine Brücke für den Kurzschlussstrom bildet.

G—g.

hängenden Mittelteil verbunden sind. Der bei Drehscheiben mit unterteiltem Hauptträger sonst erforderliche Königstuhl fällt also weg.

B—n.

#### Elektrische Ruhestromüberwachung für Signale und Weichen.

(D. R. P. 305218. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin.)

Signale und Weichen werden in der Regel durch Magnete überwacht, zum Schutze gegen Erdschlüsse, die einseitig an Erde liegen, und durch Erdung der Leitungen der Überwachung, wenn die Signale und Weichen nicht in der zu überwachenden Endlage stehen. Für diese Erdung ist aber besondere Überwachung nötig, denn sie beeinflusst den regelmäßigen Zustand der Einrichtung nicht, wenn sie versagt. Diese Erdung soll deshalb nun vermieden werden. In der Rückleitung der Überwachung wird dicht vor deren Erdung eine so bemessene Sicherung angeordnet, daß sie beim Kurzschließen eines im Antriebe in der Leitung liegenden Widerstandes durchschmilzt. Dadurch wird erreicht, daß jeder in die Leitung gelangende Strom höherer Spannung, oder jeder Kurzschluss zwischen zwei Leitungen, der den Widerstand überbrückt, die Sicherungen der Überwachung zum Schmelzen bringt, und die Einrichtung überwachbar macht. Falschmeldungen sind also ausgeschlossen.

B—n.

### der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Bbeauftragt: Regierungs- und Baurat Marx, Mitglied der Eisenbahndirektion Erfurt, mit der Wahrnehmung der Geschäfte eines Referenten bei den Eisenbahnabteilungen des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

In den Ruhestand getreten: Ober- und Geheimer Baurat Suadicani, Mitglied der Eisenbahn-Direktion Berlin.

—k.

## Bücherbesprechungen.

auf Erkenntnis beruht, in seinen verwickelten Gedankengängen so zu gestalten, daß es auch von Laien der Philosophie durchwandert werden kann, zumal sich wichtige Grundanschauungen grade in neuester Zeit geändert haben und noch ändern, auch die noch offenen wesentlichen Lücken im Aufbaue dieser Wissenschaft erschweren die Behandlung. Um so mehr ist anzuerkennen, daß hier auf diesem Gebiete zwar keine leichte, aber doch für jeden allgemein Gebildeten verdauliche Kost geboten wird, deren Genuß den Einblick in das Wesen der Dinge vertieft, und die Freude am Gleichnisse des Waltens der Naturkräfte erhöht. Der Leser wird die 88 Seiten starke Schrift nach wiederholtem Lesen mit großem Erfolge aus der Hand legen.

G—g.