

Zeichnerische Darstellung von Betriebsplänen.

Von Reichsbahnoberrat Honemann, Hannover.

Hierzu Tafel 32 und 33.

I. Allgemeines.

Das Zentralblatt der Bauverwaltung brachte in seiner Nummer 57 vom 12. Juli 1919 einen Aufsatz über Betriebspläne für größere Bahnhofsentwürfe von Geh. Baurat Heinrich in Berlin. Heinrich sagt in diesem Aufsatz: „Ein Betriebsplan muß so kurz wie möglich sein, aber alle betrieblich notwendigen Fragen erschöpfend behandeln“. Heinrich sucht diese Kürze dadurch zu erreichen, daß er den in einem Betriebsplan, der in der Form eines Erläuterungsberichtes zu halten ist, zu behandelnden Stoff scharf umgrenzt und übersichtlich ordnet.

Ein solcher Betriebsplan muß nach Heinrich u. a. enthalten:

1. Angaben über die allgemeine betriebliche Bedeutung des Bahnhofes nebst einer Zusammenstellung der auf den einzelnen in den Bahnhof mündenden Strecken z. Z. der Eröffnung der Anlagen verkehrenden Züge (der regelmäßigen und der häufig verkehrenden Bedarfszüge nach Gattung und Anzahl),

2. eine Begründung der Auskömmlichkeit der Gleise, Schuppen usw. an Hand

- a) einer Nachweisung der Verkehrsgrößen und Zugzahlen innerhalb der letzten 10 bis 15 Jahre,
- b) eines Gleisbesetzungsplanes, in dem die einzelnen Gleise als lotrechte Linien dargestellt sind, auf denen die Zugaufenthalte in den Gleisen als Verdickungen der Gleislinien erscheinen und Bedarfszüge, Überholungen, beginnende und endigende Züge durch besondere Signaturen kenntlich gemacht sind,
- c) eines Gleisbedienungsplanes gemäß den Beförderungsvorschriften,
- d) von Aufschreibungen der letzten Jahre für die Ermittlung des Durchgangsverkehrs,
- e) einer Nachweisung der innerhalb 24 Stunden im Höchstfalle zu behandelnden Lokomotiven,
- f) einer Nachweisung des Verkehrs in Hafenanlagen, Kohlenbahnhöfen usw.,
- g) einer Übersicht der auf dem neuen Bahnhof diensttuenden Beamten zwecks Feststellung der Anzahl der erforderlichen Dienst- und Aufenthaltsräume,

3. eine Erläuterung der Einteilung und Sicherungseinrichtungen des Bahnhofes,

4. eine Schilderung der Benutzung der Anlagen, der beizufügen sind:

- a) die allgemeine Fahrordnung nach Anlage 18 und
 - b) die Bahnhofsfahrordnung nach Anlage 19 der Fahrdienstvorschriften,
 - c) ein zahlenmäßiger Nachweis der Anzahl und Zeitdauer der Kreuzungen von Zugfahrten in Schienenhöhe,
 - d) Stellwerkentwürfe in großen Zügen,
 - e) eine Lokomotivfahrordnung nach § 12, 5 der Fahrdienstvorschriften,
 - f) ein Bildungsplan für die Eil- und Frachtgutkurswagen gemäß den Beförderungsvorschriften,
 - g) ein Verschiebeplan,
5. eine Besprechung der Erweiterungsfähigkeit des Bahnhofes,

6. eine Nachweisung der Betriebskosten (Personal, Verschiebelokomotiven, Arbeitsgeräte, Bedienung der Maschinenanlagen, Beleuchtung, Heizung, Unterhaltung, Erneuerung usw.).

Aus der Fülle dieser Unterlagen sich einen klaren Überblick über die Betriebsverhältnisse und die Zweckmäßigkeit vorhandener oder geplanter Anlagen in allen Einzelheiten zu verschaffen, erfordert bei großen Bahnhöfen immer noch viel Zeit und Arbeit.

Dieser große Aufwand an Zeit und Arbeit wurde besonders unangenehm empfunden, wenn es hieß, schnell Pläne aufzustellen, die alle wichtigen und für die örtlichen Verhältnisse charakteristischen Anlagen enthielten. Neuerdings war dieses beispielsweise der Fall, als zahlreiche Städte, angeregt durch den Entwurf des Preußischen Städtebaugesetzes, daran gingen, ihre vorhandenen Bebauungspläne dem neuen Städtebaugesetz entsprechend umzuändern oder ganz neue Pläne aufzustellen, und dazu von der Eisenbahnverwaltung näherer Angaben über die künftige Entwicklung der Eisenbahnanlagen, insbesondere über etwaige neue Eisenbahnverkehrsbänder bedurften.

Gelänge es, die betrieblichen Vorgänge auf einem Bahnhofe mit ihren gegenseitigen Wechselwirkungen in einfacher und übersichtlicher Weise bildlich darzustellen, so wäre voraussichtlich dem Übelstande abgeholfen. Ein von mir entwickeltes Verfahren zur Herstellung bildlicher Betriebspläne dürfte den in dieser Hinsicht zu stellenden Anforderungen genügen. Es ist in seinem Grundgedanken sehr einfach und bei der Untersuchung von großen, in ihrer Anlage veralteten und deshalb betrieblich schwierigen Bahnhöfen wiederholt erprobt, wobei sich zuletzt eine Norm ergab, die der folgenden Beschreibung zugrunde gelegt ist.

II. Das zeichnerische Verfahren.

Ein solcher bildlicher Betriebsplan ist seinem Wesen nach eine Vereinigung eines graphischen Fahrplanes mit einer neuen Art eines Gleisbesetzungsplanes (s. Anlagen). Er zeigt an seinem linken Rande von oben nach unten durchlaufend die 24 Stunden des Tages und der Nacht. Die Nachtstunden sind durch einen schwarzen Strich hervorgehoben. Die lotrechten Spalten entsprechen den einzelnen Gleisen und Gefahrenpunkten des Bahnhofes, die Breite der Gleisspalten den Nutzlängen der Gleise. Für die Gefahrenpunktspalten ist eine konstante Breite von 1 cm gewählt, die ausreicht, Zugnummern von der üblichen Stellenanzahl deutlich lesbar einzutragen. Auf den Anlagen ist eine Achse (zu 5 m Wagenlänge gerechnet) gleich $\frac{1}{4}$ mm (oder vier Achsen gleich 1 mm) angenommen, so daß ein Gleis von 80 Achsen Fassungsvermögen durch eine 2 cm breite Spalte dargestellt wird. Das Achsfassungsvermögen der zu den Gefahrenpunkten gehörigen Gleisgestreckten (bei einer einfachen Weiche von Zungenspitze bis zum Merkzeichen, bei einer Kreuzung oder Kreuzungsweiche von einem Merkzeichen bis zum anderen) ist ebenso, wie das Fassungsvermögen der Gleise zwischen den Merkzeichen, in der Kopfquerspalte „Anzahl der Achsen“ angegeben. Dieses ist nötig, da auch Gefahrenpunkte mit Achsen besetzt werden müssen, wenn z. B. die Gleislängen zur Aufnahme der abzustellenden Achsen nicht

ausreichen und die Weichen an den Gleisenden als Gefahrpunkte anzusehen sind oder wenn Gefahrpunkte in den durch die Gleisspalten erfaßten Gleisstrecken liegen. Außer den Spalten für einzelne Gleise und Gefahrpunkte sind noch lotrechte Spalten für ganze Bahnhofsteile, wie Gleisgruppen, Lokomotivbahnhof, Anschlüsse usw. vorzusehen, deren Leistungsfähigkeit entweder nur im ganzen oder überhaupt nicht nachgewiesen werden soll. Im ersten Falle entspricht die Breite der Spalte dem gesamten Achsfassungsvermögen der Einzelanlage; im zweiten Falle wird die Breite so gewählt, daß die Bezeichnung der Anlage und der gesamte Ein- und Ausgang an Achsen gut lesbar eingetragen werden können. Am rechten Rande des Betriebsplanes ist eine breite, lotrechte Spalte für Bemerkungen bestimmt. In dieser Spalte werden alle besonderen Ergebnisse des Betriebsplanes, die bei flüchtiger Betrachtung des Planes nicht in die Augen fallen, in kurzen Worten angegeben. Zu solchen besonderen Ergebnissen sind z. B. zu zählen: durch unzulängliche Gleisanlagen bedingte Rangierbewegungen oder Abweichungen von dem Fahrplan, Beginn und Beendigung des Dienstes der Rangierlokomotiven, Abweichungen von der im Betriebsplan dargestellten Betriebsweise bei Verkehrsstößen, die erheblich über oder unter der dem Plan zugrunde gelegten Verkehrsgröße liegen.

Der Kopf des Planes weist außer der Horizontalspalte für das Achsfassungsvermögen der Gleise noch folgende Horizontalspalten auf:

1. eine Spalte für die Nummern der Vertikalspalten,
2. eine Spalte für die Angabe der Verwendungszwecke der Gleise, Gruppen usw. sowie für die Bezeichnung der Gefahrpunkte (mit Buchstaben) und einzelner in den Gleisen liegenden Weichen,
3. eine Spalte für die Gleisnummern (unter dieser die Spalte für das Achsfassungsvermögen der Gleise),
4. eine Spalte zur Eintragung der Signale, Wasserkräne, Löschruben, Gleiswagen usw. neben und in den dargestellten Gleisstrecken.

Werden in dieses durch die horizontalen Zeit- und die lotrechten Gleis- und Gefahrpunktspalten entstandene Netz alle auf den Gleisen sich abwickelnden betrieblichen Vorgänge nach Zeitdauer und Umfang eingetragen, so erhält man ein anschauliches Bild von der gesamten betrieblichen Belastung, der Leistungsfähigkeit und von etwaigen Mängeln der zu untersuchenden Gleisanlage.

Die Durchfahrt eines Zuges, einer Rangierabteilung oder einer Lokomotive wird in den Spalten der befahrenen Gleise in der gleichen Weise wie in einem graphischen Fahrplan durch einen schrägen Strich, dessen Neigung der Fahrgeschwindigkeit der Fahrt entspricht, dargestellt. Da bei den für unsere Zwecke als praktisch erwiesenen Maßstäben von 1 Stunde = 30 mm und 5 m = 1/4 mm die Neigung der Zeitwegelinien nur gering ist, kann die Auftragung der Zeitwegelinien dadurch erleichtert werden, daß man die Linien innerhalb der Gleisspalten horizontal zieht und sie bei sehr langen Fahrwegen von Spalte zu Spalte treppenförmig absetzt. Um nicht erst die Fahrtrichtung aus dem Texte und dem Kopfe der Spalten entnehmen zu müssen, versieht man die Zeitwegelinien zweckmäßig mit Richtungspfeilen, die bei Zugfahrten gleichzeitig durch besondere Signaturen die Eisenbahnlinien, die der Zug befährt, und bei Rangierfahrten durch die Anzahl der Pfeile die Rangierabteilung erkennen lassen



Außerdem setzt man, wie bei graphischen Fahrplänen, die Minutenziffern hinzu. Diese Signaturen werden auch benutzt, wenn ein Zug in einem Gleise eine gewisse Zeitlang hält. Fährt ein Zug in ein Gleis, in dem er halten soll, ein, so erscheint

er in der betreffenden Gleisspalte wie bei der Durchfahrt zunächst als Strich, der vor dem Ausfahrtsignal, dem Wasserkran oder einem anderen Haltepunkt endet. Aus diesem Strich entwickelt sich während der Dauer des Aufenthaltes ein Rechteck, dessen horizontale Seitenlänge der Achsstärke des Zuges einschließlich Lokomotive und Packwagen und dessen lotrechte Seitenlänge der Aufenthaltszeit entspricht (siehe Abb. 1). Lokomotivwechsel wird durch kleine Pfeile mit der Bezeichnung L angedeutet. Wird der Zug nach der Einfahrt durch eine Rangierlokomotive in ein Abstellgleis gedrückt, so wird das Ansetzen der Rangierlokomotive durch ein Pfeilchen mit einer gewissen Anzahl Spitzen und die Fahrtrichtung an der gegenüberliegenden unteren Ecke des Rechteckes durch Pfeil mit Anschrift der Nummer des Abstellgleises, z. B. 3, dargestellt. (Abb. 2).

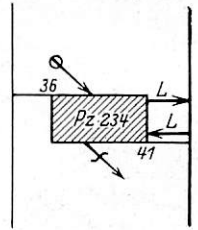


Abb. 1.

In der Spalte 3 erscheint das Achsrechteck, an das jetzt die Anzahl der Achsen angeschrieben wird, mit einem Pfeil nebst der Zahl 1 an der Einlaufseite der Gleisspalte, woraus die Herkunft der Achsen ersehen werden kann. Wird der Zug im

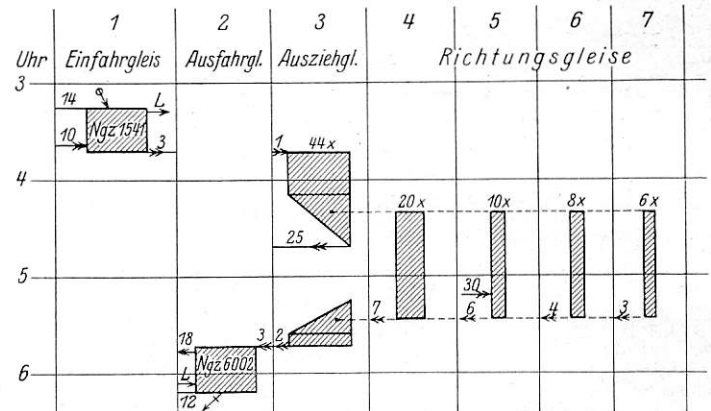


Abb. 2.

Abstoßverfahren oder mittels Ablaufs von einem Berge zerlegt, so wird dieses in beiden Fällen in gleicher Weise durch ein Dreieck dargestellt, dessen Hypotenuse der Geschwindigkeit des Abstoßens oder des Abdruckverfahrens entspricht. Die bei diesem Geschäft ablaufenden Achsen werden zweckmäßig auf der Schwerpunktlinie des Dreieckes zusammengefaßt und erscheinen dann auf dieser Linie in den einzelnen Richtungsgleisen (s. Skizze). Die Abfahrt der Rangierlokomotive wird an der Spitze des Dreieckes durch einen Pfeil angedeutet. Das Sammeln dieser Gruppen erscheint folgerichtig in gleicher Weise, wobei das Dreieck jedoch im Gleis 3 die umgekehrte Form, mit der Spitze nach oben, entsprechend dem allmählichen Vorrücken der Achsen zeigt. Die Reihenfolge, in der die einzelnen Gruppen vereinigt werden, kann in einfachster Weise in der Schwerpunktlinie durch Pfeile und Gleisnummern kenntlich gemacht werden. Sollen die neu zusammengestellten Achsen aus Gleis 2 als Zug abfahren, so werden die Fahrt von Gleis 3 nach Gleis 2, das Absetzen der Rangierlokomotive und das Ansetzen der Zuglokomotive sowie Abfahrzeit und zu befahrende Strecke durch die bereits erläuterten Signaturen veranschaulicht. Hängen die Richtungsgleise nicht unmittelbar an dem Ausziehgleis, so daß die Gruppen aus den Richtungsgleisen erst nach vollendeter Vereinigung in das Ausziehgleis gelangen, so wird bei flottem Vorziehen und kleinem Zeitmaßstab die Neigung der Hypotenuse des Dreieckes so flach, daß man sie unbedenklich horizontal ziehen kann. Werden die Achsen vorgezogen und nach kurzem Halt zurückgedrückt, so ergibt sich ein Rechteck, entsprechend Abb. 3. Die vier

Vorgänge: Vorziehen, Sammeln, Zurückdrücken und Zerlegen (Auflösen) können in verschiedenen Kombinationen auftreten und ergeben dann die entsprechenden Kombinationen von Dreieck und Rechteck (Abb. 4); z. B.

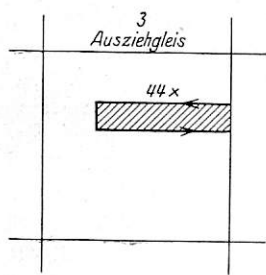


Abb. 3.

Eine Veränderung der Achsstärke eines Zuges durch Absetzen und Aufnehmen von Achsen mittels einer Rangierlokomotive führt zu folgendem Bilde (Abb. 5):

Mittels der vom Gleis 1 kommenden Rangierlokomotive sollen z. B. 20 Achsen (20 x) von dem Zuge abgesetzt und 15 Achsen (15 x) dem Zuge zugesetzt werden. Bei kleinen Plänen mit einfachen Betriebsverhältnissen wird das Auffinden der bewegten

Achsen durch punktierte Linien erleichtert werden (s. vorstehende Skizze). Bei großen Plänen würde durch diese Linien die Übersichtlichkeit leiden. In diesem Falle begnügt man sich damit, die im Plane in Erscheinung tretenden Teile der Zeitwegelinien mit kleinen Pfeilen zu versehen, denen die Nummer des im Plane zunächst berührten Gleises zugesetzt wird, wie dies bereits bei dem Zerlegen eines Zuges beschrieben wurde.

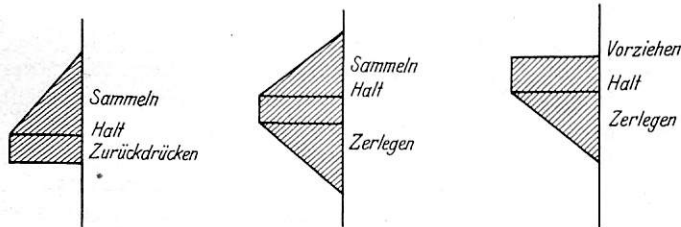


Abb. 4.

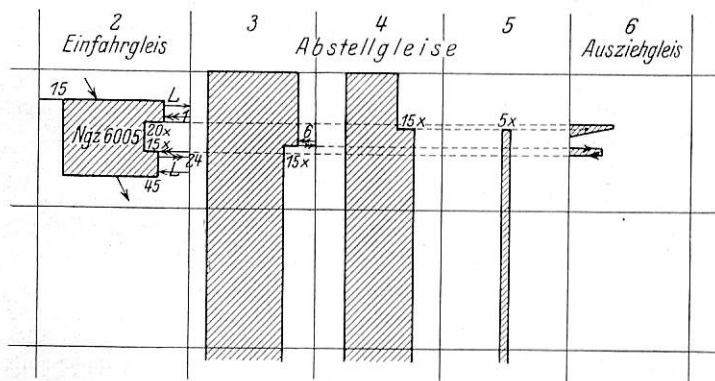


Abb. 5.

Die Fahrt über einen Gefahrpunkt hinweg erscheint in der Gefahrpunktspalte ebenso, wie bei einer Fahrt über ein Gleis, als Zeitwegelinie; jedoch ist die für die Durchfahrt erforderliche Zeit bei Fahrten auf Signal nicht identisch mit der Zeitdauer der Sperrung des Gefahrpunktes, die mit der Festlegung der Weiche beginnt und erst mit ihrer Auflösung endigt. Die Sperrzeit wird ebenso dargestellt wie die Belegung eines Gleises mit Achsen (siehe Abb. 6). Bei Rangier- und Lokomotivfahrten wird man im allgemeinen auf die Angabe der Sperrzeiten verzichten können, da sie gewöhnlich viel kürzer als bei Fahrten mit Fahrstraßenfestlegungen sind. Nur bei spitzen Kreuzungen, die wenig verschiebbar sind, wird es manchmal nützlich sein, die Sperrzeiten auch für Rangierfahrten genau zu bestimmen und einzutragen.

Die verschiedenen Zuggattungen werden entweder durch verschiedene Schraffuren (im Schwarzverfahren) oder besser durch Farben, die, die Achsen vom Eingang bis in das Auszieh- oder Ablaufgleis vorwärts und vom Ausgang aus rückwärts

verfolgend, auf die Achsflächen in den Spalten der Abstellgleise übertragen werden, hervorgehoben. Es bleiben dann zunächst noch farblose Achsflächen übrig, die den Verbleib der Achsen mit Ortsgut in der Zeit von ihrem Einlauf in die Abstellgleise bis zur Entladung und von den Entladestellen (neu beladen oder leer) bis zum Ablauf in die Gruppengleise darstellen. Diese Flächen erhalten eine besondere Farbe, so daß aus den Farben ohne weiteres der Anfall an Achsen aus dem Orts- und Übergangsverkehr sowie die Art ihrer Beförderung auf den Strecken erkannt werden kann. Etwaiger Farbenwechsel tritt also in der Regel nach dem Eingang mit dem ersten Ablauf oder vor dem Ausgang nach dem letzten Ablauf vor der Einstellung in den Zug ein.

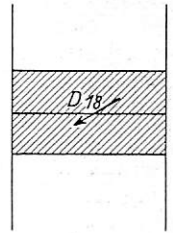


Abb. 6.

Alle Signaturen können natürlich je nach der Größe der gewählten Zeit- und Längenmaßstäbe und dem Zweck und der Genauigkeit der Untersuchung vereinfacht oder weiter verfeinert werden.

Auf Grund dieser Erläuterungen wird man in der Lage sein, ohne große Schwierigkeiten einen graphischen Betriebsplan zu lesen. Wie steht es aber mit der Herstellung eines solchen Planes? Die erste Frage, die sich hierbei aufdrängt, ist die: in welcher Reihenfolge habe ich Gleis und Gefahrpunktspalten aufzutragen? So schwierig diese Frage erscheint, so einfach ist ihre Beantwortung selbst für schwierigste Bahnhofspläne mit verwickelten Gleisschachtelungen und weit zerstreut liegenden Anhängseln. Man beginnt damit, daß man sich in Gedanken einen Standpunkt wählt, von dem aus der Betrieb 24 Stunden lang beobachtet und fortlaufend aufgezeichnet werden soll, z. B. bei einem Personenbahnhof die Mitte des Stationsgebäudes, bei einem Rangierbahnhof die Kuppe eines Ablaufberges. Durch diesen Standpunkt denkt man sich eine Linie quer zu den Gleisen über die ganze Breite des Bahnhofes gezogen, schiebt in Gedanken sämtliche Gleise, von beiden Bahnhofsenden beginnend, auf diese Linie harmonikaartig so zusammen, daß alle von den Gleisen der Hauptrichtung abzweigenden Gleise, Gleisgruppen, Ortsgutanlagen oder andere Bahnhofsteile mit der Abzweigungsweiche wie mit Nut und Feder an den Stammgleisen entlang gleiten. Liegt ein Gleis oder eine geschlossene Anlage in der Verlängerung eines Gleises, so stelle man sich vor, daß an der Übergangsstelle eine Trennung entsteht und das Gleis oder der geschlossene Bahnhofsteil an dem Gleis, in dessen Verlängerung sie liegen, entlang gleiten, wobei man die Wahl hat, die Gleitung auf die linke oder rechte Seite des Stammgleises zu verlegen. Maßgebend hierfür sind die betrieblichen Verhältnisse. Z. B. wird man bei der nachstehend skizzierten Anlage (Abb. 7):

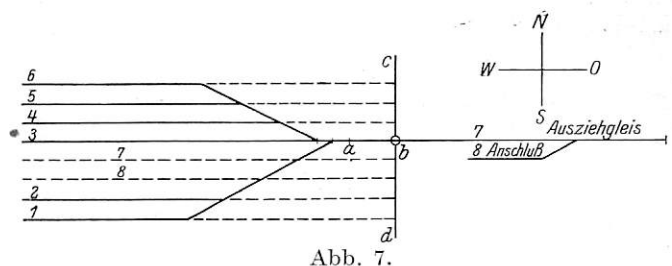


Abb. 7.

die Trennung bei a annehmen und das Ausziehgleis nebst Anschluß in die punktierte Lage gleiten lassen. Ist b der Standpunkt und c—d die durch ihn gelegte Querlinie, auf die die Gleise zusammengeschoben werden, und dreht man diese Linie um 90° nach rechts, so ergibt sich folgende Reihenfolge der Gleise:

d	1	2	8	7	3	4	5	6	c
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Die Richtung W—O bleibt von der Drehung der Querlinie unberührt und für alle Eintragungen in den Betriebsplan maßgebend. Sind sämtliche Anlagen eines Bahnhofs auf diese Weise zusammengeschoben und auf der Querlinie angegeben, so erfolgt die Eintragung der Gefahrpunkte auf derselben Querlinie. Als Gefahrpunkte gelten sämtliche Weichen und Kreuzungen, in denen die Fahrstraßen planmäßiger Zug-, Rangier- und Lokomotivfahrten zusammenlaufen. Sie werden im Gleisplan durch Kreise und Buchstaben als solche in gleicher Reihenfolge, in der die Numerierung der Weichen vorgenommen ist, gekennzeichnet.

Sind Weichen für die Auftragung der Rangierbewegungen von besonderer Wichtigkeit, aber nicht als Gefahrpunkte anzusehen, so werden sie im Gleisplan nur durch Kreise ohne Buchstaben und im Betriebsplan nicht durch besondere Spalten, sondern nur durch punktierte Linien kenntlich gemacht. Wenn man auch in der Bezeichnung der Gefahrpunkte sehr weit gehen soll, um betrieblichen Irrtümern nach Möglichkeit vorzubeugen, so kann man doch an Gefahrspalten sparen, wenn Gefahrpunkte dicht beieinander liegen und die Sperrung des einen die Sperrung eines benachbarten Gefahrpunktes oder mehrerer benachbarter Gefahrpunkte stets nach sich zieht. Bei folgender Weichenanordnung z. B. genügen für das Weichenkreuz die beiden Buchstaben c_1 und c_2 , die je zwei Gefahrpunkte umfassen; die Bezeichnungen der Gefahrpunkte d und e können entbehrt werden, da sie betrieblich untrennbar von dem Gefahrpunkte c_2 sind (Abb. 8).

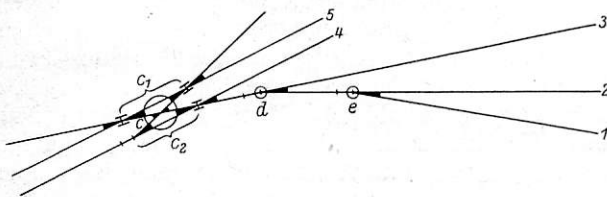
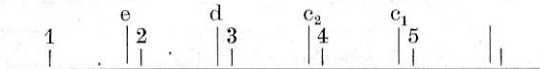


Abb. 8.

Bei großen, unübersichtlichen Bahnhofsplänen empfiehlt es sich jedoch, die Gefahrpunkte d und e trotzdem in den Betriebsplan aufzunehmen, da die Gefahrpunktspalte c_2 im Plane links an der Gleisspalte 4 liegt und deshalb bei Bewegungen in den Gleisen 1, 2 und 3 übersehen werden kann. Die obigen Gefahrpunkte würden links von den Nummern derjenigen Gleise, zu denen sie ihrer Lage und betrieblichen Bedeutung nach gehören (in dem vorliegenden Falle links der Nummern 2 bis 5), einzutragen sein.



Liegen Gefahrpunkte in den Gleisen selbst, so werden die Buchstaben über die Gleisnummern geschrieben (Abb. 9).

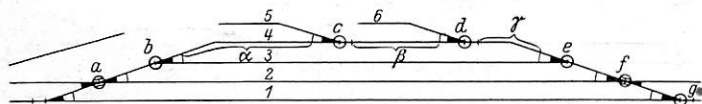
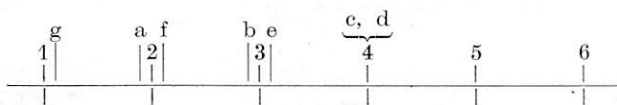


Abb. 9.



Werden jetzt an Stelle der Gleisnummern Spalten, deren Breite gleich der Nutzlänge der Gleise ist, und an Stelle der Buchstaben Spalten von 1 cm Breite gesetzt, so ist alles vorhanden, um den Kopf des Betriebsplanes aufzutragen (siehe Skizze auf Seite 515).

Um die Zugehörigkeit der an Gleisenden liegenden Gefahrpunkte zu den einzelnen Gleisen deutlich hervorzuheben,

werden die Trennungsstriche, welche die Einflußgebiete der Gleise begrenzen, dicker gezogen als die übrigen. Die Breite dieser Striche ist mit je 1 mm bei der maßstäblichen Auftragung des Kopfes zu berücksichtigen.

Nachdem das Liniennetz des Betriebsplanes aufgetragen ist, hat man sich zunächst über den Umfang des Verkehrs, den man darstellen will, Klarheit zu verschaffen. Soll z. B. die Belastung bestehender Bahnhofsanlagen durch den vorhandenen Verkehr untersucht werden, so wählt man nicht eine ausnahmsweise eingetretene Verkehrsspitze, sondern den jedes Jahr wiederkehrenden stärksten Verkehr, der gewöhnlich im Herbst eintritt. Man ermittelt diesen Verkehr an Hand der Fahrpläne, der Bahnhofsfahrordnungen und der Zugmeldebücher, aus den letztgenannten insbesondere die Anzahl der gefahrenen Bedarfszüge. Soll die Leistungsfähigkeit einer umgebauten oder neuen Anlage untersucht werden, so müssen diese Unterlagen dem neuen Gleisplan angepaßt oder gänzlich neu aufgestellt werden. Ist die Anzahl der in den Plan einzutragenden planmäßig verkehrenden Züge und der Bedarfszüge festgestellt, so sind für neu hinzugekommene Züge Zugbildungspläne auszuarbeiten. Aus den Personen- und Güterwagenzetteln, den Personen- und den Güterzugbildungsplänen, den Wagenübergangsplänen und den Belastungsnachweisen sind alsdann die Achsstärke der Züge, die Anzahl der abzusetzenden und aufzunehmenden Achsen, die Bildung der Gruppen, die Wagenübergänge sowie die Zeitdauer der Abstellung der von Zug zu Zug übergehenden Wagen (Eilgut-, Post-, Kurswagen usw.) zu entnehmen. Die dem Wagenbüro erstatteten Bestandsmeldungen über abgestellte Wagen sowie die Verfügungen des Wagenbüros über ihre weitere Verwendung geben ein Bild von der Anzahl der zeitweise unbenutzten Wagen und der Zeitdauer ihrer Abstellung. Die Lokomotivfahrten und die Lokomotivwechsel sind aus den Lokomotivfahrordnungen und den Lokomotivdiensteinteilungen ersichtlich. Die meiste Arbeit und den größten Zeitaufwand erfordern die Ermittlung und Ausarbeitung des Rangierdienstes an Hand der gewonnenen Unterlagen. Der Rangierplan muß in der Regel mehrere Male aufgestellt werden, bis das Endergebnis hinsichtlich der Zeit-, Platz-, Lokomotiv- und Personalausnutzung befriedigt. Besonders bei dieser Arbeit können vorhandene Zeitstudien über einzelne, häufig wiederkehrende Betriebsvorgänge wertvolle Dienste leisten.

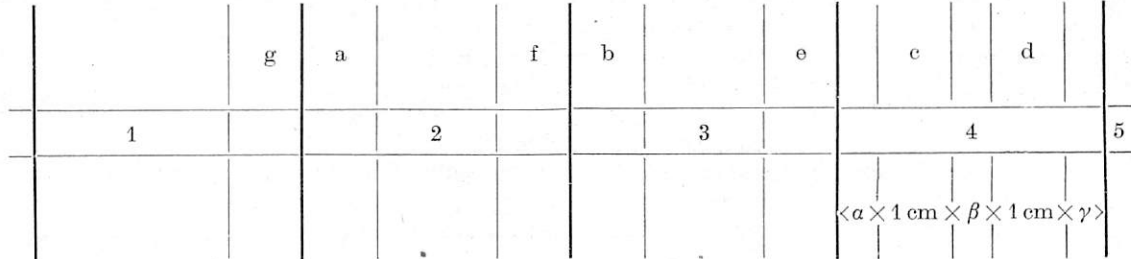
Alle diese Vorarbeiten können nur von Personen, die mit den örtlichen Verhältnissen und allen Einzelheiten des Betriebes völlig vertraut sind, ausgeführt werden. Die gewonnenen Grundlagen werden zweckmäßig nach Arten getrennt und der Zeitfolge nach tabellarisch geordnet in Heften gesammelt, die bei der Untersuchung großer Bahnhöfe stattlich an Anzahl und Inhalt sind.

Die Einzeichnung der Betriebsvorgänge in das Liniengerippe des Betriebsplanes bereitet, wenn die Vorarbeiten sorgfältig durchgeführt sind, keine besonderen Schwierigkeiten mehr. Kleine Änderungen und Verbesserungen werden jedoch häufig notwendig werden, da man gerade bei der bildlichen Darstellung leicht ungünstige Benutzung der Gleise und Fahrwege erkennt. Es liegt nahe, zunächst mit der Eintragung des Einganges und der mit ihm zusammenhängenden Betriebsvorgänge zu beginnen, und, nachdem diese Eintragungen vollständig erledigt sind, den Ausgang darzustellen.

In den Anlagen sind die nach dem geschilderten Verfahren hergestellten Betriebspläne für den Bahnhof Rathenow wiedergegeben. Es wurden als Beispiele gerade diese Pläne gewählt, weil die Gleisanlage des Bahnhofs Rathenow infolge ihrer geringen Ausdehnung leicht zu übersehen ist und weil die Herstellung der Pläne wegen der Unzulänglichkeit und betrieblich ungünstigen Gestaltung der Gleisanlagen besonders schwierig erscheint. Tatsächlich war die Herstellung nicht schwieriger als bei tadelloser Gleisanlage. Sie erfolgte ganz schematisch

nach der Norm. Bevor wir hierauf weiter eingehen, sei die Anlage kurz erläutert.

Der Bahnhof Rathenow besteht aus zwei betrieblich selbständigen Teilen: dem Reichsbahnhof und dem Bahnhof der Brandenburgischen Städtebahn. Das Rückgrat des Reichsbahnhofs bilden die beiden Streckengleise 1 und 2 der Strecke Berlin—Stendal (Hannover) mit einem nördlichen (9) und zwei südlichen Überholungsgleisen (3 und 4). Nördlich dieser



Gleise liegen Güterschuppen und Rampe, südlich Freiladestraße, Wagenwäsche und Abstellgleise, die größtenteils nur einseitig (von Osten her) zu bedienen sind; am Ostende des Bahnhofs liegen Drehscheibe mit Schuppen- und Magazingleis, die Übergabegleise 5 Ü und 4 Ü (Reichsbahn—Städtebahn) sowie das Ausziehgleis 3a, am Westende das Ausziehgleis 3b. In dem Überholungsgleis 9, den Rampengleisen 10 und 11 sowie dem Anziehgleis 3a liegen Weichen, die nicht als Gefahrpunkte anzusprechen sind, die aber die Rangierbewegungen beeinflussen. — Der am Südrande des Reichsbahnhofs gelegene Städtebahnhof hat zwei kurze Bahnsteiggleise 2 und 1, südlich von diesen Abstell- und Freiladegleise sowie Güterschuppen und Rampe, am Ostende Maschinenschuppen, Wiegegleis (9), das Streckengleis Neustadt a. d. Dosse—Rathenow und eine Abstellgruppe von drei Gleisen (10, 11 und 12), am Westende das Streckengleis Rathenow—Brandenburg mit mehreren Anschlüssen, von denen auf dem anliegenden Gleisplan (Abb. 1) nur diejenigen der Firmen Bolle und Ruhland zu sehen sind. Dieses Gleis wird nicht nur als Streckengleis, sondern auch als Ausziehgleis benutzt, ist aber in dem Betriebsplan (Taf. 33) nicht als solches zwischen den Gleisen 2 und 1, sondern wegen der z. T. weit außerhalb des Bahnhofs gelegenen Anschlüsse als selbständige Anlage behandelt und rechts von den Bahnhofsgleisen eingetragen. Die in dem Betriebsplan für den Städtebahnhof dargestellten Betriebsvorgänge entsprechen nicht streng der Wirklichkeit, da sie nur auf gelegentlichen Beobachtungen beruhen. Bemerkenswert ist, daß lange Züge beider Richtungen wegen ungenügender Länge der Gleise 1 und 2 nicht nur diese, sondern auch anschließende Gleisteile besetzen, ein Umstand, der im Betriebsplan zu Trennungen der Achsflächen dieser Züge führt.

Kehren wir nun zur Herstellung der Betriebspläne zurück. Als Standpunkte sind die Empfangsgebäude angenommen. Die Standlinien sind quer zu den Streckengleisen über die beiden Bahnhöfe gezogen gedacht. Das Zusammenschieben der Gleise von links und rechts in der beschriebenen Weise und Drehung der Standlinien um 90° nach rechts ergeben bei folgerichtiger Durchführung die aus den Köpfen der Betriebspläne ersichtliche Reihenfolge der lotrechten Spalten. Die an den Enden der Gleise liegenden Gefahrpunkte sind mit den zugehörigen Gleispalten durch dickere Striche zusammengefaßt. Die in den Gleisen liegenden, aber nicht als Gefahrpunkte anzusehenden Weichen sind nur durch gestrichelte Linien angedeutet. Der Gefahrpunkt h (Abb. 10) faßt im geraden Strang nur sechs anstatt acht Achsen, weil die Weiche 2 (Gefahrpunkt g) in seine Gefahrzone 10 m weit hineinragt, so daß nur eine Gefahrzone von $40 - 10 = 30$ m Länge (oder Platz für $\frac{30}{5} = 6$ Achsen) für h übrig bleibt.

III. Die Auswertung der Betriebspläne.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung eines Betriebsplanes ist das Maß der betrieblichen Belastung der untersuchten Gleisanlage zu erkennen. Sind sämtliche Gleise während 24 Stunden stark besetzt, so kann hieraus auf Schwierigkeiten bei den Rangierarbeiten geschlossen werden, während schwache Belastung im allgemeinen zu der Annahme berechtigt, daß für die Rangierarbeiten ausreichende Spielräume verbleiben, um

die unvermeidlichen Verschiebungen der Betriebsvorgänge ohne Zwang anzupassen, und daß eine gewisse Verkehrssteigerung ohne Störung des normalen Laufes des Betriebsdienstes aufgenommen werden kann. Mit Leichtigkeit erkennt man auch die während 24 Stunden eintretenden Verkehrsschwankungen sowie ungünstig gelegene Bahnhofsteile. Eine nähere Betrachtung des Planes ist erforderlich, um einen Anhalt für den Lokomotiv- und Personalbedarf zu gewinnen oder festzustellen, welche Anlagen einer Erweiterung bedürfen und in welchem Umfange und an welcher Stelle die Erweiterung am zweckmäßigsten vorzunehmen ist. Gute Dienste leistet der Betriebsplan, wenn untersucht werden soll, ob auf einem großen Rangierbahnhof bei schwachem Verkehr eine andere Benutzung der Gleisanlagen als bei starkem Verkehr Ersparnis an Zeit, Personal und Lokomotiven ermöglicht. In diesem Falle empfiehlt es sich, je einen Plan für starken und für schwachen Verkehr aufzustellen. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der Pläne besteht darin, daß die Beamten eines Bahnhofs bei der Aufstellung eines Betriebsplanes gezwungen sind, alle Betriebsvorgänge der zu untersuchenden Anlage eingehend zu studieren, und daß mit den Plänen den leitenden Beamten, die nicht immer in der Lage sind, alle Einzelheiten an Ort und Stelle auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen, ein Kontrollmittel an die Hand gegeben wird, das sie unabhängig von etwa irreführenden Berichterstattungen macht und ihnen gestattet, sich jederzeit schnell einen Überblick zu verschaffen und im Interesse der günstigsten Ausnutzung einer Anlage auch in Einzelheiten entscheidend mitzuwirken.

Betrachten wir die Betriebspläne für den Bahnhof Rathenow etwas näher. Es sind außer den Zugfahrten nur die größeren, täglich sich wiederholenden Rangierarbeiten dargestellt. Das gelegentlich bei der Räumung der Ladestraße vorgenommene Wiegeggeschäft sowie die Fahrten der Rangier- und Zuglokomotiven sind, weil nicht von Bedeutung für die Beurteilung der kleineren Bahnhöfe, nicht eingetragen. Nur in einzelnen Fällen sind Bewegungen von Lokomotiven eingetragen, soweit ihre Darstellung zum Verständnis der durchgeführten Bewegungen wünschenswert erschien.

Schon auf den ersten Blick sieht man, daß die Hauptgleise durch ein- oder ausfahrende Züge nicht überlastet sind, daß jedoch ihre Länge durchweg ungenügend ist. Ferner kann man sofort feststellen, daß die Abstellgleise nach Anzahl und Länge so knapp bemessen sind, daß bei Spitzenverkehr oder bei Unregelmäßigkeiten im Betriebe Schwierigkeiten auftreten müssen. Besonderes Interesse erwecken die Spalten für die Gefahrpunkte. Nehmen wir sie einzeln unter die Lupe, so werden wir voraussichtlich am schnellsten alle Schwächen des Bahnhofs erfassen. Wir wollen zuerst den Reichsbahnhof und darauf den Bahnhof der Brandenburger Städtebahn untersuchen. Sie stehen in

inniger Wechselbeziehung zueinander und sind deshalb auch bei einem Umbau des einen oder des anderen Bahnhofs beide zu berücksichtigen.

A. Der Betriebsplan für den Reichsbahnhof (Abb. 10 und Taf. 32).

Spalte 4. Gefahrpunkt f.

Die erste eingetragene Bewegung gibt uns bereits über vieles Aufklärung. Es werden vier Achsen, die tags zuvor kurz vor Stunde 24 von dem Egz 6018 in das Gleis 10 zwischen die Weichen 15—18 gesetzt sind, nach Gleis 12 an die Ladestraße überführt. Der Egz hält zunächst an dem Bahnsteig I, um Einzelgüter ein- oder auszuladen. Während der Behandlung des hinteren Teiles des Zuges sperrt der Zug den Gefahrpunkt e. Das Bahnsteiggleis 1 ist also zwischen den Gefahrpunkten a und e zu kurz. Der Eilgüterzug muß daher, bevor er zwecks Überholung durch den D 174 nach dem Gleis 9 vorziehen kann,

mangelung eines geeigneten Abstellgleises in dem durchgehenden Streckengleis 1 bereitgestellt, ein Verfahren, das mit Rücksicht auf die starke Belastung der Strecke Berlin—Lehrte als ein unangenehmer Notbehelf angesehen werden muß. Die in dem Gleis 10 abgesetzten 30 Achsen werden zusammen mit zehn Achsen aus dem Gleis 7 im Gleis 4 Ü an die Städtebahn übergeben, was in zwei Teilen geschehen muß, da das Gleis 3a östlich der Anschlußweiche 14 nur 32 Achsen faßt. Bei der Überführung der 30 Achsen müssen die Hauptgleise 1 und 2 gekreuzt werden und zwar zwischen den nur 19 Minuten auseinander liegenden Durchfahrten der Dgz 5006 und 5027. Diese Kreuzungen sind eine Folge des Umstandes, daß der Dgz 5162 wegen Besetzung des Überholungsgleises 3 durch den Egz 6005 und des Überholungsgleises 4 durch den Ngz 8644 in das südlich der Streckengleise gelegene Überholungsgleis 9 genommen werden muß. Da die Weichenstraße f—e—d nicht bis zu dem Gleis 3, dessen Verlängerung das Ausziehgleis 3a

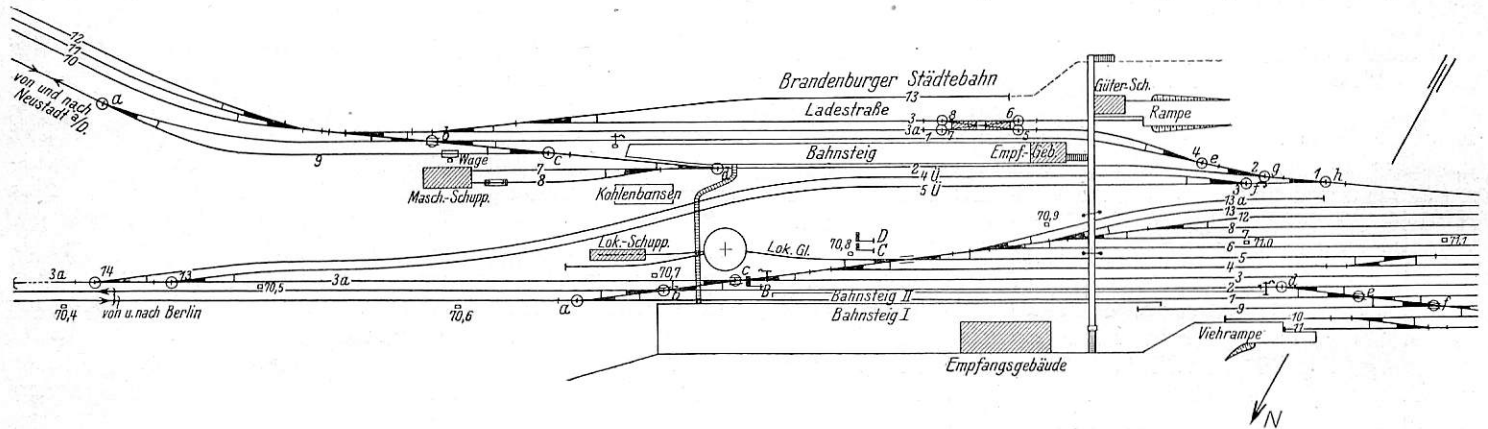


Abb. 10.

so weit zurückdrücken, daß der Punkt e frei wird. In dem Gleis 9 muß der Zug über die Weiche 20 hinaus vorziehen, da das Gleis 9 zwischen f und der Weiche 20 ebenfalls zu kurz für den Zug ist, und sofort nach der Umstellung der bei f liegenden Weiche, die als Schutzweiche für den D 174 auf den geraden Strang gestellt werden muß, wiederum so weit zurückdrücken, daß die Weiche 20 frei wird, und kann nun endlich Achsen in das Gleis 10 setzen — eine sehr umständliche und zeitraubende Behandlung des Eilgüterzuges infolge unzureichender Länge des Bahnsteiges und der Gleise. Als weiteres ungünstiges Moment tritt die spitze Kreuzung des Eilgüterzuges mit den Zügen D 174 und D 8 hinzu, die eine beschleunigte Behandlung des Eilgüterzuges am Bahnsteig erforderlich macht.

Die Rangierlokomotive bringt die von dem Eilgüterzug in dem Gleis 10 abgesetzten Achsen (tags zuvor vier Achsen) über die Gefahrpunkte f, e, d, b (Spitzkehre) und c nach dem Freiladegleis 12. Es muß hierbei also der ganze Bahnhof gekreuzt werden, eine Folge davon, daß man die anfangs nur nach Norden orientierten Freiladeanlagen durch Hinzufügen einer Freiladestraße an der Südseite des Bahnhofs erweiterte.

Die nächste Fahrt, die f berührt, ist eine Rangierfahrt mit sechs Achsen von dem Gleis 3 über c, b (Spitzkehre), d, e und f nach dem Gleis 11 an den Güterschuppen. Die Kreuzung der durchgehenden Streckengleise 1 und 2, die im Gleis 2 spitz zu dem Pz 215 liegt, ist durch die zweiseitige Lage der Anlagen für den Güterverkehr bedingt.

Kurz nach 4 Uhr ist f durch den in das Gleis 9 einfahrenden Dgz 5162 gesperrt, der 30 Achsen in dem Gleis 10 absetzt und 62 Achsen aus dem Gleis 1 über l an der Spitze des Zuges aufnimmt. Die Umlastung geschieht, wie aus dem Betriebsplan ersichtlich ist, durch die Zuglokomotive. Die aufgenommenen 62 Achsen stammen aus dem Gleis 13. Sie sind von der Rangierlokomotive über c, b (Spitzkehre), d und e in Er-

bildet, durchgeführt ist, muß die Rangierabteilung von d bis b das Streckengleis 2 befahren und bei b im Gleis 2 Spitzkehre machen, um nach dem Gleis 7 zu gelangen.

Die nächste Kreuzung in f liegt etwa $\frac{3}{4}$ Stunden später. Es werden sechs Achsen von dem Gleis 8 über c, b (Spitzkehre), d, e und f nach dem Güterschuppen überführt. Diese sechs Achsen stammen aus dem Dgz. 5191 (Gleis 3), von dem sie mit weiterer 32 Achsen in das Gleis 4 über das Ausziehgleis 3a gesetzt wurden. Während des Aufenthaltes des Dgz 5189 im Gleis 3 werden diese 38 Achsen von dem Ausziehgleis 3a aus verteilt. Es werden 26 Achsen an die Städtebahn übergeben und je sechs Achsen in das Freiladegleis 12 und das Abstellgleis 8 gesetzt. Letztere sechs Achsen sind für den Güterschuppen bestimmt und müssen auf dem Wege dahin den ganzen Bahnhof unter Spitzkehre bei b kreuzen. Lage der Güterschuppen auf der Südseite des Bahnhofs, so wäre die Zustellung erheblich einfacher.

Bis 8 Uhr wird f nicht mehr berührt. Alsdann werden 30 Achsen aus dem Überholungsgleis 3 nach den Gleisen 10 und 11 über c, b (Spitzkehre), d, e und f überführt. Zwölf Achsen werden im Gleis 10 zwischen den Weichen 18 und 31 abgestellt. Der Rest von 18 Achsen wird an den Güterschuppen gestellt. Diese 30 Achsen stammen von dem Dgz 5182 (Gleis 4), der 50 Achsen im Gleis 5 absetzt, die bald danach von der Rangierlokomotive in den Gleisen 3 und 4 nach Ortsgut und Übergabegut für die Städtebahn getrennt werden.

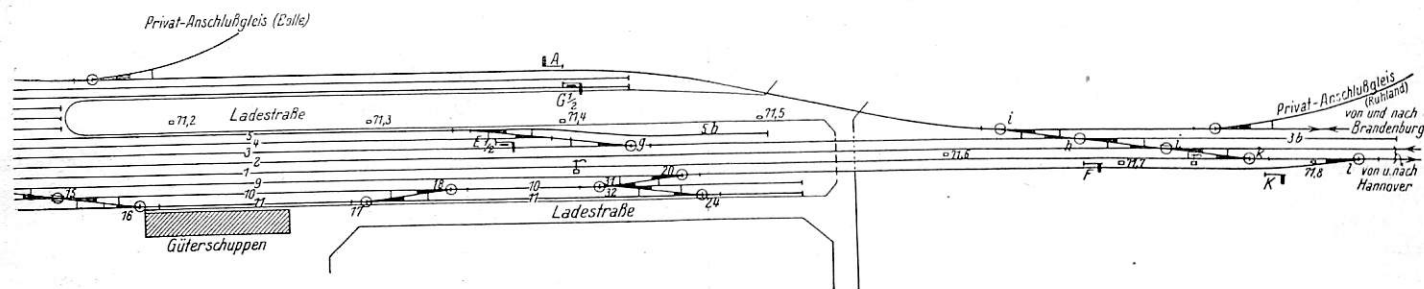
Um 9 Uhr und um 10 Uhr fahren die Dgz 5164 und 5616 durch f in das Gleis 9 und um 11,10 Uhr der Dgz 5192, der nach der Einfahrt ebenso wie der Egz 6018 über den geraden Strang der Weiche bei f zurückdrücken muß, um zwölf Achsen über die Weiche 20 in das Gleis 10 setzen zu können, wobei die zwischen den Weichen 31 und 18 stehenden zwölf Achsen an

den Güterschuppen gedrückt werden. Die Rangierarbeit führt die Zuglokomotive aus.

Um 14 Uhr werden die im Gleis 10 abgesetzten zwölf Achsen über f, e, d, b (Spitzkehre) und c nach dem Gleis 5 gebracht und 20 Achsen aus dem Gleis 3, die aus dem Ngz 8542 stammen, auf demselben Wege nach dem Gleis 10 (zwischen die Weichen 18 und 31) überführt. Von diesen Achsen werden zehn Achsen in den westlichen Stumpf des Gleises 10 gestoßen, worauf die Lokomotive durch das Gleis 9 umfährt und sich über die Weichen 20 und 31 in die Mitte der Wagengruppe stellt. Alsdann fährt sie die ganze Gruppe durch die Weichen 18 und 17 in das Schuppengleis, stößt die westlich stehenden zehn Achsen an die Freiladestraße und zieht den Rest vor an den Schuppen, worauf die Lokomotive abhängt und durch die Weichen 17 und 18 abfährt. Bei den an die alte Freiladestraße gesetzten Wagen handelt es sich um Bier-, Möbelwagen und andere mit hochwertigen Gütern beladene Wagen, die hier besser gegen Beraubung geschützt sind als in der neuen Freiladestraße. Die sehr umständlichen Rangierfahrten ergeben sich daraus, daß die Weichenverbindung 20—31 nicht bis zum Gleis 11 durchgeführt ist. Die Weichenverbindung 32—24 kann nicht benutzt

Spalte 5. Gefahrpunkt e.

Mit Ausnahme der in a nach dem Überholungsgleis 4 abziehenden Güterzüge und des in Rathenow beginnenden Pz 270 sperren e dieselben Züge, die a bei der Einfahrt gesperrt haben. Der Egz 6002 hält den Punkt e um 2 Uhr während seines Aufenthaltes besetzt, was jedoch ohne Bedeutung ist, da eine Behandlung oder Überholung wie bei dem Egz 6018 nicht stattfindet. Die den Punkt e berührenden Rangierbewegungen sind bis auf die folgenden bereits bei f behandelt. Die gegen 4³/₄ Uhr mittels Spitzkehre in l an die Spitze des Dgz 5162 gesetzten 62 Achsen bestehen aus 18 Achsen aus dem Gleis 4, wohin sie tags zuvor (nicht aus dem Betriebsplan zu ersehen) aus dem Gleis 11 um 20 Uhr überführt wurden, sowie aus 26 Achsen, die tags zuvor um 23¹/₂ Uhr, und aus 18 Achsen, die um 00¹/₄ Uhr von der Städtebahn übernommen wurden. Die vorübergehende Abstellung der in umständlichem Rangierverfahren von dem Güterschuppen und der alten Ladestraße abgezogenen 62 Achsen in dem Überholungsgleis 4 hätte vermieden werden können, wenn der Güterschuppen auf der Südseite des Bahnhofs gelegen hätte. Die vom Güterschuppen stammenden 18 Achsen sind mit anderen Achsen zusammen



Bahnhof Rathenow.

werden, weil der Stumpf des Gleises 11 bereits besetzt ist und, wäre er frei, nur sechs Achsen fassen kann.

Etwa um 14,40 Uhr wird der Wagenzug des in Rathenow endigenden Pz 269 durch f in das Gleis 10 zur Abstellung gedrückt. Kurz vor 17 Uhr wird dieser Wagenzug wieder in das Gleis 1 an den Bahnsteig zurückgedrückt und fährt um 17,03 Uhr als Pz 270 ab. Inzwischen haben der Dgz 7492 und der Pz 205 den Gefahrpunkt f zwecks Überholung im Gleis 9 durchfahren. Der Pz 205 muß kurz vor der Durchfahrt der Schnellzüge D 11 und D 111 entgegen der Fahrtrichtung dieser Züge aus dem Gleis 2 über das Gleis 1, in dem wenige Minuten später der Pz 224 einfährt, gedrückt werden. Es macht sich hier das Fehlen eines Überholungsgleises mit Bahnsteigkante sehr unangenehm bemerkbar.

Bei der Räumung des Gleises 11 um 11,45 Uhr wird f vorübergehend durch rangierende Abteilungen besetzt.

Kurz nach 20 Uhr passieren zwölf aus dem Dgz 5165 (Gleis 3) stammende Achsen den Punkt f auf dem Wege nach dem Güterschuppen. Die durchgehenden Streckengleise 1 und 2 müssen bei dieser Fahrt wieder gekreuzt werden. Spitze Kreuzungen mit Pz-Fahrten auf diesen Gleisen liegen aber in diesem Falle nicht vor.

Die letzten Sperrungen von f erfolgen um 20,21 Uhr durch den Dgz 5032 und um 23,40 Uhr durch den Egz 6018.

Spalte 5. Gefahrpunkt a.

Dieser Gefahrpunkt zeigt bis auf eine Ausnahme nur Sperrungen durch die Einfahrt von Zügen aus der Richtung Berlin. Die Ausnahme betrifft den Egz 6018, der, wie bereits bei der Untersuchung des Punktes f erwähnt wurde, über a hinaus zurückdrücken muß, um nach seiner Behandlung am Bahnsteig nach Gleis 9 vorgezogen zu werden.

um etwa 20 Uhr von der Nordseite (Gleis 11) nach der Südseite (Gleis 13) des Bahnhofs und dann wieder um etwa 3³/₄ Uhr von der Südseite (Gleis 13) nach der Nordseite (Gleis 9) gebracht. Der Rückweg hätte vermieden werden können, wenn es möglich gewesen wäre, den Dgz 5162 auf der Südseite einfahren zu lassen. Infolge der unzulänglichen Anlagen des Bahnhofs mußten diese 18 Achsen viermal rangiert werden, bis sie ihr Ziel erreichten.

Spalte 5. Gefahrpunkt k.

K wird von allen aus den Gleisen 1 und 4 nach Westen ausfahrenden Zügen gesperrt. Im übrigen ist Besonderes nicht zu bemerken.

Spalte 5. Gefahrpunkt l.

Zu den Zugfahrten durch k treten die Zugfahrten aus dem Gleis 9. Sonst ist nichts zu bemerken.

Spalte 6. Gefahrpunkt b.

Daß b mehr Sperrungen zeigt als die bereits untersuchten Gefahrpunkte, liegt daran, daß infolge Fehlens einer zweiten Weichenstraße am Westende des Bahnhofs nicht nur die Fahrten nach Berlin, sondern auch die Fahrten von Berlin in das Überholungsgleis 4 über b geleitet werden müssen. Der Dgz 5162 (4,06 Uhr) wird in das Gleis 9 genommen, weil, wie bereits bei der Untersuchung des Punktes f festgestellt wurde, während des Aufenthaltes des Dgz 5162 die beiden Überholungs-gleise 3 und 4 durch andere Züge besetzt sind. Der Dgz 5162 würde deshalb aber auch bei dem Vorhandensein einer zweiten Weichenstraße nur dann auf die Südseite genommen werden können, wenn dort ein drittes Überholungs-gleis vorhanden wäre oder der Ngz 8644 in einem besonderen Zugbildungs-gleis zusammengesetzt würde, von dem er kurz vor der Ausfahrt in das Gleis 4 gebracht wird oder von dem er unmittelbar ausfährt. Die nach dem Betriebsplane die Einfahrt des Dgz 5162 nach

der Südseite verhindernde Sperrung des Gefahrpunktes c durch Rangierarbeiten im Ausziehgleis 3a könnte durch Verlegung dieser Arbeiten auf einen anderen Zeitpunkt oder durch Beschleunigung der Arbeiten beseitigt werden; jedoch wäre es zweckmäßig, bei der Schaffung der zweiten Weichenstraße solches Rangiergeschäft im Gleis 3a unabhängig von den Zugfahrten zu machen.

Die Einfahrt des Dgz 5164 (9,04 Uhr) nach der Südseite ist durch die fast gleichzeitige Fahrt des Egz 6015 (9,03 Uhr) im Gleis 2 verhindert, was aber nicht als Nachteil anzusehen ist, da der Dgz 5164 nicht behandelt wird; die Einfahrt in das Gleis 9 ist deshalb sogar betrieblich günstiger. Dieses gilt auch für den Dgz 5016 (10,04 Uhr). Der zu behandelnde Dgz 5192 kann nicht nach der Südseite genommen werden, weil der Punkt c durch Rangierbewegungen zur Neuordnung des in das Überholungsgleis 3 eingefahrenen Ngz 8541 (10,03 Uhr) gesperrt wird. Dieses Hindernis wäre bei einem Umbau dadurch zu beseitigen, daß der bei den beiden Überholungsgleisen durchbrochene Grundsatz des Rechtsfahrens wiederhergestellt und eine zweite Weichenstraße geschaffen wird, so daß das Rangiergeschäft von dem Ausziehgleis 3a aus unabhängig von den Einfahrten nach Gleis 3 durchgeführt werden kann. Der Linksbetrieb in den Gleisen 3 und 4 ist offenbar darauf zurückzuführen, daß anfänglich nur die Überholungsgleise 9 und 3 vorhanden waren und erst später das Überholungsgleis 4 hinzukam. Die Einfahrt der Dgz 7492 (15,11 Uhr) und 5032 (20,21 Uhr) auf der Nordseite müßte bei einem Umbau des Bahnhofs beibehalten werden, da diese Züge nur Betriebsaufenthalt haben. Um 21,48 Uhr wird der Egz 6001 nach seiner Behandlung am Bahnsteig II über b (Spitzkehre) und c nach dem Gleis 3 gesetzt zwecks Überholung durch den D 3. Es macht sich hier wiederum das Fehlen eines Überholungsgleises mit Bahnsteigkante für die Richtung Stendal—Berlin unangenehm bemerkbar. Kurz vor 23 Uhr werden zwölf Achsen aus dem Gleis 8 durch b dem Egz 6035 zugesetzt, die mit weiteren zwölf Achsen, die kurz nach 20 Uhr von dem Gleis 8 an den Güterschuppen gesetzt werden, aus dem Dgz 5165 (17,21 Uhr, Gleis 3) stammen. Die übrigen durch Rangierfahrten bewirkten Sperrungen des Punktes b sind bereits bei der Betrachtung des Punktes f erwähnt worden.

Spalte 6. Gefahrpunkt d.

Hier ist beachtenswert, daß dieser Punkt durch die Egz 6001 (21,34 Uhr) und 6035 (22,35 Uhr) gesperrt wird, woraus zu ersehen ist, daß die Länge des Bahnsteiges II ungenügend ist, wenn in den Egz die zu behandelnden Wagen auf die ganze Zuglänge verteilt sind.

Spalte 6. Gefahrpunkt i.

Dieser Punkt wird nicht nur von den aus der Richtung Stendal in das Gleis 3 einfahrenden, sondern auch von den aus dem Gleis 4 in der Richtung Stendal ausfahrenden Güterzügen berührt. Hierzu kommen noch sämtliche nicht abgelenkten Züge der Richtung Stendal—Berlin. Das Fehlen der zweiten Weichenstraße macht sich bei i nicht so stark bemerkbar wie bei b, da die Ein- und Ausfahrten hier günstiger liegen als bei b und ein Teil der zu behandelnden Züge der Richtung Stendal—Berlin bereits wegen der unzureichenden Gleisanlage am Ostende des Bahnhofs in das Gleis 9 genommen werden und infolgedessen den Punkt i bei der Ausfahrt nicht mehr berühren. Die Einfahrten der Dgz 5162 (4,06 Uhr) und 5192 (11,10 Uhr) auf der Süd- anstatt der Nordseite würden freilich nach dem Betriebsplane keine Schwierigkeiten im Punkte i schaffen; es müßte jedoch mit Schwierigkeiten bei Zugverspätungen oder Fahrplanänderungen gerechnet werden. Bei einem Umbau des Bahnhofs müßte deshalb zweckmäßig auch an diesem Ende der Überholungsgleise 3 und 4 eine zweite Weichenstraße und Rechtsfahren vorgesehen werden.

Spalte 8. Gefahrpunkt c.

Außer sämtlichen auf der Südseite am Ostende des Bahnhofs ein- und ausfahrenden Güterzügen sperren diesen Punkt auch alle Rangierbewegungen zwischen dem Ausziehgleis 3a, an dem auch die Übergabegleise der Städtbahn (4 Ü und 5 Ü) hängen, und den Gleisen 3 bis 13a, da eine Weichenverbindung, welche eine Umgehung des Punktes c gestattet, zwischen dieser Gleisgruppe und dem Ausziehgleis 3a nicht vorhanden ist. Die Sperrungen häufen sich im Punkte c infolgedessen zeitweise derartig, daß bei Unregelmäßigkeiten im Betriebe Schwierigkeiten entstehen müssen, die ein wirtschaftliches Arbeiten nicht immer gestatten werden. Sehen wir uns die den Punkt c sperrenden Bewegungen an, so finden wir auch hier Mängel der Bahnhofsanlagen.

Das Ausziehgleis 3a reicht östlich der Weichen 13 und 14 in seiner Länge nicht aus, um die Übergabe von Wagen zwischen der Reichsbahn und der Städtbahn immer in einem Zuge vorzunehmen (s. Übergabe um 17 Uhr und um 21 Uhr). Die bei der Auflösung des Ngz 8643 in das Gleis 4 abgestoßenen 20 Achsen müssen (zusammen mit 22 Achsen aus dem Gleis 6) in dem Gleis 12 bereitgestellt werden, weil das Gleis 4 zum Absetzen von 38 Achsen aus dem Dgz 5191 benötigt wird. Die im Gleis 6 fast 23 Stunden lang abgestellten 18 Achsen gehören zu R-Wagen, die auf Abruf abrollen. Zwischen 4 und 5 Uhr wird aus den im Gleis 5 tags zuvor abgestellten Wagen der Ngz 8644 gebildet. Diese Wagen stammen aus dem Überholungsgleis 5 Ü der Städtbahn, dem Freiladegleis 12 und von dem Güterschuppen. Weitere von der Städtbahn übernommene Wagen sowie 18 Achsen vom Güterschuppen, die tags zuvor und kurz nach Mitternacht in den Gleisen 13 und 13a abgestellt wurden, gehen mit den Dgz 5162 (4,40 Uhr) und 5182 (7,25 Uhr) ab. Die betrieblichen Schwierigkeiten, die im ersten Teile dieser Rangierarbeiten auftreten, sind bereits geschildert. Dasselbe gilt von der Behandlung der im Gleise 5 von dem Ngz 5182 abgesetzten 50 Achsen, der Neuordnung des Ngz 8541 sowie der Entnahme von 20 Achsen (Gleis 3) aus dem Ngz 8542 (Gleis 4), der hierbei neu geordnet wird. Bevor diese 20 Achsen aus dem Gleis 3 über Gleis 10 nach dem Gleis 11 überführt werden, wird Gleis 10 geräumt. Die hier stehenden 12 Achsen werden zusammen mit 36 weiteren Achsen Durchgangsgut aus den Gleisen 13 und 8 im Gleis 5 gesammelt und bald danach dem Dgz 5166 über den Punkt g (Spitzkehre), in dem das Überholungsgleis 4 an das Überholungsgleis 3 angeschlossen ist, durch die Zuglokomotive zugestellt. In derselben Weise hat der Dgz 5166 kurz vorher 20 Achsen in dem Gleis 3 östlich des Punktes g abgesetzt. Diese Rangierbewegungen sind nur dadurch möglich, daß das Gleis zu derselben Zeit frei ist. Abgesehen davon, daß der Gefahrpunkt g bei Einfahrten in die Gleise 3 und 4 und bei Ausfahrten aus dem Gleis 4 gesperrt ist, macht sich die ungünstige Lage des Punktes g z. Z. noch nicht sehr bemerkbar, weil die Länge des Gleises 3 östlich des Punktes g gerade noch zur Aufnahme der eingefahrenen Züge ausreicht. Bei einem Umbau des Bahnhofs müßte der Gefahrpunkt g durch Herstellung einer doppelten Weichenstraße am Westende der Überholungsgleise 3 und 4 beseitigt werden.

Die übrigen im Gleis 4 behandelten Züge (Dgz 5182, Ngz 8542 sowie der neu gebildete Ngz 8644) werden von Osten her bearbeitet, was günstiger ist, weil die Rangiergleise 6 und 13a nach Westen stumpf enden, die Übergabegleise 4 Ü und 5 Ü der Städtbahn im Osten an den Reichsbahnhof angeschlossen sind und die Rangierlokomotive sich infolgedessen meistens an diesem Bahnhofsende aufhält. Die von dem Dgz 5166 im Gleis 3 abgesetzten 20 Achsen werden sofort von der Rangierlokomotive von Osten her gefaßt und an die Städtbahn übergeben. Die übrigen den Punkt c berührenden Rangierbewegungen sind bereits erwähnt. Sie ergeben bei c ein klares Bild.

Spalte 8. Gefahrpunkt g.

Die Nachteile des Punktes g sind bereits oben sämtlich klargestellt.

Spalte 8. Gefahrpunkt h.

Punkt h bildet ein Gegenstück zu dem Punkte c, wird aber nicht so häufig wie dieser bei Rangierbewegungen benutzt, weil an dem Ausziehgleis 3a nur die drei Gleise 3, 4 und 5 hängen, deren Spitzen von dem Punkte h weit abliegen. Übergabefahrten zwischen der Reichs- und Städtebahn finden hier außerdem nicht statt.

Die Untersuchung der Gefahrpunkte gab uns Gelegenheit, alle Bewegungen, die die Betriebsleistung des Bahnhofes der Reichsbahn maßgebend beeinflussen, kennen zu lernen. Die gesamte Prüfung des Betriebsplanes ergab kurz zusammengefaßt folgende Mängel des Reichsbahnhofs:

1. unzureichende Länge der Überholungsgleise für Güterzüge,
2. unzureichende Anzahl und Länge der Abstell- und Rangiergleise,
3. das Fehlen eines Überholungsgleises nach Berlin für Personenzüge,
4. unzureichende Länge der Bahnsteigkanten für die Behandlung der Eilgüterzüge,
5. Verteilung der Anlagen für den Güterverkehr auf zwei Seiten des Bahnhofes,
6. ungünstige Trennung der Ein- und Ausfahrten der Güterzüge,
7. ungünstige Lage der Weichenverbindungen zwischen den Gleisen 10 und 11,
8. ungenügende Länge des Ausziehgleises 3a östlich der Anschlüsse der Übergabegleise 4 Ü und 5 Ü.

B. Der Betriebsplan für den Bahnhof der Brandenburger Städtebahn (Abb. 10 und Taf. 33).

Die Rangierbewegungen zum Ein- und Aussetzen der Personenwagen der Gmz sowie zur Bedienung des Güterschuppens und der Rampe sind der Einfachheit halber nicht angegeben, da der Betriebsplan und der Gleisplan auch ohne diese Angaben hinreichend Aufschluß über die Mängel des Bahnhofes geben.

Spalte 20. Gefahrpunkt f.

Um 3,45 Uhr etwa wird das Übergabegleis 4 Ü geräumt, wobei die dort stehenden 82 Achsen über das Streckengleis in der Richtung nach Brandenburg mittels Spitzkehre bei dem Gefahrpunkt h auf das Bahnsteiggleis 2, das Abstellgleis 3a sowie das Schuppengleis und Freiladegleis 3 verteilt werden. Die in das Bahnsteiggleis 2 gesetzten 20 Achsen gehen, verstärkt um acht Achsen aus dem Abstellgleis 10, als Gmz Z 10 in der Richtung nach Brandenburg ab. Die restlichen 28 Achsen aus dem Gleise 10 sind gleichzeitig mit den acht Achsen für den Gmz Z 10 in das Bahnsteiggleis 1 vorgezogen und hier zurückgelassen, um als Gmz Z 5 in der Richtung nach Neustadt abzurollen. Die im Gleis 3a abgestellten 22 Achsen sowie acht bereits dort stehende Achsen werden zusammen mit 20 Achsen aus dem Gleis 3 und acht Achsen aus dem Gleis 12 zur Bildung des Gmz Z 9, der 8,58 Uhr nach Neustadt abfährt, benutzt. Um die 20 Achsen aus dem Gleis 3 für den Z 9 in dem Gleis 3 bereitzustellen, umfährt die Rangierlokomotive das Gleis 3 in dem Gleis 1 von h bis b (Spitzkehre), drückt die in dem Gleis 3 stehenden 40 Achsen über h in das Streckengleis, zieht mit 20 Achsen in das Gleis 3 wieder vor, wo die Achsen für den Z 9 bereit gestellt werden, umfährt diese Wagen nochmals über b, Gleis 1 und h und drückt die im Streckengleis zurückgebliebenen 20 Achsen teils in den Anschluß Bolle (vier Achsen), teils in den Anschluß Ruhland (16 Achsen). Diese Rangierfahrten liegen zum Schluß sehr spitz zur Einfahrt des Gmz Z 2

in das Gleis 2. Größere Sicherheit ließe sich dadurch erreichen, daß man die Bedienung der Anschlüsse etwa eine Stunde früher (vor die Einfahrt des Gmz Z 9) legt; jedoch müßte dann für diese Arbeit eine besondere Rangierlokomotive vorgehalten werden, während die Arbeit nach dem Betriebsplan von der Lokomotive des Z 9 durchgeführt werden kann.

Die mit dem Gmz Z 9 um 7,46 Uhr eingegangenen 44 Achsen werden restlos der Reichsbahn im Gleis 5 Ü übergeben, wohin sie nach Spitzkehre bei h über f gesetzt werden, die mit dem Gmz Z 2 um 8,28 Uhr eingegangenen 52 Achsen unmittelbar von dem Einfahrgleis 2 aus über d, c und b auf die Stumpfgleise 10, 11 und 12 verteilt. Danach wird das Übergabegleis 4 Ü geräumt. Die dort vorgefundenen 86 Achsen werden nach Spitzkehre bei h in die Gleise 3 und 3a sowie in das Gleis 1 gesetzt. Die Lokomotive umfährt darauf die in das Gleis 1 gesetzten 26 Achsen über das Gleis 2 und die Gefahrpunkte d, c und b, macht hier Spitzkehre, setzt sich an die im Gleis 1 stehenden 26 Achsen, zieht sie nach dem Gleis 10 vor und setzt sie mittels Spitzkehre, die wegen Platzmangels in dem Gleis 10 möglichst spitz ausgeführt werden muß, in das Freiladegleis 13. Es macht sich hier unangenehm bemerkbar, daß das Freiladegleis 13 nur in der der Haupttrangierrichtung entgegengesetzten Richtung angeschlossen ist und eine direkte Verbindung zwischen dem Gleise 13 und dem Gleisstücke a—b fehlt.

Der Punkt f, der ja nur bei der Bedienung der Übergabegleise 4 Ü und 5 Ü durch die Städtebahn berührt wird, wird dann wieder bei der Ausrangierung des 11,23 Uhr in das Gleis 2 eingefahrenen Gmz Z 302 in Mitleidenschaft gezogen. Dieser Zug, der 100 Achsen anbringt, hält zunächst mit der Spitze am Bahnsteig und sperrt während dieser Zeit die Gefahrpunkte a, b, c und d, zieht alsdann über h hinaus vor und setzt 50 Achsen über f in das Gleis 5 Ü zur Übergabe an die Reichsbahn. Die aus dem Gleis 5 Ü zurückgekehrte Lokomotive drückt den in dem Gleise 2 stehenden Schlußteil des Z 302 an die in dem Gleis 11 stehenden 28 Achsen, nimmt zu diesen Achsen noch die im Gleis 12 stehenden 20 Achsen, zieht sämtliche Achsen über h hinaus vor, setzt 20 Achsen über f in das Gleis 5 Ü für die Reichsbahn und den Rest von 78 Achsen über h und g in das Bahnsteiggleis 2, aus dem sie dann als Gmz Z 2 in der Richtung nach Brandenburg abrollen.

Von der Reichsbahn um 12,25 Uhr im Gleis 4 Ü an die Städtebahn übergebene 20 Achsen werden zwei Stunden später über f, h (Spitzkehre), g, e, Gleis 1 und b in das Gleis 10 gesetzt. Sie werden mit bereits hier stehenden 20 Achsen aus dem Gmz Z 2 dem Gmz Z 4 beigegeben, der 17,18 Uhr aus dem Gleis 2 in der Richtung nach Brandenburg abfährt, nachdem 20 Achsen des Zuges in das Gleis 11 über g, h (Spitzkehre) und Gleis 3a und 26 Achsen aus dem Gleis 13 mittels Spitzkehre in dem Gleis 12 und über b an den Schluß des Zuges gesetzt sind. Die in das Gleis 11 gesetzten 20 Achsen werden bald danach zusammen mit 20 bereits in demselben Gleise stehenden Achsen, die aus dem Gmz Z 3 stammen, im Gleis 5 Ü an die Reichsbahn übergeben. Der um 15,50 Uhr eingefahrene Gmz Z 3 wird völlig aufgelöst und fährt mit nur 40 aus dem Gleis 3a entnommenen Achsen um 17 Uhr ab. Von den mit Z 3 angebrachten 80 Achsen werden 2.30—60 Achsen an die Reichsbahn im Gleis 5 Ü über e, g, h (Spitzkehre) und f übergeben. Der Rest von 20 Achsen wird über das Gleis 2, d, c und b in das Gleis 11 gesetzt, da die Übergabe dieser Achsen weniger eilig ist und das Gleis 5 Ü nicht alle Achsen aufnehmen kann. Nachdem hierauf die zwischen 8 und 9 Uhr nach den Anschlüssen Bolle und Ruhland überführten 20 Achsen zurückgeholt und mittels Spitzkehre im Gleis 11 in das Gleis 13 gesetzt sind, wird aus 54 Achsen, die sämtlich von der Reichsbahn übernommen und den Gleisen 4 Ü und 10 entnommen sind, der Gmz Z 301 gebildet. Alle diese zur Umbildung der Züge Z 3

und Z 4 sowie zur Neubildung des Zuges Z 301 erforderlichen Rangierbewegungen liegen sehr dicht zusammen und werden durch die ungünstige Lage des Freiladegleises 13, die Umfahrten der Lokomotive erfordert, sowie durch den Mangel an Abstellgleisen erschwert. Auch die Abgelegenheit der Stumpfgruppe 10 bis 12 wirkt sich durch die langen Rangierwege, die zwischen dieser Gruppe und der Hauptrangierweiche bei h zurückzulegen sind, ungünstig aus. Während diese Gruppe im übrigen zu der herrschenden Rangierrichtung West—Ost richtig liegt, liegt sie für die Abstellung der von den Anschlüssen kommenden Achsen ungünstig, da die Anschlüsse durchweg von dem Streckengleis Rathenow—Brandenburg in entgegengesetzter Richtung abzweigen. Diese Achsen müssen deshalb im Freiladegleis 13 abgestellt werden, wobei Spitzkehre in einem der Gleise 10 bis 12 gemacht werden muß.

Die mit dem Gmz Z 1 um 19 Uhr eingegangenen 26 Achsen werden nach der Einfahrt in der Fahrtrichtung in das Gleis 10 gedrückt. Sie werden, nachdem ihnen die im Gleis 13 stehenden 20 Achsen über Gleis 1 nach Umfahren der Lokomotive über das Gleis 3a beigelegt sind, über das Gleis 1 mittels Spitzkehre in h in das Übergabegleis 5 Ü gesetzt. Wiederum ein sehr umständliches und zeitraubendes Verfahren infolge der ungünstigen Lage der einzelnen Gleise zueinander.

Der um 20,20 Uhr im Gleis 2 eingefahrene Gmz Z 6 fährt ohne Umlastung um 21,20 Uhr weiter; dagegen wird der um 23,16 Uhr im Gleis 1 eingefahrene Gmz Z 7 aufgelöst. Die Achsen werden in der üblichen Weise vom Streckengleis Rathenow—Brandenburg aus auf die Gleise 5 Ü, 2, 3a und 3 verteilt. Die in das Gleis 2 gestoßenen 16 Achsen werden in das Wiegegleis 9 und die in das Gleis 3 gestoßenen sechs Achsen in das Gleis 11 durchgedrückt.

Ausgehend von dem Gefährpunkt f haben wir infolge der geringen Ausdehnung der Bahnhofsanlagen der Städtebahn alle eingetragenen Bewegungen erfassen und untersuchen können, so daß sich eine besondere Untersuchung der übrigen Gefährpunkte erübrigt. Fassen wir auch bei diesem Bahnhof die gefundenen Mängel kurz zusammen. Es ergaben sich folgende:

1. unzureichende Länge der Bahnsteiggelise 1 und 2;
2. „ „ „ „ Bahnsteigkanten;
3. „ „ „ „ und Anzahl der Abstellgleise.

Das Einfahren von Eisenbahnfahrzeugen in Gleisbögen.

Von Prof. Dr. Ing. Heumann, Aachen.

(Schluß.)

Hierzu Tafel 29 im Heft 22.

III. 1-D Lokomotive mit vorderem Krauss-Helmholtz-Drehgestell.

Längenmaße, Raddurchmesser, Raddrucke und Höchstgeschwindigkeit wie bei II.

Achsen 3 und 5 sind unverschieblich und regelspurig. Die Spurkränze der unverschieblichen Achse 4 sind so weit geschwächt, daß diese Achse nicht anläuft. Schema in Abb. 6 der Taf. 29, $c = 1,5$, $d_a = 2,5$. Der Drehzapfen D des Drehgestells sei seitenverschieblich gegen eine Federspannkraft P_a .

S_0 darf mit Rücksicht auf das Anlegen von Achse 1 nicht allzu groß sein, aber doch wegen der Übersetzung durch die Deichsel größer als bei der Schwenkachsordnung; es sei demgemäß gewählt zu $1 f Q = 2075 \text{ kg}$. p ist weiter unten zahlenmäßig festgelegt.

Zunächst sei die Richtkraft P_{100} ermittelt, mit der sich Achse 1 bei Einlauf in einen beliebigen Bogen an die Außenschiene anlegt, unter Vernachlässigung der kleinen Sondermassenwirkung der Deichselachse 1. Nach Gl. 8a) ergibt sich mit $x_d = d_a$:

4. Die Stumpfgruppe 10 bis 12 liegt zu weit ab von dem Ablaufpunkt h;
5. das Wiegegleis 9 liegt zu weit ab von dem Ablaufpunkt h;
6. das Freiladegleis 13 ist in ungünstiger Richtung abgeschlossen;
7. die herrschende Rangierrichtung West—Ost liegt ungünstig zu den in entgegengesetzter Richtung abgeschlossenen Anschlüssen an das Streckengleis Rathenow—Brandenburg;
8. es fehlt eine Weichenverbindung zwischen den Gleisen 13 und (a—b);
Außerdem ergibt die Prüfung des Gleisplanes, daß
9. das Güterschuppen- und Rampengleis in der Verlängerung des Gleises 3 in ungünstiger Richtung abgeschlossen ist und daß
10. sämtliche Zugfahrten durch den krummen Strang von Weichen stattfinden.

Die aus den Betriebsplänen gewonnenen, eingehenden Erkenntnisse wurden dazu benutzt, einen Umbauplan für Bahnhof Rathenow zu entwerfen, der dann an Hand vorausschauender Betriebspläne auf die Leistungsfähigkeit aller Einzelanlagen geprüft wurde.

IV. Schlußwort.

Wir haben gesehen, daß uns die Betriebspläne eine eingehende Kenntnis der wichtigsten Betriebsvorgänge auf den beiden Bahnhöfen vermittelt haben, die uns eine zuverlässige Stütze bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Bahnhöfe war. Die vorliegenden Betriebspläne sind aus einem augenblicklichen praktischen Bedürfnisse heraus entstanden und der Grad ihrer Genauigkeit entspricht diesem Bedürfnis. Das durchgeführte Beispiel dürfte zur Genüge gezeigt haben, daß sich solche Betriebspläne auch für die Klärung von Sonderaufgaben, z. B. Feststellung des Bedarfs an Rangierlokomotiven und Rangierkolonnen, an Stellwerken und Stellwerkswärtern, an Lokomotivbekohlungsanlagen und Anlagen für die Wagenreparatur usw. gut eignen, da sich die Darstellung bei Anwendung geeigneter Maßstäbe auf die geringsten Bewegungsvorgänge ausdehnen und der Grad der Genauigkeit sich durch die Verwendung der Resultate von Zeitstudien in dem für derartige Zwecke erforderlichen Maße steigern läßt.

$$P_{100} = S_0 \cdot \frac{c}{d_d} + 2 \frac{Q_1}{Q} \frac{\sqrt{s^2 + d_a^2}}{d_d} = 0,6 + 1,71 = 2,31 = 4800 \text{ kg}$$

und P'' nach Gl. 5) = 0,26, weiter nach Gl. 17a) mit $g = 0$: $Y_{100} = 1,47$; infolge der Übersetzung durch die Deichsel legt sich also Achse 1 bei doppelt so großem S_0 mit nur wenig größerem Führungsdruck an die Außenschiene an als die Schwenkachse der Anordnung II. α_{01m} ist wie dort = $47'$; auch hier tritt nur eine äußerst schwache Anlauferscheinung, die vernachlässigt werden kann, auf. P_{100} und Y_{100} sind fast unabhängig von V , R und T .

Für das Minimumverfahren sind die verschiedenen \mathcal{M} -linien des Hauptgestells in die Abb. 6 der Taf. 29 eingezeichnet, und zwar gilt \mathcal{M} , die unterste, für den Fall, daß Achse 2 schon außen anläuft, während das Hauptgestell noch geradeaus läuft, jene Achse zu \mathcal{M} also gar keinen Beitrag liefert, \mathcal{M}' , die mittlere, für den Fall, daß 2 außen anläuft und das Hauptgestell bereits geschwenkt wird, wobei Achse 2 den Beitrag $\frac{2s^2}{\sqrt{s^2 + x_v^2}} \cdot f Q$ zu \mathcal{M} liefert, und \mathcal{M}_0 , die oberste Linie, für den

Fall, daß Achse 2 noch nicht außen anläuft, das Hauptgestell aber schon geschwenkt wird, mithin Achse 2 nach Gl. 6a) zu \mathfrak{M} den größeren Beitrag $s\sqrt{(2fQ)^2 - P''^2} = 1,97 fQ$ liefert; alle drei Fälle sind möglich.

Nun sei p festgelegt. $P_d = S_0 + e \cdot p$ darf zur Erfüllung der Forderung 3 nur so groß sein, daß das Hauptgestell beim Einfahren mit $V \geq 0$ in die Weiche 1:9, $R = 190$ m, mit seiner ersten seitlich festen und regelspurigen Achse — hier Achse 3 — noch nicht innen anstreift. Die Stellung, die das Hauptgestell dabei einnimmt, ist bestimmt durch den Ausschlag e seines Punktes D_H gegenüber dem entsprechenden D_d des Drehgestells und durch den Abstand x seines Reibungsmittelpunktes M von D_H .

x erhält man unter der Voraussetzung, daß das Hauptgestell nur durch D geführt wird, nach dem Minimumverfahren aus Abb. 6 der Taf. 29 als Subtangente der Tangente von D an die drei \mathfrak{M} -Linien für alle drei Fälle ziemlich übereinstimmend zu 5,25 m. Innenanlauf von Achse 5, der im Lauf des Einfahrens auftreten kann, würde x ein wenig verkleinern. Denjenigen konstanten Wert e' von e , bei dem Achse 3 unter Zugrundelegung dieses x gerade eben innen anstreift, findet man, indem man mit verschiedenen konstanten e -Werten das Fahrzeug durch die nach dem Royschen Verfahren verzerrt aufgezeichnete Spurrinne des Weichenbeginns, s. Abb. 7 der Taf. 29, hindurchführt. So findet man $e' = 24$ mm. Wir setzen fest, daß erst bei $e' = 0,026$ das Hauptgestell eingeschwenkt wird, damit noch etwas Spiel zwischen Achse 3 und Innenschiene bleibt; dann darf also p höchstens so groß sein, daß $S_0 + e' \cdot p$ gerade ausreicht, das frei laufende Hauptgestell bei $V = 0$ zu führen. Diese Kraft P_d' erhalten wir nach dem Minimumverfahren aus der \mathfrak{M}' -Linie, der \mathfrak{M} -Linie und der \mathfrak{M}_0 -Linie der Abb. 6 der Taf. 29 für die drei oben gekennzeichneten Fälle zu 1,75, 1,80 und 2,0; da, wie sich unten ergeben wird, das Hauptgestell schon einzuschwenken beginnt, bevor Achse 2 sich außen anlegt, tritt $P_d' = 1,75$ nicht auf. Rechnen wir mit dem arithmetischen Mittelwert der beiden anderen: $P_{d_m}' = 1,9$,

so erhalten wir als Bedingung für p : $p \leq \frac{P_{d_m}' - S_0}{e'} = \sim 35 = 72,4$ kg/mm; so groß sei p gewählt mit Rücksicht auf Forderung 2.

Mit welchem P_{20} und Y_{20} legt sich nun Achse 2 außen an? Der Ausschlag e hat für diesen Augenblick des Anlegens von 2, unter der stets hinreichend genau erfüllten Voraussetzung, daß diese Achse und das Hauptgestell bis dahin geradeaus gelaufen sind, nach Abb. 29 den Ausdruck:

$$e = \left[\frac{(z_m + d_a)^2}{2R} - \left(\frac{\sigma_0 + f_1}{2} \right) \right] \cdot \frac{c}{d_a} \quad (20),$$

also für $R = 190 = 0,030$; somit ist $P_d = 1 + 35 \cdot 0,03 = 2,05$. Da diese Kraft, zu der in Wirklichkeit noch gleichgerichtete Reibung hinzutritt, ein wenig größer ist als die zur Überwindung des statischen Schwenkwiderstandes des Hauptgestells vor Anlaufen von Achse 2 oben zu 2,0 gefundene, hat das Hauptgestell und mit ihm Achse 2 schon kurz vor Anlegen von 2 zu schwenken begonnen und ist P_{20} nach Gl. 9) mit $P_{d1} = 2,05$, $x_v = 5,25 - 1,5 = 4,75$: $P_{20} = 0,82 - 0,25 + 1,96 = 2,53$ wovon nur 0,82 auf den Einfluß von P_d entfallen, und $P'' = 0,57$. Weiter ergibt sich nach Gl. 17a) $Y_{20} = 1,49$, Anlaufwinkel und -Erscheinung fast genau wie bei Anlegen von Achse 1, also Anlauferscheinung angenähert $= 0$. Die Änderung von x_v mit V macht nur sehr wenig aus. Praktisch ist daher Y_{20} ebenso wie Y_{100} von V und T unabhängig, während es im Gegensatz zu Y_{100} von R abhängig ist, und zwar derart, daß es mit zunehmendem R etwas abnimmt, wie Gl. 20) und 9) erkennen lassen.

P_1 sinkt etwas mit zunehmendem R , da P_d damit sinkt. Für $R = 190$ erhalten wir für P_1 kurz vor Anlegen der Achse 2 nach Gl. 8a): $P_{10} = 2,05 \cdot \frac{1,5}{2 \cdot 5} + 1,71 = 2,94$, unmittelbar danach, nach Gl. 8c) $P_{10} = 2,05 \cdot \frac{1,5}{2 \cdot 5} + 1,66 = 2,89$ und $Y_{10} = 1,86$ bzw. 1,82, also etwas größer als Y_{100} , in durchaus günstiger Weise.

Wie schwenkt nun das Hauptgestell bei großer Massenwirkung, also großem b , ein? Zunächst sei betrachtet die Einfahrt in die Weiche 1:9, bei $V = 35$ km/h, $R = 190$ und $T = 0$. Abgesehen von Reibungsmittelnahme beginnt es einzuschwenken, sobald P_d seinen statischen Schwenkwiderstand gerade eben überwindet, d. h. sobald $e = P_d' \approx 2,0$, kurz vor dem Anlegen von Achse 2, geworden ist, entsprechend $e = e'' = \frac{2,0 - 1}{35} = 0,0285$, und $x_0 = 5,25$. In diesem Augen-

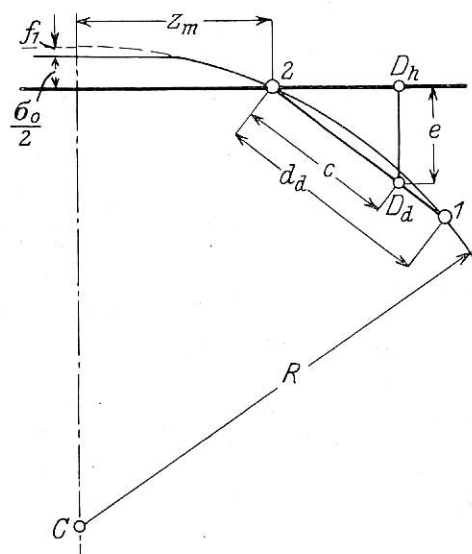


Abb. 29.

blick beginnt das oben auf S. 469 erörterte Schwingen des Hauptgestells mit folgenden Daten: $b = 0,5$ m/sec², $p = 35$ fQ/m = 72600 kg/m, $M_r = \frac{G}{g} \frac{1}{y^2} \frac{1}{61} \cdot [(y+u)^3 + \{21 - (y+u)\}^3]$; y ändert sich während des Schwingens, da der Pol O hierbei von M nach hinten rückt. Wir ermitteln M_r für $y = x = 5,25$ und für $y = 21 - u = 10,1 - 2,1 = 8,0$ zu $M_r = 4110$ und 4330 kg · m⁻¹ sec²; M_r ändert sich also beim Wandern des Pols O von M bis zum Fahrzeugende U nur wenig, und wir rechnen mit einem konstanten $M_r = 4300$.

$v_x = \frac{dx}{dt} = \alpha \cdot v$ ist noch zu ermitteln; nach Abb. 30, die

den Augenblick des Schwingbeginns schematisch darstellt, ist:

$$\alpha = \frac{z'' + c}{R} \quad \text{und} \quad \frac{(z'' + d_a)^2}{2R} = e'' \frac{d_a}{c} + \frac{\sigma_0}{2} + f_1;$$

daraus erhält man

$$\alpha = \frac{\sqrt{\left(e'' \frac{d_a}{c} + \frac{\sigma_0}{2} + f_1 \right) 2R - d_a + c}}{R} \quad (21),$$

hier $\alpha = 0,0208$ und $z'' = 2,47$, also $v_x = v \cdot \alpha = 0,203$. Es ist $z_m - z'' = 2,58 - 2,47 = 0,11$; also 110 mm vor dem Anlegen von 2 beginnt das Schwingen.

Der statische Schwenkwiderstand des Hauptgestells ist während des Schwingens nicht ganz konstant; er sinkt, wie oben ermittelt, kurz nach Beginn desselben, nämlich im Augenblick des Anlegens von Achse 2, von etwa 2 auf 1,8,

um dann diesen Wert weiter beizubehalten; dem $P_d = 1,8$ entspricht ein Ausschlag $e = e'' = 0,0229$. Von diesem Augenblick an wird das Hauptgestell in Punkt D_H stärker beschleunigt. Es gilt nicht mehr die Ausgangsgleichung a) des Schwingens: $\frac{d^2 s_H}{dt^2} \cdot M_r = p \cdot x$, sondern $\frac{d^2 s_H}{dt^2} \cdot M_r = p \cdot x + (e'' - e''')$ p,

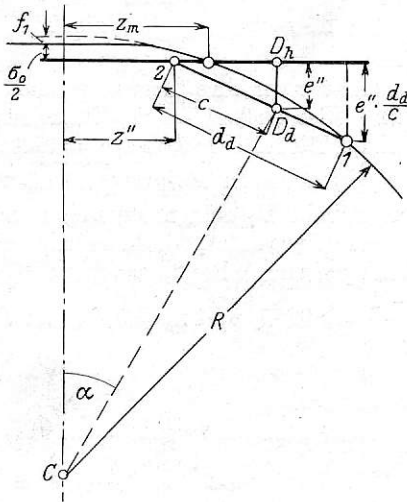


Abb. 30.

also lautet jetzt Gl. c): $\frac{d^2 x}{dt^2} = b - \frac{e'' - e'''}{M_r} \cdot p - \frac{p}{M_r} \cdot x$
 statt $\frac{d^2 x}{dt^2} = b - \frac{p}{M_r} \cdot x$, und es tritt auch in der weiteren Ableitung des Schwingungsgesetzes an die Stelle von b der

man für verschiedene t und zugehörige Fortschrittswege v . t des Fahrzeugs das hiernach ermittelte $e'' + x$ in die Roysche verzerrte Darstellung des Fahrzeugs ein, so erhält man die in Abb. 31 in ausgezogener Linie aufgezeichnete Bahn des Punktes D_H des Hauptgestells — daneben ist gestrichelt die Bahn für $b = 0,5$ eingetragen —. Zur Gewinnung des Punktes, in dem Achse 3 sich anlegt, ist $x = 5,5$, von D_H aus gerechnet, geschätzt worden; x kann ziemlich stark schwanken, ohne diesen Punkt merklich zu verlegen. Danach wird trotz des sehr großen p das Hauptgestell bis zum Anlegen von Achse 3 nur wenig aus seiner Zulaufgeraden abgelenkt, und hat der Drehzapfen D_H im Augenblick dieses Anlegens einen Ausschlag $e'' + x = 0,070$. Diesem Ausschlag gehört zu $P_d = 1 + 35 \cdot 0,07 = 3,45$, mithin nach Gl. 9) $P_{20} = 3,03$ und nach Gl. 8c) $P_{10} = 3,73$, weiter $Y_{20} = 1,83$, $Y_{10} = 2,83$ mit den aus der weiteren Rechnung vorausgenommenen Werten von S_1 und S_2 . Zur Ermittlung von P_{30} ist zu beachten, daß im fraglichen Augenblick das Hauptgestell schon ein wenig eingeschwenkt, Pol O also schon etwas hinter M gerückt ist. Mit dem geschätzten y (von Achse 3 aus gerechnet) = 2,8 und den zugehörigen $S_1 = 2,17$, $S_2 = 0,167$ erhält man aus Abb. 6 der Taf. 29 mit dem Linienzuge DEFGB₀H ein von Achse 3 aus gerechnetes $x = 2,4$, das einigermäßen richtig von $y = 2,8$ abweichen dürfte, so daß jene Schätzung als richtig angesehen werden kann — da M_r sich mit y wenig ändert, kommt es nicht genau auf die Lage von O an —, und wir erhalten $P_{30} = 0,5$, $Y_{30} = -0,39$. Durch das große P_d ist also erreicht, daß Achse 3 in der engsten Krümmung bei großem V sich ohne Führungsdruck anlegt. Die Anlauferscheinung tritt aber wie oben ausgeführt dennoch auf, tatsächlich dürfte daher Y_{30}

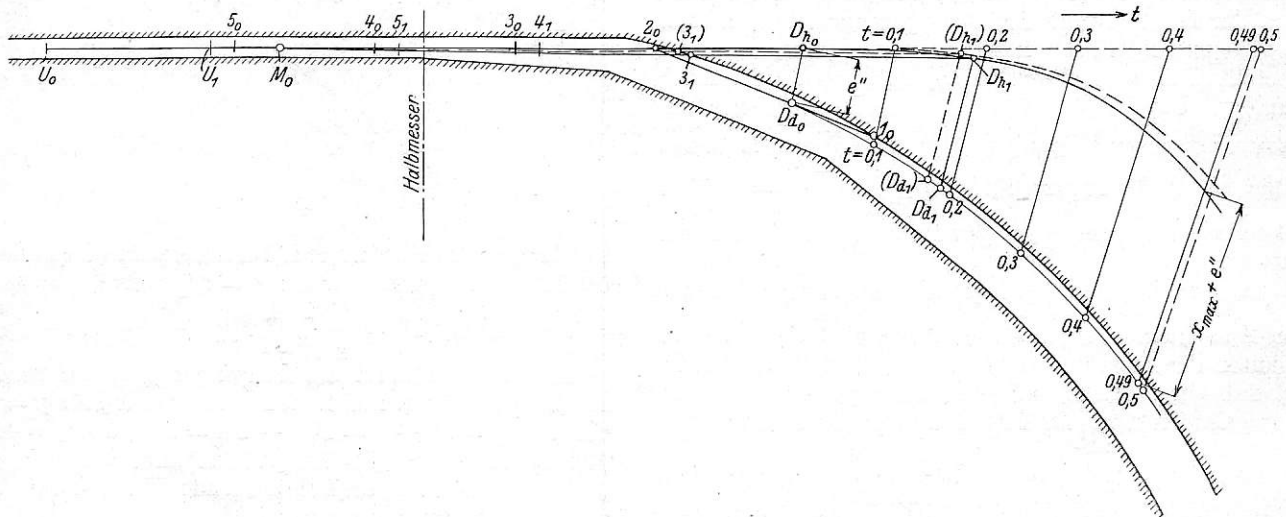


Abb. 31.

Ausdruck $b' = b - \frac{e'' - e'''}{M_r} \cdot p$, im vorliegenden Zahlenbeispiel $0,5 - \frac{0,0285 - 0,0229}{4300} \cdot 72600 = 0,405$ an die Stelle von 0,5. Lassen wir dieses b' für den ganzen Schwingungsvorgang gelten, so erhalten wir aus Gl. 3a) $c_2 = 0,110$, aus Gl. 3b) $c_1 = 0,0206$ und aus Gl. 3)

$$x = 0,0592 \left[0,405 - 0,925 \sin \left(0,452 - \frac{t}{0,243} \right) \right]$$

gegenüber $c_2 = 0,132$, $c_1 = 0,0206$ und

$$x = 0,0592 \left[0,50 - 0,967 \sin \left(0,542 - \frac{t}{0,243} \right) \right]$$

für $b = 0,5$; der Unterschied ist nur gering. Die Schwingungsdauer T ist 1,53 sec, $x_{max} = 0,079$ bei $t = t'' = 0,49$ sec. Trägt

merklich groß werden; Y_1 und Y_2 sind bei dem großen P_d ziemlich hoch angestiegen.

Dies Verhalten setzt voraus, daß der Zapfen D um $e'' + x = 70$ mm ausschlagen kann. Wir groß werden nun P_d , Y_1 , Y_2 bei kleineren Zapfenspiel? Dann wird nach dem Zusammentreffen in D das Hauptgestell allein in D_H mit der Zentripetalbeschleunigung b durch P_d geführt; dieses ergibt sich aus Abb. 6 der Taf. 29 mit dem richtig geschätzten $x = y = 5,3$ und den zugehörigen $S_1 = 1,00$, $S_2 = 0,133$ zu $P_d = 2,75$.

Dieser Kraft P_d entspricht ein Ausschlag $e = \frac{2,75 - 1}{35} = 0,050$.

Nach den obigen Ausführungen ist ein Ausschlag $e = 0,024$ erforderlich zur Vermeidung des Innenanlaufs von Achse 3 und legt sich Achse 2 außen an bei $e = 0,030$; das Zapfenspiel muß also mindestens gleich 0,030 sein. Macht man es

$> 0,05$, den der Kraft $P_d = 2,75$ entsprechenden Wert, so steigt beim Ausschwingen P_d zunächst auf über $2,75$ an, um dann bei Erschöpfung des Spiels zunächst den hohen Stoßwert anzunehmen und dann auf den endgültigen Wert $2,75$ zu sinken, während bei einem Spiel $< 0,05$ der Stoß schwächer ausfällt, und P_d auch vor dem Stoß nicht über $2,75$ ansteigt. Der Zapfenrichtkraft $P_d = 2,75$ gehören zu: $P_{10} = 3,31$, $Y_{10} = 2,46$, $P_{20} = 2,75$ und $Y_{20} = 1,67$.

Solange das Hauptgestell unter dem Zug der sich spannenden Rückzugfeder bis zum Anlegen der Achse 3 nicht merklich einschwenkt — und das wird, wie das vorliegende Zahlenbeispiel mit sehr großer Rückstellkraft zeigt, fast immer der Fall sein —, kann man mit hinreichender Genauigkeit die Schwingbewegung des Hauptgestells durch eine geradeaus gerichtete ersetzen, würde dann im vorliegenden Beispiel beim Anlegen von Achse 3 nach Gl. 6a meiner Arbeit von 1928 einen Ausschlag $e = 0,0645$ und demgemäß $P_d = 3,26$ gegenüber $3,45$ der genaueren Rechnung und demgemäß ein wenig zu kleine Werte von Y_{10} , Y_{20} und einen ein wenig zu großen Wert von Y_{30} , aber alle noch einigermaßen genau, erhalten.

Für das Ende des Einfahrens erhalten wir unter der Voraussetzung, daß die Achsen 3 und 5 nicht anlaufen, mit $S = 1,96$: $P_d = 2,56$ bei $x = 4,72$, also $e = 0,0445$. Außenanlauf von Achse 3 würde nach Gl. 6a) meiner Arbeit von 1928 erfordern $e = 0,055$, 3 läuft also frei; Innenanlauf von Achse 5 würde nach Gl. 6b) der gleichen Arbeit erfordern $\sigma + e = 0,058$, $e = 0,028$, also auch Achse 5 läuft frei. P_d ist von $3,45$ bzw. $2,75$ auf $2,56$ gesunken; das Entsprechende gilt für Y_1 und Y_2 , die auf $2,35$ und $1,69$ sinken, obwohl sich Achse 3 von der Außenschiene abgelöst hat, $P_3 = 0$ geworden ist.

Für $V = 0$, $T = 0$ würde man für den Augenblick des Anlegens von Achse 2 mit $P_d = 2,0$ und $1,8$ kurz davor und danach erhalten: $P_{20} = 2,51$ bzw. $2,43$, $Y_{20} = 1,47$ bzw. $1,40$ und $P_1 = 2,91$ bzw. $2,74$, $Y_1 = 1,84$ bzw. $1,70$. Achse 3 läuft nicht an. Die Massenwirkung ist so gut wie ohne Einfluß auf die Führungsdrucke, mit denen sich Achsen 1 und 2 anlegen.

Die Lok. mit Tender, $T = 1,1$, verhält sich bei $e \geq 0,070$ bis zum Anlegen der Achse 3, abgesehen von einer kleinen Vergrößerung von x , wie eine ohne Tender. Achse 3 legt sich an mit $P_{30T} = 1,45$, $Y_{30T} = 0,44$. Für das Ende des Einfahrens erhalten wir mit $S = 1,96$ unter der Voraussetzung, daß Achse 3 und 5 frei laufen, $P_d = 3,21$ bei $x = 5,45$, von D aus gerechnet, also $e = 0,062$. Außenanlauf von Achse 3 erfordert $e = 0,064$, sie läuft also noch eben frei; Innenanlauf von Achse 5 erfordert $e = 0,051$, sie läuft also frei, wenn das Spiel $0,070$ ist, aber innen an unter Verringerung von P_d , wenn das Spiel $< 0,051$ ist. Man erhält weiter $P_{2T}' = 2,99$, $Y_{2T}' = 1,8$, $P_{1T}' = 3,59$, $Y_{1T}' = 2,69$, also nur wenig niedriger als beim Anlegen von Achse 3, aber P_3 ist von $1,45$ auf 0 gesunken! Bei $V = 0$ würde Achse 3 ebenfalls nicht anlaufen, $P_d = 2,28$ sein.

Das größte Y_3 tritt auf bei Einfahren in flachere Bögen von $R' = 550$ ohne Überhöhung mit $b = 0,5$ m/sec², $V = 60$.

α_m ist dann wie oben $= 15'$, es tritt also nur eine schwache Anlauferscheinung auf. Wir nehmen zunächst an, daß das Hauptgestell bis zum Anlegen von Achse 3 geradeaus läuft, dann ist in diesem Augenblick der Ausschlag $e = 0,023$, mithin $P_d = 1,81$, kleiner als zur Überwindung des statischen Schwenk-widerstandes erforderlich, jene Annahme ist also richtig. Da Achse 2 bereits außen anlauft, wenn Achse 3 die Anlaufberührung aufnimmt, gilt kurz vor diesem Augenblick die M' -Linie der Abb. 6 der Taf. 29, von diesem Augenblick an

deren M' -Linie. Mithin erhalten wir für den Augenblick des Anlegens von Achse 3 der Lok. ohne Tender aus Abb. 6 der Taf. 29 mit der M' -Linie: $x = 2,9$, $P_{30} = 4,0$, $Y_{30} = 2,73$, $P_1 = 2,75$, $P_3 = 2,43$, $Y_1 = 1,71$, $Y_3 = 1,40$.

Für das Ende des Einfahrens der Lokomotive ohne Tender ist unter der Voraussetzung, daß Achse 3 anlauft, e und P_d noch unbekannt. Wir schätzen x_3 zu $2,3$ m (von Achse 3 damit aus) und erhalten dafür $e = 0,022$, $P_d' = 1,77$ und nach dem Minimumverfahren mit $S = 1,96$ nach dem Linienzuge JKLB'N der Abb. 6 der Taf. 29: $P_3' = 2,05$ bei $x = 2,3$, das also richtig geschätzt ist, weiter $Y_3' = 1,00$, also erheblich kleiner als zu Beginn des Einfahrens.

Für den Augenblick des Anlegens von Achse 3 der Lokomotive mit Tender, $T = 1,1$, erhalten wir mit $P_d = 1,81$, dem richtig geschätzten $x = 3,7$, $S_1 = 2,04$, $S_2 = 0,044$ aus Abb. 6 der Taf. 29 mit dem strichpunktierten Linienzug UOPQSB_{0T}T:

$P_{30T} = 4,3$, mithin $\frac{\Delta Q}{Q} = 0,333$ und $Y_{30Tmax} = 3,0$, nur wenig größer als für $T = 0$. Trotz starker Rückstellvorrichtung wird also der Höchstwert von Y_3 ziemlich groß und ist die Verteilung des gesamten Führungsdruckes auf die Achsen 1, 2 und 3 nicht günstig.

Für das Ende des Einfahrens mit $T = 1,1$ schätzen wir $x = 3,0$, erhalten dafür $e = 0,026$ und $P_d = 1,91$ und nach dem Minimumverfahren $P_{3T}' = 2,75$ bei $x = 3,0$, weiter $Y_{30T}' = 1,62$, also ebenfalls erheblich kleiner als zu Beginn des Einfahrens.

Die wichtigsten Zahlenwerte dieser Rechnung sind in Tabelle 2, Seite 524 zusammengestellt; x ist von D aus gemessen, * bedeutet Auftreten einer Anlauferscheinung, + Abbruch des Schwingens durch Erschöpfung des Seitenspiels des Drehzapfens. Y_{30max} ist etwas kleiner als Y_{20max} der Anordnung II, aber hier bei III ist der Überhang, also M_r , größer, die Anlauferscheinung stärker.

Eine günstigere Verteilung des Führungsdruckes auf die drei Achsen 1, 2 und 3 kann man mit einer Rückstellvorrichtung, deren P_d stärker als linear mit dem Ausschlag anwächst, erhalten. Bei einer Rückstellvorrichtung mit konstantem P_d sollte dies möglichst nahe an P_{dm}' , also in vorliegendem Beispiel an $1,9$, liegen, damit Y_{30max} nicht zu groß wird; mit $P_d = 1,81 = 3750$ kg würden wir das gleiche Y_{30max} erhalten wie oben, aber nicht nur in flachen Bögen mit kleinem, sondern auch in engen mit größerem Anlaufwinkel und demgemäß stärkerer Anlauferscheinung!, und die erste Achse würde sich mit größerem Führungsdruck Y_{100} anlegen!

IV. 2 - C Lokomotive mit vorderem amerikanischem Drehgestell.

Längenmaße nach Abb. 8 der Taf. 29. Der Drehzapfen D liegt mitten zwischen den beiden Laufachsen und ist seitenschieblich gegen eine Rückstellkraft. Achse 4, die zweite Kuppelachse, hat so weit geschwächte Spurkränze, daß sie nicht zum Anlauf kommt. Der Kuppelachsdruck beträgt $Q = 2,8,7$ t, der Laufachsdruck $Q_1 = 2,6,96$ t, $Q_1/Q = 0,8$, $\Sigma Q = 80,04$ t. Die Lokomotive ist der Achsanordnung entsprechend als Schnellzuglokomotive gedacht mit $V_{max} = 120$, Triebraddurchmesser = 2, Laufraddurchmesser = 1, $h = 2$, $t = 0,075$. Demgemäß ist ihre Länge mit $11,5$ m größer als die der bisher besprochenen Anordnungen.

Als Rückstellvorrichtung diene zunächst ein mit der Vorspannkraft S_0 eingesetztes Federaggregat, so daß die Rückstellkraft wieder den Ausdruck hat: $P_d = S_0 + w \cdot p$. Für die Bemessung dieser Kraft gilt sinngemäß das oben unter III. Gesagte. Damit Achse 1 sich sanft anlegt, sei S_0 zu $0,8$ f. $Q = 1740$ kg gewählt. Nun sei P_{100} unter Vernachlässigung der kleinen Sondermassenwirkung des Drehgestells ermittelt. Mit

$P_d = S_0 = 0,8$ erhalten wir nach dem Minimumverfahren aus Abb. 8 der Taf. 29 mit dem Linienzuge $DabB_{d_{100}} c P_{100} = 2,61 \cdot fQ = 5680 \text{ kg}$ mit $x_d = 2,45$; — für $S_0 = 0$ würden wir erhalten $P_{100} = 2,18$; etwa $1/5$ entfällt also auf den Einfluß von S_0 . Weiter ergibt sich $\frac{\Delta Q_1}{Q_1} = 0,130$, $Y_{100} = 1,74$ bei $\alpha_{10m} = 47'$ und mit $M_r = \sim 0$, also nur äußerst schwacher Anlauferscheinung; auch hier ist natürlich Y_{100} fast unabhängig von V , R und T .

Nun sei p festgelegt nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei III. Nach dem Minimumverfahren erhalten wir aus Abb. 8 der Taf. 29 als Zapfenrichtkraft P_d' zum Überwinden des statischen Schwenkwiderstandes des Hauptgestells $P_d' = 1,85$ bei $x = 6,5$, von D aus gerechnet, und $x_d = 2,1$. Mit diesem x findet man aus der verzerrten Roy'schen Darstellung des Einlaufs der Abb. 9 der Taf. 29 den erforderlichen Drehzapfenausschlag $e' \geq 0,054$ beim Innenstreifen der Achse 3; dabei überschneidet das Innenrad der Achse 4 die Innenkante der Innenschiene um $0,018$; wir machen den Ausschlag e' der Sicherheit halber $= 0,058$, — kommen dann mit einer Spurkranzschwächung der vierten Achse von 15 mm aus —, erhalten somit $p = \frac{P_d' - S_0}{e'} = \frac{1,85 - 0,8}{0,058} = 18,4$, das wir zu $18 = 39,2 \text{ kg/mm}$ festsetzen. p wird hier also viel kleiner, e' viel größer als bei III., hauptsächlich infolge der größeren Längenabmessungen; es ist mithin ein größeres Y_{30} zu erwarten.

Wie schwenkt das Hauptgestell in den Bogen ein? Zunächst bei $V = 35$, $R = 190$, Einfahrt in die Weiche $1:9$, $T = 0$. Von Reibungsmitnahme sei wieder abgesehen. Sobald $e' = 0,058$, $P_d' = 1,85$ geworden ist, beginnt das Hauptgestell allmählich schwingend einzuschwenken. Da hier p erheblich kleiner ist und in diesem Augenblick nach Abb. 9 und 7 der Taf. 29 Achse 3 in seiner Zulaufriechung bis zum Anstoßen an die Außenschiene einen sehr viel kleineren Weg zurückzulegen hat als bei III., so kann man mit hinreichender

Genauigkeit die Schwingbewegung durch eine geradeaus gerichtete ersetzen, erhält dann für den Augenblick des Anlegens von Achse 3 nach Gl. 10a) meiner Arbeit von 1928

$$e = \frac{2x \cdot d + x_d \cdot d_d - d^2 - \left(\frac{d_d}{2}\right)^2}{2R}$$

mit $x = z_m + d = 2,58 + 3,3 = 5,88$ und x_d geschätzt zu $2,0$, $e' = 0,0818$, mithin $P_d = 2,27$. Nach dem Minimumverfahren erhalten wir aus Abb. 8 der Tafel 29 mit dem Linienzug $DdeB_{d_{10}} M_{dof} : x_d = 2,0$ — es war also richtig geschätzt —, und $P_{10} = 3,33$, weiter mit dem richtig geschätzten $x - d = x_3 = y_3 = 4,00$ und den zugehörigen $S_1 = 1,82$, $S_2 = 0,085$ aus Abb. 8 der Taf. 29 mit dem Linienzuge $DfeFGB_0H$:

$P_{30} = 2,19 = 4750 \text{ kg}$. Mithin ergibt sich $Y_{10} = 2,35$ und $Y_{30} = 1,08$, das noch durch eine kräftige Anlauferscheinung entsprechend dem großen M_r bei dem großen Überhang merklich vergrößert wird; das Hauptgestell legt sich also auch in der engsten Krümmung bei größtem V infolge des kleinen p noch mit merklichem Führungsdruck Y_{30} an.

Für das Ende des Einfahrens der Lokomotive ohne Tender erhalten wir mit $S = 1,875$, unter der Voraussetzung, daß 3 an- 5 nicht anläuft, mit dem richtig geschätzten $y_3 = x_3 = x - d = 2,7$, $e = 0,084$, $P_d' = 2,31$ nach dem Minimumverfahren aus Abb. 8 der Taf. 29 mit dem Linienzuge $DIKB'LM' P_3' = 0,703$, mithin $Y_3' = -0,162$, Achse 3 liegt also nur noch mit negativem Führungsdruck an, der nicht mehr durch eine Anlauferscheinung erhöht wird. Y_1 steigt entsprechend dem kleinen Anwachsen von P_d von $2,27$ auf $2,31$ ebenfalls ganz wenig an. Die Voraussetzung, daß Achse 5 freiläuft, ist nach Gl. 10b) meiner Arbeit von 1928 erfüllt. Vorausgesetzt ist, daß das seitliche Zapfenspiel $\geq 0,084$ ist.

Bei $V = 0$ erhält man: $P_d = P_d' = 1,85$, $x_3 = x - d = 2,2$, Achse 3 läuft nicht an, weil dazu $e = 0,093$ sein müßte, während es nur $0,058$ bei $P_d = 1,85$ ist. Dem $P_d = 1,85$ gehört zu $P_1 = 3,14$ bei $x_d = 2,15$; der Einfluß der Massenwirkung ist also erheblich, er äußert sich allein durch Anlauf von Achse 3.

Tabelle 2.

		P_1	Y_1	P_2	Y_2	P_3	Y_3	P_d	$\frac{(z_m + c)}{(z_m + c + 1,5) \cdot x}$	e^{mm}	
Weiche 1:9, R = 190	T = 0	Anlegen von 1	2,31	1,47	—	—	—	1,0	—	0	
		Anlegen von 2	2,94	1,86	2,53	1,49	—	—	2,05	(4,08)	30
			2,89	1,82						5,25	
		Anlegen von 3	3,73	2,83	3,03	1,83	0,5	- 0,39*	3,45	(5,58)	70
	3,31		2,46	2,75	1,67	0	—	2,75	5,3	50 +	
	Beharrungszustand	3,20	2,35	2,73	1,69	0	—	2,56	4,72	44,5	
		Anlegen von 2	2,91	1,84	2,51	1,47	0	—	2,0	(4,08)	28,5
	2,74		1,70	2,43	1,40	1,8			5,25	22,9	
	T = T, V = 35	Anlegen von 3	3,73	2,83	3,03	1,83	1,45	0,44*	3,45	(5,58)	70
		Beharrungszustand	3,59	2,69	2,99	1,90	0	—	3,21	5,45	62
R' = 550	T = 0, V = 60	Anlegen von 3	2,75	1,71	2,43	1,40	4,0	2,73*	1,81	(5,46)	23
		Beharrungszustand	2,72	1,68	2,42	1,39	2,05	1,00	1,77	5,3	22
	T = T, V = 60	Anlegen von 3	2,75	1,71	2,43	1,40	4,3	3,0*	1,81	(5,46)	23
		Beharrungszustand	2,81	1,74	2,47	1,44	2,75	1,62	1,91	6,0	26

Die Lokomotive mit Tender, $T = 1,05$, verhält sich bis zum Anlegen von Achse 3 fast genau wie eine ohne Tender. Achse 3 legt sich an mit $P_{3T} = 2,62$, also mit einer Richtkraft, die nicht viel größer ist als die der Lokomotive ohne Tender.

Für das Ende des Einfahrens würden wir unter der Voraussetzung, daß 3 an-, 5 freiläuft, und daß das seitliche Drehzapfenspiel nicht erschöpft ist, erhalten: $x_3 = x - d = 3,9$, $e = 0,1045$, $P_d = 2,62$, $P_{3T}' = 0,81$; die Voraussetzung, daß 5 freiläuft, trifft jedoch nach Gl. 10b) meiner Arbeit von 1928 nicht zu, denn dazu wäre nach dieser Gleichung ein e von 114 mm erforderlich, während die Stellvorrichtung nur ein solches von 104,5 mm ergibt. Achse 5 läuft also innen an und erzwingt nach Gl. 10a) und 10b) der Arbeit von 1928 ein x_3 von $6,84 - 3,30 = 3,54$; dem gehört zu $e = 0,099$ und $P_d = 2,58$ und weiter nach dem Minimumverfahren $P_{1T}' = 3,45$, $P_{3T}' = 0,90$, $P_{5T}' = 0,555$, mithin $Y_{1T}' = 2,46$, $Y_{3T}' = 0$, $Y_{5T}' = -0,18$. Der Innenanlauf von 5 drückt nach dem mit Anlauferscheinung erfolgenden Anlaufbeginn Y_1 ein wenig herab. Würde man das Drehzapfenspiel kleiner als 0,099 halten, würde Achse 3 frei laufen und P_d , somit Y_1 etwas größer werden; ein Spiel von 0,085 z. B. würde nach Gl. 10b) der Arbeit von 1928 ein x_3 von $6,5 - 3,3 = 3,2$ erzwingen und nach dem Minimumverfahren ein $P_{5T}' = 0,51$ und ein $P_d = 3,1$ ergeben, mithin $P_{1T}' = 3,7$, $x_d = 1,68$ und $Y_{1T}' = 2,7$.

Bei $V = 0$ würde man erhalten $P_d = 2,16$ bei $x_3 = 7,5 - 3,3 = 4,1$, Achse 3 würde nicht anlaufen, dem $P_d = 2,16$ würde zugehören $P_1 = 3,18$, $Y_1 = 2,28$.

Der größte Krümmungshalbmesser, der mit einer Zentripetalbeschleunigung von $b = 0,5 \text{ m/sec}^2$ bei $V_{\text{max}} = 120$ befahren wird, ist $R' = \frac{120^2}{3,62 \cdot 0,5} = 2220$. Fährt die Lokomotive ohne Tender in einen solchen sich tangential an die Gerade anschließenden Bogen ohne Überhöhung der äußeren Schiene von der Gleismittelstellung aus ein, so ergibt sich für den Augenblick des Anlegens von Achse 3: $z_m = \sqrt{\sigma_0 R'} = 4,94$, $\alpha_m = \frac{z_m}{R'} = 8'$, also außerordentlich klein! $z_m + d = 8,24$, $e = 0,0106$, $P_d = 0,99$ und nach dem Minimumverfahren aus Abb. 8 der Taf. 29 mit dem Linienzuge DghB_dM_dl: $x_d = 2,3$, $P_{10} = 2,71$, weiter mit dem richtig geschätzten $x_3 = 4,36$ und den

zugehörigen $S_1 = 1,80$, $S_2 = 0,054$, $P_{30} = 4,37 = 9500 \text{ kg}$ und $Y_{30} = 2,91$, groß infolge des kleinen P_d , wobei aber zu bedenken ist, daß der Anlaufwinkel α_m außerordentlich klein ist, die Anlauferscheinung also trotz des großen M_r nicht stark auftreten dürfte.

Für das Ende des Einfahrens der Lokomotive ohne Tender mit $S = 1,875$ schätzen wir $x_3 = 3,8$ und erhalten damit $e = 0,0089$, $P_d = 0,96$ und nach dem Minimumverfahren aus Abb. 8 der Taf. 29 $P_1' = 2,68$, $x_d = 2,35$, $P_3' = 3,42$, $x_3 = 3,8$, weiter $Y_3' = 2,12$, ziemlich viel kleiner als zu Beginn des Einfahrens, infolge des großen Überhanges der Lokomotive. Vorausgesetzt ist dabei Freilauf von Achse 5, der tatsächlich vorliegt.

Für den Augenblick des Anlegens von Achse 3 der Lokomotive mit Tender, $T = 1,05$, $P_d = 0,99$, wie oben, schätzen wir $y_3 = x_3 = 4,9$ und erhalten mit den zugehörigen $S_1 = 1,78$, $S_2 = 0,022$ aus Abb. 8 der Taf. 29 mit dem strichpunktierten Linienzuge DiNOQSB_{9T}M_{0T}WP_{30T} = $4,6 = 10000 \text{ kg}$, $Y_{30T \text{max}} = 3,1$, etwas erhöht durch eine schwache Anlauferscheinung, nicht wesentlich höher als bei der Lokomotive ohne Tender.

Für das Ende des Einfahrens der Lokomotive mit Tender mit $S = 1,875$ schätzen wir $x_3 = y_3 = 4,5$ und erhalten damit $e = 0,096$, $P_d = 0,98$, nach dem Minimumverfahren $P_{1T}' = 2,70$, $x_d = 2,32$, $P_{3T}' = 3,84$, $x_3 = 4,5$ und schließlich $Y_{3T}' = 2,47$, ebenfalls merklich geringer als zu Beginn des Einfahrens.

Die wichtigsten Zahlenwerte sind wieder in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Höchstanlaufwerte von Y_3 sind zwar etwas größer als bei III., treten aber bei viel größerem R' , also viel kleinerer Anlauferscheinung, auf.

Mit dieser Federrückstellvorrichtung erhält man also infolge der Abhängigkeit der Rückstellkraft von R in flachen Bögen ein ungünstiges Verhältnis der Führungsdrücke, mit denen die erste Laufachse und die erste Kuppelachse die Führung übernehmen. Bei den vorliegenden Lokomotivabmessungen ließe es sich außer durch Verkleinerung des Zapfenspiels durch Änderung der Art, in der die Spurerweiterung in der schärfsten Weiche von σ_0 auf σ_{max} zunimmt, s. Abb. 9 der Taf. 29, verbessern; diese müßte so sein, daß das Fahrzeug bei $V = 0$ mit kleinerem Zapfenspiel ohne Innenanstreifen der

Tabelle 3.

		P_1	Y_1	P_3	Y_3	P_5	Y_5	P_d	$\frac{(z_m + 3,3)}{x}$	e_{mm}	
Weiche 1 : 9, $R = 190$	$T = 0$ $\left\{ \begin{array}{l} V = 35 \\ V = 0 \end{array} \right.$	Anlegen von 1	2,61	1,74	0	—	0	—	—	0	
		Anlegen von 3	3,33	2,35	2,19	1,08 *	0	—	2,27	(5,88) 7,33	82
		Beharrungszustand	3,34	2,36	0,703	—0,16	0	—	2,31	6,0	84
		Einfahren	3,14	2,24	0	—	0	—	1,85	5,5	58
$T = T$, $V = 35$	$\left\{ \begin{array}{l} V = 35 \\ V = 0 \end{array} \right.$	Anlegen von 3	3,33	2,35	2,62	1,42 *	0	—	2,27	—	82
		Beharrungszustand	3,45	2,46	0,90	0	0,56	—0,18 *	2,58	6,84	99
	Einfahren	3,18	2,28	0	—	0	—	2,16	7,5	75	
$R' = 2220$	$T = 0$, $V = 120$	Anlegen von 3	2,71	1,83	4,37	2,91 *	0	—	0,99	(8,24) 7,66	11
		Beharrungszustand	2,68	1,80	3,42	2,12	0	—	0,96	7,1	9
	$T = T$, $V = 120$	Anlegen von 3	2,71	1,83	4,60	3,1 *	0	—	0,99	(8,24) 8,2	11
		Beharrungszustand	2,70	1,82	3,84	2,47	0	—	0,98	7,8	10

Achse 3 einfährt, also ohne die Ecken und etwas reichlicher. Diesen Mangel der Abhängigkeit des P_d von R hat, wie gesagt, die Rückstellvorrichtung mit konstantem P_d nicht; die Führungsdruck-Entlastung der ersten Kuppelachse beim Anlegen kann aber hier nur durch entsprechende Belastung der führenden Laufachse beim Anlegen erkauft werden und die Kuppelachse legt sich unter Voraussetzungsgleichung $b = \frac{V^2}{R}$ bei jedem Anlaufwinkel α mit gleichem Y_{30} an, während bei der Federrückstellvorrichtung Y_{30} mit zunehmendem α abnimmt, $Y_{30\max}$ bei α_{\min} auftritt! Wir wollen noch kurz die Lokomotive mit konstantem $P_d = 1,8 = 3920 \text{ kg}$ betrachten. Da $1,8 < P' = 1,85$ ist, streift Achse 3 niemals innen an, was hier übrigens, wie oben gesagt, nicht unbedingt vermieden werden muß, weshalb hier die Größe und Art der Spurerweiterung in der Weiche nicht die gleiche Bedeutung wie bei der Federrückstellvorrichtung hat. Diesem $P_d = 1,8$ gehört zu nach Abb. 8 der Taf. 29: $x_d = 2,2$, $P_{100} = 3,18$, also $Y_{100} = 2,26$, zwar etwas größer als oben, aber noch zulässig.

Wir wollen noch den Führungsdruck ermitteln, mit dem Achse 3 der Lokomotive ohne Tender bei $b = 0,5 \text{ m/sec}^2$ sich an die Außenschiene anlegt, schätzen $x_3 = 4,18 \text{ m}$ und erhalten mit den zugehörigen $S_1 = 1,81$, $S_2 = 0,069$ aus Abb. 8 der Taf. 29 $x_3 = 4,18$ und $P_{30} = 2,94$, damit $Y_{30} = 1,71$, merklich kleiner als Y_3 bei der Federrückstellvorrichtung, aber bei jedem α , auch bei α_{\max} , auftretend, also in scharfen Krümmungen erheblich vergrößert durch eine starke Anlauferscheinung. Das Verhältnis $\frac{Y_{100}}{Y_{30}}$ ist immerhin günstiger als bei der Federrückstellvorrichtung. Diese erscheint hier somit nicht mehr als fraglos überlegen.

V. 2 - C Lokomotive mit vorderem Lotter-Drehgestell.

Radstände, Raddurchmesser und Raddrücke sowie V_{\max} wie bei IV, Längenmaße nach Abb. 10 der Taf. 29.

D_1 liege wieder mitten zwischen den Laufachsen, D_2 sei seitenschieblich gegen eine Federrückstellkraft.

$c = 1,50$, $d_2 = 3,3$. Die Spurkränze der Achse 4 seien so weit geschwächt, daß sie nicht außen anläuft. Damit sich Achse 1 sanft anlegt, sei hier, wie bei IV., $S_0 = 0,8$ gewählt. Diesem S_0 entspricht, wenn wir wieder die Sondermassenkraft des Drehgestells vernachlässigen, $P_{d10} = \frac{1,5}{3,3} \cdot 0,8 = 0,36$, also nach dem Minimumverfahren der Abb. 10 der Taf. 29 $P_{100} = 2,38$ als Richtkraft, mit der Achse 1 sich außen anlegt, bei $x_d = 2,5$. Wir erhalten mithin nach Gl. 17a): $Y_{100} = 1,54$, wieder fast unabhängig von V , R und T .

Vor der Festlegung von p müssen wir das zulässige Seitenspiel e_2' des Zapfens D_2 bestimmen. Da die Spurkränze der Achse 4 so weit geschwächt sein sollen, daß sie nicht außen anläuft, kommt erst Achse 5 für den Außenanlauf in Frage, ist also $d_n = d_5 = 1,5 + 2,25 + 2,25 = 6,0$, weiter R' wie bei IV = 2220, $f = \sigma_0/2 = 0,0055$, $z_m = \sqrt{2 R' \cdot \sigma_0/2} = 4,94$, mithin nach Gl. 14a): $e_2' \leq 0,0225$. Wir wählen $e_2' = 0,020$. Nun können wir p festlegen. Es muß so groß sein, daß das ihm zugehörige P_d etwas größer als P_d' , der statische Schwenk-widerstand des Hauptgestells, ist. P_d' erhalten wir wieder aus dem Minimumverfahren; in Abb. 10 der Taf. 29 sind die drei \mathcal{M} -Linien des Hauptgestells eingetragen; die unterste, \mathcal{M} , gilt für den Fall, daß Achse 3 schon anläuft, während das Hauptgestell noch gerade ausläuft, diese Achse also keinen Beitrag zu \mathcal{M} liefert, die mittlere, \mathcal{M}' , für den Fall, daß 3 außen anläuft und das Hauptgestell geschwenkt wird, wobei die Achse den

Beitrag $\frac{2s^2}{\sqrt{s^2 + x_v^2}} \cdot fQ$ zu \mathcal{M} liefert und die oberste, \mathcal{M}_0 , für den Fall, daß Achse 3 durch P'' nach außen gedrückt noch nicht außen anläuft, das Hauptgestell aber schon geschwenkt wird, wobei Achse 3 zu \mathcal{M} den größeren Beitrag $s \sqrt{(2fQ)^2 - P^{2''}}$, der nur wenig kleiner als $2 \cdot fQ \cdot s$ ist, liefert. Alle drei Fälle sind möglich. Das größte $P_d' = 1,3$ liefert die \mathcal{M}_0 -Linie; wir setzen deshalb fest, daß bei einem Ausschlag $e = 0,02 P_d$ den Wert 1,5 annehmen soll und erhalten daraus $p = \frac{1,5 - 0,8}{0,02} = 35$, genau so groß wie bei III.

Nach Festlegung von e_2' und p können wir das weitere Einfahren des Fahrzeugs in den Bogen verfolgen; zunächst das Einfahren in die Weiche 1:9 mit $R = 190$, $V = 35$, $T = 0$. Von Reibungsmittnahme des Hauptgestells durch das Drehgestell sei wieder abgesehen. Sobald beim Einfahren e_2 so groß geworden ist, daß P_d den Wert P_d' eben überschreitet, beginnt das Hauptgestell langsam schwingend einzuschwenken; da aber schon kurz darauf das Seitenspiel e_2' des Zapfens D_2 erschöpft ist, kann man diese Schwingbewegung mit hinreichender Genauigkeit durch eine geradeaus gerichtete ersetzen, bis das Hauptgestell in D_2 nach Erschöpfung des Zapfenspiels vom Drehgestell zwangsläufig mitgenommen wird. Bei $R = 190$ geschieht das, wie die weitere Rechnung ergeben wird, bevor Achse 3 sich angelegt hat. Deren Anlegen geschieht daher unter Massenrückdruck des Hauptgestells, dessen Zentripetalbeschleunigung im Punkte D_2 mit dem sehr großen Überhang $1,8 + 1,1 + 1,04 = 3,94$ im Augenblick des Anlegens der Achse 3 von angenähert $b \cdot \frac{c}{d_2} = 0,5 \cdot \frac{1,5}{3,3} = 0,228 \text{ m/sec}^2$ auf $b = 0,5 \text{ m/sec}^2$, also nur um $\Delta b = 0,272$ springt. Das Hauptgestell ist beim Anlegen bereits ein wenig eingeschwenkt, der Anlaufwinkel also ein wenig kleiner als $47'$. Dem entspricht die an Achse 3 auftretende Anlauferscheinung. Für das richtig geschätzte $x = y = 5,8$, von D_2 aus gerechnet, erhalten wir $S_1 = 1,34$, $S_2 = 0,04$ und damit nach dem Minimumverfahren aus Abb. 10 der Taf. 29 mit der \mathcal{M}_0 -Linie, die ein wenig zu hoch liegt, $P_{d2} \sim 2,8$, mithin $P_{30} = P_{d2} \frac{d_3 - c}{d_2} + 2 \frac{x_v}{\sqrt{x_v^2 + s^2}} = 2,8 \cdot \frac{1,8}{3,3} + 1,97 = 3,50$, mit $x_v = 5,8 - 1,5 = 4,3$ und $Y_{30} = 2,22$. Im Augenblick des Anlegens sinkt der Beitrag der Achse 2 zu \mathcal{M} derart, daß dies auf \mathcal{M}' sinkt. Außerdem erhalten wir nach dem Minimumverfahren aus Abb. 10 der Taf. 29 mit $P_{d1} = \frac{1,5}{3,3} \cdot 2,8 = 1,27$ die Richtkraft $P_{10} = 2,86$ bei $x_{d1} = 2,3$ und demgemäß $Y_{10} = 1,93$. Dies Y_{30} ist zwar etwas kleiner als das entsprechende der 2-C Anordnung IV bei $R' = 2220$, es tritt aber bei $R_{\min} = 190$ auf, — während jenes bei $R' = 2220$ auftrat, — also mit einer sehr viel kräftigeren Anlauferscheinung!, die ja in den ermittelten Zahlenwerten nicht berücksichtigt ist. Y_{10} ist nur wenig größer als Y_{100} ; es dürfte sich empfehlen, D_2 etwas mehr nach vorne zu schieben, um die dritte Achse zu entlasten, sowohl statisch als auch dynamisch durch Verkleinerung von u .

Bei welchem Bogenhalbmesser R'' fallen nun Erschöpfung des Spiels e_2 und Außenanlegen von Achse 3, vom Geradeauszulauf aus, zusammen? Nach Gl. 14) mit dem angenommenen $f = 0,0175$ und $x_{d1} = 2,3$ bei $R'' = 474 \text{ m}$; bei größerem R legt sich also Achse 3 genau gerade auslaufend an, bevor das Seitenspiel von D_2 erschöpft ist, d. h. ohne Massenrückwirkung des Hauptgestells und ohne Anlauferscheinung, aber es wird dann der dem Anlegen von 3 folgende Stoß bei Erschöpfung des Zapfenspiels heftiger. Für $R = 500$ z. B. erhält man nach

Gl. 14a) $e_2 = 0,0195$, also bei $b = 0,5 \text{ m/sec}^2$ und $V = 57$,
 $P_{d_2} = 1,484$ und $P_{30} = 1,484 \cdot \frac{1,8}{3,3} + 1,97 = 2,78$ und $Y_{30} = 1,60$,
 nicht erhöht durch eine Anlauferscheinung! Für das Ende des
 Einfahrens der Lokomotive ohne Tender in die Weiche
 1:9 mit $V = 35$ erhalten wir mit $S = 1,875$ unter der Voraus-
 setzung, daß Achse 5 innen anläuft, nach der sinngemäß auf
 Innenanlauf von Achse 5 angewandten Gl. 14a) mit dem ge-
 schätzten $x_d = 2,4$ den Abstand des Reibungsmittelpunktes M von
 D_2 $x = y = 4,75$ und weiter aus dem Minimumverfahren der
 Abb. 10 der Taf. 29 mit der \mathcal{M}' -Linie und den beiden Linien NB'O
 und QPS die Zapfenrichtkraft $P_{d_2} = 2,22$ und die Schienen-
 richtkraft $P_5' = 0,60$, mithin $P_3' = P_{d_2} \cdot \frac{d_2 - c}{d_2} + 2 \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + s^2}} =$
 $= 3,17$ und $Y_3' = 1,90$, weiter $P_{d_1} = P_{d_2} \cdot \frac{c}{d_2} = 1,01$, mithin
 aus dem Minimumverfahren $P_1' = 2,70$ bei $x_{d_1} = 2,38$ und
 $Y_1' = 1,78$.

Bei $V = 0$ erhält man: Für den Augenblick des Anlegens
 der Achse 3 aus der \mathcal{M}_0 -Linie, wie bereits oben ermittelt,
 $P_{d_2} = 1,3$ bei $x = 5,75$, also $P_3 = 2,69$ und $Y_3 = 1,53$ und
 $P_{d_1} = 0,59$, $P_1 = 2,53$ bei $x_{d_1} = 2,50$, $Y_1 = 1,65$. Im weiteren

erhalten wir somit für den Augenblick des Anlegens von
 Achse 3 mit dem richtig geschätzten $x = y = 6,35$, von D_2
 aus gerechnet, und den zugehörigen $S_1 = 1,36$, $S_2 = 0,02$ nach
 dem Minimumverfahren der Abb. 10 der Taf. 29 mit dem
 Linienzuge UFGB_{0T}H... $P_{d_2T} = 3,02$, mithin $P_{30T} = 3,61$,
 $Y_{30T \text{ max}} = 2,30$, weiter $P_{d_1} = 1,37$, $P_{10T} = 2,90$ bei $x_{d_1} = 2,3$
 nach Abb. 10 der Taf. 29 mit dem Linienzuge $D_1 \text{ ab } B_{0dT} M_{0dT} c$,
 daraus $Y_{10T} = 1,97$.

Für den Beharrungszustand des Durchfahrens erhalten
 wir unter der Voraussetzung, daß Achse 5 innen anläuft, aus
 der sinngemäß angewandten Gl. 14a) nahezu das gleiche x ,
 wie für den Beharrungszustand der Lokomotive ohne Tender;
 die äußerst kleine durch die ganz geringfügige Änderung von
 x_d hervorgerufene Abweichung können wir vernachlässigen;
 wir rechnen also auch hier mit $x = 4,75$ und erhalten damit
 aus dem Minimumverfahren der Abb. 10 der Taf. 29 mit den
 Linien NB'O und KIL die Zapfenrichtkraft $P_{d_2} = 2,48$ und
 die Schienenrichtkraft $P_{5T}' = 1,93$, mithin $P_{3T}' = 3,31$ und
 $Y_{3T}' = 2,01$, $Y_{5T}' = 1,11$, weiter $P_{d_1} = 1,13$, mithin nach dem
 Minimumverfahren $P_{1T}' = 2,77$ bei $x_{d_1} = 2,36$ und $Y_{1T}' = 1,84$.
 Der Einfluß des Tenders ist also nicht groß.

Die wichtigsten Zahlenwerte sind in Tabelle 4 zusammen-
 gestellt. x ist von D_2 aus gerechnet. + bedeutet Erschöpfung

Tabelle 4.

		P_1	Y_1	P_3	Y_3	P_5	Y_5	P_{d_1}	P_{d_2}	$(z_m + c)$ x	e_2 mm	
	Anlegen von 1	2,38	1,54	0	—	0	—	0,36	—	—	0	
T = 0	R = 190, V = 35	Anlegen von 3	2,86	1,93	3,50	2,22*	0	—	1,27	2,8	(4,08) 5,8	20 +
	R = 500, V = 57	Anlegen von 3	—	—	2,78	1,60	0	—	—	1,48	—	19,5
	R = 190, V = 35	Beharrungszustand	2,70	1,78	3,17	1,90	0,60	—	1,01	2,22	4,75	20 +
	R = 190, V = 0	Anlegen von 3	2,53	1,65	2,69	1,53	0	—	0,59	1,3	(4,08) 5,75	14,3
T = T	R = 190, V = 35	Anlegen von 3	2,90	1,97	3,61	2,30*	0	—	1,37	3,02	(4,08) 6,35	20 +
	R = 190, V = 35	Beharrungszustand	2,77	1,84	3,31	2,01	1,93	0,90*	1,13	2,48	4,75	20 +

Verlauf des Einfahrens läuft auch hier Achse 5 innen an und
 zieht nach dem Anlaufbeginn P_{d_2} und damit Y_1 und Y_3 etwas
 herab. Bei dieser Anordnung ist mithin der Einfluß der
 Massenwirkung nicht so groß wie bei den vorher besprochenen,
 wegen der Übersetzung durch die Deichsel.

Die Lokomotive mit Tender, $T = 1,05$, verhält sich bis
 zur Erschöpfung des Spieles e_2' wie eine solche ohne Tender.
 Beim Einfahren in die Weiche 1:9, $R = 190$, mit $V = 35$

des Zapfenspiels in D_2 . Der Innenanlauf von Achse 5 zieht x
 stark herab, ermäßigt im weiteren Verlauf des Anlaufens Y_1
 und Y_3 nur wenig. Durch Verschieben von D_2 ließe sich ein
 günstigeres Verhältnis zwischen Y_{100} und Y_{30} erreichen.

Wie weit die Spurkränze der Achse 4 geschwächt werden
 müssen, damit diese nicht anläuft, kann wieder durch ver-
 zerrte Roysche Darstellung des Einfahrens der Lokomotive
 in die engste Krümmung mit $V = 0$ ermittelt werden.

Persönliches.

Dipl.-Ing. Dr. Ing. Karl Schlöß †.

In die Reihe der älteren Techniker, die durch Jahrzehnte
 dem Technischen Ausschuß als Vertreter ihrer Verwaltungen
 angehörten und als solche immer tätig und richtunggebend
 ersprießliches für den V. D. E. V. und seine Einrichtungen
 leisteten, hat der Tod am 3. September l. J. eine Lücke gerissen,
 an welchem Tage der ehemalige Maschinendirektor der öster-
 reichischen Südbahn, Dipl.-Ing. Dr. Karl Schlöß durch einen
 Schlaganfall aus dem Leben schied.

Im Jahre 1857 zu Wien geboren, besuchte Dr. Schlöß
 bis zum Jahre 1875 die Mittelschule, und widmete sich dann
 dem Studium des Maschinenbaues an der Wiener Technischen

Hochschule, welche er als Schüler des als Lehrer und Kon-
 strukteur berühmten Radinger 1879 verließ, um in die Dienste
 der damaligen k. k. priv. Südbahn zu treten. Schlöß war
 einer von den Wenigen in Österreich, die nach den Pflicht-
 studien die strengen Prüfungen ablegten, er erhielt 1881 den
 Titel eines diplomierten Ingenieurs.

Bei der Südbahn war er anfangs im Konstruktionsbüro
 unter Louis Adolf Gölsdorf, später in der Werkstätte Wien
 und im Zugförderungsdienste tätig, und rückte bis zum Jahre
 1899 zum Oberinspektor vor. Im Jahre 1905 wurde er zur
 Maschinendirektion einberufen und Vorstand des Zugförderungs-
 wesens, im April 1908 erfolgte seine Ernennung zum Maschinen-

direktor-Stellvertreter, im Oktober 1913 wurde er nach dem Abgange Prossys Maschinendirektor. Als solcher leitete er unter den schwierigsten Verhältnissen während der Kriegszeit den Zugförderungs- und Werkstättendienst der österreichischen Südbahn. Im Jahre 1919 trat er nach 38jähriger Dienstzeit in den Ruhestand.

An den Arbeiten des Technischen Ausschusses nahm er seit 1898 teil. An einer der größten Aufgaben dieses Ausschusses, der Verstärkung der Zugvorrichtung und des Zughakens vom Jahre 1914, die auf Anregung der österreichischen Südbahn vorgenommen wurde, arbeitete er intensiv mit und man hatte dabei Gelegenheit, sein technisches Können, seinen Scharfsinn und sein geistvolles Arbeiten zu bewundern. Er vertrat auch die Südbahn des öfteren bei der „Technischen Einheit“ in Bern und gehörte auch noch im Ruhestande dem österreichischen Bremsausschuß an. Immer auf seinem engeren Fachgebiete praktisch und theoretisch tätig, erwarb er im Jahre 1903 die Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften mit einer Arbeit „über das Verhalten von Eisenbahnfahrzeugen im Gleise in mechanischer und geometrischer Beziehung“. Seine anderen wissenschaftlichen Arbeiten erschienen meist in der „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins“, im „Organ“ erschien 1912 von ihm eine umfangreiche Arbeit „über den Lauf steifachsiger Fahrzeuge in Bahnkrümmungen“.

Als Maschinendirektor der Südbahn schuf er die erste 2-D-Schnellzuglokomotive Österreichs, Reihe 570, zur Beförderung schwerer Schnellzüge über die schwierige Karststrecke Laibach—Triest. Die erste dieser Lokomotiven wurde 1915 geliefert und mit Rücksicht auf die Kriegsverhältnisse leider nur in einem Exemplar nachgeschafft. Diese Maschinen werden noch heute auf der Strecke Mürzzuschlag—Villach im Schnellzugdienst verwendet. Unverändert wurde diese Bauart in mehreren Exemplaren von der Kaschau-Oderbergerbahn bestellt und vom Jahre 1922 an mit Lenz-Ventilsteuerung versehen, von den Österreichischen Bundesbahnen als Reihe 113 in 40 Stücken nachgebaut. Die zweite Lokomotivtype, welche unter seiner Leitung entstand, war die E-Lokomotive Reihe 480, vom Jahre 1921, eine verstärkte Form der Reihe 80, bei welcher zur Vermeidung der übermäßig langen Kolbenstange die dritte Achse als Treibachse ausgeführt wurde.

Der Verstorbene war Inhaber in- und ausländischer Auszeichnungen und wurde im Jahre 1913 zum Ehrenmitglied des Ingenieur-Vereins der Italienischen Staatsbahnen ernannt. Als Vorgesetzter war er gerecht, hilfsbereit und entgegenkommend, seinen Kollegen ein aufrichtiger Freund.

Der Technische Ausschuß wird ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren müssen: mit ihm ist ein fleißiger Mitarbeiter und eifriger Berater dieser Arbeitsgemeinschaft dahingegangen.
Ing. Turber-Wien.

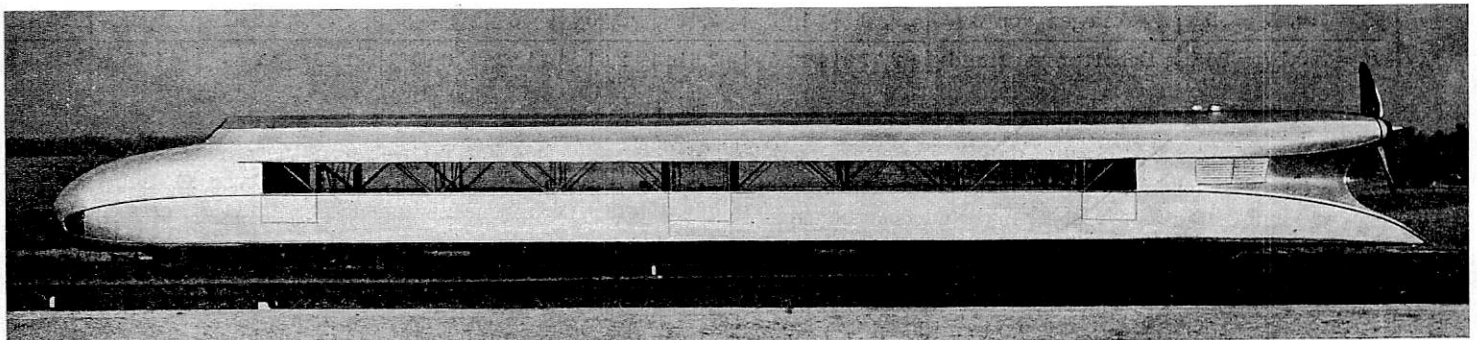
Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Versuche mit einem Propeller-Triebwagen.

Ein für das Verkehrswesen interessanter Versuch, der die Aufmerksamkeit der Verkehrstechniker und weiter anderer Kreise in hohem Maße auf sich lenkt, ist in den letzten Monaten auf der Reichsbahnstrecke Hannover—Celle vor sich gegangen. Es wurden dort am 23. September Schnellfahrversuche mit einem Propeller-Triebwagen gemacht, den die Flugbahngesellschaft Hannover nach Entwürfen von Dipl.-Ing. Franz Kruckenberg und Dipl.-Ing. Curt Stedefeld auf Grund umfangreicher Studien erbaut hatte. Die Studien reichen bis zum Jahre 1924 zurück, in welchem

lung untergebracht. Der Motor treibt auch die Hilfsmaschinen an, einen Luftkompressor, der die Druckluft liefert, und zwei Stromerzeuger, die die Akkumulatorenbatterie aufladen. Diese befindet sich in der wie bei einem Luftschiff gewölbten vorderen Spitze des Fahrzeugs. Außer der Beleuchtungs- und Lüftungsanlage liefert sie einem Elektromotor den Strom, der den Wagen antreibt, wenn dies bei stillstehendem Hauptantriebsmotor nötig ist. Dies kommt besonders beim Verschieben, gelegentlich beim Anfahren und aus- hilfsweise zum Befahren der Strecke in Frage. Der Elektromotor wirkt mittels Kardanwelle und ausrückbarem Kegelradtrieb auf



Propeller-Triebwagen der Flugbahngesellschaft Hannover.

Jahr die Gesellschaft für Verkehrstechnik, aus der später die Flugbahn-Gesellschaft entstand, gegründet wurde. Die Arbeiten erfuhren eine wesentliche Förderung durch die Deutsche Reichsbahn, die nicht nur die Versuchsstrecke zur Verfügung stellte, sondern auch den Bau des Fahrzeugs in einer Werkstätte ihres Eisenbahnausbesserungswerks Leinhausen gestattete.

Das Fahrzeug ist in der Abbildung wiedergegeben; es stellt äußerlich einen glatten und stromlinienförmigen Körper dar, der sich so weit wie irgend möglich auf die Schienen duckt. Die Radwerke dringen daher tief in den Wagenkasten ein. Hinten befindet sich in dem Raum über dem Laufwerk der Hauptantriebsmotor, ein BMW VI-Flugzeugmotor von 500 PS, der die hinten sitzende Luftschraube antreibt. In dem Raum unter der Schraubenwelle ist die aus einem Ventilator und einem Kühler bestehende Motorküh-

die Vorderachse. Zwischen Laufwerken und Wagenkörper sind außer den Federn Gummipolster eingeschaltet. Die Achsen sind mit dem Wagenkörper so nachgiebig verbunden, daß bei schneller Fahrt auf grader Strecke und in großen Radien ein denkbar ruhiger Lauf erzielt wird und daß trotz des Achsstandes von fast 20 m nach einem vom Führerstand aus zu leistenden Handgriff auch kleinste Radien bis 140 m durchfahren werden können. Es sind zwei vollkommen voneinander getrennte Bremsrichtungen vorhanden: eine an besonderen Bremskränzen angreifende Außenbackenbremse, die durch Druckluft betätigt wird, und eine an den Radreifen mittels gewöhnlicher Bremsklötze angreifende Handbremse, die als Notbremse dient. Der Nutzraum ist 16 m lang. Bei einer Einrichtung nach Art der Pulmanwagen faßt der Wagen (mit 1,05 m Länge für eine Person und zwei Personen im Quer-

schnitt) 24 Personen, bei Einteilung nach dem Omnibussystem 40 bis 50 Personen. Der Wagenkörper hat ein biege- und drehfestes Skelett, das ein statisch in sich geschlossenes, räumliches Fachwerk darstellt. In der Hauptsache ist Stahl verwendet, vornehmlich in Rohrform. Das Skelett ist karosseriemäßig umbaut. Neben Stahl sind dabei andere Baustoffe verwendet und zwar dem Gewicht nach geordnet Aluminium (normal und vergütet), Holz, Isoliermaterial für Fußboden- und Deckenverkleidung, Glas, Gummi, und Webstoffe. — Das Gewicht des Wagens beträgt mit Antriebseinrichtung 18,5 t, die Länge 26 m.

Am 15. August 1930 fanden die ersten Fahrversuche (Erprobung der elektrischen Fahrleinrichtung und der Bremsen), am 23. September die ersten Schnellfahrversuche statt. Auf der vorläufig nur mit 8 km Länge zur Verfügung stehenden Strecke Hannover—Celle konnte der Wagen auf eine Geschwindigkeit von 182 km/Std. gebracht werden. Der noch ansteigende Verlauf der Anfahrkurve beim Beginn des Abbremsens ließ erkennen, daß auf geeigneten, längeren Fahrstrecken noch höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können. Die Anfangsbeschleunigung betrug 0,63 m/sec² und ermöglicht, daß der Wagen nach 66 Sek. und nach Zurücklegung von 985 m eine Stundengeschwindigkeit von 100 km erreicht. Bei einer Geschwindigkeit von 150 km/Std. beträgt bei ruhiger Luft und waagerechter Strecke die Betriebsleistung 198 Propellerwelle-PS und der Brennstoffverbrauch 60 lt/100 km.

Wie schon oben erwähnt, wendet die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft den Versuchen ihre besondere Aufmerksamkeit zu. Sie sieht darin, nach einer Veröffentlichung der „Reichsbahn“*, nicht nur einen neuen Weg zur Schaffung eines Verkehrsmittels für Geschwindigkeiten, die den derzeitigen Betriebsmitteln unerschwingbar erscheinen, die aber doch angesichts des Wettbewerbs von Kraftwagen und Flugzeug als Ziel im Auge behalten werden müssen, sondern hält manche in der neuen Konstruktion enthaltenen Gedanken für befruchtend für den Bau der bisherigen Eisenbahnbetriebsmittel. Allerdings sind weitere Erprobungen notwendig, vor allem um die Eignung des Fahrzeugs auch auf kurvenreichen Strecken festzustellen. Auch die Frage der Einfügung eines mit so hohen „Übereisenbahngeschwindigkeiten“ verkehrenden Fahrzeugs in den normalen Eisenbahnbetrieb bedarf einer eingehenden Untersuchung, wie den dabei auftretenden Schwierigkeiten begegnet werden kann.

Der Propellerantrieb verdient aber jedenfalls wegen seiner baulichen Einfachheit und der geringen Anlagekosten volle Beachtung.

Beitrag zur Widerstandsberechnung von Dampflokomotiven.

Von Ing. J. Rihosek, Sektionschef a. D., Wien.

Es ist bekannt, daß die Größe des Laufwiderstandes der Dampflokomotiven mit der Zahl der gekuppelten Triebachsen zunimmt. Sanzin und Strahl haben in ihren Formeln zur Berechnung des Bewegungswiderstandes der Dampflokomotiven Koeffizienten eingesetzt, die mit der Zahl der gekuppelten Achsen im Werte steigen und haben damit den praktischen Erfahrungen Rechnung getragen.

*) Heft 44 vom 29. Oktober 1930.

Es sei hier auf eine weitere Ausgestaltung des von Sanzin angegebenen Weges der Widerstandsberechnung hingewiesen, die in der Doktors-Dissertation des leider allzu früh dahingegangenen jungen Dr. techn., Ing. Paul Basch ausführlich bearbeitet ist und deren Schlussergebnisse zu gut brauchbaren Formeln der Widerstandsberechnung von Lokomotiven verschiedener Achsfolge

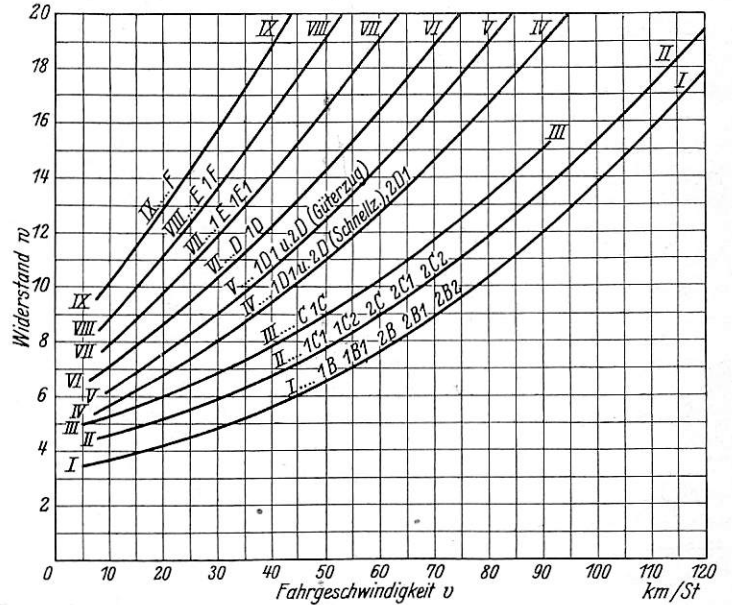


Abb. 1. Widerstandstafel für Lokomotiven [mit Schlepptender].

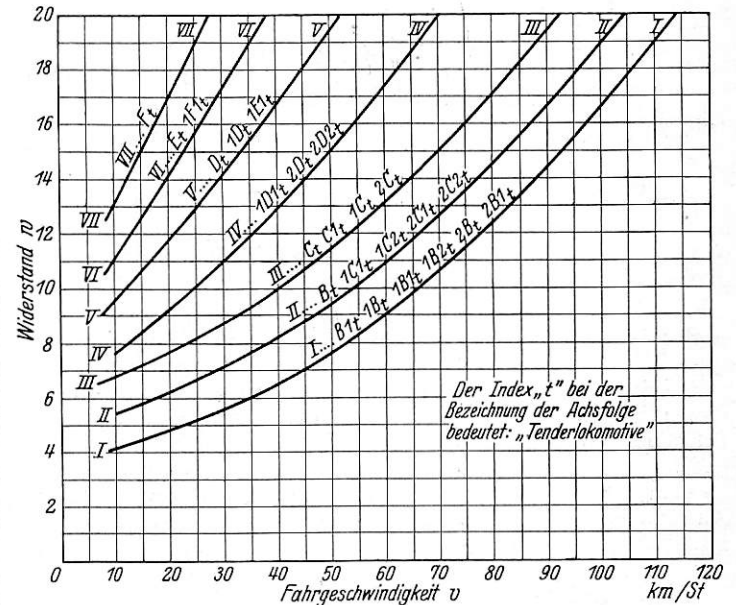


Abb. 2. Widerstandstafel für Tenderlokomotiven.

Widerstandsgleichungen und Zahlenwerte für Lokomotiven mit Schlepptender.

Pos.	Gilt für folgende Achsfolgen	Widerstandsgleichungen	Widerstand w in kg/t für folgende Geschwindigkeiten V in km/Std.											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I	1 B 1 B1 2 B 2 B1 2 B2	$w = 3,3 + 0,025 V + 0,0008 V^2$	3,6	4,1	4,8	5,6	6,6	7,7	9,0	10,4	12,0	13,8	15,8	17,8
II	1 C1 1 C2 2 C 2 C1 2 C2	$w = 4,2 + 0,031 V + 0,0008 V^2$	4,6	5,1	5,9	6,7	7,8	8,9	10,3	11,8	13,5	15,3	17,3	19,4
III	C 1 C	$w = 4,9 + 0,041 V + 0,0008 V^2$	5,4	6,0	6,9	7,8	9,0	10,2	11,7	13,3	15,1			
IV	1 D1 und 2 D (Schnellz.), 2 D1	$w = 4,8 + 0,084 V + 0,0008 V^2$	5,7	6,8	8,0	9,4	11,0	12,7	14,6	16,6	18,9	21,2	23,7	26,4
V	1 D1 und 2 D (Güterz.)	$w = 5,0 + 0,110 V + 0,0008 V^2$	6,2	7,5	9,0	10,7	12,5	14,5	16,6	18,9	21,4			
VI	D 1 D	$w = 5,7 + 0,132 V + 0,0008 V^2$	7,1	8,7	10,4	12,3	14,3	16,5	18,9	21,4	24,1			
VII	1 E 1 E1	$w = 6,1 + 0,168 V + 0,0008 V^2$	7,9	9,8	11,9	14,1	16,5	19,1	21,8	24,6	27,7			
VIII	E 1 F	$w = 6,7 + 0,208 V + 0,0008 V^2$	8,9	11,2	13,7	16,3	19,1	22,1	25,2	28,5	31,9			
IX	F	$w = 7,6 + 0,250 V + 0,0008 V^2$	10,2	12,9	15,8	18,9	22,1	25,5	29,0					

Widerstandsgleichungen und Zahlenwerte für Tenderlokomotiven.

Pos.	Gilt für folgende Achsfolgen (der Index „t“ bedeutet Tenderlokomotiven)	Widerstandsgleichungen	Widerstand w in kg/t für folgende Geschwindigkeiten V in km/Std.											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I	B _{4t} 1B _t 1B _{1t} 1B _{2t} 2B _t 2B _{1t}	$w = 3,8 + 0,028 V + 0,001 V^2$	4,2	4,6	5,5	6,5	7,7	9,1	10,7	12,4	14,4	16,6	19,0	21,6
II	B _t 1C _{4t} 1C _{2t} 2C _{1t} 2C _{2t} . . .	$w = 5,0 + 0,039 V + 0,001 V^2$	5,5	6,2	7,1	8,2	9,5	10,9	12,6	14,5	16,6	18,9	21,4	24,1
III	C _t C _{1t} 1C _t 2C _t	$w = 6,2 + 0,056 V + 0,001 V^2$	6,9	7,7	8,8	10,0	11,5	13,2	15,0	17,1	19,3	21,8		
IV	1D _{4t} 2D _t 2D _{2t}	$w = 6,4 + 0,124 V + 0,001 V^2$	7,7	9,3	11,0	12,9	15,1	17,4	20,0	22,7	25,7	28,8		
V	D _t 1D _t 1E _{1t}	$w = 7,6 + 0,188 V + 0,001 V^2$	9,6	11,8	14,1	16,7	19,5	22,5	25,7	29,0				
VI	E _t 1F _{1t}	$w = 8,3 + 0,269 V + 0,001 V^2$	11,1	14,1	17,3	20,7	24,3	28,0	32,0					
VII	F _t	$w = 9,6 + 0,350 V + 0,001 V^2$	13,2	17,0	21,0	25,2	29,6	34,2	39,0					

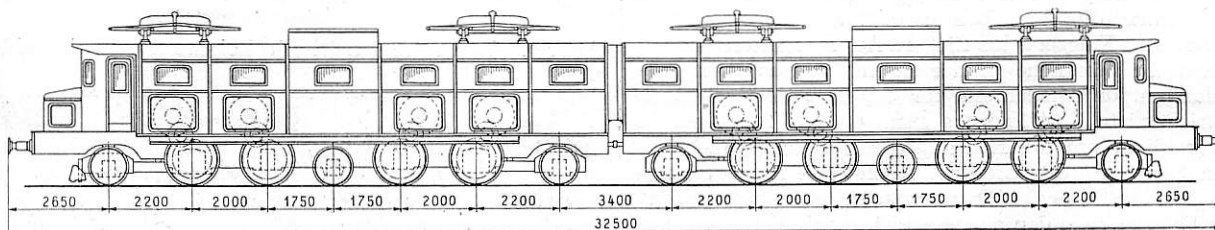
Bemerkung: Die Werte gelten für vollspurige Lokomotiven normaler Bauart (ohne Sondertriebwerke, Hohlachsen u. dergl.) und für mittlere Betriebsverhältnisse.

führten, die hier nunmehr, im Sinne des Verstorbenen, bekanntgegeben werden sollen.

In seiner Dissertation zergliedert Basch den Bewegungswiderstand der Dampflokomotive in den Laufwerks-, den Triebwerks- und den Luftwiderstand. Nach ausführlichen theoretischen Untersuchungen dieser Teilwiderstände und kritischen Betrachtungen über die in dem Fachschrifttum darüber veröffentlichten Werte und Untersuchungen, leitet schließlich Basch Formeln für den spezifischen Gesamtwiderstand verschiedener Lokomotivbauarten ab, die in den Schaubildern und Tafeln für Schlepptender- und Tenderlokomotiven wiedergegeben sind.

Hierzu sei besonders vermerkt, daß zur Berechnung des Gesamtwiderstandes der Lokomotive die angegebenen spezifischen Widerstände bei Schlepptender-Lokomotiven zu vervielfältigen sind mit dem Dienstgewicht der Lokomotive vermehrt um das Gewicht des Tenders bei halben Vorräten, dagegen bei Tenderlokomotiven mit ihrem Dienstgewicht bei vollen Vorräten.

Zum Nachweis der Brauchbarkeit seiner Formeln führt Basch in seiner Arbeit eine Reihe von Schaubildern und Tafeln an, in welchen neben anderweitig gefundenen verschiedenen Widerstandswerten die aus seinen Formeln errechneten Werte eingetragen sind.



Neuer Schnellzug-Lokomotivtyp 1B₀1 B₀1 + 1B₀1 B₀1 von 7200 PS Einstundenleistung für die Gotthardstrecke der S. B. B. Maßstab 1 : 200.

Schnellzuglokomotiven von 7200 PS Einstundenleistung für die Gotthardstrecke der S. B. B.

Die Schweizerischen Bundesbahnen haben für den Schnellzugbetrieb auf der Gotthardstrecke zwei schwere Doppellokomotiven vom Typ 1 B₀ 1 B₀1 + 1 B₀ 1 B₀ 1 in Auftrag gegeben, deren allgemeiner Aufbau aus obestehender Skizze ersichtlich ist. Von diesen beiden Lokomotiven, deren mechanischer Teil von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur geliefert wird, erhält die eine den bekannten Einzelachsantreib System Brown Boveri, während die andere, deren elektrische Ausrüstung der Maschinenfabrik Oerlikon übertragen worden ist, mit dem als „Universal-Antrieb“ bezeichneten Einzelachsantreib der Lokomotivfabrik Winterthur versehen sein wird. Die Hauptdaten dieser zweiten, mit 16 Motoren versehenen Lokomotive (siehe Abb.) sind die folgenden:

	einstündig	einstündig	dauernd
Motorenleistung a. d. Welle:	PS 7200	6560	6560
	kW 5300	4800	4800
entspr. Geschwindigkeiten km/h rd.	62	50	66,5
entspr. Zugkräfte	kg 31400	35400	26600
entspr. Belastungsnorm auf 27 ⁰ / ₀₀ t	600	750	
Gesamtes Übersetzungsverhältnis etwa	1:3,5		
Höchstzugkraft	6400 kg		
Höchstgeschwindigkeit	100 km ² /h		
Treibraddurchmesser	1350 mm		
Gewicht der elektr. Ausrüstung, einschl. Verdichter	109,5 t		
Gewicht des mechanischen Teils	123,3 „		
Dienstgewicht der Lokomotive	234 „		
Reibungsgewicht	rd. 156 „		
Mittlerer Treibachsdruk	19,5 „		
Mittlerer Laufachsdruk	13 „		

Die andere, in Gemeinschaft mit der A.-G. Brown Boveri zu liefernde Lokomotive hat laut einer in den „BBC-Mitteilungen“

vom Januar 1930 erschienenen Typenskizze an jedem Ende 100 mm weniger Überhang und einen um 300 mm geringern Abstand der mittleren Laufachsen, was die Gesamtlänge über Puffer auf 32,0 m herabsetzt. Ferner erhält sie nur acht Motoren, deren Achsen jeweils direkt über den Triebachsen liegen. Die Zugkraft wird einstündig zu 26000 kg, dauernd zu 24800 kg bei 65km/h bzw. 66km/h angegeben, die Stundenleistung aller Motoren zu 6640 PS, das Dienstgewicht zu 230,2 t, wovon 108,5 t auf die elektrische Ausrüstung entfallen werden.

Als interessante Neuerung bei diesen Lokomotiven ist zu erwähnen, daß im Gegensatz zu den bisherigen Lokomotiven die Steuerung auf der Hochspannungsseite des Transformators vorgesehen ist und in Form von stromlos arbeitenden Stufenschaltern und besonderem Funkenschalter in Anlehnung an die durch BBC für Spannungsregelung stationärer Transformatoren entwickelten Konstruktion durchgebildet sein wird. Diese Neuerung ergab sich als logische Konsequenz des Einzelachsantriebs, der zur Parallelschaltung aller Motoren zwingt und damit bei der für die Halblokomotive bis auf 3300 PS steigenden Stundenleistung infolge der sehr großen Ströme sehr schwerfällige Regulierapparate bedingt hätte. Beide Lokomotiven werden zudem für Energierückgewinnung nach System Oerlikon ausgerüstet.

(Schweiz. Bauzeitung 1930.)

D-Tenderlokomotive der süditalienischen Gebirgsbahnen.

In den gebirgigen Gegenden Süditaliens, und zwar in Calabrien und nördlich hiervon in der Basilicata besitzt die italienische Mittelmeerbahngesellschaft ein Netz von 227 km Gesamtlänge, das sich aus kurzen Strecken zusammensetzt, die kein einheitliches Ganzes bilden, sondern in den verschiedenen Provinzen der genannten Gebiete verstreut von den Staatsbahnlinien aus in entlegene Gebirgsgegenden führen. Die kürzeste dieser

Strecken ist 13 km, die längste 66 km lang. Es handelt sich um betriebstechnisch als sehr ungünstig anzusprechende Schmalspurstrecken (Spur 950 mm) in verhältnismäßig großer Höhenlage (durchschnittlich 500—600 m, höchster Punkt 863 m Seehöhe), die starke Steigungen und sehr scharfe Kurven aufweisen. Die durchschnittliche Neigung ist $40^{\circ}/_{00}$, die stärkste geht bis auf $60^{\circ}/_{00}$; der kleinste Krümmungshalbmesser ist 70 m. Trotz der vorgenannten ungünstigen Steigungsverhältnisse ist von der Anlage von Zahnradteilstrecken abgesehen worden, weil die klimatischen Verhältnisse (große Trockenheit) jener Gebiete den Reibungsbetrieb nicht beeinträchtigen.

Den durch die vorerwähnten Umstände gegebenen eigenartigen Betriebsverhältnissen auf jenen Bahnstrecken entspricht auch die besondere Lokomotivtype, die die Bahngesellschaft im Vorjahre eingeführt hat und sich auf ihren Gebirgsstrecken sehr bewährt hat.

Die Erbauer, die bekannten Ansaldo-Werke in Turin, entwickelten eine außerordentlich gedungen gebaute Lokomotive — Gesamtlänge zwischen Pufferenden nur 8,7 m — die gleichwohl die bedeutende Leistung von 700 PS hervorbringt. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, wurde die Beschränkung in der Länge des Kessels (Entfernung zwischen den Rohrwänden nur 2500 mm) durch ungewöhnliche Vergrößerung des Kesseldurchmessers (1570 mm) wettgemacht. Die Lokomotive wurde als D-Tenderlokomotive ausgebildet und hat ein Dienstgewicht von 45,8 t (Leergewicht 35 t), d. h. je Achse 11,45 t, das Gewicht je Pferdekraft ist also nur 65 kg. Die vier gekuppelten Räder haben einen Durchmesser von 900 mm; der Achsstand zwischen der ersten und vierten Achse beläuft sich auf 3300 mm, während im Hinblick auf die scharfen Kurven der feste Achsstand (erste und dritte Achse) nur 2200 mm beträgt. Aus dem gleichen Grunde besitzen die zweite und vierte Achse ein seitliches Spiel von 10 mm*).

Der Antrieb erfolgt auf die dritte Achse; durch diese Anordnung wurde eine größere Länge der Treibstange (2120 mm) ermöglicht. Die Steuerung ist die nach Heusinger.

Die ungewöhnliche Vergrößerung des Kesseldurchmessers bringt naturgemäß eine Erhöhung im Brennstoffverbrauch mit sich, ergibt aber eine schnellere Dampferzeugung, was bei den eigenartigen Betriebsverhältnissen bei diesen Gebirgsstrecken als besonderer Vorteil anzusprechen ist. Die Heizfläche beträgt 100 m^2 , der Arbeitsdruck 14 kg pro cm^2 und die Überhitzerheizfläche 26 m^2 . Der Überhitzer ist ein Schmidtscher Kleinrohrüberhitzer. Die Rostfläche beträgt 2 m^2 .

Die Tragfedern sind unter den Achslagern angebracht; je zwei Federn einer Seite sind durch Ausgleichhebel verbunden.

Einer besonderen Erwähnung bedarf die Reibungszahl, die nur 3,1 beträgt (Reibungsgewicht: größte Zugkraft). Letztere errechnet sich aus: Zylinderdurchmesser 550 mm, Kolbenhub 400 mm, Treibraddurchmesser 900 mm, zu 14,6 t am Zughaken. Auf diese zur Erzielung großer Zugkraft notwendige Reibungszahl konnte man, wie schon erwähnt, nur gehen infolge der beständigen Trockenheit, die in jenen Gegenden herrscht.

Wegen der schwierigen Steigungsverhältnisse wurden besonders sicher und schnellwirkende Brems- und Sandstreu-Vorrichtungen vorgesehen. Es sind vorhanden: eine automatische und eine unmittelbar wirkende Westinghouse-Bremse, eine vom Führerstand aus zu bedienende Handbremse; ferner eine Luftgedrucktremse nach „Riggenbach“. Die Bremsen greifen an jeder Achse an. Die SandstreuVorrichtung ist besonders aus-

*) Die Lokomotive hat also eine außerordentlich geringe geführte Länge bei weitausladenden Massen, was sich insbesondere bei Rückwärtsfahrt, wo eine verschiebbare Achse voranläuft in einer Neigung zu Entgleisungen bemerkbar machen dürfte. Allerdings berechnet sich der Halbmesser des Kreises, der durch die Räder nach voller Verschiebung der verschiebbaren Achsen gelegt wird, zu 120 m. Durchläuft die Lokomotive einen Bogen von 70 m, so wird trotz der Seitenverschiebung das äußerste Rad die Einschwenkung der Lokomotive in den Bogen übernehmen.

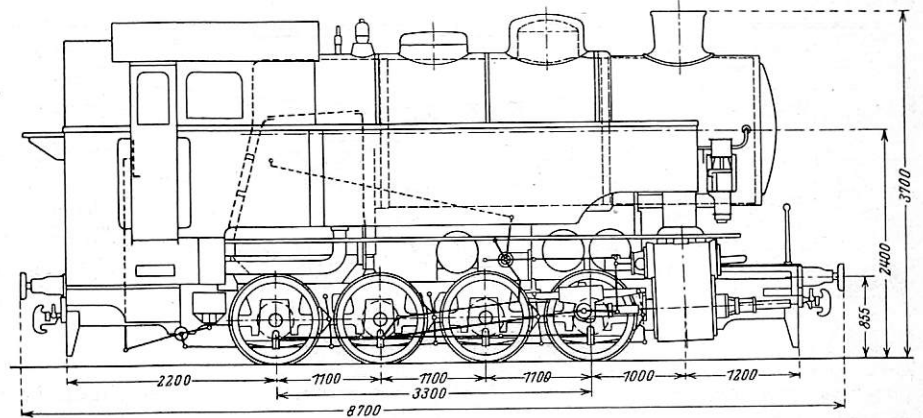
Die Schriftleitung.

gebildet (Luftdrucksandstreuor Borsig), an allen vier Achsen in beiden Laufrichtungen wirkend.

Die Wasserbehälter fassen 5 m^3 Wasser, der mitnehmbare Kohlenvorrat beläuft sich auf 1800 kg Kohle. Abél (Rom).

Versuche über Rauchniederschlag bei Lokomotiven.

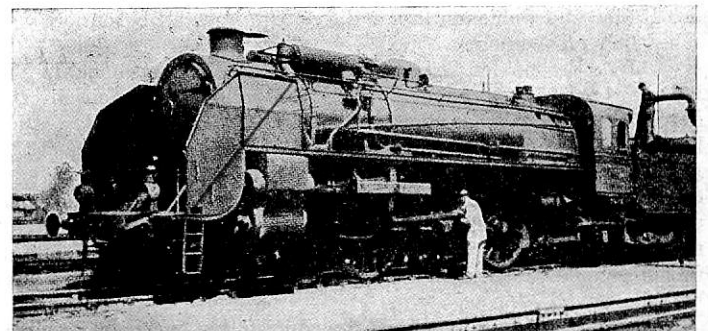
Die Orléans Eisenbahngesellschaft hat im April und Mai 1928 zusammen mit dem aerotechnischen Institut von Saint-Cyr an einer Modelllokomotive ($1/10$ natürlicher Größe) die Frage des Rauchniederschlages untersucht. Von vorneherein wurden alle Lösungen der Frage ausgeschieden, die etwa durch Änderungen am Blasrohr



D-Tenderlokomotive der italienischen Mittelmeerbahnen.

zu erreichen gewesen wären, weil man davon ausging, daß das Blasrohr nur nach der Forderung bester Zugwirkung zu bauen sei.

Die Untersuchungen am Modell wurden in der Weise durchgeführt, daß die Geschwindigkeiten des Windes und des Rauches geändert und die entstandenen Rauchbilder mittels Film aufgenommen wurden. Die Quelle enthält darüber eine Anzahl Abbildungen.

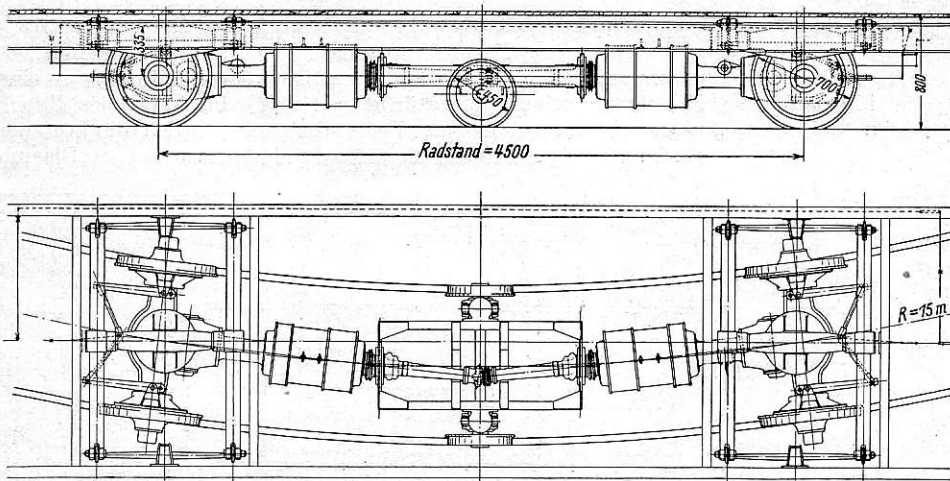


Günstigste Anordnung der Windleitbleche.

Zunächst zeigte sich, daß an dem in Fahrt befindlichen Lokomotivkörper selbst bei einem von vorne kommenden Wind sich nicht etwa einfache Windströmungslinien, sondern sehr verwickelte Stauungen und Wirbelungen ausbilden. Wenn der Rauch in diese Wirbel gerät, wird er festgehalten und behindert die Aussicht vom Führerstand. Zur Vermeidung des Rauchniederschlages gibt es also zwei Wege: entweder den Rauchabzug so hoch zu legen, daß der Rauch nicht mehr in den Bereich der Wirbel kommt oder die Lokomotivform so zu gestalten, daß sich die Strömungslinien in einer gewünschten Weise ausbilden können. An einer großen Zahl von Versuchen wurde sodann die Wirkung von Schirmen, Leitblechen und Kaminaufsätzen festgestellt. Auf Grund der Laboratoriumsversuche wurde im Juni 1928 eine Lokomotive der Bauart Pacific mit Windleitblechen ausgerüstet und die Rauchableitung im Betriebe beobachtet. Es bestätigten sich die Modellversuche vollkommen. Die Abbildung läßt die als günstigste erkannte Anordnung der Leitbleche, die der bei der Deutschen Reichsbahn üblichen sehr ähnlich ist, ersehen. Die Versuche ließen übrigens auch erkennen, daß die hauptsächlich durch den Vorwärereinbau verminderte Geschwindigkeit des Dampfaustritts die Rauchableitung ungünstig beeinflusst. Eb-

Neuerungen im Straßenbahnwagenbau.

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur hat ein dreiachsiges Untergestell (siehe Abb.)



Dreiachsiges Untergestell.

für Straßenbahnwagen entworfen und gebaut, das Ing. Buchli, Winterthur, in der „Schweizerischen Bauzeitung“*) in seinen Grundzügen behandelt.

Die beiden Triebachsen sind durch eine besondere Deichselkonstruktion mit dem Gestell der Mittelachse gelenkig verbunden und werden durch diese in den Kurven radial eingestellt und geführt. Da die Triebmotoren nicht parallel zur Achse, sondern senkrecht zu ihr stehen, dienen sie zugleich als Teil der Deichsel. Damit ist es möglich, einen Radstand von 4,5 m zu erreichen, ohne zu zwei zweiachsigen, teuren Drehgestellen greifen zu müssen. Das erhöhte Fassungsvermögen des Wagenkastens und die mit der Radialeinstellung der Räder in den Kurven verbundene Schonung der Räder und Schienen lassen dieses Untergestell besonders wirtschaftlich erscheinen.

Jede der beiden Triebachsen wird durch Zahnräder im Verhältnis 1:10,15 angetrieben. Die Enden beider Deichseln sind derart gelenkig miteinander verbunden, daß eine freie Beweglichkeit des Verbindungspunktes nach allen Richtungen gesichert ist. Der hiermit gegebenen Gefahr der Mittelachsentsgleisung kann durch entsprechende Bemessung der Mittelachsbelastung begegnet werden, die durch eine empirische Formel festgelegt ist. Zur Aufrechterhaltung des ruhigen Laufes in Krümmungen ist ein erfahrungsgemäß notwendiger Anschneidwinkel bei den Triebrädern beibehalten.

Die Städtische Straßenbahn Zürich hat noch Wagen mit zwei zweiachsigen Drehgestellen in Betrieb**). Auch hier sind die Triebmotoren senkrecht zur Achse angeordnet und liegen innerhalb des Drehgestellrahmens. Die mit diesem Drehgestell gemachten Betriebserfahrungen haben gezeigt, daß mit dieser Anordnung keine Beeinträchtigung der freien Kurvenbeweglichkeit des Wagens eintritt.

R-1.

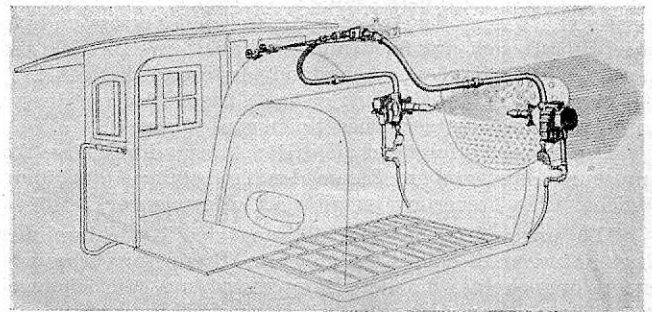
Bläser zum Reinigen der Feuerbüchsenrohrwand.

Die Vorrichtung, „Superior-Bläser“ genannt, soll die Ansammlung von Ruß- und Ascheteilen an der Feuerbüchsenrohrwand, vor allem bei langen Fahrten ohne Lokomotivwechsel, verhindern und damit das Säubern der Rohrwand auf den Lokomotivbahnhöfen überflüssig machen. Wenn die Rohrwand während der Fahrt immer sauber gehalten werden kann, so wird damit die Wärmeübertragung und zugleich der Wirkungsgrad des Kessels verbessert, manche Betriebsstörungen werden sich vermeiden lassen und auch die Ausbesserungsarbeiten in den Lokomotivschuppen werden zurückgehen.

Die Anordnung des Bläfers ist in der Textabbildung dargestellt. Er besteht in der Hauptsache aus zwei beweglichen Düsen, die etwa 90 cm hinter der Rohrwand in der Feuerbüchse

oder in der Verbrennungskammer auf beiden Kesselseiten so angeordnet sind, daß sie die ganze Rohrwand bestreichen können. Jede Düse für sich beherrscht etwa 60 % der Rohrwand, so daß selbst beim Ausfall einer Düse immer noch ein großer Teil der Rohreingänge freigehalten werden kann. Ein Teil des zu den Düsen strömenden Dampfes wird vorher in kleinen Turbinen dazu benützt, um den Düsen die erforderliche selbsttätige Bewegung zu geben. Der Heizer hat also beim Anstellen der Vorrichtung nichts zu tun, als das Dampfeinlaßventil zu öffnen. Die Düsen drehen sich dann von selbst und zwar so, daß sie sechs- bis achtmal in der Minute die ganze Rohrwand bestreichen.

Der Bläser ist ganz gekapselt; es wird dadurch verhindert, daß bei etwaigen Undichtheiten Dampf nach außen ausströmt und den Führer in der Sicht behindert. Die Düsen bestehen aus einem besonders hitzebeständigen Metall. Ein hinter der Düse sitzendes Gehäuse enthält die oben erwähnte kleine Turbine mit dem Bewegungsantrieb; es ist mit vier Schrauben an der Stehkesselseitenwand befestigt. Die Düsen ragen durch ein eingesetztes Rohrstück hindurch in den Verbrennungsraum hinein; es können hierfür gewöhnliche Heizrohre mit dem erforderlichen Durchmesser Verwendung finden. Die übrige Anordnung — Zuleitungsrohre und Anstellventil — ist aus der Textabbildung ersichtlich.



Bläser zum Reinigen der Feuerbüchsenrohrwand.

Der Bläser soll im Personenzugdienst am besten etwa alle 150 km mindesten 3 Minuten lang angestellt werden. Bei Güterzügen soll auf dieselbe Entfernung drei- bis viermal ausgeblasen werden.

Die Vorrichtung wird von der Rees Manufacturing Corporation in Pittsburgh hergestellt.

R. D.

(Railw. Age 1929, 2. Halb., Nr. 19).

Torfstaubeuerung auf schwedischen Bahnen.

In früheren Jahren wurde in Zeitschriften, auch im Organ*), über Torfstaubeuerung schwedischer Lokomotiven berichtet und es waren große Hoffnungen an diese Feuerung geknüpft. Bei dem allgemeinen Bestreben, vorhandene Torflager volkswirtschaftlich auszunützen, zogen die Versuche vielfach Aufmerksamkeit auf sich. Leider haben sich die Hoffnungen vor allem nach der wirtschaftlichen Seite, nicht bestätigt. Schon vor einigen Jahren enthielt der Jahresbericht der schwedischen Staatseisenbahnen die Bemerkung, daß die Torfstauffabrik der schwedischen Staatsbahnen im Hästhagenmoor in Vislanda nur mehr des Rufes und der Besucher halber noch im Betrieb gehalten werde. Jetzt hat der Reichstag die Stilllegung der Fabrik und den Verkauf von Boden und Einrichtung genehmigt. Doch soll die Fabrik noch bis Anfang 1932 arbeiten. Die Anlage war seit 1921 ununterbrochen im Betrieb zur Herstellung von Torfstaub für den Versuchsbetrieb auf der Strecke Falköping—Nässjö. Einschließlich Einrichtung von 18 Lokomotiven wurden 1,8 Millionen Kr. für die Anlage verausgabt. Die Anlage hat aber nur im Jahr des großen englischen Kohlenstreiks die reinen Betriebskosten gedeckt.

Dr. Saller.

*) Organ 1925, S. 213.

*) „Schweiz. Bauzeitung“, Bd. 95, Nr. 19 vom 10. Mai 1930.

***) „Schweiz. Bauzeitung“, Bd. 95, Nr. 21 vom 24. Mai 1930.