

Die Eisenbahntechnische Tagung.

Unter außerordentlicher Beteiligung, auch des Auslandes, fand vom 22. bis 27. September in Berlin die vom Verein Deutscher Ingenieure in engster Verbindung mit der Deutschen Reichsbahn veranstaltete Eisenbahntechnische Tagung statt. Beide Komponenten haben durch diese Veranstaltung wie durch die damit verbundene und in innerem Zusammenhang stehende Ausstellung in Seddin eine Tat vollbracht, aus der ein mächtiger Impuls für den Fortschritt im Eisenbahnwesen resultieren muß. Die Fülle der Fragen, die gegenwärtig auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens die Geister bewegen, die neuen Vorschläge und Anregungen, die sich Gestaltung suchend und um den Vorrang streitend drängen, mußten den Gedanken als ein dringendes Bedürfnis erscheinen lassen, sie nun in Reih und Glied aufmarschieren zu lassen und sich der Eisenbahnfachwelt vorzustellen, sei es in der Form von Plänen und Entwürfen, sei es in der fortgeschrittenen Form des bereits Wirklichkeit gewordenen Objekts.

Unter diesem Leitgedanken wurden die Schaffenden am Webstuhl der Eisenbahntechnik zusammengeführt, um zu sehen, wie aus ihrem Einzelschaffen ein einheitliches Muster auf dem Gewebe entstehe, klarzulegen, wie die Fäden zusammenlaufen und sich verschlingen. Dabei sollten, wie es in den Ankündigungen der Tagung hieß, vor allem die in die Zukunft weisenden Gesichtspunkte aufgezeigt werden.

Der Größe der Aufgabe, dem Ansehen und der Bedeutung der Veranstaltung, entsprach das Ausmaß und die Ausgestaltung der Tagung. In sechs Tagen wurden über 50 Haupt- und Sonderberichte über die verschiedensten Gegenstände gehalten, Probefahrten veranstaltet, Besichtigungen vorgenommen. Auch durch die wohlgelungene äußere Form wurde die Bedeutung der Tagung zum Ausdruck gebracht.

Die Ausstellung von Fahrzeugen, Eisenbahneinrichtungen und Eisenbahnbedarfsgegenständen aller Art in Seddin umfaßte mehr als 100 Lokomotiven und 120 Wagen. Modelle, Pläne und Entwürfe waren in der Technischen Hochschule in Charlottenburg ausgestellt.

Wir geben im nachfolgenden einen kurzen Abriss über die auf der Tagung gehaltenen Vorträge; eine ausführliche Veröffentlichung wird in einem vom V. D. I. herausgegebenen eigenen Sonderwerk*) erscheinen. Über die Ausstellungen werden wir eingehende Berichte von Fachmännern in nächster Zeit veröffentlichen.

Die Vorträge und Berichte seien im folgenden nach den drei Fachrichtungen des maschinentechnischen, bautechnischen und elektrotechnischen Fachgebietes geordnet. Dem maschinentechnischen Gebiet gehörten die Erörterungen über Bauart der Fahrzeuge und über das Werkstättewesen an, ihm waren im wesentlichen der Vormittag des ersten und fünften Tages, sowie der zweite Tag gewidmet. Die Gestaltung des Oberbaues, der Bahnhöfe, der Brücken usw. füllten den ersten Nachmittag und den letzten Vormittag. Die elektrische Zugförderung stand auf der Tagesordnung des vierten Tages. Einzelfragen aus den verschiedenen Gebieten wurden in den Abendstunden behandelt.

*) Es soll Ende November erscheinen und ist beim V. D. I. Verlag Berlin zum Preis von 20 M. zu beziehen.

Am dritten Tage wurde die Vortragsfolge durch die Vorführung einer hochinteressanten Bremsversuchsfahrt und den Besuch der Ausstellung in Seddin unterbrochen, weitere Probefahrten zur Vorführung der Telephonie vom fahrenden Zug aus sowie zur Besichtigung des elektrischen Stadtbahnbetriebs, fanden am letzten Tage statt.

Die Einteilung des Stoffes nach den drei Fachgebieten bedeutet keineswegs, daß das Interesse des Fachmannes nun ausschließlich auf sein Fachgebiet beschränkt sei. Im Gegenteil, es war das Verdienst der Tagung, daß sie die Möglichkeit gab, den Blick auf andere, benachbarte Fachgebiete zu lenken und die Zusammenhänge aufzuzeigen; die Technik ist ein zusammenhängendes Gebiet und nur die ungeheure Ausdehnung des Stoffes zwingt zu einer Arbeitsteilung. So standen auch alle Vorträge unter einem einzigen Leitgedanken: dem des wirtschaftlichen und technischen Fortschrittes des Eisenbahnwesens. Ein gerader Weg führt vom Großgüterwagen zur leistungsfähigeren und sparsameren Lokomotive — möge sie nun Turbo-, Diesel- oder elektrische Lokomotive heißen — zum vorzüglicheren Bremssystem, zum stärkeren Oberbau, zur besseren Einrichtung der Verschiebebahnhöfe. Freilich wird von den beiden Faktoren Wirtschaftlichkeit und technischer Fortschritt bei der jetzigen Lage der deutschen Reichsbahn der Nachdruck auf dem ersteren liegen und es muß darauf geachtet werden, daß der wirtschaftliche Fortschritt dem technischen scharf auf dem Fuße bleibt: ist das aber der Fall, dann wird nach den einleitenden Worten des Reichsverkehrsministers Öser die Entwicklung der Reichsbahn auch in der Folge nicht zum Stillstand kommen.

A. Fahrzeuge, Werkstättewesen.

Nach der Eröffnung der Tagung durch den Vorsitzenden des Vereins Deutscher Ingenieure Geheimrat Professor Klingenberg und der Ansprache des Reichsverkehrsministers hielt den ersten Vortrag Oberregierungsrat Laubenheimer über die Organisation des Massengüterverkehrs unter Verwendung von Großgüterwagen mit Schnellentladung. Die Einführung dieser Wagen kann die Überschüsse, die heute nur vom Güterverkehr erbracht werden, vermehren. Die Wirtschaftlichkeit im Verkehr verlangt, mit einer Mindestzahl von Fahrzeugen und Personal den größten Umsatz zu erreichen; dies führt zu einer Verminderung der Wagen bei gleichem Gesamtfassungsraum.

Die erhöhte Tragfähigkeit der Güterwagen beeinflusst die Zuglänge, die tote Last des Zuges, die Streckenleistung. Ein 1000 t befördernder Zug aus Großgüterwagen hat mit etwa 180 m nur etwa die halbe Länge eines aus 20 t-Wagen zusammengesetzten Zuges mit derselben Nutzlast. Das Verhältnis der Totlast zur Nutzlast wird wesentlich günstiger und sinkt von 49% beim 20 t-Güterwagen auf 30% beim Großgüterwagen. Der geringere Luftwiderstand des kürzeren Zuges und der geringere Reibungswiderstand in den Achslagern erniedrigt den Brennstoffverbrauch der Lokomotiven. Die Zusammendrängung der Last auf wenige Wagen gestaltet den Verkehr auf der Strecke dichter, vermindert die Unfallmöglichkeit und erleichtert die Streckenbewachung; Strecken- und Zugpersonal werden in geringerer Anzahl erforderlich. Die

Vorteile der Großgüterwagen werden durch die Selbstentladung und die durchgehende Druckluftbremse wesentlich erhöht. Durch die beschleunigte Be- und Entladung wird die Streckenleistung auf das $2\frac{1}{2}$ fache und bei Einrichtung mit durchgehender Güterzugbremse, verbunden mit gut federnder Mittelpufferkupplung, auf das 4 fache erhöht, da mit dieser die schwersten Güterzüge ohne Gefahr mit höherer Geschwindigkeit gefahren werden können.

Diese Großgüterwagen können sich derart in den Güterverkehr einschalten, daß man mit ihnen Massengüterzüge für Kohle, Koks, Erze, Sand als Pendelzüge in fester Verkehrsbeziehung laufen läßt und erst später freizügige Verwendung je nach Bedarf vorsieht. Bei den Pendelzügen darf man sich am Leerlauf nicht stoßen; im Minetteverkehr Lothringen-Saargebiet, wie in Oberschlesien, wo $2\frac{1}{2}$ Millionen t mehr aus- wie eingeführt werden, hat man gute Erfahrungen gemacht. Durch diesen Sonderverkehr werden die Verschiebeshöfe stark entlastet und eine beschleunigte Zugbildung erzielt. Auch gestattet die Selbstentladung und die Kürze der Wagen Verschiebung auf den Werkgleisen und Entladung auf den Werken selbst, womit der Reichsbahn Kosten erspart werden. Die Ausstattung der Wagen mit Rollenlagern macht die kleinen Werkrangierlokomotiven für ihre Verschiebung hinreichend. Dort wo auf den Bahnhöfen selbst besondere Einrichtungen für Be- und Entladung der Wagen zu schaffen sind, werden die Kosten hierfür durch Einsparungen an Betriebsanlagen infolge der geringeren Zuglängen eingebracht. Zur Einführung des Großgüterwagenbetriebs müsse Reichsbahn und Industrie zusammenarbeiten.

Diesem Vortrag schlossen sich die Ausführungen des Ministerialrats Staby über die Eisenbahnbremsen und ihre wirtschaftliche Bedeutung an. Staby besprach zunächst den Stand des Bremswesens und wies auf die Nachteile der Einkammerbremse bei langen Zügen hin. Nur die Güterzüge der Vereinigten Staaten hätten bisher durchgehende Güterzugbremsen, während die übrigen Staaten erst jetzt daran denken, sie in größerem Maßstab einzuführen. Die bekannten Mängel der Handbremsung wurden kurz berührt und dabei die Arbeiten des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen in der Bremsfrage ausführlich besprochen. Seit 1906 sind Versuche mit Güterzugbremsen durchgeführt worden. Für die Einführung kamen nach diesen Versuchen nur die Westinghouse- und die Knorr-Bremse in Betracht. Später wurde diese Bauart zu der Kunze-Knorr-Bremse erweitert, die die Eigenschaft einer stufenweisen Lösung besitzt. Ausführlich wurde erörtert, daß die Bremswirkungen um so sicherer und ruhiger verlaufen, je schneller sich die Bremsung über den ganzen Zug ausdehnt und je sanfter das Anziehen der Bremse stattfindet. Die Durchschlaggeschwindigkeit (Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Bremsdrucks) wurde für eine glatte, gerade Leitung von 26 mm Durchmesser und 775 m Länge zu 199 m/sek angegeben. Auf die gute Wirkung der Reibungspuffer zur Milderung des Rückstoßes wurde hingewiesen. Der Bremsweg bei 34% Bremsachsen und 40 km/Std. beträgt für die Kunze-Knorr-Bremse 300 m. Als höchste Verzögerung wird aus Sicherheitsgründen 1,5 m/sek gewählt. Für die Erzeugung der Bremsluft werden im Durchschnitt bei der Reichsbahn 300 kg Dampf auf 100 Fahrkilometer verbraucht, die entsprechend einem Kohlenpreis von 20 \mathcal{M} /t, etwa 0,86 \mathcal{M} kosten.

Schließlich wurden noch die außerordentlichen wirtschaftlichen Vorteile aufgezeigt, die die allgemeine Einführung der Luftdruckbremse für Güterzüge bringen würde. Es sind dies: Beschleunigung des Wagenverkehrs und vor allem Ersparnisse an Beamten. Diese Ersparnis an Bremsermannschaft ist so bedeutend, daß nach neun Jahren alle Ausgaben für die Einführung und Unterhaltung der Luftdruckbremse getilgt sind. Im zehnten Jahre tritt schon eine Ersparnis von 60 Mill. \mathcal{M}

ein. Am Schlusse wies der Vortragende auch auf die Arbeiten der Union internationale des chemins de fer hin.

Die wichtige Frage der Achslager der Eisenbahnfahrzeuge, in erster Linie der Wagen, wurde in zwei Vorträgen behandelt. Über Kugel- und Rollenlager und ihren großen Einfluß auf die Verminderung des Fahrwiderstandes sprach an Stelle des verhinderten Direktors Albert aus Crefeld, Oberregierungsbaurat Laubenheimer. Oberregierungsbaurat Erich Schulze führte aus, daß auch mit dem Gleitlager eine wesentliche Verminderung der Widerstände zu erreichen sei, so daß es mit dem Wälzlager an den Stellen, wo hoher Anfahrwiderstand in Kauf genommen werden kann oder erwünscht ist, mit Erfolg in Wettbewerb treten kann, wenn die Voraussetzungen für eine richtige Ölfilmbildung und -erhaltung durch eine zweckdienliche Konstruktion, durch Wahl des geeigneten Baustoffes, durch Verwendung eines besonders herzustellenden Schmierstoffes und durch richtige Durchbildung der Schmierstoffzuführung geschaffen werden.

An Hand einer größeren Anzahl von Beispielen aus dem praktischen Betrieb wurde erläutert, unter welchen Bedingungen die Gleitlager an Eisenbahnfahrzeugen laufen müssen, und in welchem Umfang die Gleitflächen verschleifen. Mit zunehmender Abnutzung der Gleitflächen wird der Lauf eines Fahrzeugs unruhig und ungenau. Es treten Stöße auf, die zu Brüchen und Verbiegungen führen. Die heute ausgeführten Nachstellvorrichtungen bergen vielfach die Gefahr einer Veränderung der Stichtmisse in sich. Es wurde besprochen, welche Faktoren auf den Lauf und die Haltbarkeit einer Lagerstelle Einfluß haben, und in welcher Weise die bisher bekannten Eigenschaften und Eigenarten der Baustoffe für die Verwendung des Gleitlagers zu bewerten sind. Der Stoffkunde fällt die Aufgabe zu, die Beanspruchung und das Verhalten der einzelnen Stoffe beim Gleiten zu studieren. Für das Studium aller mit der Lagerfrage zusammenhängenden Punkte hat die Deutsche Reichsbahn ein besonders für diese Zwecke eingerichtetes Versuchslab in Göttingen mit Prüfständen und Untersuchungsmaschinen aller Art errichtet.

Die Eigenschaften der bisher verwendeten Schmierstoffe sind für die schwierigen Betriebsverhältnisse der Eisenbahn durchaus nicht befriedigend. Dem Öllieferanten fällt die Aufgabe zu, einen Schmierstoff herzustellen, der bei den vorkommenden Kältegraden noch die nötige Dünnschichtfähigkeit hat und bei den höheren Wärmegraden noch tragfähig genug bleiben muß, um die flüssige Reibung im Gleitlager zu ermöglichen. Wichtig ist endlich das Studium der Frage, in welcher Weise und an welcher Stelle der Schmierstoff dem Gleitlager zugeführt werden muß. Die von der Deutschen Reichsbahn eingeleiteten Versuche mit mechanischen Schmiervorrichtungen für die Wagenachslager bilden den Anfang auf dem Wege zur Vervollkommnung der Ölfilmbildung.

Die für wirtschaftliche Herstellung der Eisenbahnwagen wie für ihre Ausbesserung so wichtige Frage des »Vorrats- und Austauschbaus« behandelte Oberregierungsbaurat Klein*). Vorrats- und Austauschbau verringert die Herstellungs- und Ausbesserungskosten durch die Möglichkeit der Massenanfertigung, durch Vermeidung der Pafsarbeit beim Zusammenbau, durch Abkürzung der Herstellungs- und Ausbesserungszeiten. Einer Vorbedingung für den Austauschbau, der Vereinheitlichung der Bauart, wird durch die Einführung von Einheitsgüter- und Einheitspersonenwagen Rechnung getragen, nachdem schon der vor 15 Jahren ins Leben getretene Deutsche Güterwagenverband in dieser Richtung gearbeitet hat. Allerdings zeigen die Einheitsgüterwagen, rund $\frac{4}{7}$ des gesamten Güterwagenparks der Deutschen Reichsbahn, noch 100 verschiedene Bauarten. Eine weitere Vorbedingung ist die Normung. Hier

*) Siehe hierzu den Aufsatz in Heft Nr. 37 Seite 965 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.

hat der Normenausschufs der Deutschen Industrie (N. D. I.) und der diese Normen für den Wagenbau im besonderen behandelnde Allgemeine Wagennormenausschufs (Awana) bereits fruchtbare Arbeit geleistet. So ist die Zahl der im Wagenbau zu benützenden ungleichschenkligen Winkeleisen von 87 auf 13 (für Wagen der D. R. B.) herabgesetzt worden. Hölzer werden nur noch in 21 statt 24 Breiten (im rohen Zustand) geführt. Im bearbeiteten Zustand waren früher sogar 52 verschiedene Maße verwendet, jetzt sind es ebenfalls nur 21. Auch die Holzverbindungen wurden normalisiert, wodurch die Zahl der Werkzeuge hierfür abgemindert wurde. Zum Austauschbau genügt es jedoch nicht, die Grund(Nenn-)maße festzulegen, es müssen bei den unvermeidlichen Herstellungsfehlern auch die zulässigen Abweichungen (Abmaße) festgesetzt werden, wozu die Arbeiten des N. D. I. ebenfalls die Unterlage lieferten (Passungsnormen). Von den zwei Passungssystemen Einheitsbohrung und Einheitswelle hat sich die D. R. B. wegen der geringeren Anzahl Werkzeuge und Lehren für ersteres entschieden. Als Zahl der Gütegrade der Passungen (nach N. D. I. im ganzen 22) wurden nur 8 angenommen, denen noch die »großen Spiele«, entsprechend den besonderen Bedürfnissen des Eisenbahnwagenbaues, angefügt wurden. Die Nietlochentfernungen, denen für den Zusammenbau eine besondere Bedeutung zukommt, müssen auf eine Grundkante bezogen sein und dürfen nur ein Abmaß von $\pm 0,5$ mm aufweisen. Diese Forderung setzt voraus, daß in weitgehendem Maße von Bohrschablonen Gebrauch gemacht wird, wie sie z. B. in der Ausstellung der Technischen Hochschule in Charlottenburg für Pufferbohlen usw. zu sehen waren.

Der Austauschbau hat seine erste Anwendung bei 120 offenen 20 t-Güterwagen gefunden. Außerdem wurde der Austauschbau eingeführt bei den Lagerschalen und Gehäusen der Güterwagenachslager, wo infolge der vielen Abweichungen und des hierdurch erforderlichen unwirtschaftlichen Nacharbeitens ein besonderes Bedürfnis vorlag.

Auf dem Gebiet der Triebwagenfrage begegnete besonderem Interesse der Vortrag von Regierungs- und Baurat Fleck, der über die Verwendung von Sauggasmotoren für diese Wagen wie für kleinere Lokomotiven sprach. Gegen die Verwendung von Sauggasanlagen trug man bisher Bedenken, weil die bei ortsfesten Anlagen erprobten Generatoren wegen der stark wechselnden Belastungen nicht ohne weiteres anwendbar sind, dann auch wegen der Mitführung eines Wasservorrats. Der Firma Julius Pintsch ist es jedoch nach langjährigen Versuchen gelungen, einen für Eisenbahnfahrzeuge brauchbaren Generator herauszubringen. Das Mehrgewicht durch die Gaserzeugungsanlage und den Wasserbehälter gegenüber Benzolantriebsmotor beträgt bei einem Triebwagen von 22 t Gewicht nur 700 kg, ist also nicht von Bedeutung. Der Kohlenverbrauch wurde bei Versuchen zu 1,2 kg/km gefunden, was gegen Dampftrieb eine erhebliche Ersparnis bedeutet. Auch wenn die höheren Unterhaltungskosten in Betracht gezogen würden, sei immer noch im wirtschaftlichen Gesamtergebnis eine Ersparnis bis zu 50 v. H. gegenüber Dampf- und von 25 bis 30 v. H. gegenüber Benzolbetrieb vorhanden. Die in Seddin von der Deutschen Eisenbahnbetriebsgesellschaft ausgestellten Fahrzeuge mit Sauggasbetrieb wurden vom Vortragenden ausführlich beschrieben.

Daß auch auf dem Gebiet des Eisenbahnrades, dieses Grundbauelementes und Wahrzeichens des ganzen Eisenbahnwesens, noch nicht alle Anschauungen zu einem Ausgleich gekommen sind, zeigte der Bericht des Hofrats Rucker-Wien über das Hartgußrad und seine Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb. Es besteht hier — ebenso wie z. B. auch in der Frage des Baustoffes der Feuerbüchsen der Lokomotiven — eine diametral entgegengesetzte Stellungnahme bei den amerikanischen und den europäischen Bahnen. Während in

Amerika fast ausschließlich das Hartgußrad herrscht — es laufen dort 26 Millionen in einer hinsichtlich Belastung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsung gänzlich unbeschränkten Verwendung —, wird das Hartgußrad in Europa, von einigen Ausnahmen abgesehen, nur in sehr untergeordnetem Maße verwendet. Durch die T. V. (§ 65) wird im Gebiet des V. d. E. seine Verwendung auf Güterwagen ohne Bremse und Züge mit einer Geschwindigkeit von nicht über 50 km Std. beschränkt. Der Vortragende erklärt diese Abneigung gegen das Hartgußrad für unbegründet, nachdem durch die Fortschritte in der Gießereitechnik die Herstellung einwandfreier Räder gewährleistet sei, die Erfahrungen in Amerika wie auch die zahlreichen Untersuchungen des Baustoffes hinsichtlich der Sicherheit günstig seien und das Hartgußrad in wirtschaftlicher Hinsicht dem Rad mit aufgezogenem Reifen überlegen sei. Die in Amerika vorkommenden Schäden führt der Vortragende auf zu hohen Phosphor- und Schwefelgehalt zurück, der aber bei sorgfältiger Herstellung vermeidbar sei. Die Beherrschung der Herstellungstechnik sei so genau, daß sich die Härtetiefen (im allgemeinen 9 mm) auf den Millimeter genau festlegen ließen. Das Hartgußrad nützt sich im Betrieb erst nach außerordentlich langer Betriebsdauer ab, die Wagen müssen daher viel seltener außer Dienst gestellt werden, Abdrehen der Räder, Aufziehen neuer Reifen entfällt. Angezeigt wäre vielleicht gewesen, wenn der Vortragende auf die Frage der Abnutzung der Schienen durch die harten Stahlgußräder eingegangen wäre.

Einen Brennpunkt der Tagung bildete die Vortragsreihe, die der Wärmewirtschaft und den Konkurrenten auf diesem Gebiet: der verbesserten Kolbenlokomotive, der Turbo- und der Diesellokomotive gewidmet war. Regierungsaurat Wagner berichtete in seinem Vortrage »Wege zur wärmetechnischen Verbesserung der Lokomotive« über den derzeitigen Stand jener Arbeiten, die darauf abzielen, den thermischen Wirkungsgrad der Dampflokomotiven zu erhöhen. Darnach können für die heute bekannten Bauarten umstürzende Neuerungen nicht mehr erwartet werden. Dagegen ist durch sorgfältige Ausbildung der Einzelglieder, die den wärmetechnischen Prozeß der Lokomotive verwirklichen, der Wirkungsgrad noch zu heben. Verbundwirkung, Dampfüberhitzung und Vorwärmung des Speisewassers durch den Maschinenabdampf stehen bereits in voller Anwendung. Hierzu kommt neuerdings das Bestreben, die Wärme der Abgase zur Vorwärmung des Speisewassers auszunutzen. Die Kohlenstaubfeuerung, die Verbrennung von Stein- und Braunkohlenhalbkoks anstatt der Rohkohle mit ihren erst bei der Verkokung zutage tretenden Schätzen, die Vorwärmung der Verbrennungsluft stehen bei uns erst auf der Stufe des Versuchs. Um die Vorteile der Kondensation auch für die große Zahl der im Betrieb stehenden Auspufflokomotiven nutzbar zu machen, wird zur Zeit ein Entwurf bearbeitet für einen Abdampf-Turbinentender, der eine mit Kondensation arbeitende Abdampfturbine und gekuppelte Achsen erhält*).

Daß auch die neuesten Fortschritte auf dem Gebiet des Hoch- und Höchstdruckdampfes in ihrer Anwendung auf den Lokomotivbau nicht unbeachtet bleiben, geht aus der Mitteilung des Vortragenden hervor, daß zur Zeit eine Schnellzugmaschine auf Betrieb mit Hochdruckdampf von 60 at und Niederdruckdampf von 14 at umgebaut wird. Die mit Hochdruckdampf betriebene Kondensationsturbinenlokomotive, für welche ebenfalls zur Zeit ein Entwurf aufgestellt wird, schließt zunächst die Aussicht auf die fernere Entwicklung im Lokomotivbau ab. Nach der Ansicht des Berichters wird eine solche Lokomotive den Wettkampf mit der Öllokomotive sehr wohl aufnehmen können.

Der Vortrag »Dampfturbinenlokomotiven mit Kondensation« von Dr. Lorenz, Essen, brachte eine ein-

*) Siehe Heft 7, Seite 141.

gehende Besprechung der jetzt im Vordergrund des Interesses stehenden Turbolokomotiven*). Ausgehend von den konstruktiven Beschränkungen, besonders hinsichtlich des Gewichtes und des Raumes, die der Einführung des Kondensationsbetriebs bei Kolbenlokomotivmaschinen entgegenstehen, entwickelte der Vortragende die Grundsätze für den Bau von Turbinenlokomotiven und zeigte ihre Anwendung bei den Bauarten von Zoelly-Krupp, Ljungström und Ramsay. Der Aufbau der Turbinenlokomotiven wird in erster Linie beeinflusst von der Wahl der Kondensationseinrichtungen. Während Ljungström einen luftgekühlten Kondensator wählt, ordnet Zoelly-Krupp einen wassergekühlten Oberflächenkondensator an, dessen Kühlwasser in einem Verdunstungskühler auf dem Tender zurückgekühlt wird. Demzufolge dient bei Ljungström das vordere Fahrzeug lediglich als Kesselfahrzeug, während das hintere die Turbinen mit dem luftgekühlten Kondensator trägt. Bei der Zoelly-Krupp-Lokomotive dagegen trägt der Tender die ziemlich umfangreiche Rückkühlanlage und das vordere Fahrzeug die Antriebsturbinen, Oberflächenkondensatoren und Pumpen. Das Speisewasser wird bei Ljungström stufenweise durch den Abdampf der Hilfsmaschinen vorgewärmt, bei Zoelly-Krupp wird es durch Abdampf- und Rauchgasvorwärmer geführt. Bei der Ljungströmlokomotive wird auch die Verbrennungsluft durch die Rauchgase vorgewärmt. Die Kohlenersparnis gegenüber der heutigen Kolbenlokomotive berechnet der Vortragende zu 30%. In der Anwendung von Hochdruckdampf und Zwischenüberhitzung liegen bereits weitere Verbesserungsmöglichkeiten für die noch kaum erschienene Turbinenlokomotive.

Großem Interesse begegnete auch der Bericht von Prof. Lomonosoff, Moskau, über Thermolokomotiven, denn eine nicht geringe Zahl von Lokomotivfachleuten sieht in der Diesellokomotive die Lokomotive der Zukunft. Lomonosoff führte in seinem von Dr. Mrongowius verdolmetschten Bericht aus, daß die Schwierigkeit in der Herstellung einer betriebsbrauchbaren Thermolokomotive vor allem in der Frage der Übertragung zwischen Dieselmotor und den Rädern liegt. Vier Übertragungsarten, die elektrische, die hydraulische, die Zahnrad- und die Druckluftübertragung, werden angewendet, aber die günstigsten Ergebnisse sind bis jetzt mit der elektrischen Übertragung erzielt worden. Daher wird auch die von Rußland bei der Maschinenfabrik Eßlingen bestellte Diesellokomotive mit dieser Übertragung ausgerüstet. Diese Lokomotive mit einer Leistung von 1200 PS wurde nun im Vortrag eingehend besprochen. Die Ergebnisse der Prüfung der Lokomotive auf dem ebenfalls von Rußland bei der Maschinenfabrik Eßlingen bestellten Prüfstand ergaben, daß der thermische Wirkungsgrad etwa 25 v. H. beträgt, also um ein beträchtliches größer ist als der thermische Wirkungsgrad der heutigen Kolbenlokomotive mit etwa 7 v. H. und der Turbinenlokomotive mit etwa 12–15 v. H.

Der Bericht weist darauf hin, daß Dank der elektrischen Übertragung die Regelung seiner Diesellokomotive feinstufiger und elastischer sei als die der Dampflokomotive.

In der Diskussion sprach Prof. Behr-Breslau über die neue von den Linke-Hoffmann-Werken in Ausführung genommene Öllokomotive mit Flüssigkeitsübertragung, die der Fertigstellung nahe sei und gute Brauchbarkeit verspreche.

Über die neuerdings bei europäischen Bahnen zur Erwägung stehenden Frage der Kohlenstauffeuerung berichtete auf Grund eines von Caracristi New York verfaßten Vortrags Regierungsbaurat zur Nedden. Die Frage der Lokomotiv-Kohlenstauffeuerung wurde in den Vereinigten Staaten in den ersten Kriegsjahren durch eingehende Versuche, die durchschlagende Erfolge hatten, geklärt. Die daraufhin ins Auge

gefaßte weitgehende Einführung dieser Feuerungsart unterblieb jedoch, zuerst wegen des Krieges, dann wegen der erhöhten — nicht durch den Brennstoff verursachten — Betriebsunkosten und der Schwierigkeiten der Kapitalbeschaffung. Für den Kohlenverbrauch ergaben die Vergleichsversuche zwischen zwei Lokomotiven gleicher Bauart bei Stauffeuerung einen Minderverbrauch von rund 10% (bezogen auf die gleiche Kohlen-sorten) und eine starke Steigerung der Verdampfung, hervorgerufen durch die vollkommene Verbrennung. Dazu kommen die weiteren Vorteile der Verkürzung der Anheizzeit, Fortfall eines Restfeuers nach der Fahrt, schnelle Anpassung an die jeweils geforderte Leistung, Fortfall der schweren Heizerarbeit, geringere Kosten für Entfernung der Verbrennungsrückstände, längere Streckenleistungen. Nachteile sind die Schlackennesterbildung an der hinteren Rohrwand (bei Versuchen verschlackten bis zu ein Viertel der Heizrohre), vor allem aber die hohen Unterhaltungskosten der feuerfesten Ausmauerung der Feuerbüchse.

Weitere Vorträge galten der erst in neuerer Zeit in ihrer wirtschaftlichen Wichtigkeit erkannten Kleinarbeit, die für wirtschaftliche Herstellung und billige Instandhaltung der Fahrzeuge zu leisten ist. Ministerialrat Fuchs sprach über Normung, Typisierung und Spezialisierung im Lokomotivbau. Er erläuterte zunächst die einzelnen Begriffe, wies auf die etwa die Hälfte der gesamten Zugförderungskosten betragenden Aufwendungen für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals der Lokomotiven und für deren Unterhaltung hin und ging sodann auf die Möglichkeit ein, diese Kosten herabzumindern. Durch die Verwendung gleichartig durchgebildeter Bauteile bei möglichst vielen Lokomotivbauarten und möglichst gleicher Bauteile auf beiden Lokomotiveiten kann die Herstellung und die Instandhaltung der Lokomotive wesentlich verbilligt werden. Der Vortragende berichtet über die Arbeit, die in dieser Richtung im allgemeinen und im engeren Lokomotivnormenausschuß Alna und Elna geleistet wurde und bespricht die Entwürfe für die Einheitslokomotiven der deutschen Reichsbahn, die von dem Vereinheitlichungsbüro einer Gemeinschaft von Lokomotivfabriken durchgebildet werden. Darnach soll es später nur noch vier Hauptgattungen von Lokomotiven geben: eine 2 C 1 Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, eine 1 D 1 Dreizylinder-Personenzuglokomotive, eine 1 E 1 Dreizylinder-Güterzuglokomotive und eine 1 E 1 Dreizylinder-Tenderlokomotive für Güterzüge.

Über Vorrats- und Austauschbau bei Lokomotiven sprach Oberregierungsbaurat Ilgen. An Hand von Zahlen und Bildern wies er die großen wirtschaftlichen Vorteile nach, die der Vorrats- und Austauschbau für die Herstellung und vor allem für die jetzt so teure Instandhaltung der Lokomotiven bringt. Vorbedingung für die restlose Durchführung von Vorrats- und Austauschbau ist die Schaffung von Einheitsbauarten und die Normung ihrer Einzelbauteile. Aber auch an den schon vorhandenen Lokomotiven lassen sich eine Reihe von Normungsarbeiten durchführen, die Vorteile in der Herstellung und in der Lagerhaltung von Ersatzstücken, und durch kürzere Ausbesserungszeiten bringen werden. Für die vorhandenen Lokomotiven sowohl als auch für neuzubauende müssen die »Dinorm«-passungen zur Anwendung kommen. Die austauschbare Fertigung ist nur mit ihrer Einführung möglich. Die Durchführung von Vorrats- und Austauschbau bedeutet eine Wende in der bisherigen Art der Lokomotivstandhaltung.

Wie bei den Vollbahnen so sind auch bei den Kleinbahnen Bestrebungen nach Normalisierung und Austauschbau im Gange, worüber Regierungsbaurat Semke berichtete: In Anlehnung an die vorhandenen Oberbauformen sind für Bahnen mit 6 t und 7 t Raddruck je drei Lokomotivformen festgelegt worden, nämlich eine C Lokomotive für 30 km Höchstgeschwindigkeit,

*) Siehe Heft 1, Seite 1.

eine 1 C Lokomotive für eine Geschwindigkeit über 30 km und eine D Lokomotive, letztere für schwere Züge und geringe Geschwindigkeiten. Die Lokomotiven sind sowohl für Nafsdampf wie für Heißdampf durchgebildet.

Besondere Aufmerksamkeit beanspruchte der Bericht von Seley-Chicago, Flufseiserne Feuerbüchsen. Ausführliche Angaben über Baustoff, Bauart und Bewährung der flufseisernen Feuerbüchsen ließen keinen Zweifel darüber, daß die Amerikaner diese Frage, die auch bei uns jetzt wieder aufgegriffen wird, in einer bei den amerikanischen Betriebsverhältnissen befriedigenden Weise gelöst haben. Für die Erhaltung der Brauchbarkeit solcher Feuerbüchsen ist die Art der Lokomotivverwendung im Betriebe, die in Amerika anders gehandhabt wird wie bei uns, von größter Wichtigkeit. Diese Tatsache wurde auch in der Diskussion von Prof. Lomonosoff besonders hervorgehoben. Oberregierungsbaurat Fuchsel schloß an den Bericht von Seley seine eigenen Gedanken in der Frage der eisernen Feuerbüchsen an, die darin gipfelten, daß auch bei uns die Verwendung solcher Feuerbüchsen technisch möglich und wirtschaftlich vorteilhaft sein müßte*).

Diplom-Ingenieur Lösel, Brünn, erläuterte in dem Vortrag »die Hochdruckturbine und ihre Bedeutung für den Lokomotivbau« die von ihm entworfene Hochdruckturbine Bauart »Brünn« in Bauart, Wirkungsweise und Brennstoffausnutzung. Darnach ist durch Steigerung von Druck und Temperatur und entsprechende Gestaltung der Einzelteile erreicht, daß der Kohlenverbrauch für die PS/Std. unter der Hälfte der heute üblichen Werte liegt. Das Verhältnis von Leistung zu Gewicht ist sehr günstig, so daß ohne Schwierigkeiten Turbinen bis zu 4000 PS auf die Lokomotiven aufgebaut werden könnten, wodurch die Leistungsgrenze der Dampflokomotiven um ein beträchtliches Stück verschoben wird. Die der Turbolokomotive anhaftende Belastung durch zahlreiche Hilfseinrichtungen gestaltet sich dadurch wesentlich günstiger. Günstig sei auch ihre Regelung, die gestattet, daß die Lokomotive auch bei geringer Belastung noch wirtschaftlich arbeitet.

Einen fesselnden Überblick über die neuzeitlichen Lokomotiven der österreichischen Bundesbahnen gab Direktor Steffan der Lokomotivfabrik der österreichischen Staatseisenbahngesellschaft. Neben dem allgemeinen Aufbau der Lokomotiven wurden auch bemerkenswerte Einzelteile wie der »Dabeg«-Vorwärmer behandelt sowie die Bestrebungen der österreichischen Bundesbahnen auf Hebung der Wirtschaftlichkeit besprochen.

Dem **Eisenbahnwerkstättewesen**, diesem für die ordnungsmäßige Instandhaltung der Eisenbahnfahrzeuge und damit für die störungsfreie Abwicklung des Eisenbahnbetriebs so wichtigen Gebiet, das aber auch hinsichtlich seines Anteils an den Ausgaben des Eisenbahnunternehmens eine wesentliche Rolle spielt, war eine besondere Vortragsreihe gewidmet.

Geheimrat Kühne gab in klarer Darstellung einen Überblick über die Maßnahmen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bei der Instandsetzung von Fahrzeugen der D. R. B. Die Betriebsführung wurde von der alten Meisterorganisation auf die wissenschaftliche Betriebsführung umgestellt. Die Zusammenfassung der früheren Werkstättenämter in Eisenbahnausbesserungswerke ergibt die Verantwortung der Werkdirektoren für die Einheitlichkeit der Leitung. Die Verringerung der Zahl der von einem Werk zu unterhaltenden Fahrzeugbauarten verbesserte die Gedingearbeit, verkleinerte die Stofflager und ermöglichte erst Vorrats- und Austauschbau unter gleichzeitiger Normung. Auch die Betriebswerke müssen sich planmäßig auf Austauschbau umstellen und die Bearbeitung von Einzelteilen möglichst

einschränken. Die getroffenen Maßnahmen führten bereits zu wesentlichen Verkürzungen der Ausbesserungszeiten; so werden innere Untersuchungen von Lokomotiven in gut geleiteten Werkstätten bereits heute in 30 bis 40 Tagen gemacht. Besonders notwendig ist die Durchbildung der Arbeitsprüfung wegen des Austauschbaues und der sorgfältig typisierten neuen Fahrzeuge. Zeitaufnahmen haben überall zu einer Herabsetzung der Stückzeiten geführt. Das Förderwesen wurde genormt, nicht nur für die Werkbetriebe, sondern auch für den Stations- und Güterdienst. Die Förderung erfolgt nach Fahrplänen. Die Zahl der Förderarbeiter wurde wesentlich vermindert, die Förderkosten konnten durchschnittlich um 60% herabgesetzt werden. Ganze Maschinengruppen, ja ganze Betriebe, wurden verlegt, um günstigere Förderwege zu erzielen. Die Stoffwirtschaft wurde auf neuer Grundlage entwickelt, Sortenkarteien wurden eingeführt, die Altstoffe werden planmäßig bewirtschaftet. Die Stoffbehandlung in den Schmieden, Gießereien usw. wurde in die Hände wissenschaftlich geschulter Leute gelegt und wird in ständiger Berührung mit Industrie und Wissenschaft weiter vervollkommen. Die Energiewirtschaft fand gebührende Beachtung. Für den Gang der Wiederherstellung der Fahrzeuge wurden Arbeitsdiagramme ausgearbeitet.

Oberregierungsbaurat Martens behandelte den Gedanken der Großfertigung in Eisenbahnwerkstätten, der darin gipfelt, daß in weiterer Auswirkung des Vorrats- und Austauschbaues eine Reihe von Teilen für einen großen Bereich in wenigen Spezialwerken herzustellen wären, die infolge der Massenanfertigung und besonderer Einrichtung diese Herstellung in wirtschaftlichster Weise vornehmen können.

Eine wichtige Spezialfrage für die Eisenbahnwerkstätten, die Lokomotivvermessung, behandelte Direktor Bafslar. Nicht nur der Verschleiß der Teile, wovon wiederum die Laufzeit der Lokomotiven von einer Ausbesserung zur anderen abhängt, sondern auch der mechanische Wirkungsgrad, der Gang der Lokomotive, hängen von einem sorgfältigen, auf genauen Messungen beruhenden Zusammenbau der Teile: der genauen Lage und Gestalt der Achsen, ihrer Kurbeln und Gegenkurbeln, der Zylindermittellinien usw. ab. Der Vortragende schilderte die zu solchen Messungen geeigneten Verfahren und Einrichtungen. Für die Beurteilung der Radsätze führte er eine mit besonderer Genauigkeit arbeitende Spezialmaschine vor.

Ein Bild vom Eisenbahnwerkstättewesen in unserem nördlichen Nachbarlande Schweden lieferte der Vortrag des Chefs der Schwedischen Hauptwerkstätten, Sabelström, der eine der größeren Werkstätten der Schwedischen Staatseisenbahnen, Örebro, in Wort und Bild schilderte. Das Werk bessert sowohl Lokomotiven wie Wagen aus. Die Lokomotivrichthallen haben zur Zeit Querstände, eine Erweiterung ist jedoch für Längsanordnung der Ausbesserungsstände vorgesehen. Die Dreherei ist unmittelbar angebaut. Die Hilfswerkstätten sind mit neuzeitlichen Maschinen und Fördereinrichtungen ausgestattet.

B. Bau und Betrieb*).

Als erster Redner auf diesem Gebiet kam Prof. Streletzky, Moskau, mit einem Vortrag über Ausgestaltung des Oberbaues und der Brücken zu Wort. Der Vortrag, der die Ergebnisse der Brückenuntersuchungen in Rußland zusammenfaßt, erläuterte die statische und dynamische Wirkung der Belastung auf die Brücken und die Veränderung des Brückenzustandes im Laufe der Zeit. Im Vortrag wurde ausführlich die Natur der Stofsziffer aufgeklärt, zum Schluß wurden die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen der dynamischen Wirkung verschiedener Arten von Lokomotiven auf die Brücken und die Methoden ihrer Regulierung erläutert.

*) Vergl. Heft 11, Seite 259.

*) Bearbeitet von Prof. Dr. Ing. W. Müller, Dresden.

Den neuen Oberbau der Deutschen Reichsbahn, der gleichzeitig unter Verwertung aller bei den verschiedenen vormaligen Länderverwaltungen gesammelten Erfahrungen die dringend erwünschte Vereinheitlichung bringt, beschrieb an Hand ausgezeichneter Lichtbilder Oberregierungsbaurat Herwig. Für die Tragfähigkeit wurden, der künftigen Verkehrsentwicklung und der Verwendung von Großgüterwagen und schwersten Lokomotiven entsprechend 25 t Achsdruck zu Grunde gelegt. Aber nicht nur der konstruktiven Durchbildung wurde der wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend größte Sorgfalt gewidmet, ebenso großes Augenmerk wird auch der Unterhaltung geschenkt, die nach erprobten Verfahren und in planmäßiger Weise vorgenommen werden muß.

Den Einfluß der schweren Lokomotiven und Großgüterwagen auf die wirtschaftliche Ausgestaltung der Eisenbahnbrücken, deren Belastungsannahmen sich gegen die früheren Vorschriften um 100% erhöht haben, beleuchtete Oberregierungsbaurat Dr. Ing. Schächterle, Stuttgart. Die Reichsbahn schreibt jetzt den »N«-Lastenzug aus zwei Tenderlokomotiven mit je sieben Achsen zu 25 t Achsdruck (13,65 t/m) und ein- oder zweiseitig angehängten vierachsigen Güterwagen mit 20 t Achsdruck (8 t/m) für Brücken vor. Der Vortragende führte kurz aus, daß die großen Spannweiten bei schweren Verkehrslasten immer ungünstiger werden, und daß man künftig auf Zwischenstützen angewiesen sei. Massive Brücken treten wieder in Wettbewerb mit eisernen Tragwerken. Die Herstellung der Massivbrücken muß aber durch Verminderung der Kosten für die Lehrgerüste wirtschaftlich gemacht werden. Der Vortragende besprach dann ausgiebig die Eignung der verschiedenen Baustoffe und erwähnte zuletzt die wirtschaftliche Überlegenheit des hochgeköhlten Stahls als Baustoff. Zum Schluß wurde über die Art gesprochen, in der man am zweckmäßigsten Brücken auswechslungen vornimmt.

Die Verstärkung von eisernen Brücken durch Einbau in Beton war der Gegenstand des Vortrags von J. Simonsson, Göteborg. Nach seinen Ausführungen kann die Brückenverstärkung durch Beton erfolgen:

1. durch Vergrößerung des Querschnitts schwacher Konstruktionsteile,
2. durch Änderung des Systems des Trägers,
3. durch Verstärkungsdecken aus armiertem Beton zwischen kleineren vollwandigen Trägern. Diese Verfahren erläuterte der Vortragende mittels Lichtbildern an in Schweden ausgeführten Brückenverstärkungen.

Der Schluß dieser Vortragsreihe bildeten die äußerst beachtenswerten Darlegungen des Oberregierungsbaurats Dr. Ing. Kommerell, Berlin, über die wissenschaftlichen Grundlagen für Neubau und Verstärkung der Brücken. Der Redner besprach zunächst die bei der Reichsbahn maßgebenden Berechnungsgrundlagen für eiserne Brücken, wobei namentlich die Berechnung der auf Knickung beanspruchten Druckstäbe an Hand von Lichtbildern gezeigt wurde. Nach Vorführung der vom Eisenbahn-Zentralamt vorgeschlagenen neuen Querschnittsformen für parallelflanschige Träger, die namentlich bei Fachwerkbrücken wegen der Vereinfachung der Anschlüsse große Vorteile bieten werden, ging der Vortragende am Schluß noch auf den Zustand der bestehenden Brücken ein und erbrachte unter Hinweis auf einen unter den derzeitigen Betriebslasten gebrochenen Querträger den Nachweis, daß zum Teil als Folgen des Krieges viele Brücken aus Gründen der Betriebssicherheit verstärkt oder erweitert werden müssen.

Eine weitere Vortragsreihe behandelte Neuerungen auf dem Gebiet der Weichendurchbildung und Weichenanordnung, der Gleisbremsen sowie der betriebswissenschaftlichen Untersuchungen. Regierungsbaurat Dr. Ing. Bäseler, München,

sprach in fesselnder Weise über die verkürzten Weichenstrahlen, deren Zweck eine bessere Ausnutzung des Bahnhofsgeländes ist. Der Gewinn an nutzbarer Gleislänge bei Verwendung derartiger Weichen beträgt meist fast 25%; die Mehrkosten der Weichen, etwa 10--20%, werden um ein Vielfaches aufgewogen durch den Wert des gewonnenen Geländes. Mit Hilfe der verkürzten Weichen erhält man bei gleichem Krümmungshalbmesser Weichenwinkel 1:6,5 bis 1:6, ja sogar 1:5,5, und zwar sowohl bei Doppelweichen als auch bei Kreuzungsweichen.

Der Erfinder der zur Zeit besten Gleisbremse Regierungsbaurat Dr. Ing. Frölich, Essen, behandelte sodann in längerer Ausführung die zweckmäßigste Ausgestaltung von Gleisentwicklung und Längenprofil der Ablaufanlagen auf Grund dynamischer Untersuchungen der Wagenabläufe. An zeichnerischen Darstellungen wurde gezeigt, wie sich der Wagenablauf durch Einbau von Gleisbremsen verbessern und die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen heben läßt. An einem Modell erklärte der Erfinder die Wirkungsweise der Gleisbremse, die gestattet, die Wagen an jeder gewünschten Stelle im Gleis stoßfrei zum Halten zu bringen, so daß hierdurch die Zahl der Hemmschuhleger und die Kosten für Wagenausbesserung stark vermindert werden.

Im Anschluß hieran sprach Prof. Dr. Ing. W. Müller, Dresden, über Betriebspläne für Verschiebebahnhöfe. Er zeigte ein neues zeichnerisches Verfahren zur Aufzeichnung des Betriebs auf Flachbahnhöfen, mittels dessen man die Leistungsfähigkeit einer Gleisanlage im voraus für einen bestimmten Güterverkehr, der im einzelnen nach Zeit und Art durch die Streckenfahrpläne und die Beförderungsvorschriften festliegt, untersuchen kann. Die Grundgedanken des Betriebsplans, der zur Erläuterung für einen zweiseitigen Flachbahnhof angefertigt war, sind folgende: Die Lokomotiven sind in einem Flachbahnhof die treibende Kraft der Umstellbewegungen (Zerlegen, Neubilden und Überführen der Züge); sie geben auch die Antriebsgeschwindigkeit für die während ihrer Bewegung ausgeführten Arbeiten der Verschiebemansschaft und Weichensteller. Andererseits bestimmen die Vorbereitungsarbeiten der Umstellungen sowie das Kreuzen der Lokomotiven und Züge Beginn und Unterbrechungen der Umstellungen. Durch die Darstellung der Bewegung der Lokomotiven im Verschiebebahnhof sowie ihrer Aufenthalte ist der Gesamtbetrieb gefaßt. Die Aufenthalte der Züge in den Einfahr-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgeleisen werden durch die Gleisbesetzungspläne, die Bewegungen der Lokomotiven wie im bildlichen Fahrplan durch Zeit-Weg-Linien dargestellt. Die Lokomotivbewegungen in den nebeneinander liegenden Einzelgleisen und Gleisgruppen, also in der Bahnhofsbreite, werden durch verschiedene Farben gekennzeichnet. Bei den Gleisgruppen treten zur weiteren Unterscheidung noch die Gleisbesetzungspläne hinzu, die mit dem Bewegungsplan in Verbindung gebracht sind. Der Zusammenhang zwischen Gleisplan und Betriebsplan, die untereinander zu zeichnen sind, wird dadurch hergestellt, daß die Zeit-Weg-Linien in derselben Farbe wie das Gleis oder die Gruppe gezeichnet werden, in der sich die Lokomotive gerade befindet. Schneiden sich die Zeit-Weg-Linien mit denselben Farben, die in einer Weiche oder Kreuzung zusammen kommen, senkrecht unter diesen, so muß die eine Lokomotive zur Vermeidung des Zusammenstoßens warten, bis die andere gekreuzt hat. Für die Lokomotivbewegungen beim Zerlegen, beim Neubilden sowie für den Verkehr der Lokomotiven zwischen Gleisen und Schuppen entstehen charakteristische, sich durch Form und Farbe unterscheidende Linienzüge. Dieser Betriebsplan ist vor allem geeignet, die Leistungsfähigkeit der Brennpunkte des Bahnhofs zu ermitteln und die Zusammenhänge der gleichzeitig stattfindenden und sich beeinflussenden Rangierbewegungen klar zu legen.

In der Diskussion erklärte Simon-Thomas, Utrecht, einer der besten Kenner der europäischen Verschiebebahnhöfe, daß man auch im Ausland die Bedeutung der Gleisbremsen sowie der wissenschaftlichen Untersuchungen der Betriebsvorgänge voll erkannt hat. Der Vorsitzende der Versammlung, Reichsbahndirektionspräsident Dr. Ing. Heinrich, Halle, regte die Einrichtung eines betriebswissenschaftlichen Versuchsamts bei der Reichsbahnverwaltung an. Die Versammlung stimmte dieser Anregung mit lebhaftem Beifall zu.

Über Sicherungsfragen im Eisenbahnwesen sprach van Driel van Wageningen, Utrecht, wobei er insbesondere einen Überblick über das niederländische Signalwesen gab. Wegen des Nebels geht dem Vorsignal noch ein besonderes Signal voraus, der sogenannte »Kündiger«, so daß sich für die Signale folgende Reihe ergibt: 100 m vor dem Gefährpunkt das Hauptsignal, 500 m vorher das Vorsignal, und 350 vor diesem der »Kündiger«. Dieser ist eine Bake von 27 m Länge, damit sie lange im Gesichtskreis des Führers bleibt. Die Weichenanlagen auf den Bahnhöfen sind weitgehend mit Signalen versehen als in Deutschland. Von 3000 km Gleislänge in Holland sind 1700 km mit elektrischer Streckenblockung von Siemens & Halske versehen. Bei dem nebligen Wetter hat der sechsfache Block dem vierfachen Block gegenüber den Vorteil, daß Anblocken und Freigeben verschieden ist und die Züge an den Vorposten angehalten werden können. Weichen und Signale werden hauptsächlich mechanisch mit doppelten Drahtzügen betätigt. Nach deutschem Vorbild werden in letzter Zeit nur Blockstellwerke gebaut, Bauart AEG.

Aus dem Bericht von H. S. Balliet, New York, über amerikanisches Signalwesen und automatische Zugkontrolle war zu entnehmen, daß sich in Amerika Lichtsignale statt Flügelsignale immer mehr beliebt machen, da viele bewegliche Teile fortfallen. Die elektrische Weichenbeleuchtung auf den Rangierbahnhöfen ist seit vier Jahren wegen größerer Sichtbarkeit und Sauberkeit eingeführt. Außenliegende Weichen sind durch Kraftbetrieb der Fernkontrolle unterstellt; örtliche Kontrolle ist durch Verwendung von Federweichen ermöglicht. Die Weichensteller sind nahezu verschwunden. Bahnübergänge werden durch selbsttätige elektrische Einrichtungen gesichert. Die Zugkontrolle befindet sich in der Entwicklung; Richtlinien hierfür sind aufgestellt. Unterbrochener Betrieb hat elektrische Überwachung (Kontakt am Gleis). Bei Dauerbetrieb findet Geschwindigkeitsüberwachung statt (Führerstandsinal). Richtlinien für derartige Einrichtungen sind: 1. selbsttätige Zughaltevorrichtung, 2. selbsttätige Geschwindigkeitsüberwachung.

In der Diskussion wurde darauf hingewiesen, daß die Reichsbahn mit Tageslichtsignalen Versuche aufgenommen hat und sich mit der automatischen Streckenblockung wie Zugkontrolle beschäftigt. Auch aus dem holländischen Signalwesen einiges zu übernehmen, ist in Erwägung gezogen. Auf der Berliner Hochbahn werden zunächst die Oststrecken mit Tageslichtsignalen versehen werden; das selbsttätige Signalsystem ist jetzt auf 50 km zweigleisiger Strecke der Hochbahngesellschaft und auf der Nord-Südbahn eingeführt. Auf die ausgedehnte Verwendung des elektrischen Stromes in den Stellwerkanlagen wurde hingewiesen; 20000 elektrisch betriebene Weichen sind bis heute von Siemens & Halske geliefert worden. Elektrisch betriebene Vorsignale sind in Aufnahme begriffen. Bei der elektrischen Beleuchtung der Weichensignale ist man in Deutschland weiter gegangen als in Amerika.

Die fesselnden Ausführungen von Prof. Dr. Ing. Blum, Hannover, über Verschiebebahnhöfe waren hauptsächlich der Frage gewidmet, wie die Flachbahnhöfe hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, d. h.

durch Verringerung der Betriebsausgaben, verbessert werden können. Zunächst wies Prof. Blum darauf hin, daß einige Bahnnetze zu viele Verschiebebahnhöfe haben, wodurch das Umstellgeschäft verzettelt und verteuert, sowie die Güterzubildung ungünstig wird. Die Ausschaltung ungünstig gelegener Bahnhöfe und Zusammenfassung der Umstellaufgaben an den richtig gelegenen Verschiebebahnhöfen würde die Betriebsausgaben verringern. Nach Untersuchungen der letzten Zeit ist die Längsentwicklung der Flachbahnhöfe verfehlt. Diese dürfen nur aus zwei Gruppen bestehen, den Einfahr- und den Richtungsgleisen, letztere müssen aber ausreichend lang sein. Vor allem ist zur Verringerung des Umstellgeschäfts darauf hinzuwirken, daß möglichst viele Fernzüge, d. h. solche mit nur einer Gruppe gebildet werden. Wichtig ist die zweckmäßige Anlage der Gleise für den Eck- und Lokomotivverkehr. Die Unterbringung der Umladeanlagen in der Mitte zwischen den Richtungsgleisen ist unzweckmäßig, eine abgesonderte Lage ist günstiger. Sodann ging der Vortragende auf die Mechanisierung des Umstellbetriebs näher ein und empfiehlt den Einbau der Gleisbremse der Thyssenhütte (System Frölich), der Umstellbrücke von Gaber, durch die die Richtungsgleise aufnahmefähiger werden und die Bildung der Züge beschleunigt wird, sowie die Ausstattung des Ablaufberges mit einem ortsfesten, vom Leiter des Verschiebedienstes zu bedienenden Antrieb zum Zuführen der zu zerlegenden Züge (Vorschlag Derikartz).

Die Gefällbahnhöfe unterzog Simon-Thomas, Utrecht, einer kritischen Betrachtung. Er kommt zum Ergebnis, daß nach den eingehenden Untersuchungen der letzten Jahre es für das Zerlegen der Züge am vorteilhaftesten ist, die ganze Ablaufhöhe in einer Steilrampe zusammen zu fassen, und daß die Vorteile der Frölichschen Gleisbremse es überflüssig machen; die Richtungsgleise im Gefälle zu verlegen. Erwünscht bleibt nur, unter Ausschaltung unwirtschaftlicher Höhenunterschiede die Einfahr- und die Stationsgruppen so ins Gefälle zu legen, daß man in diesen bei günstigen Witterungsverhältnissen ohne Drucklokomotiven auskommt.

Von besonders großem Einfluß auf die Gestaltung der Gleisanlagen großer Personenbahnhöfe, über die Prof. Dr. Ing. Risch, Braunschweig sprach, sind die schienengleichen Kreuzungen der Ein- und Ausfahrwege der Züge. In seinen fesselnden Ausführungen bewertet Prof. Risch auf Grund von Zeitstudien diese schienengleichen Kreuzungen und gibt ein Verfahren an, zahlenmäßig die Fälle zu prüfen, in denen infolge der betrieblichen Verzögerungen eine Beseitigung der Kreuzungen geboten erscheint.

Allgemeinere Fragen behandelte grundlegend der Vortrag des Ministerialrats Dr. Ing. Tecklenburg, Berlin über die »Selbstkosten des Eisenbahnbetriebs und Maßnahmen zur Besserung des Wirkungsgrades«. Beginnend mit einer Schilderung der Maßnahmen zur Abwendung des vor einem Jahr drohenden finanziellen Zusammenbruchs der Reichsbahn führte der Redner aus, daß die Selbstkosten für die Betriebsleistungen jetzt etwa doppelt so hoch sind als vor dem Krieg. Im Vergleich zu anderen Ländern ist dies nicht außergewöhnlich. Die Ursachen liegen für die Reichsbahn — abgesehen von dem Verkehrsrückgang — in dem Steigen der persönlichen Ausgaben. Die Hauptrichtlinien für die Hebung des Wirkungsgrades sind: Sparsame Personal- und Stoffwirtschaft. Für den eigentlichen Betrieb insbesondere, den wichtigsten Zweig des Unternehmens, auf den etwa 77% aller Betriebsausgaben entfallen, gilt es:

1. Die Kosten für Zugförderung, Zugbildung und Vorhalten der Fahrzeuge möglichst niedrig zu halten und
2. die Betriebsleistungen möglichst günstig für den Verkehr auszunutzen. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei der Gesichtspunkt der richtigen Leitungswege der Sendungen, also der wirtschaftlich günstigsten Leitung. Bei allen wirtschaft-

lichen Maßnahmen auf irgend einem Teilgebiet darf die Entwicklung niemals in der Richtung gehen, als sei das Teilgebiet Selbstzweck. Erst die Einordnung in die großen Zusammenhänge des Gesamtbetriebs kann die Voraussetzungen dafür schaffen, daß im Zusammenwirken aller Teile das Optimum für die Wirtschaftlichkeit des Ganzen erreicht wird.

Eine aufsergewöhnliche Betriebsart, die Förderung von Fahrzeugen mittels Seilbetrieb, die in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens eine Rolle spielte und durch Dr. Baeseler mit der Oberweisbacher Bergbahn der Vergangenheit entrissen wurde, wurde von Dr. Flügel behandelt. Er führte aus, daß solche Seilbahnen infolge der Möglichkeit, größte Steigungen anzuwenden, für Nebenbahnen wirtschaftlich vorteilhaft sein können, und besprach die verschiedenen Arten von Seilbahnen.

Anknüpfend an eine Bauausführung, zu deren Besichtigung den Teilnehmern an der Tagung Gelegenheit gegeben werden konnte, wurde schließlic noch eine bautechnische Spezialfrage durch Dr. Ing. e. h. Kref's, Berlin, behandelt, nämlich der Bau von Unterwassertunneln mit Grundwasserabsenkung. Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung des Unterwassertunnelbaues schilderte der Vortragende an Hand von Lichtbildern die Bauweisen für die Hoch- und Untergrundbahn Berlin, die bei den Spreeunterfahrungen an der Speicherinsel, bei der Jannowitzbrücke und bei der Weidendammerbrücke, ferner bei der Unterfahrung des Landwehrkanals angewandt wurden.

C. Elektrische Zugförderung*).

Der lebhaften Bewegung auf diesem Gebiet in der Gegenwart entsprechend war der Frage des elektrischen Bahnbetriebs ein eigener Tag gewidmet.

Zunächst sprach Geh. Reg.-Rat Reichel, Berlin, über Gestaltung elektrischer Lokomotiven. Für die Anordnung der elektrischen Lokomotiven ist maßgebend, ob die Leistung zusammengelegt oder in mehrere Teile aufgelöst wird. Als Beispiel der ersten Art gilt die 2 D 1 Güterzuglokomotive der schlesischen Gebirgsbahnen mit einem hochliegenden Motor und Dreiecksantrieb von 2000 PS Leistung: der grosse Motor ist aber unhandlich. Dies führt zur Unterteilung der Leistung, wie es bei der 1 C-C 1 Lokomotive für die Ricksgränsenbahn bei 1440 kW Leistung erfolgt ist (Doppelmotoren mit gemeinsamem Zahnrad). In Amerika geht man bei der Konstruktion der Lokomotiven bis auf 35 t Achsdruck (in Deutschland 20 t), wodurch die Maschine kurz und zum Verschiebedienst beweglicher wird. Bei der Verwendung von zwei Kraftstellen in der Lokomotive sind zwei Bauarten durchgeführt, indem einmal Mitte Blindwelle mit anschließendem Kuppelgestänge in gleicher Höhe mit Triebachsmittle liegt, oder die Mitte der Zahnradblindwelle mit Schrägstange 250 mm über Triebachsmittle liegt. Von der letzteren hat die Wasseggruppe 33 Lokomotiven im Bau. Bei den Schnellzuglokomotiven muß der Schwerpunkt hoch liegen; man verwendet schnelllaufende Motoren, die noch ein besonderes Vorgelege erhalten und hoch im Rahmen liegen. Dies gibt die Type 2 B B 2, von der für die Reichsbahn 35 Stück im Bau sind. Die vorgenannten Anordnungen arbeiten mit Gestänge, eine unangenehme Zugabe für den Elektriker. Am einfachsten gestaltet sich für Lokomotiven die Bauart AAA + AAA mit Tatzelagermotoren, doch ist als Nachteil die geringe Anker-Umfangsgeschwindigkeit von nur 40 m/Min. gegenüber 50—60 m/Min. bei den andern Ausführungen und die Unzugänglichkeit der Motoren anzuführen. Gestreift wurden der Buchli- und der Westinghouse-Antrieb; ersterer eignet sich wegen der hohen Lage des Motors für Schnellzuglokomotiven, hat aber den Nachteil, daß die Übersetzungsverhältnisse beschränkt und

die Lagerdrücke hoch sind. In Österreich und Frankreich findet man noch Antriebe mit senkrecht stehender Motor-Ankerwelle und Kegelradübersetzung.

Weiters wurden die Entwürfe für Lokomotiven von 2000 kW Dauerleistung für Güter-, Personen- und Schnellzüge besprochen. Bei den Güterzuglokomotiven ist die Bauform 1 C C 1 oder 1 C + C 1 mit Antrieb durch Doppelmotoren und Blindwellen, wie oben gekennzeichnet, bei den Schnellzuglokomotiven die Bauform 2 B B 2 und 2 A A A A 2 mit Antrieb »Achsmitten gleichhoch« gewählt.

Zum Schluß wurden noch die Umformerlokomotiven erwähnt, die für Leistungen über 2000 kW in Frage kommen und auf denen durch Spalttransformatoren der Einphasenstrom in Drehstrom für die Motoren umgeformt wird; auch kann durch Gleichrichteranlagen der Drehstrom in Gleichstrom von 1500 V zum Antrieb der Motoren umgewandelt werden. Vereinheitlichung der Ausrüstung würde ein gewaltiger Schritt auf dem Entwicklungsweg der elektrischen Lokomotiven sein; Leistungsreihen der Motoren zu 250, 350, 500, 700 usw. kW wurden in Vorschlag gebracht, mit denen man sämtliche Lokomotiven in den gewünschten Stärken aufstellen kann.

Es folgten die Berichte von Sektionschef Dittes, Wien, über die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen*) und von Ing. Burlett Bern, über die Elektrisierung der Schweizer Bundesbahnen*). Der Stand der Arbeiten auf den zur Elektrisierung beschlossenen Strecken wurde beschrieben. Die Stromversorgung erfolgt aus Wasserkraftwerken. In Österreich dienen der Energieversorgung der Linien westlich von Innsbruck das Ruetzwerk, das hauptsächlich die Grundbelastung aufzunehmen hat, und das Spullerseewerk, das ein ausgesprochenes Speicher- und Spitzenwerk ist. Beide Werke sind durch eine 55 000 V-Übertragungsleitung verbunden. Die Streckenausüstung weist je nach der ausführenden Firma verschiedene Anordnungen auf; drehbare Ausleger an den Masten, einfache Isolation gegen Erde, metallisierte Schienenenden für die Schienenverbindung sind als Neuerungen angewandt. Von den elektrischen Lokomotiven sind drei Typen bereits in Betrieb, darunter zwei Stück Einphasen-Umformerlokomotiven 1 D 1 und 1 E, 2000 PS, 15 000 V Fahrdrachtspannung mit Spaltumformer. Die Vorteile des elektrischen Betriebs haben sich bisher in der Verkürzung der Fahrzeit bei gleichzeitiger Erhöhung der Zuglasten ergeben.

Bei den Schweizer Bahnen ist die Elektrisierung bedeutend voran gekommen; allein von den Bundesbahnen sind 542 km in Betrieb und 237 km im Bau, dies ist ungefähr die Hälfte des 1570 km umfassenden Netzes, die aber mit 70% am gesamten Kohlenbedarf der Bahn beteiligt ist. Die Bundesbahnen haben ihre eigene Stromerzeugung in vier Kraftwerken, von denen zwei in Betrieb, die andern beiden im Bau sind. Die Kosten für diese vier Werke stellen sich auf 162 Millionen Fr. Die Jahreskosten werden 12 Millionen Fr. betragen, wovon 12% auf Personal und Unterhaltung, 68% auf die Verzinsung, 13% auf Erneuerung und 7% auf Tilgung entfallen. Die kWh soll 5 Ct. kosten, beträgt aber zur Zeit wegen nur 35%iger Ausnützung 10 Ct. Die Berner Alpenbahnen beziehen fremden Strom und zahlen nur 6,3 Ct./kWh.

Aus dem Vortrag des Ministerialrats Wechmann über Betrieb auf elektrischen Hauptbahnen ergab sich, daß nach Betriebskostengegenüberstellungen für Dampf- und elektrischen Betrieb der letztere das für ihn auf den schlesischen Gebirgsbahnen aufgewendete Anlagekapital mit 10,6% verzinst. Auf der schlesischen Hauptstrecke Brockau—Liegnitz—Arnsdorf wäre sogar eine Verzinsung des Anlagekapitals für elektrischen Betrieb zu 13,8% zu erwarten. Ganz bedeutend werden aber die Ersparnisse bei einer Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen sein; die Betriebs-

*) Bearbeitet von Regierungsbaumeister Przygode.

*) Vergl. die Aufsätze Seite 211 und 218 in Heft 9/10.

kosten stellen sich jetzt im Dampftrieb zu 3,13 \mathcal{M} je 1000 Platzkilometer, während der elektrische Betrieb bereits bei 30 Zügen in der Stunde auf der Stadtbahn nur 1,65 \mathcal{M} je 1000 Platzkilometer erfordert. Im elektrischen Betrieb kann man die Zugfolgezeit verkürzen und die Zugzahl auf der Stadtbahn von 24, der heutigen Höchstzahl im Dampftrieb, auf 40 Züge in der Stunde erhöhen. Dazu kommt die Vergrößerung des Fassungsvermögens der Züge, womit sich die Gesamtsteigerung zu 125% ergibt. Die Berliner Nahbahnen brauchen heute 227 000 t Steinkohlen im Jahr, die bei Zuleitung des auf Braunkohlenfeldern erzeugten elektrischen Stromes eingespart werden können. Erst bei Anpassung des Fahrplans einer Strecke treten die Vorzüge des elektrischen Betriebs in volle Erscheinung. Die elektrische Lokomotive kann bedeutend gesteigerte Leistungsmengen aus der Fahrleitung aufnehmen, wobei allein die Erwärmung der Motoren den Höchstwert bestimmt. Messungen haben ergeben, daß die elektrischen Lokomotiven insbesondere auf Steigungen mit bemerkenswerten Geschwindigkeiten die Züge befördern, ohne Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit. Bei einer Steigerung der Geschwindigkeit der Güterzüge von 30 auf 45 km|Std. erhöhen sich die Betriebskosten im Dampftrieb um $3\frac{1}{4}\%$, im elektrischen Betrieb um 0,9%; die Zahl der Züge kann infolge der Geschwindigkeitssteigerung im elektrischen Betrieb von 88 auf 110 pro Stunde, d. h. um 25% gesteigert werden.

Baurat Pforr stellte in seinem Vortrag »Die Aussichten der elektrischen Zugförderung« auf den Eisenbahnen eine Vergleichung für die weitere Entwicklung des Betriebs zwischen Dampf- und Ölokomotiven und dem elektrischen Betrieb an. Die Überlegenheit der elektrischen Lokomotive liege vor allem auf wirtschaftlichem Gebiet, die selbst bei Erzeugung der elektrischen Energie mit Dampfkraftanlagen gegeben sei, da in ortsfesten Anlagen, die mit allen Verbesserungen der Neuzeit ausgestattet und mitten im Kohlengebiet errichtet werden können, nur etwa halb soviel Wärme für eine bestimmte Leistung aufgewendet werden muß als in Dampflokomotiven. Die Turbinenlokomotive sei wohl hauptsächlich für lange Strecken mit wenig Steigungsverschiedenheiten und für seltenes Anhalten geeignet, also nur unter besonderen Verhältnissen vorteilhaft. Eine wesentlich bessere Wärmeausnutzung sei zwar der Diesellokomotive zu eigen, doch benütze diese einen erheblich teureren Brennstoff und besitze auch die in der Kraftübertragung liegenden Schwierigkeiten. Aber auch hinsichtlich der Entwicklung zu größter Leistung stehe die elektrische Lokomotive voran, da der Dampflokomotive durch die Lichttraumungrenzung wesentlich engere Grenzen gezogen seien. Allerdings stehen den Vorteilen der elektrischen Lokomotive die hohen Beschaffungskosten der elektrischen Ausrüstung gegenüber. Nach den Berechnungen des Vortragenden müssen auf 1 km mindestens jährlich 250 000 kWh verbraucht werden, ehe an die Einführung des elektrischen Betriebs gedacht werden kann.

Sektionschef Oefverholm-Stockholm sprach über Einrichtung für Bahnfernmeldeleitungen längs der Wechselstromleitungen und berichtete über Untersuchungen an verschiedenen Wechselstromstrecken in Schweden. Das Ergebnis ist, daß zur Vermeidung von induktiven Störungsspannungen bei Wechselstrombahnen eine isolierte Rückleitung benutzt werden muß. Die Fernmeldeleitungen können dann in Kabel in den Bahndamm verlegt werden, ohne daß darin Störungsspannungen entstehen; Luftleitungen, selbst 100 m und mehr vom Bahnkörper entfernt verlegt, bieten nicht die gleiche Betriebssicherheit. Gleichzeitig ergeben sich als Vorteile, daß die Saugtransformatoren, welche in Abständen von 3 km in

die Rückleitung eingeschaltet sind, zur vollen Wirkung kommen und für das Bahnpersonal jegliche Gefährdung ausgeschlossen ist.

Weitere Sonderfragen, die auf diesem Gebiete behandelt wurden, waren die Fahrleitungen und die Fernleitungen. Der erstere von Oberregierungsbaurat Naderer verfaßte Vortrag wurde an dessen Stelle von Regierungsbaurat Michel gehalten*). Er behandelte zunächst allgemein die verschiedenen Stromzuführungsarten und schilderte sodann die bei der D. R. B. auf Grund der Erfahrungen im letzten Jahrzehnt ausgebildete Einheitsfahrleitung für Einphasen-Wechselstrom von 15 000 V Betriebsspannung, bei der der Fahrdrabt — Kupfer von kreisförmigem Querschnitt mit Rillen — alle 12,5 m an dem festgelagerten Tragseil aufgehängt ist und selbsttätig gespannt wird. Auf der freien Strecke ist das Kettenwerk der Fahrleitung an seitlichen Ständern in 70 bis 80 m Entfernung mit Auslegern, in den Stationen neuerdings an Querseilen, die vier bis acht und mehr Gleise überspannen, aufgehängt.

Über Fernleitungen verbreitete sich Oberbaurat Kallir, Wien. Er gab wertvolle Mitteilungen über die Beanspruchung der Leitungen bei Verwendung von Kupfer und Aluminium als Baustoff. Besonders eingehend behandelte er die Frage der Wind- und Eisbelastung, wobei er Vergleiche zwischen verschiedenen elektrischen Vorschriften anstellte. An zahlreichen Lichtbildern zeigte er den Baustand der Fernleitungen in Österreich, vor allem der Leitungen über den Arlberg, und besprach dabei die Frage der Isolatoren und die Grundsätze für die Konstruktion der verschiedenen Maste aus Eisen und Beton.

Außer den Vorträgen bot die Tagung den Teilnehmern noch eine Reihe interessanter Vorfürungen, Versuchsfahrten und Besichtigungen. Der bedeutsamste Versuch war die Vorfürung der Leistungen der Kunze-Knorr-Schnellzugbremse, bei der durch einen Bremsdruckregler der Bremsdruck entsprechend dem mit der Geschwindigkeit wechselnden Reibungswert eingestellt wird, um die Verzögerung möglichst groß, den Bremsweg selbst bei den höchsten Geschwindigkeiten möglichst klein zu machen. Bei den Versuchen, die mit einem außerordentlich langen und schweren Zug (23 vierachsigen D-Zugwagen von 1035 t Gewicht ohne Lokomotive) auf der Strecke Berlin—Belzig angestellt wurden, wurde bei einer Schnellbremsung aus 102 km|Std.-Geschwindigkeit ein Bremsweg von 540 m erreicht; die Steuerventile waren hierbei jedoch in der Stellung für gewöhnliche Personenzüge. Auf der Rückfahrt wurde an einem auf 15 D-Zugwagen von 661 t Gesamtgewicht verringerten Wagenzug die Wirkung der »Schnellzugbremse« gezeigt. Mit dieser gelang es, aus einer Geschwindigkeit von 121 km den Zug auf einem Bremsweg von 640 m — also innerhalb der Signalstrecke von 700 m — zum Stillstand zu bringen. Sämtliche Bremsungen, die vorgenommen wurden, verliefen ohne jede Stöße. Dazu trug allerdings auch bei, daß die Wagen mit Reibungspuffern ausgerüstet waren. Nach Beendigung der Versuchsfahrten bei Ankunft in Seddin wurde den Teilnehmern an einem Probezug aus Großgüterwagen die Scharfenbergkupplung in ihrer Wirkungsweise vorgeführt.

Eine andere Versuchsfahrt bezweckte, den Teilnehmern zu zeigen, daß das Problem der telephonischen Verständigung vom fahrenden Zug aus gelöst und auf diese Weise eine weitere Stufe auf dem Gebiet der Fernsprechtechnik erreicht ist.

Die Tagung fand ihren Abschluß mit Worten uneingeschränkter Anerkennung, die Staatssekretär Kumbier den Veranstaltern widmete und worin er auf den außerordentlichen Erfolg hinwies.

*) Siehe Heft 9/10, Seite 197.

Zur Gestaltung der Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen.

Von Regierungsbaurat Dr. Ing. Adalbert Baumann, Karlsruhe.

Die wissenschaftliche Erforschung der Vorgänge, die sich bei der Bewegung von Eisenbahnwagen durch Schwerkraft auf geneigten Gleisen vollziehen, und der Widerstände, die dieser Bewegung entgegenwirken, hat nach der Anregung durch Ammanns Veröffentlichung*) »Die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen usw.« in den letzten Jahren starke Fortschritte gemacht und ihren Niederschlag in zahlreichen Aufsätzen des Fachschrifttums**) gefunden. In den letzten größeren Gliedern dieser Aufsatzreihe, Frölichs »Rangieranlagen« und Müllers »Graphische Dynamik«, sind die Ergebnisse der wichtigeren Untersuchungen auf dem genannten Gebiet zusammengefasst als Grundlagen für die richtige Gestaltung der als Ablauframpen oder Ablaufberge bekannten Anlagen, die auf den Verschiebebahnhöfen eine so wichtige Rolle spielen.

Als wesentlichste Gestaltungsgrundlagen sind danach die Leistungsberechnungen erkannt: sie bestehen in einer rechnerisch oder zeichnerisch durchzuführenden räumlichen und zeitlichen Verfolgung jedes Wagens (bzw. jeder Wagengruppe) während des ganzen Wegs vom Beginn der Ablaufbewegung bis zum Halt in der Ordnungsgruppe. Auf Grund der Berechnung ist dann eine solche Gestaltung der Anlage möglich, dass sich die ablaufenden Wagen zwischen dem Ablaufbeginn und dem Verlassen der Weichenzone beim Einlauf in die Ordnungsgruppe gegenseitig nicht stören.

Nach der hier nur kurz und allgemein gefassten Kennzeichnung der Leistungsberechnungen ist es klar, dass die Bestimmung der Stelle, an der die Ablaufbewegung beginnt, wichtig ist. Dieser Bestimmung dient die Müllersche Abhandlung »Einflusslinien« (Quelle c); sie enthält ein graphisches Verfahren, das bei jeder Berechnung einer Ablaufanlage die gesuchte Stelle ermitteln lässt.

Bei der Anwendung des Verfahrens treten nun gewisse Abhängigkeiten hervor, die zwischen dem Laufwiderstand des ablaufenden Wagens, dem Wagenachsstand und der Gestalt der Ablaufanlage — wie Neigungsverhältnisse, Ausrundung der Neigungsbrechpunkte, Vorhandensein einer Scheitelwagrechten — zu bestehen scheinen. Es lag nahe, diesen Abhängigkeiten auf mathematischen und geometrischen Wegen nachzugehen und zu versuchen, ob sich nicht wenige, in ihren Voraussetzungen rasch erkennbare Fälle herauschälen und in Formelnwerten zusammenfassen ließen. Mit ein leitender Gedanke war dabei, durch diese Formelwerte eine allgemeine klare Beurteilung der günstigsten Gestalt der eigentlichen Ablaufstelle, des Bergscheitels, zu ermöglichen; das graphische Verfahren ermöglicht eine solche nur für den jeweils betrachteten Sonderfall.

Gedankengang und Ergebnisse der zu dem genannten Zweck vorgenommenen Untersuchungen seien in der folgenden Abhandlung entwickelt.

A. Allgemeines über die Gestalt der Ablaufanlagen.

Zum Ablauf werden die zu zerlegenden Züge aus Gleisgruppen herangeführt, die entweder tiefer oder höher als die

*) Verkehrstechn. Woche 1911, Nr. 41/45.

**) Als hier verwendete Quellen seien genannt:

- Dr. Ing. Frölich, »Rangieranlagen und ihre Bedeutung usw.«, 1918 in Kreidels Verlag.
- Wenzel, »Zur Berechnung von Ablaufanlagen«, Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 34/35.
- Dr. Ing. Müller, »Einflusslinien zur Ermittlung der Ablaufpunkte usw.«, Zentralblatt der Bauverwaltung 1921, Nr. 57.
- Derselbe, »Die graphische Dynamik der abrollenden Wagen«, Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 36, 39/40.
- Dr. Ing. Ammann, »Über die Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe«, Verkehrstechn. Woche 1919, Nr. 28/34.

Ferner sei auf f) »Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb«, Sonderheft der Verkehrstechn. Woche 1922, sowie auf die darin enthaltenen ausführlichen Fachschriftennachweise (Seite 68 u. ff. und Seite 58 Fußnote) hingewiesen.

Stelle liegen, an der die ablaufenden Wagen aus der gebundenen Zuführungsgeschwindigkeit des Zuges nach dem Entkuppeln in die durch Schwerkraft beschleunigte Eigenbewegung übergehen. Demnach hat diese »Zerlegungsstelle« im Längenschnitt die Formen der Abb. 1a, 1b oder 1c; Abb. 1a zeigt einen Ablaufberg mit ununterbrochener Scheitelwagrechten, Abb. 1b einen Berg mit eingeschalteter Scheitelwagrechten, Abb. 1c eine Ablauframpe, die auch als Abrollkopf oder Abrollgleis bezeichnet wird.

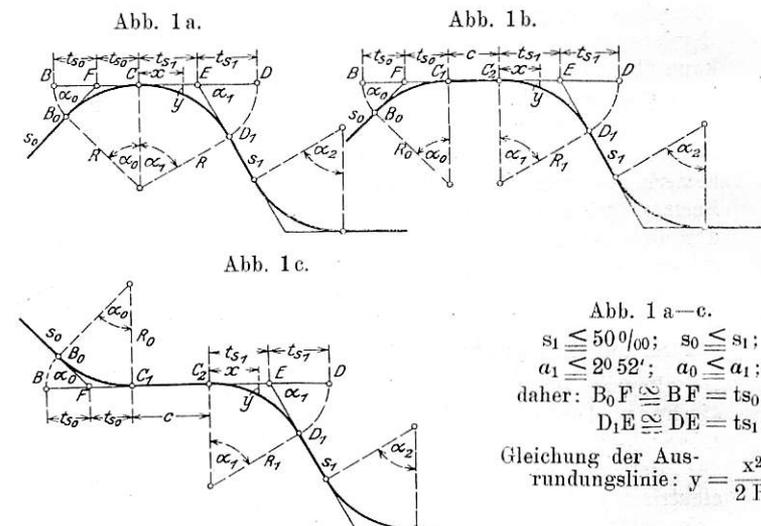


Abb. 1 a-c.

$$\begin{aligned} s_1 &\leq 50\text{‰}; & s_0 &\leq s_1; \\ \alpha_1 &\leq 20\text{‰}; & \alpha_0 &\leq \alpha_1; \\ \text{daher: } B_0F &\cong BF = ts_0; \\ D_1E &\cong DE = ts_1; \end{aligned}$$

$$\text{Gleichung der Ausrundungslinie: } y = \frac{x^2}{2R}$$

Von den bei den dreierlei Anlagen zur Anwendung kommenden Neigungen schwankt die Zuführungsneigung s_0 (vergl. die Abb. 1) als Steigung bei Ablaufbergen zwischen 2,5 und 25‰, als Gefälle bei Abrollköpfen zwischen 6 und 10‰. Das Ablaufgefälle s_1 beträgt bei Ablaufbergen wie bei Abrollköpfen älterer Bauart mindestens 20‰, bei solchen neuzeitlicher Art 35 bis 50‰*).

Die Brechpunkte zwischen den Neigungen, kurz Neigungswechsel genannt, müssen ähnlich wie die in der Schienenkopfebene liegenden Richtungswechsel ausgerundet werden. Dabei werden bisher Unterschiede in dem Maß der Ausrundungshalbmesser gemacht, je nachdem es sich um konvexe oder erhabene Neigungswechsel (Übergänge in schwächere Steigung oder in stärkeres Gefälle) oder um konkave oder hohle Wechsel (Übergänge in stärkere Steigung oder in schwächeres Gefälle) handelt. In erhabenen Neigungswechseln werden Halbmesser von 200 bis 400 m, in hohlen solche von mindestens 500 m angewandt; für die letzteren wird sogar ein Maß von 1000 m empfohlen**). Neuere Erörterungen scheinen jedoch zu zeigen, dass weder bauliche oder betriebliche noch fahrzeugtechnische Gesichtspunkte eine unterschiedliche Behandlung erhabener und hohler Übergänge genügend begründen***). Man wird also im Lauf dieser Abhandlung auch gleichmäßige Ausrundung beider Arten von Neigungswechseln in Betracht zu ziehen haben.

*) Eingehendes über die Neigungen und ihre Einwirkung auf Leistung und Kosten der Ablaufanlagen findet man bei: Cauer, Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1912, Seite 292 bis 294; Blum, Verkehrstechn. Woche 1908/9, Seite 737 und 753; Frölich, Quelle a, Seite 51/52; Wenzel, Quelle b, Seite 373, 2. Spalte, Ziffer 1; Müller, Quelle d, Seite 386, 2. Spalte, sowie Verkehrstechn. Woche 1922, Nr. 2.

**) Quelle d, Seite 386.

***) Der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen beabsichtigt, einheitliche Grenzmaße für die Ausrundungshalbmesser von Neigungswechseln festzusetzen. Vor endgültigem Urteil bleibt das Ergebnis der dazu eingeleiteten Untersuchungen abzuwarten.

Außer Neigung und Ausrundung der Neigungswechsel hat bei Ablaufanlagen noch ihre Ausstattung mit Scheitelwagrechten eine Bedeutung; sie wird vielfach als für einen raschen, leistungsfähigen Ablaufbetrieb erforderlich erachtet. Für die Länge dieser Wagrechten bestehen weder nach oben noch nach unten aus der Praxis oder theoretisch abgeleitete Grenzwerte. Die Grundlagen dafür zu ermitteln gehört daher zu der hier gestellten Aufgabe, so daß vorerst ein näheres Eingehen auf die Scheitelwagrechten erübrigt.

B. Die Bestimmung der Ablaufpunkte.

Den Ausführungen über die Bestimmung der Ablaufpunkte vorangehen muß zunächst eine klare Bestimmung des Begriffs »Ablaufpunkt«, d. h. der Stelle, an der die Ablaufbewegung beginnt.

Das von Müller in Quelle c abgeleitete graphische Verfahren geht darauf aus, für alle bei den Berggestalten nach Abb. 1a und 1b vorkommenden Fälle von Wagenabläufen den Punkt des Ablaufberges zu ermitteln, über dem sich der Hinterpuffer eines ablaufenden Wagens oder einer Wagengruppe vom Vorderpuffer des nächsten am Zug bleibenden Wagens löst. Diesen Punkt nennt Quelle c »Ablaufpunkt« im Gegensatz zu der Bezeichnung von Frölich*, Wenzel** und zu späteren Angaben von Müller***): sie verstehen jeweils unter Ablaufpunkt den Punkt, über dem der Schwerpunkt des ablaufenden Wagens bzw. einer Gruppe in die durch die zunehmende Neigung beschleunigte Bewegung gerät. Dieser wohl mit mehr Recht auch hier als Ablaufpunkt angesehene Punkt liegt also bei Einzelwagen um die halbe Wagenlänge, bei Wagengruppen um den Abstand vom Gruppenende bis Gruppenschwerpunkt in der Ablaufrichtung verschoben weiter als nach der ersten Bezeichnung in Quelle c, Seite 356/358. Die Verwendbarkeit des Einflußlinienverfahrens wird hierdurch natürlich nicht berührt; zur Ausschaltung von Mißverständnissen erscheint aber der Hinweis auf die bisher verschiedene Deutung des Begriffs Ablaufpunkt angebracht.

Sieht man außerdem von dem nicht wahrscheinlichen Fall ab, daß an einer Ablaufanlage nur Wagen-Gruppen zur Behandlung kommen, und betrachtet als stets gegebenen ungünstigsten Fall den Ablauf von Einzelwagen, — was zulässig erscheint, weil bei der ebenfalls ungünstigen Wagenfolge »Einzelschlechtläufer-Gutläufergruppe« der größere Schwerpunktabstand der beiden Ablaufgruppen die Wirkung des kleineren Widerstands der Gutläufergruppe meist wieder aufheben dürfte —, so bietet die Verbindung von Ablaufpunkt und Wagenschwerpunkt auch die Möglichkeit zu einfacher formelmäßiger Umwertung und Auswertung des Einflußlinienverfahrens.

Dazu sei zunächst entsprechend Quelle c, Seite 356 die Grundlage der Ablaufpunktbestimmung mit Einflußlinien hier kurz erläutert:

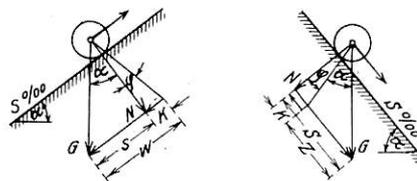
»Wird ein Zug mit gleichförmiger Zuführungsgeschwindigkeit über einen Ablaufberg bewegt, so trennt sich der entkuppelte erste Wagen infolge seiner Schwerkraft in dem Augenblick von dem übrigen Zugteil, wenn die auf die erste Achslast wirkende Gefällkraft Z größer wird als die in der zweiten Achslast wirkende Steigungskraft W. Im Ablaufpunkt ist also $Z = W$.

Gefäll- und Steigungskräfte ergeben sich aus den Abb. 2a und 2b †): Die Achslast G auf einem Ablaufgefälle s (Abb. 2b) wird in eine Seitenkraft S in Richtung der Fahrbahn und in eine Kraft N senkrecht dazu verlegt. $S = G \cdot \sin \alpha$ und $N = G \cdot \cos \alpha$. Da α sehr klein ist, kann $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = s^0/100$

und $\cos \alpha = 1$ gesetzt werden. Es ist also $S = G \cdot s$ und $N = G$. Die Normalkraft $N = G$ ruft den Laufwiderstand K bei der Bewegung hervor, der sich mit der Widerstandszahl $w_0 = \operatorname{tg} \varphi^*$ ergibt zu $K = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = G \cdot w_0$. Die treibende Gefällkraft ist dann $Z = S - K = G \cdot (s - w_0)$. Entsprechend ist nach Abb. 2a die hemmende Steigungskraft einer die Steigung s hinaufrollenden Achse: $W = S + K = G (s + w_0)$. In der Gipfelausrundung vermindert sich die Steigungsneigung allmählich von s auf Null, die Gefällneigung wächst von Null bis s; der freie Ablauf beginnt, wenn $Z = W$ wird, d. h. im Ablaufpunkt ist $G \cdot (s_0^0 - w_0) = G \cdot (s_0^0 + w_0)$.

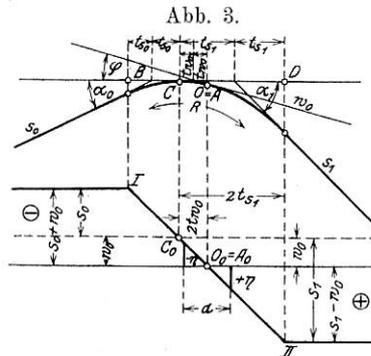
Abb. 2a.

Abb. 2b.



Differenziert man nun die Gleichung der Ausrundungslinie

(Abb. 1) $y = x^2 : 2R$, so ist $\frac{dy}{dx} = \frac{x}{R} = \operatorname{tg} \alpha = s^0/100$, die Differentiallinie ist also eine Gerade durch den Koordinatenanfangspunkt C_0 (Abb. 3). Die Kraft S einer Last $G = 1$ t, die auf der Neigung $s^0/100$ steht, ist dann mit $S = 1 \cdot s = \frac{1 \cdot x}{R}$ kg



die Ordinate in bezug auf die Wagrechte durch C_0 . Verschiebt man diese Wagrechte um $1 \cdot w_0$ kg (= K für $G = 1$ t) abwärts, so stellen die Ordinaten über der Wagrechten $\eta = -1 \cdot (s + w_0)$ kg und diejenigen unter der Wagrechten $\eta = +1 \cdot (s - w_0)$ kg den Einfluß der über die Ausrundung rollenden Last $G = 1$ t auf die hemmenden

und treibenden Neigungskräfte W und Z dar.«

Der Größtwert $W = 1 \cdot (s_0 + w_0)$ wird am Anfang der Ausrundung im Abstand $-2t s_0$ von C_0 , der Größtwert $Z = 1 \cdot (s_1 - w_0)$ am Ende der Ausrundung im Abstand $+2t s_1$ von C_0 erreicht (darin bedeuten $s_0^0/100$ die Neigung auf der Zuführungsseite, $s_1^0/100$ die Neigung auf der Ablaufseite, $t s_0 = \frac{R \cdot s_0}{1000 \cdot 2}$

und $t s_1 = \frac{R \cdot s_1}{1000 \cdot 2}$ die zugehörigen Tangenten an die Ausrundung); der Nullpunkt O der Einflußlinie hat von C_0 den wagrechten Abstand $+2t w_0 (= \frac{R \cdot w_0}{1000})$, er entspricht dem

Berührungspunkt zwischen der Ausrundungslinie und einer an diese unter dem Laufwiderstandswinkel φ angelegten Tangente. Für die an die Ausrundung anschließenden Neigungen s_0 und s_1 verläuft die Einflußlinie wagrecht in den senkrechten Abständen $(s_0 + w_0)$ bzw. $(s_1 - w_0)$ von der Nulllinie.

Der Linienzug I—II hängt nur von der Gestalt des Ablaufberges ab. So verläuft die bei ununterbrochener gleichmäßiger Bergausrundung ungebrochene Einflußlinie (Abb. 3 u. 5) bei einer Berggestalt nach Abb. 1 b auf die Länge der Scheitelwagrechten horizontal (Abb. 6 u. 7). Bei beiderseits gleichem Halbmesser laufen die Zweige I— C_1 und C_2 —II einander gleich gerichtet (Abb. 6), bei verschiedenen Halbmessern haben sie verschiedene Neigung (Abb. 7).

*) $\operatorname{tg} \varphi = w_0^0/100$ bezeichnet hier stets die Summe aller in Betracht kommenden Widerstände.

*) Quelle a, Seite 15.

**) Quelle b, Seite 363, Absatz D.

***) Quelle d, Seite 385 und 387.

†) In Abb. 2 b ist Winkel α unrichtig angegeben. Der Winkel α umfaßt den ganzen Winkel des Dreiecks, dessen eine dem Winkel α gegenüberliegende Seite $N-G$ ist; Winkel φ ist also ein Teil des Winkel α .

Wesentlich anders als bei Ablaufbergen wird das Bild der Einflußlinien bei Abrollgleisen (Abb. 8). Es ist nach dem Profil dieser Abrollgleise (Abb. 1 c), nach der Ableitung des Einflußlinienverfahrens für Ablaufberge und aus der Abb. 8 wohl ohne umfangreiche Besprechung verständlich, daß bei diesen Anlagen sowohl in der Zuführungsstrecke als in der Ablaufstrecke treibende Kräfte entstehen, deren Größtwerte zu $Z_0 = 1 \cdot (s_0 - w_0)$ und zu $Z_1 = 1 \cdot (s_1 - w_0)$ werden; ihnen wirkt eine hemmende Kraft entgegen, die ihren Größtwert $W = 1 \cdot w_0$ auf die Länge der Scheitelwagrechten besitzt.

Die Bestimmung der Ablaufpunkte von Einzelwagen mit dem Einflußlinienverfahren beruht nun darauf, daß im Augenblick des Ablaufbeginns die um den Wagenachsstand voneinander entfernten Ordinaten η oberhalb bzw. unterhalb der Nulllinie gleiche Größe haben müssen ($W = Z$). In Quelle c ist diese zeichnerische Bestimmung näher erläutert; sie wird auch hier an einigen Beispielen kurz gezeigt werden. Hauptsächlich sollen jedoch an den durch die Abb. 3 bis 8 gegebenen Fällen die Formelwerte abgeleitet werden, die für ein einwandfreies Urteil über die vorteilhafteste Gestalt der Ablaufstelle nötig sind.

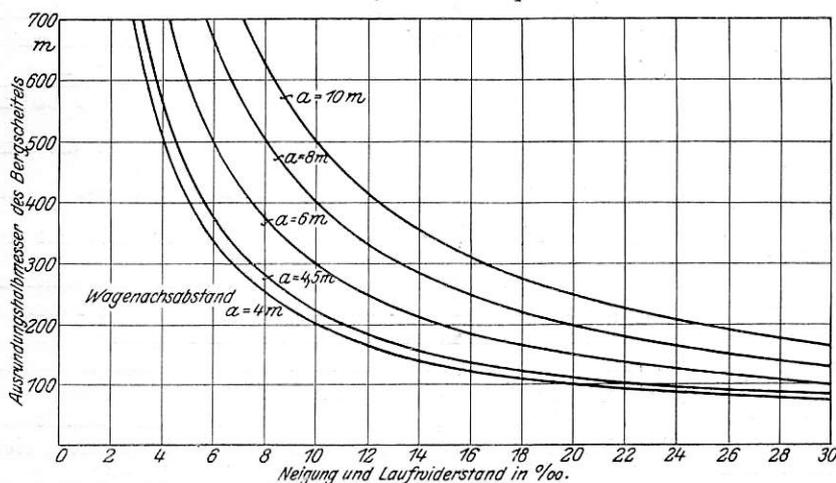
Die Lage des Ablaufpunktes A soll stets in der Ablaufrichtung gesehen durch seine wagrechte Entfernung vom Scheitel C ununterbrochener Ausrundungen und von der Grenze C_2 zwischen der Scheitelwagrechten und der Ausrundung des Ablaufgefälles angegeben werden. Erhält man bei der Auswertung der Formeln negative Werte, so liegt der Ablaufpunkt sinngemäß rückwärts von den bezeichneten Scheitelpunkten.

a) Die Lage des Ablaufpunktes bei Bergen ohne Scheitelwagrechte.

1. Fall; Abb. 3.

Bei Ablaufbergen üblicher Neigungen und Ausrundungen steht bei Beginn der Schwerkraftwirkung meist der Wagen mit seinem ganzen Achsstand auf der Ausrundung. Dann liegen die in Abb. 3 dargestellten Verhältnisse vor: die Werte $-\eta$ und $+\eta$ sind gleichweit vom Nullpunkt der Einflußlinie entfernt. Der Wagen setzt sich in beschleunigte Bewegung, sobald seine mittlere Neigung diejenige der Laufwiderstandstangente erreicht hat: Der Ablaufpunkt A entspricht somit dem Berührungspunkt O zwischen Berggipfel und Laufwiderstandstangente und liegt von C um $2t w_0 = R \cdot w_0 : 1000$ m entfernt.

Abb. 4. Grenzwerte für die Lage der Ablaufpunkte nach Abb. 3 und 6 a.



Die Kurven bezeichnen die Mindestwerte der Größen $(s_0 + w_0)$ und $(s_1 - w_0)$, bei deren Vorhandensein die Fälle der Abb. 3 oder 6 a gegeben sind.

Voraussetzung für diesen ersten Fall ist: der ganze Achsstand a darf höchstens gleich der gesamten Länge \overline{BD} , der halbe Achsstand $\frac{a}{2}$ je höchstens gleich \overline{BO} und \overline{OD} werden.

Es gilt also: $a \leq 2ts_0 + 2ts_1; 2(t s_0 + t w_0)$ und $2(t s_1 - t w_0)$ je $\geq \frac{a}{2}$. Für rasche Prüfung, ob die Voraussetzung erfüllt ist, genügt die letzte Gleichung in der Form: $(s_0 + w_0)$ bzw. $(s_1 - w_0) \geq \frac{1000 a}{2 R}$; die ihr bei Achsständen von 4,0 bis

10,0 m entsprechenden Grenzwerte für Neigungen und Widerstände sind aus Abb. 4 ersichtlich. Man wird daraus erkennen, daß bei neuzeitlichen Bergen die beiden folgenden Fälle nur selten eintreten.

2. Fall; Abb. 5 a.

Er ist gegeben, wenn bei geringen Ablaufgefällen oder bei sehr großen Laufwiderständen die Beschleunigung auf einen Wagen großen Achsstands erst zu wirken beginnt, wenn er mit seiner ersten Achse die Ausrundungsstrecke bereits verlassen hat. Die Voraussetzungen lauten: $2(t s_1 - t w_0) < 2(t s_0 + t w_0)$ sowie $a > 4(t s_1 - t w_0)$. Der Ablaufpunkt A liegt nach Abb. 5 a um $\frac{a}{2} + 4t w_0 - 2t s_1$ oder $\frac{a}{2} + \frac{R}{1000} \cdot (2w_0 - s_1)$ von C entfernt.

3. Fall; Abb. 5 b.

Bei geringen Zuführungssteigungen oder kleinen Laufwiderständen kann die Beschleunigung auf Wagen mit großem Achsstand schon wirken, bevor die letzte Achse auf die Ausrundung gelangt; dazu muß $2(t s_0 + t w_0) \leq 2(t s_1 - t w_0)$ und $a > 4(t s_0 + t w_0)$ sein. Die Entfernung CA wird $4t w_0 + 2t s_0 - \frac{a}{2} = \frac{R}{1000} \cdot (s_0 + 2w_0) - \frac{a}{2}$.

Um in den beiden letztbesprochenen Fällen $-\eta$ und $+\eta$ festzulegen, ist die Umklappung eines Teils der Einflußlinie um die Nulllinie nötig (Abb. 5 a u. b). Verlängert man dann die von der Nulllinie kleineren Abstand $(s_1 - w_0)$ oder $(s_0 + w_0)$ haltende Wagrechte bis zum Schnitt mit dem längeren Zweig der geneigten Ausrundungseinflußlinie und trägt von dem so entstehenden Schnittpunkt H bzw. J die Länge des Achsstands a auf der Wagrechte auf, so ist in den auf die Nulllinie zu projizierenden Endpunkten von a die Lage von $-\eta$ und $+\eta$ bestimmt. Der Ablaufpunkt liegt in der Mitte zwischen beiden.

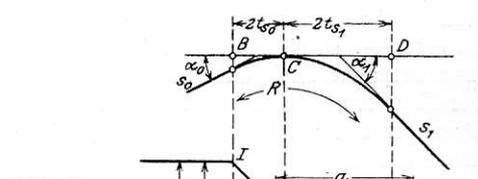


Abb. 5 a.

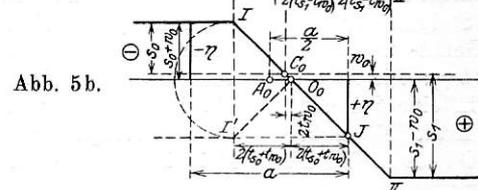
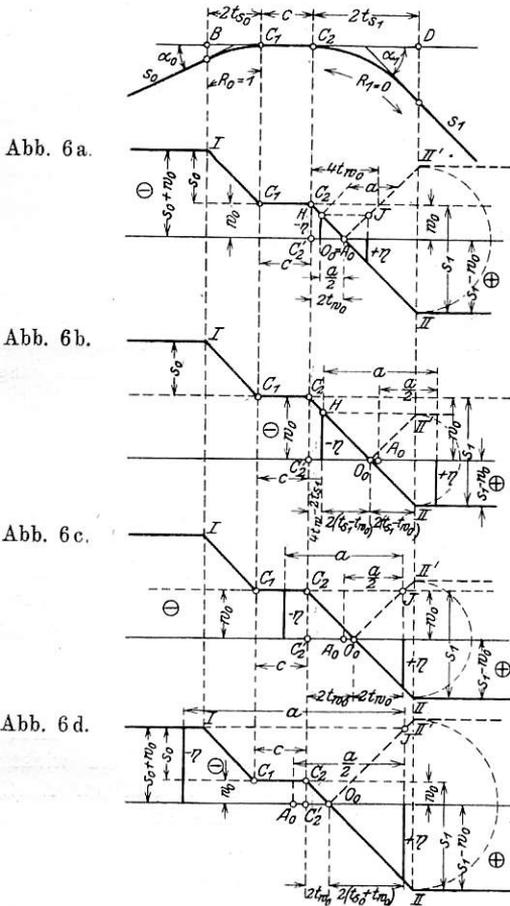


Abb. 5 b.

b) Die Lage des Ablaufpunktes bei Bergen mit einer Scheitelwagrechten.

Für die zeichnerische Ermittlung der Ablaufpunkte bei Bergen mit Scheitelwagrechte sind ähnliche Umklappungen der

Einflusslinien erforderlich, wie sie eben besprochen wurden. Man erhält $-\eta$ und $+\eta$ in den Fällen der Abb. 6 und 7, indem man im wagrechten Abstand a gleichlaufend mit dem einen Zweig der geneigten Einflusslinie eine Gerade zieht und diese zum Schnitt mit dem andern umgeklappten Zweig bringt. Eine Wagrechte durch diesen Schnittpunkt H (oder J) liefert im Schnitt mit dem ersten Zweig den Punkt J (oder H); in den auf die Nulllinie projizierten Punkten H und J ist $-\eta = +\eta$.



1. Fall; Abb. 6 a.

Voraussetzung: $a \leq 4t w_0$; $2t s_1 \geq 4t w_0$.

Wie aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich, stimmt der Ablaufpunkt A mit dem Punkt O überein; $\overline{C_2A}$ ist also gleich $2t w_0 = \frac{R \cdot w_0}{1000}$. Die Länge c der Scheitelwagrechten ist ohne jeden Einfluß.

Der Fall ist dem ersten der Ablaufberge ohne Scheitelwagrechte ähnlich; statt dem dortigen $s_0 + w_0$ muß jedoch hier $w_0 \geq \frac{1000 a}{2 R}$ sein. Die Grenzwerte für w_0 bzw. $s_1 - w_0$, innerhalb deren $A = 0$ ist, können der Abb. 4 entnommen werden.

2. Fall; Abb. 6 b.

Voraussetzung: $a > 4t w_0$; $2t s_1 < 4t w_0$.

Nach der Abb. wird $\overline{C_2A} = \frac{a}{2} + 4t w_0 - 2t s_1 = \frac{a}{2} + \frac{R}{1000} (2w_0 - s_1)$. Der Eintritt des Falles ist an geringe Ablaufgefälle oder an große Laufwiderstände gebunden und dem Fall a. 2 der Abb. 5 a wesensgleich.

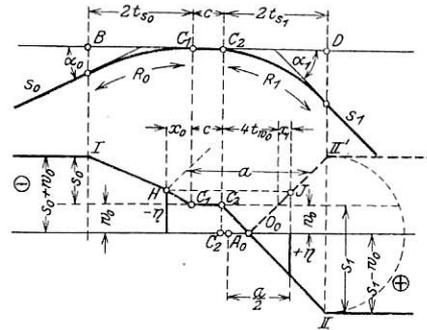
3. Fall; Abb. 6 c.

Voraussetzung: $a > 4t w_0$; $a \leq c + 4t w_0$; $2t s_1 > 4t w_0$.

Man erhält $\overline{C_2A} = 4t w_0 - \frac{a}{2} = \frac{2 R \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$. Wird

auch $\frac{a}{2} > 4t w_0$, so wird der Wert für $\overline{C_2A}$ negativ, sodafs der Ablauf schon beginnt, während der Wagenschwerpunkt sich noch über der Scheitelwagrechten befindet; je schärfer R , je kleiner w_0 , desto eher läuft der Wagen ab. Für die spätere Beurteilung der Scheitelwagrechten ist dieser Fall der ungünstigste!

Abb. 7.



4. Fall; Abb. 7.

Voraussetzung: $a > c + 4t w_0$; $a < 2(t s_0 + t s_1) + c$;

$\frac{a}{2} \leq 2(t s_1 - t w_0)$; $\frac{a}{2} \leq 2(t s_0 + t w_0) + c$; $2t s_1 > 4t w_0$.

Der Wert für die Lage des Ablaufpunktes ergibt sich nach den geometrischen Beziehungen in dem Rechnungsgang:

$$a = c + 4t w_0 + x_0 + x_1;$$

$$x_0 : x_1 = R_0 : R_1;$$

$$x_1 = \frac{a - (c + 4t w_0)}{1 + \frac{R_0}{R_1}}.$$

Die Entfernung $\overline{C_2A}$ ist $4t w_0 + x_1 - \frac{a}{2}$; ist wie üblich

$$R_0 = R_1, \text{ so ist } x_0 = x_1 = \frac{a - (c + 4t w_0)}{2}, \text{ woraus } \overline{C_2A} = 2t w_0 - \frac{c}{2} = \frac{R \cdot w_0}{1000} - \frac{c}{2}.$$

5. Fall; Abb. 6 d.

Voraussetzung: $a > c + 4t w_0$; $a \geq c + 4(t s_0 + t w_0)$; $2(t s_0 + t w_0) < 2(t s_1 - t w_0)$.

Der Abstand $\overline{C_2A}$ wird $2t s_0 + 4t w_0 - \frac{a}{2} = \frac{R_1 \cdot s_0 + 2 R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$. Kleine Zuführungssteigung und kleiner

Laufwiderstand sind Vorbedingungen für diesen seltenen Sonderfall. (Wenn $R_0 \neq R_1$ ist, muß darauf geachtet werden, daß die mit $t s_0$ in die Formeln eingeführte Länge teilweise gleich $\frac{R_1 \cdot s_0}{2 \cdot 1000}$ und teilweise gleich $\frac{R_0 \cdot s_0}{2 \cdot 1000}$ ist. Vergl. dazu die spätere Übersicht 1.)

c) Die Lage des Ablaufpunktes an Abrollgleisen.

Befindet sich ein Wagen im Augenblick des Ablaufs von einem Abrollgleis völlig auf der Ausrundung des Ablaufgefälles oder auf dieser und auf der Scheitelwagrechten, so liegen naturgemäß die gleichen Verhältnisse vor wie in den Fällen 1 bis 3 der Ablaufberge mit Scheitelwagrechten; die dort angegebenen Voraussetzungen und Werte für den Abstand $\overline{C_2A}$ haben also auch hier Gültigkeit.

Anders verhalten sich dagegen die Fälle an Abrollgleisen, in denen großer Achsstand oder geringer Laufwiderstand es mit sich bringen, daß der Wagen im Ablaufzeitpunkt auch noch auf der Ausrundung der Zuführungsneigung steht. Man muß sich dabei vergegenwärtigen, daß bei Abrollgleisen sowohl Ablauf- wie Zuführungsgefälle treibende Kräfte erzeugen, während hemmende Kräfte nur unter der Wirkung des Laufwiderstands entstehen; damit ergeben sich zwei Übergänge zwischen den entgegengesetzten Kräften, die sich in den Einflußlinien (Abb. 8) als Nullpunkte O_1 und O_2 in den Abständen $2t'w_0$ und $2tw_0$ von Beginn bzw. Ende der Scheitelwagrechten darstellen. Je nach dem Verhältnis des Achsstandes a zu der von O_1 und O_2 eingeschlossenen Strecke $c + 2(t'w_0 + tw_0)$ sind nun zwei weitere Lagen der Ablaufpunkte an Abrollgleisen zu unterscheiden, falls die beiden Neigungswechsel mit verschiedenen Halbmessern ausgerundet sind.

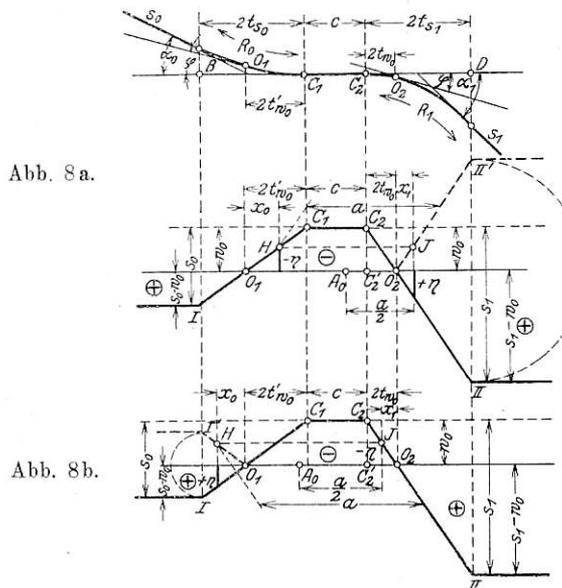


Abb. 8a.

Abb. 8b.

4. Fall; Abb. 8 a.

Voraussetzung: $a > c + 4tw_0$; $a \leq c + 2 \cdot (tw_0 + t'w_0)$; $2ts_1 > 4tw_0$.

Die Entfernung $\overline{C_2A}$ ergibt sich zu $2tw_0 + x_1 - \frac{a}{2}$,

$$\text{worin } x_1 = \frac{a - c - 2(t'w_0 + tw_0)}{1 - \frac{R_0}{R_1}}.$$

5. Fall; Abb. 8 b.

Voraussetzung: $a > c + 2 \cdot (tw_0 + t'w_0)$; $a \leq c + 4t'w_0$; $2ts_0 > 2t'w_0$.

Entfernung $\overline{C_2A} = 2tw_0 - x_1 - \frac{a}{2}$, worin

$$x_1 = \frac{c + 2(t'w_0 + tw_0) - a}{1 - \frac{R_0}{R_1}}.$$

Werden in beiden Neigungswechseln gleiche Ausrundungshalbmesser verwendet, so wird $t'w_0 = tw_0$ und der Grenzwert für a beide Male $a \leq c + 4tw_0$ oder $c + 4t'w_0$. Damit ist sofort der oben besprochene Fall 3 gegeben.

Wird bei gleichen oder ungleichen Halbmessern $a > c + 4t'w_0$, so gibt es keinen eigentlichen Ablaufpunkt mehr, weil dann die treibenden Kräfte immer größer als die hemmenden Kräfte bleiben: die Beschleunigung wird dann bereits vor der Zerlegungsstelle wirksam. Darauf wird im nächsten Abschnitt näher einzugehen sein.

Mit den vorstehend entwickelten Formelwerten sind die bei neuzeitlichen Ablaufanlagen vorkommenden Lagen der Ablaufpunkte erfasst. Der Gebrauch der Formeln dürfte in vielen Fällen bei der Bestimmung der Ablaufpunkte mindestens ebenso rasch wie das zeichnerische Verfahren zum Ziel führen. Dies wird erleichtert durch die Übersicht 1, in der die Abstandswerte mit den Voraussetzungen für ihre Gültigkeit in den geometrischen und analytischen Ausdrücken zusammengestellt sind.

C. Die Beurteilung der Scheitelwagrechten.

Die Formelentwicklung galt vor allem der Gewinnung von Unterlagen für eine Untersuchung, welche Gestalt der für den Ablauf maßgebenden Stelle, dem Bergscheitel, am besten zu geben sei. Diese Untersuchung ist jetzt für Ablaufberge ohne weiteres möglich; für Abrollgleise werden noch andere Überlegungen eingeschaltet werden müssen, die sich auf die geneigte Zuführungsstrecke beziehen.

Allgemein für beide Arten von Ablaufanlagen gültig läßt sich aber zunächst noch vorausschicken, daß die gleichmäßigste und daher günstigste Lage der Ablaufpunkte verschieden widerstandsreicher Wagen naturgemäß erreicht wird, wenn die Neigungswechsel mit möglichst kleinen Halbmessern ausgerundet werden; denn jede der Formeln enthält ein Glied als Produkt von Laufwiderstand und Ausrundungshalbmesser, das bei den unvermeidbaren Verschiedenheiten der Wagenlaufwiderstände um so stärkeren Einfluß auf die Lage der Ablaufpunkte ausübt, je größer der Ausrundungshalbmesser, das um so mehr an Bedeutung verliert, je kleiner er ist.

Aus den folgenden Ausführungen, die sich auf Grund dieser Erkenntnis hauptsächlich mit den Scheitelwagrechten zu befassen haben, wird die Wirkung der Halbmessergroße nochmals hervortreten.

a) Scheitelwagrechte an Ablaufbergen.

Um auf einfache und klare Weise zu erkennen, wie die Einschaltung von Wagrechten in Bergscheiden wirkt, sei ein Berg angenommen, der entsprechend heutigen Ausführungsformen auf der Zuführungsseite eine Steigung $s_0 = 20\%$, auf der Ablaufseite ein Gefälle von $s_1 = 40\%$ aufweise; er werde einmal mit ununterbrochener Ausrundung betrachtet, das andere Mal mit einer Scheitelwagrechten, die nach Abb. 6 c länger als $a - 4tw_0$ sein soll. Als Ausrundungshalbmesser der Neigungswechsel sollen alle zwischen 0 und 1000 m in Frage kommen können.

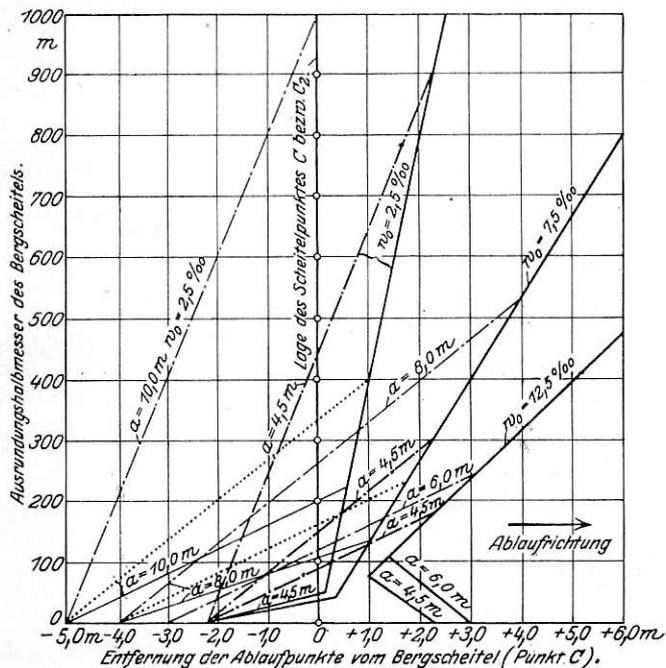
Berechnet man nun zunächst für Wagen gleichen Achsstands $a = 4,5$ m, aber verschiedenen Widerstands $w_0 = 12,5, 7,5$ und $2,5$ kg/t die Lage der Ablaufpunkte an diesem Berge, so erhält man deren Abstände von dem Scheitelpunkt C bzw. C_2 in den Abmessungen, die an den stark gezeichneten Linienzügen der Abb. 9 abzulesen sind. Man erkennt, daß ohne Scheitelwagrechte die Ablaufpunkte verschieden widerstandsreicher Wagen am nächsten beisammen und bei den üblichen Halbmessern von mindestens 200 m alle jenseits des Scheitelpunktes C liegen; die Einschaltung einer Wagrechten läßt infolge der geringeren Steigungskraft W die Wagen um so früher zum Ablauf kommen, je kleiner ihr Laufwiderstand ist und vergrößert somit die gegenseitigen Abstände der Ablaufpunkte. Noch mehr ziehen sich diese auseinander, wenn statt Wagen gleichen solche verschiedenen Achsstands aufeinander folgen, wobei ja erfahrungsgemäß meist diejenigen größeren Achsstands den geringeren Laufwiderstand zu überwinden haben. Das Ergebnis der entsprechenden Berechnung für Achsstände von 6,0, 8,0 und 10,0 m zeigen die schwächeren Teile der Abb. 9. Auch diesmal liegen die Ablaufpunkte bei durchgehender Ausrundung erheblich enger beisammen als bei dem mit einer Scheitelwagrechten versehenen Profil.

Die Lage der Ablaufpunkte von Einzelwagen:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
an Ablaufbergen ohne Scheitelwagrechte:			an Ablaufbergen mit Scheitelwagrechten:			an Abrollgleisen:		
Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:			Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:			Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand:		
Geometrisch:	Analytisch:	Abstand vom Bergscheitel C bis zum Ablaufpunkt A:	Geometrisch:	Analytisch:	Abstand vom Bergscheitel C ₂ bis zum Ablaufpunkt A:	Geometrisch:	Analytisch:	Abstand vom Bergscheitel C ₂ bis zum Ablaufpunkt A:
1. Nach Abb. 3. $a \leq 4(ts_1 - tw_0)$, $a \leq 4(ts_0 + tw_0)$.	$s_1 - w_0 \geq \frac{1000a}{2R}$, $s_0 + w_0 \geq \frac{1000a}{2R}$.	$2tw_0 = \frac{R \cdot w_0}{1000}$.	1. Nach Abb. 6a. $a \leq 4tw_0$, $2ts_1 \geq 4tw_0$.	$w_0 \geq \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 \geq 2w_0$.	$2tw_0 = \frac{R_1 \cdot w_0}{1000}$.	1. Nach Abb. 6a. $a \leq 4tw_0$, $2ts_1 \geq 4tw_0$.	$w_0 \geq \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 \geq 2w_0$.	$2tw_0 = \frac{R_1 \cdot w_0}{1000}$.
2. Nach Abb. 5a. $a > 4(ts_1 - tw_0)$, $2(ts_1 - tw_0) < 2(ts_0 + tw_0)$.	$s_1 - w_0 < \frac{1000a}{2R}$, $s_1 - w_0 < s_0 + w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 =$ $\frac{a}{2} - \frac{R}{1000}(s_1 - 2w_0)$	2. Nach Abb. 6b. $a > 4tw_0$, $2ts_1 < 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 < 2w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 =$ $\frac{a}{2} - \frac{R_1}{1000}(s_1 - 2w_0)$	2. Nach Abb. 6b. $a > 4tw_0$, $2ts_1 < 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $s_1 < 2w_0$.	$\frac{a}{2} - 2ts_1 + 4tw_0 =$ $\frac{a}{2} - \frac{R_1}{1000}(s_1 - 2w_0)$.
3. Nach Abb. 5b. $a > 4(ts_0 + tw_0)$, $2(ts_0 + tw_0) < 2(ts_1 - tw_0)$.	$s_0 + w_0 < \frac{1000a}{2R}$, $s_0 + w_0 < s_1 - w_0$.	$2ts_0 + 4tw_0 - \frac{a}{2} =$ $\frac{R}{1000}(s_0 + 2w_0) - \frac{a}{2}$	3. Nach Abb. 6c. $a > 4tw_0$, $a \leq c + 4tw_0$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $w_0 \leq \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $s_1 > 2w_0$.	$4tw_0 - \frac{a}{2} =$ $\frac{2R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$	3. Nach Abb. 6c. $a > 4tw_0$, $a \leq c + 4tw_0$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $w_0 \leq \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $s_1 > 2w_0$.	$4tw_0 - \frac{a}{2} =$ $\frac{2 \cdot R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$.
* Die Fälle 4 und 5 sind bei Abrollgleisen nur möglich, wenn $R_0 > R_1$ ist; bei Bergen mit Scheitelwagrechten können sie sowohl bei $R_0 \geq R_1$ als auch bei $R_0 \leq R_1$ vorkommen. ** Im Fall 5 der Ablaufberge mit Scheitelwagrechten sind die Voraussetzungen in der geometrischen Form nur bei gleichen Halbmessern brauchbar. Ist $R_0 \neq R_1$, so sind die analytischen Ausdrücke zur Prüfung zu verwenden. Die Größe ts_0 ist in diesem Falle nämlich teilweise $R_1 \cdot s_0 : 2 \cdot 1000$ statt $R_0 \cdot s_0 : 2 \cdot 1000$. Darauf beruht auch die abweichende Form der Abstandsformel in Spalte 6.			4. Nach Abb. 7*) $a > c + 4tw_0$, $a < c + 2(ts_0 + ts_1)$, $\frac{a}{2} \leq 2(ts_1 - tw_0)$, $\frac{a}{2} \leq 2(ts_0 + tw_0) + c$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $R_0 \cdot s_0 + R_1 \cdot s_1 > 1000(a-c)$, $s_1 - w_0 \geq \frac{1000a}{2R_1}$, $R_0 \cdot s_0 + R_1 \cdot w_0 \geq \frac{1000(a-2c)}{2}$, $s_1 > 2w_0$.	$4tw_0 + x_1 - \frac{a}{2} =$ $\frac{2R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2} +$ $a - \left(c + \frac{2R_1 w_0}{1000}\right)$ $1 + \frac{R_0}{R_1}$	4. Nach Abb. 8a*) $a > c + 4tw_0$, $a \leq c + 2(tw_0 + t'w_0)$, $2ts_1 > 4tw_0$.	$w_0 < \frac{1000(a-c)}{2R_1}$, $R_1 \cdot w_0 + R_0 w_0 \geq \frac{1000(a-c)}{2}$, $s_1 > 2w_0$.	$2tw_0 + x_1 - \frac{a}{2} =$ $\frac{R_1 w_0}{1000} - \frac{a}{2} +$ $a - c - \frac{R_0 + R_1}{1000} \cdot w_0$ $1 - \frac{R_0}{R_1}$
Bei einer dem Ergebnis der Abhandlung entsprechenden Gestaltung der Ablaufanlagen kommen nur noch die Fälle 1 bis 3 der Ablaufberge ohne Scheitelwagrechte und der Abrollgleise vor.			5. Nach Abb. 6d**) $a > c + 4tw_0$, $a \geq c + 4(ts_0 + tw_0)$, $2(ts_0 + tw_0) < 2(ts_1 - tw_0)$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_1}$, $(R_0 + R_1)s_0 + 2R_1 \cdot w_0 < 1000(a-c)$, $s_0 + w_0 < s_1 - w_0$	$\frac{R_1 \cdot s_0 + 2R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$	5. Nach Abb. 8b*) $a > c + 2(tw_0 + t'w_0)$, $a \leq c + 4t'w_0$, $2ts_0 > 4t'w_0$.	$R_1 \cdot w_0 + R_0 \cdot w_0 < \frac{1000(a-c)}{2}$, $w_0 \geq \frac{1000(a-c)}{2 \cdot R_0}$, $s_0 > 2w_0$.	$2tw_0 - x_1 - \frac{a}{2} =$ $\frac{R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2} -$ $c + \frac{R_0 + R_1}{1000} \cdot w_0 - a$ $1 - \frac{R_0}{R_1}$

Die Unterschiede der Laufwiderstände sind klarer Erkenntnis zuliebe in Abb. 9 etwas größer angenommen als ihrem gleichzeitig möglichen Auftreten entspricht: in Wirklichkeit ist bei schlechtesten Wetter- und Windverhältnissen mit 6,5 kg/t Widerstand des guten und 13,4 kg/t des schlechten Läufers

Abb. 9. Lage der Ablaufpunkte bei einem Berg ohne und mit Scheitelwagrechte.



Erläuterung zu Abb. 9.

Berggestalt: $s_0 = 20 ‰$, $s_1 = 40 ‰$; $c \geq a - 4tw_0$

Wagenwiderstände: $w_0 = 12,5 ‰$ bzw. $7,5 ‰$ und $2,5 ‰$.

Achsstände: $a = 4,5$ m und $6,0, 8,0$ bzw. 10 m.

Lage der Ablaufpunkte:

—	bei Wagen gleichen	Achsstands an Bergen	ohne mit	Scheitel- wag- rechte
—	" " ungleichen			
—	" " gleichen			
—	" " ungleichen			
⋯	Abweichende Lage der Ablaufpunkte bei ungleichen Achsständen, wenn an Bergen ohne Scheitelwagrechte $s_0 < 10 ‰$.			

zu rechnen. An dem praktischen Ergebnis der Abb. 9 ändert dies jedoch nichts. Die Tatsache bleibt bestehen, daß die Einschaltung von Scheitelwagrecht dem Ablauf des an und für sich schon durch geringeren Widerstand bevorzugten guten Läufers weitere Vorteile bringt, die dem schlechten Läufer versagt bleiben. Infolge des so beschleunigten Ablaufs des guten Läufers vermindern sich nun von vornherein die zum Ausgleich der verschiedenen Laufzeiten nötigen Raum- und Zeitabstände zwischen voranlaufendem schlechten und folgendem guten Läufer, es wird also eine Ermäßigung der Abdrückgeschwindigkeit und damit eine geringere Leistung der ganzen Ablaufanlage erzwungen. Scheitelwagrechte erzielen künstlich größeres Streuen der Ablaufpunkte und begünstigen damit einen Zustand, nach dessen Beseitigung man andererseits schon lange mit teilweise kostspieligen Mitteln, wie z. B. mit der Frölichschen »Gipfelbremse« strebt.

Die Unterbrechung der Scheitelausrundung durch eine Wagrechte erscheint demnach unzweckmäßig; muß aus irgendwelchen Gründen — z. B. für niederen Sommerberg neben hohem Winterberg — reichliche Entwicklungslänge überwunden werden, so bietet die Ermäßigung der Steigung auf der Zuführungsseite, wenn nötig zusammen mit der Anwendung größerer Ausrundungshalbmesser, unter Beibehaltung der un-

unterbrochenen Ausrundung günstigere Vorbedingungen für den Ablaufbetrieb, als sie sich durch eine Scheitelwagrechte erzielen lassen. Das zeigen die in Abb. 9 noch eingezeichneten Lagen der Ablaufpunkte bei einer auf $10 ‰$ ermäßigten Zuführungssteigung: bei gleichen Achsständen bleiben die Ablaufpunkte unverändert; bei ungleichen Achsständen beginnen sie sich auseinanderzuziehen, sobald der Ausrundungshalbmesser unter 400 m gewählt wird; doch bleiben die Abstände zwischen den Ablaufpunkten verschieden widerstandsreicher und langer Wagen stets wesentlich kleiner als an Bergen mit Scheitelwagrecht. Bei den letzteren verlegt sich eben der Ablaufpunkt nicht nur mit anderem Laufwiderstand, sondern auch mit anderem Achsstand der Wagen, während bei ununterbrochener Ausrundung verschiedene Achsstände nur bei dem Zusammentreffen von kleinen Halbmessern (oder kleinen Centriwinkeln der beiderseitigen Neigungen), großen Achsständen und kleinen Laufwiderständen eine auch dann noch mächtige Wirkung auf die Verschiebung der Ablaufpunkte haben.

b) Scheitelwagrechte an Abrollgleisen.

1. Zweck und Wirkung der Wagrecht.

Hat man aus dem eben Dargelegten auch erkannt, daß Scheitelwagrechte für den Ablaufbetrieb nicht günstig sind, so lassen sie sich an Abrollgleisen doch nicht vermeiden, weil sie hier einen bestimmten Zweck erfüllen: sie wirken hemmend auf den vordersten Wagen oder den vordersten Teil des auf der geneigten Zuführungsstrecke zur Abrollstelle heranrückenden Zuges und ermöglichen, daß die infolge der Hemmung lockerer werdenden Kupplungen bei dem Ablauf von Einzelwagen ohne künstliche Hilfsmittel, bei dem Ablauf von Gruppen unter geringer Inanspruchnahme von Hilfsmitteln abgehängt werden können.

Die Erfüllung dieses Zweckes ist nicht unbedingt an eine Wagrechte gebunden, sie erscheint gewährleistet, wenn nur die Neigung der Zuführungsstrecke vor der Abrollstelle soweit ermäßigt wird, daß auch bei den höchsten Abdrückgeschwindigkeiten der Laufwiderstand des am besten laufenden Wagens zur Wirkung kommt und die Hemmung hervorruft. Man wählt jedoch allgemein eine wagrecht (— teilweise sogar eine in geringer Gegensteigung —) liegende Unterbrechung der aufeinanderfolgenden Zuführungs- und Ablaufgefälle.

Die Frage nach der Länge dieser Scheitelwagrecht findet sich bisher nur in Quelle e*) berührt, wo als zweckmäßige Länge 10 bis 15 m genannt werden. Die Weiterverfolgung der oben bei der Bestimmung der Ablaufpunkte angestellten Überlegungen führt aber zwangsläufig auf genau zu bestimmende Grenzmaße für die Länge der Wagrecht: denn wie einerseits an der Ablaufseite einer Abrollanlage der Ablaufpunkt entsteht, an dem die Beschleunigung zu wirken beginnt, so ist andererseits bei dem Übergang aus dem Zuführungsgefälle in die Wagrechte eine Stelle vorhanden, an der die einem Wagen durch das Gefälle gegebene lebendige Kraft durch seinen Laufwiderstand aufgebraucht ist, an der also die das Entkuppeln erleichternde Hemmung oder Stauchung voll wirksam wird. Diese Stelle wird im folgenden mit »Stauchpunkt« bezeichnet; über ihm würde der Schwerpunkt eines einzelnen Wagens, der mit sehr kleiner Geschwindigkeit auf der Zuführungsstrecke heranrollt, zum Stillstand kommen, von ihm ab schiebt ein noch auf der steileren Strecke befindlicher abrollender Zug den vordersten Wagen vor sich her.

Zwischen Stauchpunkt und Ablaufpunkt muß das Entkuppeln erfolgen können. Die Scheitelwagrechte muß demnach beide Punkte in einen solchen gegenseitigen Abstand bringen, daß die Zeit, in der bei größter Abdrückgeschwindigkeit ein zu entkuppelnder Wagen die Abstandsstrecke durchlaufen kann, mindestens der Entkuppelungszeit entspricht.

*) Seite 299.

Zur Bestimmung der richtigen Länge der Scheitelwagrechten ist somit die Kenntnis der Lage der Stauchpunkte nötig; dazu ist wieder das Einfluslinienverfahren am geeignetsten. Nach ihm sind in den Abb. 10 a/b und 11 a/b die verschiedenen Möglichkeiten der Stauchpunkte gezeigt: sie unterscheiden sich wie die Ablaufpunkte in den Vorbedingungen ihrer

wird als die in der zweiten Achslast wirksame Gefällkraft $Z (= G \cdot [s_0 - w_0])$. Näheres Eingehen auf die in Abb. 10 a/b und 11 dargestellten Fälle dürfte sich daher erübrigen; die Voraussetzungen für das Eintreten einer der vier Möglichkeiten und die Werte für die Abstände der Stauchpunkte St von den Scheitelpunkten C_2 sind in der Übersicht 2 zusammengestellt. Die Beziehung der Stauchpunkte auf den Punkt C_2 , der ja auch bei den Ablaufpunkten Verwendung fand, wird die Längenbestimmung der Scheitelwagrechten wesentlich erleichtern.

Einen für die weiteren Untersuchungen lehrreichen Sonderfall zeigt die Abb. 10 c; er tritt bei kurzen Scheitelwagrechten, großen Achsständen und kleinen Laufwiderständen dann ein, wenn der Ausrundungshalbmesser der beiden Neigungswechsel ungleich (und zwar $R_0 > R_1$) ist. Wie man aus der Einfluslinie erkennen kann, beginnt dann die mit $-\eta$ bezeichnete, hemmend auf die vorderste Achse wirkende Widerstandskraft infolge des Vorrückens des Wagens nach der Ablaufneigung bereits abzunehmen, solange die durch $+\eta$ dargestellte, treibend auf die hinterste Achse wirkende Gefällkraft den Größtwert von $-\eta$ noch übertrifft: der sehr langsam heranrollende Wagen kommt also nicht mehr zum Stillstand, es tritt kein so völliges Stauchen wie in den Fällen der Abb. 10 a/b und 11 ein. Der Stauchpunkt bezeichnet hier lediglich den Augenblick geringster Zulaufgeschwindigkeit, die an ihm sofort in die zunehmende Ablaufgeschwindigkeit übergeht. Der Stauchpunkt wird demnach zugleich Ablaufpunkt; es ist der Fall gegeben, der am Schluss der Ausführungen über die Ablaufpunkte an Abrollgleisen erwähnt wurde: es ist $a > c + 4t'w_0$ geworden.

Man sieht aus Abb. 10 c, daß $+\eta$ nicht ganz durch $-\eta$ aufgebraucht wird; $+\eta$ bleibt um $\Delta\eta$ grösser, woraus hervorgeht, daß der betrachtete Wagen im Augenblick seiner geringsten Geschwindigkeit noch in einem mittleren Gefälle steht, das den Laufwiderstand w_0 um s_v übersteigt. Dieses Überschussgefälle s_v bedingt eine gewisse Geschwindigkeit v_v des ungebremst an der Zugspitze hängenden vordersten Wagens; trotzdem kann der für das Entkuppeln ausreichende Grad der Stauchung vielleicht erreicht werden, wenn v_v geringer ist als die Zulaufgeschwindigkeit v_0 des folgenden Zuges und zwar schon vor dem Stauchpunkt St über eine so lange Strecke geringer ist, daß genügend Zeit für das Abhängen der Kupplung entsteht.

Selbst wenn diese Zeit gewahrt ist, bleibt aber der hier geschilderte Fall durchaus unerwünscht, weil es nach den oben gemachten Ausführungen über das Streuen der Ablaufpunkte unzweckmässig ist, daß manche Wagen bereits in der Zuführungsstrecke abzulaufen beginnen. Es soll deshalb als Ergebnis des angeschnittenen Sonderfalles, ohne weiter bei ihm zu verweilen, nur festgehalten werden, daß die Scheitelwagrechte unter Zugrundlegung von Achsstand und Laufwiderstand des besten Läufers mindestens eine Länge $c \geq a - 4t'w_0$ besitzen muß, wenn der Ablaufpunkt nicht mehr in der Zuführungsstrecke oder in dem an diese anschließenden ersten Teil der Scheitelwagrechten liegen soll. Noch besser erscheint als Mindestwert $c \geq a - 4t'w_0 \left(= a - \frac{2R_1 \cdot w_0}{1000} \right)$; damit steht dann im Augenblick des Ablaufs der ganze Wagen entsprechend der Abb. 6 a/c in der Scheitelwagrechten und in der Ausrundung zum Ablaufgefälle.

2. Die Länge der Scheitelwagrechten.

Man hat soeben zwei für die Länge der Scheitelwagrechten geltende Bedingungen erkannt: einmal verlangt die Entstehung eines günstigen Ablaufpunktes einen Mindestwert von $c \geq a - \frac{2R_1 \cdot w_0}{1000}$; andererseits muß für die Entkuppung eines Einzelwagens ohne äußere Hemmittel das Durchlaufen der Strecke vom Stauchpunkt bis zum Ablaufpunkt durch den

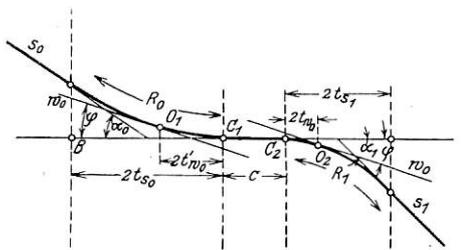


Abb. 10 a.

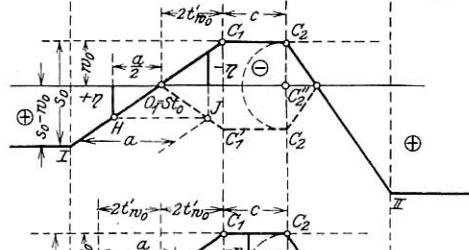


Abb. 10 b.

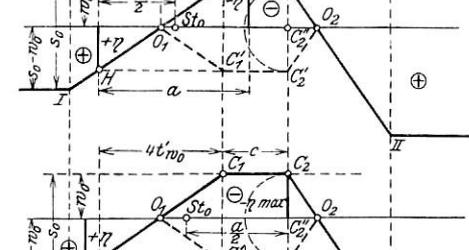


Abb. 10 c.

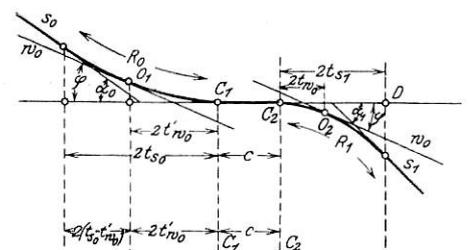


Abb. 11 a.

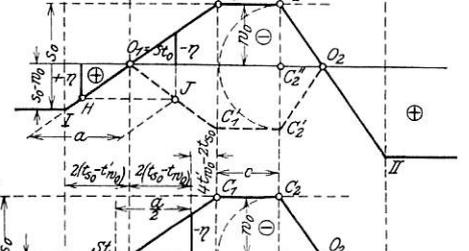


Abb. 11 b.

Entstehung und in ihrer Lage je nach dem Verhältnis zwischen dem Zuführungsgefälle und dem Wagenlaufwiderstand, dem Wagenachsstand und der Länge der Scheitelwagrechten. Die Bestimmung der Punkte fußt völlig auf den für die Ablaufpunkte erläuterten Grundsätzen; allein abweichend gilt hier lediglich, daß die Stauchung dann voll erreicht ist, wenn die auf die erste Achslast wirkende Widerstandskraft $W (= G \cdot w_0)$ größer

Die Lage der Stauchpunkte an Abrollgleisen.

1	2	3
Voraussetzung für den nebenbezeichneten Abstand Geometrisch	Analytisch	Abstand vom Stauchpunkt St bis zum Bergschieitelpunkt C ₂ :
1. Nach Abb. 10a. $a \leq 4t'w_0$, $2ts_0 \geq 4t'w_0$,	$w_0 \geq \frac{1000a}{2R_0}$, $s_0 \geq 2w_0$.	$2t'w_0 + c = \frac{R_0 \cdot w_0}{1000} + c$.
2. Nach Abb. 10b. $a > 4t'w_0$, $a \leq c + 4t'w_0$, $2ts_0 > 4t'w_0$.	$w_0 < \frac{1000a}{2R_0}$, $w_0 \geq \frac{1000(a-c)}{2R_0}$, $s_0 > 2w_0$.	$4t'w_0 + c - \frac{a}{2} = \frac{2R_0 \cdot w_0}{1000} + c - \frac{a}{2}$.
3. Nach Abb. 11a. $a \leq 4(t s_0 - t'w_0)$, $2ts_0 \leq 4t'w_0$.	$s_0 - w_0 \geq \frac{1000a}{2R_0}$, $s_0 \leq 2w_0$.	$2t'w_0 + c = \frac{R_0 \cdot w_0}{1000} + c$.
4. Nach Abb. 11b. $a > 4(t s_0 - t'w_0)$, $2ts_0 < 4t'w_0$.	$s_0 - w_0 < \frac{1000a}{2R_0}$, $s_0 < 2w_0$	$4t'w_0 - 2ts_0 + c + \frac{a}{2} = \frac{R_0}{1000} (2w_0 - s_0) + c + \frac{a}{2}$.

besten Läufer, — für den diese Entfernung am geringsten ist, — bei der größten Zuführungsgeschwindigkeit mindestens solange dauern, als für das Abkuppeln dieses Wagens nötig ist.

Bezeichnet man den Zeitbedarf für das Abkuppeln mit T, die Abdrückgeschwindigkeit mit v_0 , so läßt sich die zweite Bedingung ausdrücken durch $StA: v_0 \geq T$. Die Strecke StA setzt sich zusammen aus StC_2 und C_2A , die beide aus den bisherigen Erörterungen bekannt sind. Für die Ermittlung ihrer Längen kommen bei den kleinen Laufwiderständen w_0 der besten Läufer und bei den üblichen Neigungen s_0 und s_1 nur die Fälle der Abb. 6c und 10b in Frage; danach ist aus Übersicht 2 StC_2 mit $\frac{2R_0 \cdot w_0}{1000} + c - \frac{a}{2}$, aus Übersicht 1

C_2A mit $\frac{2R_1 \cdot w_0}{1000} - \frac{a}{2}$ einzusetzen. Dann lautet die zweite

Bedingung: $c \geq T \cdot v_0 + a - \frac{2 \cdot w_0}{1000} (R_0 + R_1)$. Wählt man in Verfolg der im Abschnitt A gemachten Ausführungen R_0 und R_1 gleich groß, so ergibt sich einfacher

$$c \geq T \cdot v_0 + a - \frac{4 R \cdot w_0}{1000}.$$

Es leuchtet ein, daß die Länge der Scheitelwagreden c mit dem Wagenachsstand a veränderlich bleibt, auch wenn die Entkuppelungszeit T, die Abdrückgeschwindigkeit v_0 und der Laufwiderstand w_0 sich nicht ändern. Deshalb drückt man zweckmäßig die Länge c als mit a zusammenhängend aus durch Umformung der letzten Gleichung zu $c - a \geq T \cdot v_0 - \frac{4 R \cdot w_0}{1000}$.

Diese Gleichung ist maßgebend, solange $T \cdot v_0 > \frac{2 R \cdot w_0}{1000}$; wird

$T \cdot v_0 < \frac{2 R \cdot w_0}{1000}$, so tritt die oben besprochene erste Bedingung

in Kraft, nach der $c \geq a - \frac{2 R \cdot w_0}{1000}$ oder $c - a \geq - \frac{2 R \cdot w_0}{1000}$

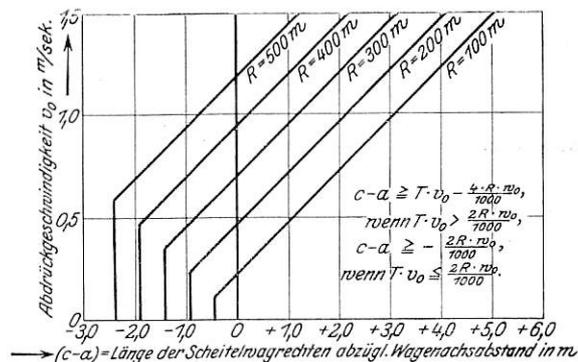
sein muß.

Nach sorgfältigen Erhebungen ist $T = 4$ sec, wenn das Entkuppeln in der üblichen Weise durch Aushängen der unteren Notkupplung vorbereitet ist und die locker gedrehte Hauptkupplung dann vor der Ablaufstelle mit einem einfachen Baum oder mit der besonders dafür vorgesehenen Gabel ausgehängt wird*). Die kleinsten Laufwiderstände sind mit 2,4 kg/t bekannt.

*) Ist die Notkupplung nicht ausgehängt, so sind 12" für den dann schwierigeren Entkuppelvorgang nötig; die Wagrede muß also ganz erheblich länger werden. Man wird aber das Mitaushängen der Notkupplung außer Betracht lassen können, da sie ja nach der Einführung der Kunze-Knorr-Bremse nicht mehr benützt werden wird.

Somit lassen sich als Ergebnis der Erörterungen über die Scheitelwagreden an Abrollgleisen endgültige Maße angeben, um die die Länge der Wagreden über den Achsstand desjenigen Wagens hinausgehen muß, der noch ohne künstliche Hemmung an der Abrollstelle bearbeitet werden soll. Die auf einer Entkuppelzeit von 4 sec und einem geringsten Laufwiderstand von 2,4 kg t aufgebauten Maße sind in Abb. 12

Abb. 12. Die Länge der Scheitelwagreden an Abrollgleisen bei $w_0 = 2,4$ kg/t und $T = 4$ sec.



zeigt; sie sind dort in ihrer Abhängigkeit von der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 und von den in beiden Neigungswegeln gleich angenommenen Ausrundungshalbmessern gegeben. Man erkennt, daß nach den hier gestellten Forderungen die Scheitelwagrede c bei den erstrebenswerten Ausrundungshalbmessern von 200 m und Abdrückgeschwindigkeiten bis zu 1,5 m/sec etwa 4 m länger sein muß als der Achsstand des längsten, ungehemmt abzukuppelnden Wagens; je nach der Wahl dieses Wagens wird man also das von Ammann a. a. O. empfohlene Maß von 10 bis 15 m ermäßigen können oder erhöhen müssen. Sind die angewendeten Abdrückgeschwindigkeiten nicht so hoch, so genügen kürzere Längen. Abb. 12 zeigt im übrigen klar, daß die Mindestlänge $(c \geq a - \frac{2 R \cdot w_0}{1000})$ der Wagreden

durchweg erst bei so geringen Abdrückgeschwindigkeiten Bedeutung gewinnt, wie sie an einigermaßen leistungsfähigen Abrollgleisen keine zugrunde zu legende Regel bilden dürften; praktisch sind diese Grenzlängen somit bedeutungslos.

Bei einzelnen Abrollanlagen kann es vielleicht erwünscht sein, statt nur eines Wagens auch häufig vorkommende Gruppen von zwei Wagen ohne das rohe Verfahren des Vorlegens von Bremsknüppeln u. ä. entkuppeln zu können. Zur Ermittlung der dann nötigen Längen der Wagreden muß in den Formeln statt $(c - a)$ gesetzt werden: $c - \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + 1 \right)$, worin a_1 und a_2 die Achsstände und 1 den Schwerpunktsabstand der

beiden Wagen bedeuten; beide Wagen müssen natürlich beste Läufer sein, um die nötige grösste Länge zu ergeben.

Schon bei Berücksichtigung der üblichen kürzesten Achsstände von 4,5 m und Wagenlängen von 9,0 m bemerkt man jedoch, daß man zur Erfüllung dieses Wunsches das durchgehende Gefäll auf erhebliche Strecken durch eine Wagrechte unterbrechen muß. Bei zunehmenden Achsständen und Wagenlängen kommt eine genügend lange Wagrechte überhaupt nicht mehr in Frage. Man wird sich deshalb wohl darauf beschränken, nur auf natürliche Hemmung eines längsten Einzelwagens Rücksicht zu nehmen; länger als 18 bis 20 m sollte insbesondere bei gering belasteten Abrollanlagen die Scheitelwagrechte nicht werden, weil sonst zu viele der letzten Wagen eines abrollenden Zuges auf ihr stehen bleiben können und bei längeren Zugpausen von Hand abgeschoben werden müssen. Bei stark belasteten Anlagen ist man an eine solche Grenze weniger gebunden, da der bald folgende nächste Zug das Abschieben übernimmt. Jedoch kann dort eine längere Wagrechte die Entwicklung des Gleisplans behindern, denn zur Ermöglichung des Abschiebens stehengebliebener Schlechtläufer müssen alle zur Abrollstelle führenden Gleise schon vor dem Beginn der Wagrechten vereinigt sein. Es ist also von Fall zu Fall abzuwägen, ob eine Verlängerung der Scheitelwagrechten über ihr oben abgeleitetes Mindestmaß hinaus angebracht erscheint.

D. Schlufsbemerkung.

Als Ergebnis der Untersuchungen ist kurz zusammengefaßt festzustellen:

1. Ablaufberge sollten grundsätzlich ohne Scheitelwagrechte angelegt werden.
2. Bei Abrollgleisen sind Scheitelwagrechte nötig; diese müssen eine formelmäßige festgelegte Mindestlänge besitzen.

Die Akkumulatorlokomotive und ihre Verwendung für Eisenbahnen.

Von Dipl.-Ing. Rudolf Winckler, Berlin-Zehlendorf.

Als durch wichtige Erfindungen in den 80 er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein brauchbarer elektrischer Stromspeicher — der Bleiakкумуляtor — geschaffen war, setzten sogleich Bestrebungen ein, ihn neben seiner Hauptanwendung als ortsfester Speicher auch für elektrische Fahrzeuge nutzbar zu machen. Die ersten Versuche bei Strafsenbahnwagen befriedigten nicht, sie gaben aber Gelegenheit, die für einen transportablen Akkumulator in elektrischer und mechanischer Hinsicht in Frage kommenden Beanspruchungen kennen zu lernen und auf Grund dieser Erfahrungen Spezialtypen für transportable Zwecke zu schaffen. So entstanden Ende vorigen Jahrhunderts die ersten Akkumulatorlokomotiven, die heute noch in Dienst sind, in diesem Jahre also ihr 25jähriges Jubiläum feiern können.

Die weitere Verbreitung dieser Lokomotiven hielt sich in den nächsten Jahren in mäßigen Grenzen. Erst als man anfang, sich über die verhältnismäßig schlechte Ausnutzung der Kohle in der Dampflokomotive Gedanken zu machen, als der Krieg mit seiner starken Kohlenknappheit die Wichtigkeit dieser Überlegungen unterstrich, als die Nachkriegszeit mit ihrer Wirtschaftsnot zu dem Bestreben führte, alle Betriebe auf Energievergeudung und Wirtschaftlichkeit zu prüfen, wurde die Entwicklung und Verbreitung von Akkumulatorlokomotiven stark gefördert. Obgleich bisher hauptsächlich Industriewerke Akkumulatorlokomotiven benutzten, zeigen neuerdings auch die Eisenbahnen selbst regeres Interesse für derartige Fahrzeuge. Es soll darum nachstehend durch Betrachtung von Bauart, Leistung und Wirtschaftlichkeit der Akkumulatorlokomotiven untersucht werden, welche Verwendung sie zweckmäßig bei Eisenbahnen finden und welche Leistungen hierfür in Frage kommen.

Bauart: Die Abb. 1 und 2 stellen reine Akkumulatorlokomotiven verschiedener Leistungen dar. Der allgemeine

3. Hält man die in Absatz 1 und 2 gegebenen Richtlinien ein, so sind für die Bestimmung der Ablaufpunkte nur noch die an den Abb. 3, 5 a und 5 b für Ablaufberge und an den Abb. 6 a/c für Abrollgleise abgeleiteten einfachen Formeln erforderlich; sie ermöglichen rasche Prüfung des vorliegenden Falles und rasche Ermittlung der Abstände vom Bergscheidel bis zum Ablaufpunkt. Der Formelgebrauch dürfte dem zeichnerischen Verfahren überlegen sein.

Bei der Beurteilung der Scheitelwagrechten an Ablaufbergen wurde nun schon kurz erwähnt, daß danach gestrebt wird, den Ablaufbetrieb durch Verwendung von mechanischen Hilfsmitteln zu verbessern. Diese Mittel können entweder wie Frölich's Gipfelbremse (vergl. Quelle f, Seite 43 u. ff.) durch verzögernde Einwirkung auf den guten Läufer oder nach dem Vorschlag Heinrichs (vergl. Quelle f, Seite 66 67) durch künstliche Beschleunigung des schlechten Läufers die Regelung der Raum- und Zeitabstände zwischen den einander im Ablauf folgenden Wagen zum Ziele haben. Durch beide Maßnahmen wird die Lage der Ablaufpunkte erheblich an Bedeutung verlieren.

Es erscheint jedoch zweifelhaft, ob die mechanischen Hilfsmittel heute schon jenen Grad baulicher Vollkommenheit erreicht haben, der die Vorbedingung ihrer erfolgreichen Verwendung sein muß. Selbst wenn man aber auch diese offene Frage bejahen könnte, stehen einer allgemeinen mechanischen Ergänzung der Ablaufanlagen angesichts der heutigen Wirtschaftslage sehr starke finanzielle Schwierigkeiten entgegen.

Es muß deshalb versucht werden, die bestehenden Anlagen mit einfacheren Mitteln auszugestalten, vorhandene Fehler zu beseitigen und damit eine bestmögliche Wirtschaftlichkeit des Ablaufbetriebs zu sichern. Mögen die vorstehenden Erörterungen ein Glied in der Kette dieser Versuche bilden! Dann ist ihr Zweck erfüllt.

Aufbau ist grundsätzlich der gleiche. Auf einem einfachen Untergestell aus Profileisen oder Blechen ist in der Mitte der Führerstand angeordnet. Er enthält Fahrschalter, Mels-

Abb. 1.

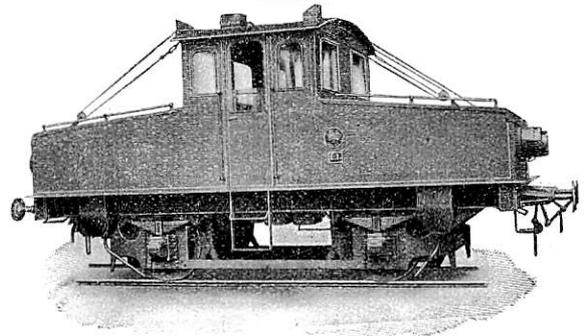
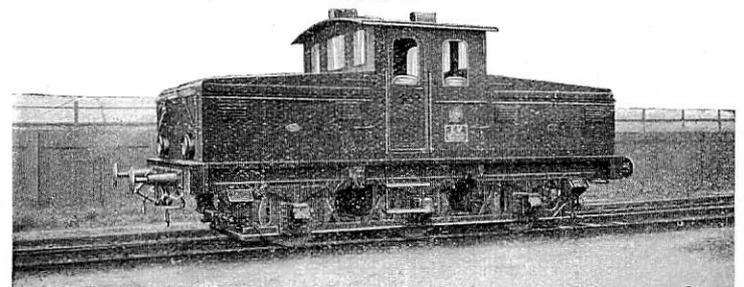


Abb. 2.



instrumente und die Bremseinrichtung und gestattet nach allen Seiten einen bequemen Ausblick. Zu beiden Seiten des Führerstandes ist in Vorbauten mit abrollbaren Deckeln die Batterie

leicht zugänglich und übersichtlich untergebracht. Der Antrieb der Lokomotive erfolgt im allgemeinen durch zwei oder vier gekapselte Gleichstrom-Hauptstrommotoren, die über ein Zahnradvorgelege die Achsen antreiben. Durch Serienparallelschaltung der Motorgruppen ist eine verlustlose Geschwindigkeitsänderung möglich. Die feinere Einteilung der Geschwindigkeitsstufen erfolgt durch Vorschaltwiderstände und Feldschwächung. Als Bremse erhalten kleine Maschinen eine Handbremse, als zweite Bremse bzw. als Gefahrenbremse eine elektrische Kurzschlussbremse. Für größere Lokomotiven wird eine Druckluftbremse mit Motorkompressor vorgesehen.

Abb. 3.

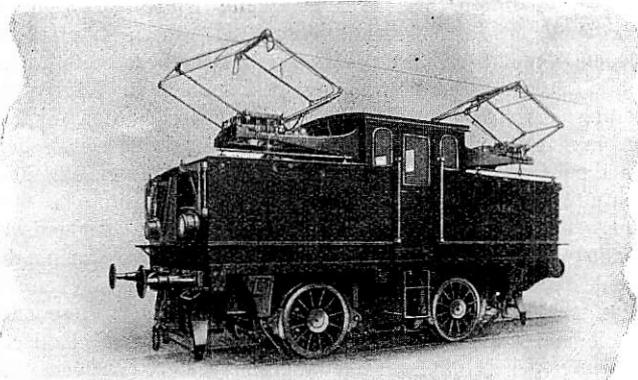


Abb. 3 zeigt eine Lokomotive für gemischten Betrieb. In manchen Fällen, auf die weiter unten näher eingegangen werden soll, sind derartige Lokomotiven von größtem Nutzen. Sie unterscheiden sich nur dadurch von den reinen Akkumulatorlokomotiven, daß sie mit einem Stromabnehmer ausgerüstet werden, so dass sie sowohl mit Oberleitungs- als auch mit Batteriestrom fahren können. Die Umschaltung erfolgt durch Umlegen eines Hebels im Führerstand.

Die Leistungen der abgebildeten Lokomotiven sind nachstehend angegeben:

Abb. 1) 2570 kg Zugkraft bei 8,3 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 25 t.

Abb. 2) 3300 kg Zugkraft bei 8,6 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 42 t.

Abb. 3) 3650 kg Zugkraft bei 15,9 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 36 t.

Die letzteren Angaben beziehen sich auf Oberleitungsbetrieb, während bei Umschaltung auf Batteriebetrieb die Geschwindigkeit entsprechend der Batteriespannung auf 8,3 km/St. zurückgeht. Naturgemäß werden für schwereren Dienst noch größere vier- oder mehrachsige Lokomotiven gebaut, die z. B. mit folgender Leistung ausgerüstet werden können: 7300 kg Zugkraft bei 15,9 km/St. Geschwindigkeit, Dienstgewicht 72 t. Die Geschwindigkeit bei Batterieantrieb geht bei dieser Lokomotive auf 9,4 km/St. zurück. Die vorstehend angegebenen Daten beziehen sich durchweg auf die Stundenleistung der Lokomotiven. Es ist bekannt, daß die Elektromotoren für kürzere Zeit weit über ihre Stundenleistung hinaus belastet werden können, was bei anderen Lokomotivarten nicht allgemein der Fall ist, bei Leistungsvergleich verschiedener Lokomotivarten also besonders zu beachten ist.

Für die Wirtschaftlichkeit von Akkumulatorlokomotiven sind folgende Faktoren von besonderer Bedeutung:

1. Die Ausnutzung der Kohle ist trotz Umwandlung in elektrische Energie und Verbrauch dieser Energie in Akkumulatorfahrzeugen doppelt so groß, als wenn man sie in einer Dampflokomotive direkt verfeuern würde.
2. Die Akkumulatorlokomotive verbraucht nur während der wirklichen Arbeitsleistung, also nicht in den Pausen, Energie.

Bei Versuchsfahrten ist festgestellt, daß im Verschiebedienst die Regulatoröffnungszeit von Dampflokomotiven bzw. die Stromzeit von Akkumulatorlokomotiven nur ca. 40 % der gesamten Dienstzeit ausmacht, wodurch das Energieausnutzungsverhältnis von Punkt 1 noch wesentlich günstiger wird.

3. Die durch das günstige Energieausnutzungsverhältnis bedingte Wirtschaftlichkeit wird erhöht, wenn die elektrische Energie nicht aus Kohle, sondern aus Wasserkraft gewonnen wird, also mit billigem Stromtarif zu rechnen ist.
4. Die einfache Bedienung — u. U. durch nur einen Mann — verringert die Personalkosten wesentlich.
5. Der einfache Lokomotivaufbau und die Unverwüstlichkeit eines modernen Gleichstrombahnmotors bedingen niedrige Reparaturkosten, geringen Reparaturstand und größte Betriebssicherheit.

Um diese theoretischen Ausführungen noch durch praktische Ergebnisse zu unterstreichen, seien folgende beiden Fälle angeführt:

In der E. T. Z., Jahrgang 1923, Heft 33 und 34 ist über Versuchsfahrten im Verschiebedienst mit Akkumulatorlokomotiven berichtet, die von den österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1921 veranstaltet sind. In dem dort angeführten Wirtschaftlichkeitsvergleich ist das Verhältnis zwischen Akkumulatorlokomotiven und Dampflokomotiven mit 82 zu 183 bzw. 100 zu 183 angeführt, so daß also die Betriebskosten für die Akkumulatorlokomotiven nur etwa 45 bzw. 55 % derjenigen einer Dampflokomotive ausmachten. Hiermit decken sich die Angaben, die in den AEG-Mitteilungen vom März 1924 gemacht sind, wo ausgeführt ist, daß auf einem der größten Hüttenwerke Deutschlands die Betriebskosten der elektrischen Lokomotiven nur etwa 50—60 % derjenigen der Dampflokomotiven betragen. Diese Zahlen beweisen also, daß die Akkumulatorlokomotiven in höchstem Maße wirtschaftlich sind.

Für Eisenbahnen können die Akkumulatorlokomotiven nun folgende Verwendung finden:

1. Für Verschiebedienst auf Güterbahnhöfen, und zwar:
 - a) Als reine Akkumulatorlokomotiven,
 - b) als gemischte Lokomotiven.
2. Im Güterzugverkehr zur Unterstützung der Lokomotiven im Streckendienst.
3. Im Streckendienst selbst, und zwar:
 - a) Für Güterzugverkehr von Kleinbahnen,
 - b) für leichten Personenzugverkehr auf Hauptbahnen.

Die Anwendung als Verschiebelokomotive ist hiervon die wichtigste. Im vorstehenden Abschnitt wurde bereits auf entsprechende Versuchsfahrten der österreichischen Bundesbahnen hingewiesen. Wie in dem fraglichen Aufsatz ausgeführt ist, ging man von dem Gedanken aus, daß die Elektrisierung größerer Verschiebebahnhöfe gewisse Schwierigkeiten bringt. Es ist unwirtschaftlich, sämtliche Verschiebgleise, also auch die wenig befahrenen, mit Oberleitung zu versehen; deshalb sind von der Oberleitung unabhängige Fahrbetriebsmittel erforderlich, zumal hierbei die im Verschiebedienst häufig auftretenden, kurz dauernden Belastungstöße, die zur Bereithaltung verhältnismäßig großer Leistungen zwingen, vom Kraftwerk ferngehalten werden. Vielgleisige Stationen werden außerdem bei Überspannung sämtlicher Gleise mit Oberleitung unübersichtlich. Die Beobachtung von Signalen und Weichen wird für das Maschinenpersonal erschwert. Schliesslich ist die Anbringung von Oberleitung bei Magazinen und Verladerrampen nur mit verwickelten Sicherheitsvorkehrungen möglich. Aus diesen Gründen veranstalteten die österreichischen Bundesbahnen auf einem größeren Bahnhof Versuchsfahrten mit einer reinen Akkumulatorlokomotive. Das Ergebnis übertraf weit die

Erwartungen und bestätigte, daß die Akkumulatorlokomotive für Verschiebedienst äußerst günstig zu verwenden ist.

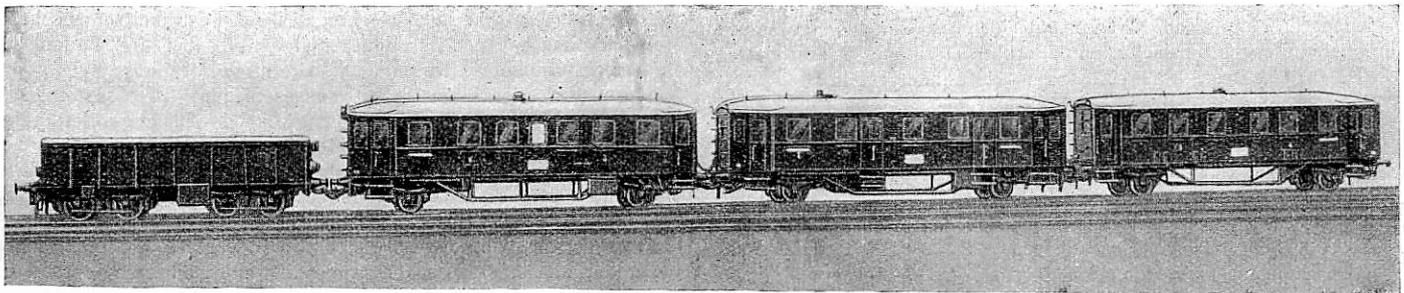
Auch bei der Deutschen Reichsbahn wird man bezüglich der Elektrisierung von Verschiebebahnhöfen ähnliche Erwägungen anstellen müssen, wie bei den österreichischen Bundesbahnen. Hier scheint man allerdings nicht der reinen Akkumulatorlokomotive, sondern der gemischten Lokomotive den Vorzug geben zu wollen, was ja auch für Bahnhöfe mit sehr großen Leistungen zu empfehlen ist. Die Möglichkeit der Anwendung einer gemischten Lokomotive auf den elektrisierten Bahnhöfen ist dadurch gegeben, daß z. B. ein Einphasen-Wechselstrom-Kommutator-Motor sowohl mit Einphasen-Wechselstrom als auch mit Gleichstrom betrieben werden kann. Baut man also auf einer Einphasen-Lokomotive noch eine Batterie ein, so ist mit einer derartigen Lokomotive ein gemischter Betrieb möglich. Daß große Industriewerke mit gemischten Lokomotiven in schwerstem Verschiebedienst bereits die besten Erfolge erzielten, wurde schon erwähnt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Akkumulatorlokomotiven für Verschiebedienst der Eisenbahnen ein sehr geeignetes Betriebsmittel sind, und zwar für leichteren und mittleren Verschiebedienst als reine Akkumulatorlokomotiven, für schwersten als gemischte Lokomotiven.

Gewicht fallen dürfte. Auf den einzelnen Stationen unterstützt diese dann die eigentliche Zuglokomotive im Verschiebedienst, um die Aufenthaltszeit möglichst abzukürzen. Bei der einfachen Bedienung der Akkumulatorenlokomotive genügt es vollkommen, sie nur durch 1 Mann zu besetzen, der dann bei der Streckenfahrt als Bremser tätig ist, so daß durch Einstellung einer kleinen Lokomotive der Personalaufwand nicht vergrößert wird. Die schweizerischen Bundesbahnen machen in ähnlicher Weise schon von Akkumulatorlokomotiven Gebrauch.

Weiterhin kann die Akkumulatorlokomotive auch im Streckendienst Verwendung finden, jedoch nur in gewissen Grenzen. Zur Streckenbeförderung von Güterzügen kommt sie nur für kurze Strecken und für geringe Zuggewichte in Frage, also lediglich für Kleinbahnbetrieb. Für Personenzüge kommt sie ebenfalls nicht für große Zuggewichte in Betracht, sondern nur als Ersatz für kleine Dampfzüge, wo sie jedoch eine hohe Wirtschaftlichkeit hat. Bekanntlich wählt man allerdings für diesen Verkehr meist die Form von Triebwagen oder »Tenderzügen«, zumal man hierbei den Vorteil hat, daß die Gewichte pro Platzeinheit geringer werden und dass bei dem vielfach üblichen Pendelverkehr derartige Kleinbahnzüge Verschiebewegungen an den Endpunkten durch Umsetzung des Triebfahrzeuges nicht in Frage kommen.

Abb. 4.



Als Punkt 2 ist die Verwendung von Akkumulatorlokomotiven im Güterzugverkehr angeführt. Es sind in der letzten Zeit häufig in den Fachzeitschriften Vorschläge veröffentlicht, die Wirtschaftlichkeit im Güterzugbetrieb zu erhöhen und zwar z. B. durch Erhöhung der Geschwindigkeit (Regierungsbaurat Spalding, Berlin, Verkehrstechnische Woche, Jahrgang 1923, Heft 31/32), also Abkürzung der Reisezeit. Hierbei werden Ersparnisse erzielt durch Verminderung von Ölverbrauch, Lokomotiv- und Wagenstunden, andererseits werden naturgemäß Kohle- und Wasserverbrauch durch die Geschwindigkeitserhöhung gesteigert. Das erstrebte Ziel kann auch auf folgende Weise erreicht werden: Die Reisezeit — vor allem der Nahgüterzüge — wird im wesentlichen durch die Aufenthaltszeiten bestimmt. Diese sind bedingt durch den auf jeder Station auszuführenden oft sehr umständlichen und zeitraubenden Verschiebedienst. Erleichtert man der Zuglokomotive die Arbeit dadurch, daß man auch auf kleinen Bahnhöfen Akkumulatorlokomotiven stationiert, so wird die Reisezeit wesentlich herabgesetzt; damit der Kostenaufwand nicht zu groß wird, bedient eine Lokomotive mehrere Bahnhöfe. Dem Güterzuge vorausgehend, stellt sie auf den in Frage kommenden Stationen die Wagen zurecht. Ist der Güterzug auf allen Stationen des Verschiebe-Lokomotivbereichs abgefertigt, so fährt die Lokomotive zurück und stellt auf den einzelnen Stationen die Wagen laderecht und u. U. schon wieder für einen anderen Güterzug zum Abholen bereit. Für Strecken mit nur kleineren Stationen könnte diese Anordnung noch dahin erweitert werden, daß eine Akkumulatorlokomotive den Güterzug ständig begleitet. Auf der Strecke wird diese dem Güterzuge als letztes Fahrzeug angehängt und von der Dampflokomotive gezogen, für deren Kohleverbrauch das zusätzliche Gewicht der Verschiebelokomotive kaum ins

Abbildung 4 zeigt einen derartigen Speicher-Tenderzug. Denkt man sich auf dem die Batterie tragenden Tender noch einen kleinen Führerstand, so ist die Akkumulatorlokomotive für leichte Personenzüge fertig. Eine derartige Lokomotive kann mit einer Batterieladung etwa eine Anhängelast von 75 t — also etwa 5 leichte Personenzüge — über eine Strecke von 150 km befördern. Hierbei sind mittlere Steigungsverhältnisse und eine Anfahr-Endgeschwindigkeit auf der Wagerechten von 60 km/St. angenommen.

Ganz kurz sei noch auf die für die geschilderten Verwendungszwecke in Frage kommenden Leistungen eingegangen: Beim Entwurf von Akkumulatorlokomotiven werden anfänglich oft Forderungen gestellt, die dem praktischen Betriebe nicht entsprechen und infolgedessen zu übermäßig schweren Maschinen führen. Schuld hieran ist vielfach, daß die Überlastbarkeit der Elektrolokomotive gegenüber anderen Lokomotivarten nicht beachtet wird, wie bereits erwähnt wurde. Gerade im Verschiebedienst, wofür die Akkumulatorlokomotive nach vorstehenden Ausführungen hauptsächlich in Frage kommt, betragen die Spitzenleistungen, die außerdem nur selten auftreten, ein Vielfaches der Durchschnittsleistungen. Es wäre also unsinnig, die Lokomotive nach der Spitzenleistung zu bemessen. Hierfür muss unbedingt die zulässige Überlastbarkeit der Motoren zugestanden werden. Außerdem sollte man sich für die Spitzenleistungen mit geringen Geschwindigkeiten zufrieden geben. Dadurch, dass die Akkumulatorlokomotiven für größere Leistungen durchweg mit 2—4 Motoren ausgerüstet sind, ist die Möglichkeit gegeben, durch mehrfache Gruppenschaltung der Motoren verlustlos die Geschwindigkeiten für große Zugkräfte herabzusetzen, so daß auch die größten praktisch auftretenden Zuglasten noch mit Batteriestrom be-

stritten werden können. Als Beispiel sei nochmals auf die Versuchsfahrten der österreichischen Bundesbahnen zurückgegriffen: Der Versuchsort St. Valentin hatte einen Tagesdurchschnitt von 656 Wagen. Als Versuchslokomotive stand nur eine bereits 1903 erbaute Akkumulatorlokomotive mit nur 2×30 PS Stundenleistung und 26,7 t Dienstgewicht zur Verfügung. Das Personal weigerte sich anfänglich, mit dieser Lokomotive überhaupt Verschiebedienst zu leisten, da sie an sich natürlich zu schwach war. Trotzdem hat sie jede vorkommende Zuglast bewältigt; folgende Daten sind aus dem Versuchsergebnis besonders interessant:

Zuggewicht ausschließlich Lokomotive 410 t maximal; im Mittel 105 t ausschließlich, 84 t einschliesslich Leerfahrt. Die mittleren Zuggewichte betragen also nur etwa $\frac{1}{4}$ der

maximalen. Als mittlere Zuggeschwindigkeit (auf sämtliche Fahrten bezogen) wurde 7,4 km/St festgestellt. Die zum Vergleich arbeitenden Dampflokomotiven, die eine Höchstgeschwindigkeit von 50–80 km/St hatten, erzielten eine mittlere Geschwindigkeit von 9,02 km/St. Hieraus ist also ersichtlich, daß es zwecklos ist, für Verschiebelokomotiven zu große Leistungen und Höchstgeschwindigkeiten vorzuschreiben.

Zusammenfassend darf auf Grund vorstehender Ausführungen wohl gesagt werden, daß die bisher über Akkumulatorlokomotiven vorliegenden Erfahrungen durchaus günstige sind, daß also ihre Verwendung bei Eisenbahnen für die geschilderten verschiedenartigen Zwecke in der nächsten Zeit voraussichtlich eine starke Erweiterung erfahren wird.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Arbeiten der russischen Versuchsanstalt für Untersuchung und Tränkung von Schwellen.

Die Versuchsanstalt hat nach vierjähriger Unterbrechung am 1. April 1923 ihre Tätigkeit wieder aufgenommen und bis heute eine Reihe von Arbeiten wissenschaftlich-technischer Art zu Ende geführt. Beachtung verdienen die Untersuchungen verschiedener Tränkstoffe auf ihre fäulniswidrige Wirkung. Sie wurden in der bakteriologischen Abteilung auf Anforderung verschiedener Bahnen durchgeführt, um für jeden Tränkstoff die Grenz- und die Erhaltungsmenge gegen Schimmel und gegen Hausschwamm (*merulius laerimans*) zu bestimmen. Die Ergebnisse sind in folgendem zusammengestellt:

		Erhaltungsmenge	Grenzmenge
Kieselfluornatrium	für Schimmel	über 0,2%	0,06–0,08%
	für Hausschwamm	0,04% auf 5 Tage	auf 16 Tage
„NAT“	für Schimmel	1,5% auf 14 Tage	1,5–2,0% auf 14 Tage
	für Hausschwamm	2,5% auf 14 Tage	2,5–3,0% auf 14 Tage
Fluornatrium	für Schimmel	0,4% auf 8 Tage	0,6% auf 38 Tage
	für Hausschwamm	0,3% auf 7 Tage	0,4% auf 38 Tage
Ölsaures Kupfer	für Schimmel	0,2% auf 17 Tage	1,5–2,0% auf 17 Tage
	für Hausschwamm	0,6% auf 17 Tage	2,0–2,5% auf 17 Tage
Brand-schiefer-teer	für Schimmel	0,6% auf 5 Tage	2% auf 25 Tage
	für Hausschwamm	0,8% auf 5 Tage	2% auf 25 Tage
Chlor-natrium	für Schimmel	—	10% auf 20 Tage
	für Hausschwamm	—	10% auf 20 Tage

Das fäulniswidrige Mittel „NAT“ stellt eine Mischung eines Kupfersalzes der Naphthensäuren mit einem Kupferoleat, in einem Öl gelöst, dar.

Die chemische Untersuchung zeigte, daß „NAT“ 3,19% reines Kupfer enthält. Die Grenzmenge des Kieselfluornatriums für Schimmel zu bestimmen, gelang nicht, da die Menge 0,2% übersteigt und das Kieselfluornatrium das Agar (Nährsubstrat) verbrennt.

Huminsäuren wurden im Auftrag von Holztränkanstalten auf Ammoniaksalze untersucht. Die Untersuchung wurde an Mengen von 0,001% bis 10% ausgeführt, wobei sich zeigte, daß Huminsäuren keine fäulniswidrigen Eigenschaften besitzen; auf Nährboden mit 10% Huminsäuregehalt entwickeln sich leicht Pilze.

Die Untersuchung von Schwellen auf Pilzbildung wurde für die Bahn Moskau–Kursk ausgeführt. Diese schicke Muster aus Schwellen ohne und mit Tränkung durch Chlorzink. Die Untersuchung zeigte, daß die Schwellen vom Hausschwamm angesteckt waren. Der Hausschwamm hatte die Tränkung ohne Beeinträchtigung durchgemacht. Ansiedlungen von Hausschwamm, die getränkten und ungetränkten Schwellen entnommen wurden, zeigten keinerlei Unterschied. Es stimmt das vollständig überein mit zahlreichen Versuchen, die die Anstalt an Hausschwammkulturen auf Nährboden mit Chlorzink durchgeführt hat. Der Schwamm ist imstande, sehr hohe Mengen von Chlorzink (1–2%) auszuhalten. Diese Eigenschaft

nutzte man auch aus, um die Reinkultur von Schwamm von der des Schimmels auszuschneiden. Übrigens begegnete die Versuchsanstalt bei ihren Untersuchungen wiederholt dem Hausschwamm an Schwellen, obgleich nach dem Schrifttum dieser Schwamm nur ganz selten unter den Schädlingen der Schwelle auftreten soll.

Die in der Faulkammer befindlichen Schwellenmuster, die mit Chlorzink vollgetränkt waren, wurden ebenfalls auf Pilzbildung untersucht, insbesondere diejenigen, die die ersten Zeichen des Morschwerdens zeigten, ohne jedoch schon an ihren Festigkeitseigenschaften eingbüßt zu haben. In allen Fällen wurde (bei drei Fällen) eine Reinkultur von Hausschwamm aus dem nichtgetränkten Kern sowohl wie aus dem getränkten Splint ausgeschieden. Die Muster hatten acht Jahre in der Faulkammer gelagert. Die bis zur vollständigen Sättigung mit etwa 4% Chlorzinklösung getränkten Schwellenstücke wurden im Juli 1923 in die Faulkammer eingelegt. Vor der Schwellentränkung hatten sie 20–21% Feuchtigkeit und waren von Blaufäule leicht angesteckt. Die Gewichtszunahme der Schwellen nach der Tränkung war völlig befriedigend. Nach weniger als drei Wochen begannen sich die Schwellenköpfe mit Schimmel zu bedecken und zwar an dem getränkten Schwellenteil, d. i. am Splint, der bei der Tränkung stark durchfeuchtet worden war. Auf den Kern gingen die Pilzwucherungen dann über, wenn dieser künstlich angefeuchtet wurde.

Versuche der Schwellentränkung mit wässrigen Lösungen nach Art der beschränkten Sättigung wurden mit Chlorzink ausgeführt. Die Versuchsschwellen wurden in zwei Hälften auseinander gesägt; für jede Hälfte wurde die Feuchtigkeit besonders bestimmt; die ersten Hälften der Schwellen wurden nach dem Verfahren von Burnett mit Chlorzinklösung bestimmter Stärke getränkt, wobei die Gewichtszunahme bestimmt wurde; die anderen Hälften wurden nach dem Rüpingverfahren mit der gleichen Chlorzinklösung unter Bestimmung der Gewichtszunahme getränkt, wobei das Tränkungsverfahren bei den verschiedenen Versuchen geändert wurde, um die Frage zu klären, inwieweit ein Unterschied im Druck, in der Luftverdünnung und dergl. die Menge der in der Schwelle verbleibenden Lösung, die Tiefe des Eindringens und sonstige Erscheinungen beeinflusst. Nach dem Versuch wurde die Menge des Chlorzinks in beiden, nach verschiedenen Verfahren getränkten Schwellenhälften chemisch untersucht. Die von allen Schwellen genommenen Abschnitte wurden folgendermaßen behandelt:

1. Der Schwellenabschnitt wurde für kurze Zeit in eine Ammoniumsulfatlösung eingetaucht. Das Chlorzink auf der Oberfläche des Querschnittes ging in ungelöstes schwefliges Zink von weißer Farbe über.

2. Der Schwellenabschnitt wurde in eine schwache Essigsäurelösung eingetaucht

3. Der Schwellenabschnitt wurde in eine schwache Lösung von salpetersaurem Blei eingetaucht. Die Stellen, wo die Chlorzinklösung eindrang, färbten sich vom Niederschlag des ungelösten schwefligen Bleies schwarz.

Nach der Färbung des Abschnittes war die Tiefe, bis zu der die Chlorzinklösung eingedrungen war, leicht zu beurteilen. Als Ergebnis kann man zusammenfassen:

1. Beim Rüpingverfahren dringt die Lösung genügend tief und gleichmäÙig ein.

2. Die Menge der nach dem Rüpingverfahren in die Schwelle eingeführten Chlorzinklösung, die ja nach Trockenheit der Schwelle, Splintstärke u. a. großen Schwankungen unterliegt, ist stets der Lösungsmenge verhältnisgleich, die die gleiche Schwelle beim Sättigungsverfahren aufnehmen würde (d. h. wenn eine Schwelle beim Burnettverfahren zweimal mehr Lösung aufnimmt als eine andere, so bleibt dieses Verhältnis auch bestehen, wenn beide Schwellen nach dem Rüpingverfahren getränkt werden).

3. Die Änderung der Tränkungschaulinie gibt in gewissen Grenzen die Möglichkeit, die in der Schwelle nach dem Rüpingverfahren verbleibende Lösungsmenge zu regeln (z. B. von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ der Lösungsmenge, die die Schwelle nach dem Burnettverfahren aufnehmen würde).

4. Blaufäule und zufällige Holzverdichtungen bilden beim Rüpingverfahren ein größeres Hindernis als beim Burnettverfahren.

Offenbar muß man die Tränkungsart mit der anwendbaren Lösungsstärke des betreffenden Tränkstoffes in Einklang bringen.

Die Tränkungsversuche mit Kreosotemulsion nach dem Verfahren der eingeschränkten Sättigung sprechen dafür, daß bei dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse in der Emulsionsfrage das Rüpingverfahren für Emulsionen nicht zu empfehlen ist.

Unter Versuchen mit neuen fäulniswidrigen Stoffen sind die mit Teer von Brandschiefern auf Anfrage der Rjasan-Uralbahn zu erwähnen. Es zeigte sich, daß Schieferteer zu den schwachen Fäulnisgegnern zu rechnen ist. Zur Tränkung muß es also möglichst rein verwendet werden. Versuche in der Faulkammer werden noch ausgeführt.

Die Arbeiten der Versuchsanstalt, ein Verfahren zur schnellen wissenschaftlichen Bestimmung der Pilzarten an angegriffenen Holzern auszuarbeiten, sind wirtschaftlich sehr wichtig und erfüllen die Forderung nach schneller Entscheidung. Sie stellen also einen erheblichen Fortschritt dar.

Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der Chesapeake- und Ohio-Bahn.

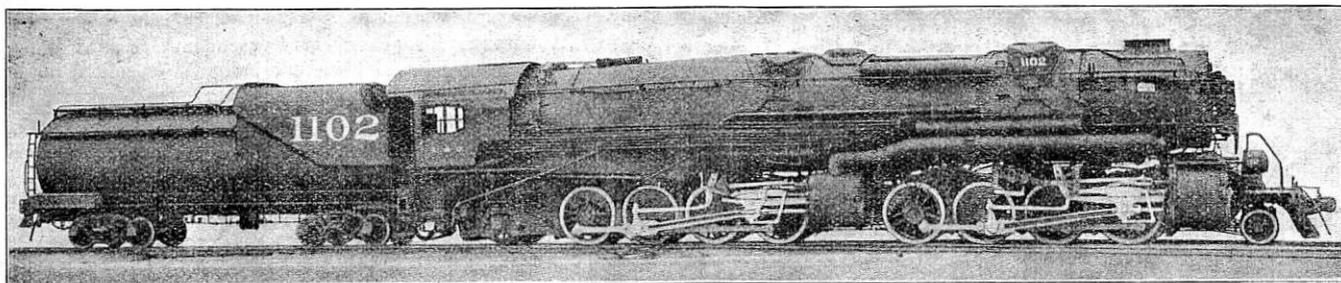
(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 19.)

Die Chesapeake- und Ohio-Bahn beförderte schon seit Jahren ihre schweren Güterzüge auf der Strecke über das Alleghany-Gebirge mit 1 C + C 1 - 4 v Lokomotiven von 200 t Gesamtgewicht und 167 t Reibungsgewicht, die eine größte Zugkraft von 42 500 kg entwickeln konnten. Als man nun daran ging, die Zuglasten zu vergrößern, waren diese Lokomotiven, die den neuesten amerikanischen 1 E 1-Lokomotiven mit Zusatzdampfmaschine im Gewicht etwa gleich kommen, hinsichtlich der Zugkraft jedoch schon unterlegen sind, den gesteigerten Anforderungen nicht mehr gewachsen. Die Bahn schritt deshalb zur Beschaffung der 1 D + D 1 Gelenklokomotiven, von denen 25 Stück von den Schenectadywerken der Amerikanischen Lokomotivgesellschaft gebaut wurden.

zu erhalten. Dieser Punkt, der für Tenderlokomotiven wegen der Verschiebung des Wasservorrats noch wichtiger ist, wird beim Entwurf von Gelenklokomotiven oft nicht beachtet und führt dann zum Schleudern des Vordergestelles bzw. zur ungenügenden Ausnutzung der Zylinderzugkräfte im Augenblick der größten Zugkraft-Entfaltung, sofern nicht etwa durch entsprechende Bemessung der Zylinder deren Zugkraft schon dem ungleichen Reibungsgewicht der beiden Gestelle angepaßt ist.

Der Kessel der Lokomotive mit Großrohrüberhitzer ist der längste, den die Baufirma bisher hergestellt hat. Seine ganze Länge einschließlich der Rauchkammer beträgt 17,35 m, der Durchmesser des ersten Schusses innen 2337 mm, derjenige des hintersten Schusses außen 2642 mm. Wegen der Umgrenzungslinie konnte der Dom nur noch 140 mm, der Schornstein nur noch 292 mm hoch werden bei einer ganzen Höhe der Lokomotive von 4636 mm. Die Feuerbüchse hat eine Verbrennungskammer von 1753 mm Länge, dagegen

1 D + D 1 - h 4 Güterzuglokomotive der Chesapeake- und Ohio-Bahn.



Die Chesapeake- und Ohio-Bahn hat eine für amerikanische Verhältnisse etwas beschränkte Fahrzeug-Umgrenzungslinie, deren Erweiterung die vielen vorhandenen Tunnels im Wege stehen. Es hätte daher Schwierigkeit bereitet, Niederdruckzylinder der erforderlichen Größe unterzubringen, und so entschloß man sich zur Verwendung von einfacher Dampfdehnung. Es ist dies das erstemal, daß eine größere Anzahl solch schwerer Gelenklokomotiven als Vierlingslokomotive gebaut wird. Man entschloß sich um so eher zu dieser Bauart, weil man bei der ausgedehnten Verwendung von Verbund-Gelenklokomotiven in Amerika den Eindruck gewonnen zu haben scheint, daß sich derartige Lokomotiven für größere Geschwindigkeiten, wie sie für die neuen Lokomotiven vorgesehen waren, nicht eignen.

Die Lokomotive samt Tender hat eine ganze Länge von 33,3 m. Von dem Gesamtgewicht entfallen 14,5 t auf die vordere Bisselachse, 114 t auf die vordere Kuppelachsgruppe, 108,5 t auf die hintere Kuppelachsgruppe und 19 t auf die Schleppachse. Die Belastung der hinteren Kuppelachsgruppe ist wohl absichtlich niedriger gehalten als die der vorderen Gruppe: da nämlich beim Befahren von Steigungen (in der meist üblichen Fahrtrichtung mit dem Schornstein voraus) einerseits das Kesselwasser nach hinten wandert und andererseits auch durch den Angriff der Schlepplast der vordere Teil der Lokomotive entlastet wird, ist auf diese Weise ein gewisser Ausgleich geschaffen, um auf den Steigungen und für die größte erforderliche Zugkraft gleiches Reibungsgewicht für beide Achsgruppen

fehlen die sonst in Amerika oft verwendeten Wasserrohre in der Feuerbüchse, wenn auch Vorsorge für einen späteren Einbau getroffen ist. Zum Beschicken des mehr als 10 qm großen Rostes dient ein doppelter Rostbeschicker. Die Längsnähte zwischen der Feuerbüchsendecke und ihren Seitenwänden, sowie die Verbindungsnaht zwischen Feuerbüchse und Verbrennungskammer sind überlappt und doppelt verschweißt. Die Rauchkammer trägt, wie aus der Textabbildung ersichtlich ist, vorn einen Speisewasservorwärmer und zwei Doppelverbund-Luftpumpen.

Für die Treib- und Kuppelstangen, die Gegenkurbeln, die Kolbenstangen und die Steuerungsteile, sowie für sämtliche Achsen einschließlich der Laufachsen ist Vanadiumstahl verwendet worden. Sämtliche Kuppelachsen sind durchbohrt. Die Hauptrahmen sind aus Vanadiumstahlguß mit einer Zugfestigkeit von 57,5 kg, einer Streckgrenze von 33,3 kg, einer Dehnung von 25,2% und einer Einschnürung von 46,8%.

Für die Fahrt durch die teilweise sehr langen Tunnels sind zwei Ventilatoren zur Lüftung des Führerstandes vorgesehen. Sie werden durch zwei der für die Lokomotivbeleuchtung verwendeten Turbinen mit angetrieben und saugen die Luft durch Rohre aus dem unter dem Führerhaus zwischen Lokomotive und Tender gelegenen Raum an. Ob allerdings dieser Raum mit seiner wegen der Nähe der Feuerbüchse doch sicher ziemlich hohen Temperatur hierfür besonders geeignet ist, mag dahingestellt bleiben. Von der übrigen Ausrüstung sind noch zu erwähnen drei Sicherheitsventile,

ein Nathan-Öler mit 8 Anschlüssen, sowie eine Vorrichtung zum Schmieren der Spurkränze. Der Tender hat die Bauart Vanderbilt.

Die Hauptabmessungen von Lokomotive und Tender sind:

Kesselüberdruck p	14,4 at
Zylinderdurchmesser d	584 mm
Kolbenhub h	813 "
Kesseldurchmesser außen (größter)	2642 "
Feuerbüchse: Länge	5185 "
Weite	2445 "
Heizrohre: 278 Stück, Durchmesser	57
Rauchrohre: 60 Stück, Durchmesser	140
Rohrlänge	7315 "
Heizfläche der Feuerbüchse einschl. Verbrennungskammer	43,5 qm
Heizfläche der Rohre	555 qm
" des Überhitzers	175 "

Heizfläche im ganzen H	773,5 qm
Rostfläche R	10,5 "
Durchmesser der Treibräder	1448 mm
" Laufräder vorn 762, hinten	1067 "
Achsstand jedes Gestelles	4801 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	17704 "
" " " " einschl. Tender	29880 "
Reibungsgewicht G_1	222,5 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	256,0 "
Dienstgewicht des Tenders	95,0 "
Vorrat an Wasser	45,5 cbm
Vorrat an Brennstoff	13,6 t
Größte Zugkraft nach den Angaben der Quelle	46800 kg
H: R =	73,7
H: G =	3,01
H: G_1 =	3,49

R. D.

Bücherbesprechungen.

„Die Werkbahn“, Zeitschrift für Wirtschaft und Technik der Industriebahnen, Anschlußgleise, Schmalspurbahnen, Wasseranschlüsse und Förderanlagen. Verlag H. Pitz, Berlin W 57. Monatlich 2 Hefte.

Seit Juli erscheint unter dem vorgenannten Titel eine neue Zeitschrift, die, wie in den dem ersten Heft beigegebenen Einführungsworten gesagt ist, ein Gebiet pflegen will, das noch als Neuland gelten muß, nämlich das Gebiet, das von den Interessen aller Anschlußgleisinhaber berührt wird. Der neuzeitliche Werkbetrieb von einiger Bedeutung wird ohne Anschlußgleis, ohne Werkbahn nicht auskommen. In jedem solcher Betriebe können daher

durch das Zusammenarbeiten mit der Eisenbahnbehörde Fragen technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher Natur auftauchen, die der Werkinhaber oder die Werkleitung oft genug nicht ohne weiteres zu lösen imstande sein wird. Es sei nur an die Vorbedingungen erinnert, die erfüllt sein müssen, ehe ein Gleisanschluß hergestellt werden kann, an die vielen Feinheiten der Frachtverträge und Frachtberechnungen, an die verschiedenen Haftpflichtmöglichkeiten und dgl. mehr. Hier vermittelnd und beratend aufzutreten, hat sich die neue Zeitschrift als Aufgabe gestellt. Dabei sollen auch alle Arten von Bahnen, die hinter dem Anschlußgleis liegen, also auch Schmalspur-, Hänge- und Seilbahnen und Fabrikfördervorrichtungen in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Verschiedenes.

Die deutsche Verkehrsausstellung München 1925.

Im nächsten Jahre findet in München eine deutsche Verkehrsausstellung statt, die eine der größten und bedeutendsten Ausstellungen der letzten Jahre zu werden verspricht.

Sie wird sämtliche Gruppen des Verkehrs: Landverkehr, Wasser- und Luftverkehr umfassen. Die Einteilung der Gruppen ist folgende:

Gruppe A: Landverkehr. Abteilung I: Bahnverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von solchen Anlagen einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge für den Bau. Klasse 2: Betriebsanlagen und Einrichtungen einschließlich des Sicherungswesens. Klasse 3: Verkehrsmittel. Klasse 4: Werkstättenanlagen und Einrichtungen. — Abteilung II: Straßenverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Straßen aller Art, einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge für den Bau. Klasse 2: Verkehrsmittel mit menschlicher und tierischer Betriebskraft einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 3: Verkehrsmittel mit motorischer Betriebskraft einschließlich der Ausrüstungsgegenstände.

Gruppe B: Wasserverkehr. Abteilung I: Binnenverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Anlagen für Kanal-, Fluß- und Binnensee-Verkehr einschließlich der Baustoffe, Maschinen und Werkzeuge. Klasse 2: Betriebseinrichtungen und Sicherungswesen. Klasse 3: Verkehrsmittel einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 4: Anlagen für Bau und Instandhaltung der Verkehrsmittel. Abteilung II: Seeverkehr. Klasse 1: Entwurf und Bau von Anlagen für den Seeverkehr. Klasse 2: Betriebseinrichtungen und Sicherungswesen. Klasse 3: Verkehrsmittel einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 4: Anlagen für den Bau und Instandhaltung der Verkehrsmittel.

Gruppe C: Luftverkehr. Klasse 1: Ballone aller Art einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 2: Flugzeuge aller Art einschließlich der Ausrüstungsgegenstände. Klasse 3: Betriebsanlagen und Sicherungen.

Gruppe D: Post, Telegraphie, Fernsprech- und Funkwesen. Klasse 1: Postbetriebswesen. Klasse 2: Telegraphie. Klasse 3: Fernsprechwesen. Klasse 4: Funkwesen.

Gruppe E: Allgemeines. Klasse 1: Psychotechnische Eignungsverfahren. Klasse 2: Unterrichtswesen. Klasse 3: Berufs- und Schutzkleidung. Klasse 4: Verkehrswerbung. Klasse 5: Literatur. Klasse 6: Der Film im Verkehrswesen.

Die Abteilung „Eisenbahn“ wird, nachdem sich auch die D. R. B. daran beteiligt, besonderes Gewicht erhalten. Es sollen in ihr alle Gebiete des Eisenbahnwesens: Bahnbau, Fahrzeuge, Verkehr, Betrieb, Werkstättenwesen und Verwaltung vertreten sein. Als Ziel ist dabei aufgestellt, einerseits breiten Volksschichten die Bedeutung des Verkehrswesens und aller seiner Einrichtungen vor Augen zu führen, andererseits der deutschen und außerdeutschen Fachwelt ein Bild des gegenwärtigen Zustandes und der neuesten Fortschritte des Verkehrswesens seit dem Wiederaufbau zu bieten.

Über den folgenschweren **Zugzusammenstoß im Tunnel zwischen Mainz Hauptbahnhof und Mainz Süd am 1. Oktober**, bei dem eine größere Anzahl Personen getötet oder schwer verletzt wurden, wird von amtlicher Seite der von der Havas verbreiteten Darstellung der Schuldfrage entgegengetreten. Die unmittelbare Ursache kann nur darin erblickt werden, daß in den Streckenabschnitt ein zweiter Zug eingelassen wurde, bevor der erste ihn verlassen hatte, entgegen dem auf den deutschen Bahnen geltenden obersten Grundsatz für die Sicherheit des Betriebes. Aus welchem Grunde der vorausfahrende Zug im Tunnel hielt ist gleichgültig, das Anhalten von Zügen auf freier Strecke oder vor Signalen kann ja stets notwendig werden. Im übrigen ist auch der hierfür von der Regie angegebene Grund „schlechtes Funktionieren“ der Kunze-Knorrbremse irreführend; denn der Zug hatte gar keine Kunze-Knorrbremse. Von den 13 vierachsigen D-Zug-Wagen waren vielmehr 12 mit der auch auf den französischen Bahnen verwendeten Westinghousebremse ausgerüstet, während die Lokomotive und der ihr folgende Wagen mit Knorr-Einkammerbremse ausgerüstet waren, die in ihrer grundsätzlichen Bauart, Wirkungsweise und Bedienung mit der Westinghousebremse übereinstimmt.