

### Rangiertechnik.

3. Fortsetzung. (Von Seite 166.)

Von Prof. Dr. Ing. O. Ammann.

#### 8. Welche Vorteile bringen Abrollanlagen mit Seilzug und mit Zulaufbremse?

Das Heranbringen der Züge an den Ablaufpunkt und das Abdrücken mit Dampflokomotiven ist bei Flachbahnhöfen verhältnismäßig teuer; die Jahreskosten einer Abdrücklokomotive mit Mannschaft sind zu rund 90000 *RM* anzusetzen. Die Kosten der Abdrücklokomotiven können erspart werden, wenn man den Zulaufgleisen zur Zerlegeanlage ein solches Gefälle gibt, daß die zu zerlegenden Züge stets lediglich unter Einwirkung der Schwerkraft an den Ablaufpunkt herangebracht werden können. In den Rangierbahnhöfen, in denen man dieses Zulaufverfahren anstrebte (z. B. Dresden, Nürnberg), zeigten die Zerlegeanlagen aber zwei Nachteile:

1. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, insbesondere bei starkem Frost und Schnee, liefen die Züge in dem gewählten Gefälle nicht mehr an und mußten durch Lokomotiven an- und manchmal sogar abgedrückt werden, so daß die Betriebstüchtigkeit dieser Anlagen beschränkt war.

2. Die Verständigung zwischen dem Rangiermeister und den auf dem Zug verteilten und ihn ablassenden Bremsern war unzureichend und dadurch das Zusammenarbeiten der Bremser schlecht, so daß einerseits die an sich vorhandene Anpassungsfähigkeit der Zerlegegeschwindigkeit an das Zerlegebedürfnis aus Sicherheitsgründen nicht ausgenutzt und andererseits im allgemeinen nur geringe Zerlegegeschwindigkeiten (0,6 bis 0,7 m/sec) erreicht werden konnten. Diese Nachteile suchte man neuerdings auf zwei verschiedenen Wegen zu beheben:

a) In Dresden durch den Einbau einer Seilzuganlage, die auf den zu zerlegenden Zug sowohl Zug-, als Druckkräfte ausüben kann und vom Rangiermeister gesteuert wird.

b) In Duisburg-Hochfeld-Süd durch Steigerung des Gefälles in der Richtung zum Ablaufpunkt, Stauchung der Züge in starken Rückhalte- bzw. Zulaufbremsen und Steuerung dieser Bremsen und dadurch der Zulaufgeschwindigkeit am Ablaufpunkt.

Auf beiden Wegen ist der gewünschte Erfolg: unbedingte Betriebstüchtigkeit der Anlagen bei jedem Wetter (im Winter 1928/29 bei Temperaturen unter  $-20^{\circ}$ ) und Regulierbarkeit der Zulaufgeschwindigkeit nach Wunsch des Rangierleiters durch ihn selbst oder durch einen ihm zugeordneten Bremswärter erreicht worden.

Nachstehend soll auf das Wesen sowie auf die Kosten und Leistungen beider Anlagen näher eingegangen werden, um zu ermitteln, in welchen Fällen zweckmäßig das eine und das andere System zu verwenden ist.

a) Die Seilzuganlage in Dresden (Abb. 34), die von der Firma Heckel in Saarbrücken gebaut wurde und im Organ 1931, Heft 1/2 ausführlich beschrieben ist, soll, wie aus den in diesem

Doppelheft enthaltenen Berechnungen von Dr. Frohne hervorgeht, beim Einzelwagenablauf im allgemeinen mit 0,8 m/sec arbeiten und bei Gruppenablauf eine höchste Geschwindigkeit von 1,5 m/sec zulassen. Bei einer Geschwindigkeit von 1,55 m/sec schaltet sie sich selbsttätig aus. Die höchste, mit Rücksicht auf das Gegengewicht zulässige Druckkraft beträgt 1,2 bis 1,5 t, während Zugkräfte beim Bremsen von über 10 t ausgeübt werden können. Bei dem großen in Dresden in der — allerdings z. T. in einer Krümmung gelegenen — Zulaufgruppe vorhandenen Gefälle von 1:100 genügen, wie die Betriebserfahrungen gezeigt haben, diese Zusatzdruckkräfte von 1,2 bis 1,5 t, um bei jedem Wetter jeden zu zerlegenden Zug in Gang zu setzen und durchzuschieben. Die Neigung 1:100 allein hat in Dresden zur Ingangsetzung bei sehr schlechtem Wetter nicht ausgereicht. Das ist auch ohne weiteres erklärlich, da die Eisenbahnwagen nach längerem Stehen bei Kälte im Augenblick des Übergangs von der Ruhe zur Be-

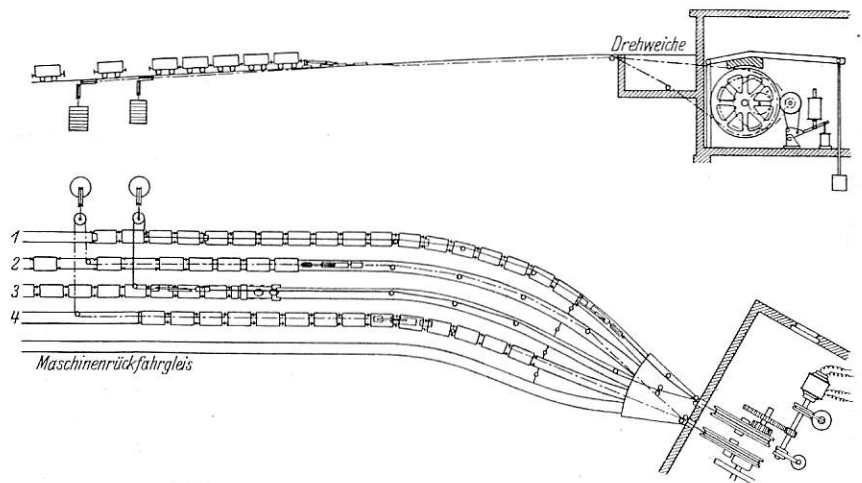


Abb. 34. Prinzipskizze der Seilablaufanlage.

wegung erheblich höhere Widerstandsziffern als  $w_0 = 0,010$  aufweisen. Man muß in solchen Fällen mit mittleren Widerstandsziffern  $w_0 = 0,0125$  bis 0,0150, bei einzelnen Wagen auch mit  $w_0 = 0,020$  rechnen, so daß also der Widerstand der Wagen größer ist als die Gefällskraft in der Neigung 1:100. Dieser Widerstand nimmt allerdings gleich nach dem Anlaufen stark ab, die Widerstandsziffer sinkt rasch unter 0,010, so daß die Wagen — einmal in Gang gesetzt — im allgemeinen ohne weitere Nachhilfe weiterlaufen und sich beschleunigen können.

Für die gleichzeitige Ingangsetzung eines ganzen Zuges wären aber bei diesen Widerstandsziffern selbst in Gefällen 1:100 große Druckkräfte aufzuwenden. Die Aufgabe wird in der Praxis dadurch erleichtert, daß infolge der Elastizität der Puffer beim Anschieben nur ein Wagen nach dem anderen in Gang gebracht wird, so daß nur ein Teil dieser Kraft bei Puffer an Puffer stehenden Zügen und nur ein geringer Bruchteil dieser aufgewandt werden muß, wenn man die zuerst in

Gang zu setzenden Wagen mit Lücken stehen hat, da die nacheinander in Gang gesetzten Wagen mit Wucht aufeinanderstoßen und durch den dabei entstehenden Auflaufstoß der hohe Ruhewiderstand der noch stehenden Wagen leicht überwunden wird. Hat man auf diese Art erst einen größeren Teil des Zuges in Bewegung gebracht, so wird durch den Druck dieses Zugteils auf den tieferstehenden Zugteil dieser sicher mitgenommen. In Dresden stellt man, wie aus der Beschreibung der Seilzuganlage in Nr. 1/2, 1931 des Organs, S. 64 hervorgeht, regelmäßig solche Lücken zwischen den obersten Wagen nach dem Ankuppeln des Seilwagens her, indem man ihn mit den angekuppelten Wagen ein kurzes Stück bergwärts laufen läßt, und nur so ist es zu verstehen, daß man dort bei jedem Wetter mit der kleinen Druckkraft von 1,2 bis 1,5 t auskommt. Diese reicht selbstverständlich immer, um einen oder zwei der hintersten Wagen in dem Gefälle 1:100 in Gang zu bringen und zusammen mit den folgenden Auflaufstößen den ganzen Zug in diesem Gefälle in Bewegung zu setzen.

Seilzuganlagen lassen sich natürlich auch für erheblich größere Druckkräfte ausbilden, wie die neuere für Chemnitz-Hilbersdorf beschaffte Anlage beweist, die eine Druckkraft von über 4 t auf die Puffer des letzten Wagens ausüben kann, nur werden sie dann verhältnismäßig teurer (schwereres Gegenseil und Gegengewicht, kräftigere Schubwagen, deren Konstruktionshöhe besondere Unterschwellung der Gleise verlangt).

Die Anlagekosten der Erstauführung einer Seilzuganlage in Dresden betragen auf jedes der vier Zulaufgleise gerechnet 90000 *R.M.*, zusammen also 360000 *R.M.*, sollen aber bei weiteren Ausführungen ähnlicher Art auf 70000 *R.M.*/Gleis, also auf 280000 *R.M.* für vier Gleise gesenkt werden können. Die Anlage Chemnitz-Hilbersdorf, deren Kosten noch nicht bekanntgegeben sind, käme demnach bei sechs Gleisen und höheren Druckkräften — ohne die Kosten der Sonderausbildung des Oberbaues — auf mindestens 420000 *R.M.* zu stehen.

Für Verzinsung, Tilgung und Abschreibung sind für Seilzuganlagen, auf die gesamten Anlagekosten (einschl. Bauwerken) bezogen, 14% zu rechnen, in Dresden also rund 50000 *R.M.*/Jahr, für Unterhaltung (persönliche und sächliche Kosten) etwa 2,5%, hier also 8000 *R.M.*/Jahr. Die Stromkosten betragen bei den günstigen Neigungsverhältnissen in Dresden nach Dr. Frohne für 3500 Wagen täglich 8,40 *R.M.* oder rund 2500 *R.M.*/Jahr. An Personal sind bei Seilzuganlagen für den eigentlichen Ablaufbetrieb im ganzen fünf Mann erforderlich: ein Verteiler (Vorleger), ein Gabler (Abhänger), ein Langhänger, ein Steuermann für Seilzuganlage (zugleich Rangierleiter) und ein Mann zum Bedienen des Seilwagens und zur Signalgebung\*) am oberen Ende der Zulaufgleise. Von diesen vier Dienstposten können zwei: der Rangierleiter und Gabler, die bei allen Ablaufanlagen im Gefälle notwendig sind, außer Ansatz bleiben. Für das System des Ablaufbetriebs mit Seilzug sind anderen Systemen gegenüber nur der Verteiler, der Langhänger und der Bedienungsmann des Seilwagens charakteristisch. Sie sind mit ihren Löhnen oder Gehältern in die Aufstellung der Jahreskosten dieses Ablaufsystems aufzunehmen, wenn es in Vergleich mit einem anderen gestellt werden soll. Bei 3500 Wagen täglich kommt man in Dresden bei den jetzigen Verkehrsverhältnissen und Betriebsplänen mit doppelter Besetzung der drei Dienstposten aus. Der Jahresaufwand für sie soll mit 60.300 = 18000 *R.M.* angesetzt werden. Die im Vergleich mit einer Anlage mit Zulaufbremse aufzuführenden Kosten der Seilzuganlage in

Dresden belaufen sich demnach bei durchschnittlich 3500 Wagen pro Tag auf

**78500 *R.M.*/Jahr.**

Das ist für eine Gefällsanlage, die man doch nur deswegen mit teurem Geld angelegt hat, um an Betriebskosten zu sparen, ein erheblicher Betrag. Dies wird klar, wenn man bedenkt, daß man für 90000 *R.M.* schon eine Abdrücklokomotive mit Personal ein volles Jahr im Dienst halten kann, mit der man, ohne mit hohen Kosten die Zulaufgleise hochlegen zu müssen, auf horizontalen Zulaufgleisen ebenfalls 3500 Wagen täglich über einen guten Ablaufberg zerlegen und dabei noch die erforderlichen Nacharbeiten ausführen kann.

Anlagen wie die Dresdener, mit nur vier Zulaufgleisen für einen Verkehr von 3500 bis 4000 Wagen/Tag sind aber Ausnahmen; diese geringe Zahl erklärt sich dort nur aus der besonderen Anlage (Trennung von Einfahr- und Zulaufgleisen) und aus der Betriebsweise (Schleppfahrten). Für normale Rangierbahnhöfe mit ähnlicher Leistung (3500 bis 4000 Wagen/Tag) und vereiniger Einfahr- und Zulaufgruppe werden im allgemeinen mindestens sechs Zulaufgleise benötigt, wodurch die Anlagekosten auch mit dem verringerten Einheitspreis von 70000 *R.M.*/Gleis über jene in Dresden hinaufschnellen und die Jahreskosten nicht nur durch erhöhte Zins- und Tilgungsbeträge, sondern oft auch durch höhere Stromkosten ansteigen; ein so günstiges großes Gefälle von 1:100, wie in Dresden, ist nämlich fast nie zu schaffen, infolgedessen müssen gewöhnlich höhere Druckkräfte und Arbeitsleistungen von der Maschinenanlage hergegeben werden, was die Stromkosten rasch auf ein Mehrfaches der Dresdener ansteigen läßt. So waren bei dem zweiten mit Seilzug ausgestatteten Rangierbahnhof, jenem von Chemnitz-Hilbersdorf, sechs Zulaufgleise mit Seilzug auszustatten und die Anlage auf eine Druckkraft von über 4 t zu berechnen, da die Neigungsverhältnisse der Zulaufgleise ungünstiger sind. Das ergibt 6.70000 = 420000 *R.M.* Anlagekosten, die für Verzinsung, Tilgung und Abschreibung jährlich 59000 *R.M.* erfordern, hierzu 10500 *R.M.* Unterhaltungskosten (2,5%), mindestens 12000 *R.M.* Stromkosten und 18000 *R.M.* Personalkosten, so sind das Kosten von rund

**100000 *R.M.*/Jahr.**

Wenn diese Kosten auch verhältnismäßig hoch sind, so können diese Seilzuganlagen für die Rangiertechnik trotzdem unter Umständen gute Hilfsmittel sein. Die damit ausgestatteten Anlagen in Dresden und Chemnitz haben nicht nur den Vorteil absoluter Betriebstüchtigkeit durch sie erlangt, sondern auch jenen der guten Regulierbarkeit der Zerlegeschwindigkeit und des von Rangierlokomotivfahrten ungestörten Betriebs. Es wäre daher sehr erwünscht, bald eingehendere Angaben über die genauen Anlage- und Betriebskosten zu erhalten, damit man sie in rangierwirtschaftliche Untersuchungen einsetzen und bestimmen kann, wo solche Anlagen am Platze sind und wo nicht.

b) Eine Abrollanlage mit Zulaufbremse wurde erstmals in Wanne-Herne und darauf eine zweite in Duisburg-Hochfeld-Süd geschaffen. Die zweite ist in Abb. 35/36 im Lageplan, Längenprofil und Ansicht dargestellt. Duisburg-Hochfeld-Süd besitzt für einen zwischen 1200 und 2400 Wagen schwankenden Tagesverkehr drei Einfahrgleise, die gleichzeitig als Zulaufgleise zur Ablaufanlage dienen. In jedem dieser Zulaufgleise befindet sich am unteren Ende eine gewichtsautomatische Zulaufbremse System Thyssen-Hütte. Diese 15 m langen Zulaufbremsen liegen unmittelbar vor der Steilrampe 1:20 der Ablaufanlage in einer 18 m langen Neigung 1:60. Die Zulaufgleise steigen von den Bremsen zunächst mit 1:100 auf 246 m, dann mit 1:146 auf 198 m an, gehen dann in eine 125 m lange Horizontale über, um schließlich

\*) Daß dieser Bedienungsmann nebstbei noch die „Drehweiche“ bedient, ist unwesentlich, da er auch ohne diese für die Bedienung des Schubwagens vorhanden sein müßte.





Bedingtheiten des ganzen Zulaufvorgangs klarmachen. Die Züge, die bei ihrer Ankunft in den Zulaufgleisen einen geringen mittleren Laufwiderstand von  $w_0'$  besitzen, bleiben in den Zulaufgleisen längere Zeit stehen. Dabei kann sich, wenn große Kälte vorhanden ist, ihr Anlaufwiderstand  $w_0''$  auf ein Mehrfaches von  $w_0'$  erhöhen. Unter solchen Verhältnissen laufen sie auf gleichmäßig geneigten Gleisen nur von selbst wieder an, wenn  $s > w_0''$  ist. Da man unter ungünstigen Verhältnissen mit einem mittleren  $w_0'' = 0,015$  rechnen muß, wären demnach Ablaufgleise mit Neigungen  $s > 0,015$  (1:70) erforderlich, was im allgemeinen nicht nur außergewöhnlich hohe Baukosten bedingen, sondern auch bei dem großen Gefälle ein sicheres Arbeiten mit schweren Zügen unmöglich machen würde. Da man deshalb Zulaufgleise mit so großen Neigungen, daß die Gefällkraft allein für das Ingangsetzen ausreicht, nicht schaffen kann, muß man sich mit geringeren Neigungen behelfen und die zum Ingangsetzen der Züge bei ungünstigem Wetter fehlenden Kräfte oder Arbeiten auf anderem Weg beschaffen. In Hochfeld-Süd sammelt man die erforderliche Arbeitsmenge durch Pufferstauchung im Zug selbst an. Die

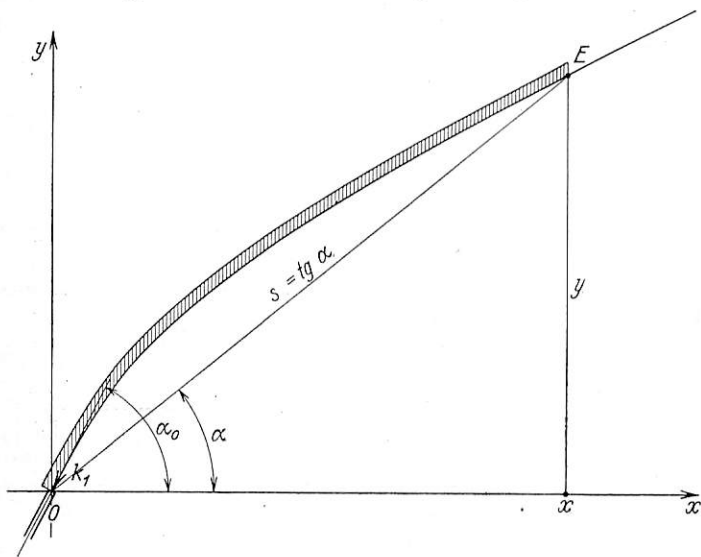


Abb. 37.

so aufgespeicherte Arbeitsmenge muß zusammen mit der Arbeit der Gefällskraft auf dem Anlaufweg die gesamte Widerstands- und Beschleunigungsarbeit leisten. Bei diesem Anlaufweg vermindert sich auf der Strecke  $x_0''$  der hohe Anlaufwiderstand  $w_0''$  bei jedem Wagen sehr rasch auf einen niedrigeren Wert  $w_0'''$ , der für den Weiterlauf dann maßgebend ist und nach dem die mittlere Neigung des Zulaufgleises mindestens gewählt werden muß.

Betrachtet man nach Abb. 37 einen Zug mit einem Gewicht von  $q$  t/lfdm auf einem Profil, das durch die in das Koordinatensystem eingezeichnete Linie wiedergegeben ist, so kann die Bedingung, der das Profil für das selbsttätige Ingangkommen des Zuges genügen muß, wie folgt gefunden werden:

Die Mindestarbeit, die bei der Einfahrt durch Stauchung und Verkürzung des Zuges um  $\Delta x$  Meter aufgespeichert wird, ist genau genug durch die Gleichung:

$$A_v' = q x (s - w_0') \cdot \frac{\Delta x}{2}$$

wiedergegeben, wenn  $s$  die Tangente des Neigungswinkels bezeichnet, die die Verbindungslinie der Zugspitze im Punkte O mit dem Zugende E gegen die  $x$ -Achse einschließt, und zwecks Vereinfachung die hierfür zulässige Voraussetzung gemacht wird, daß die Stauchung von dem im Punkt O auftretenden Größtwert  $\Delta x$  bis zum Wert 0 im Punkte E gleichmäßig

abnimmt und die im Punkt O abwärts wirkende Kraft aus der Gleichung:

$$k_1 = q x (s - w_0')$$

berechnet wird. Für die Bestimmung des Wertes  $\Delta x$  kann die Annahme gemacht werden, daß die Einsenkung  $\Delta x_1$  eines Puffers linear mit der auf ihn wirkenden Kraft  $k$  wächst, entsprechend der Gleichung:

$$k = \lambda \cdot \Delta x_1,$$

wobei  $\lambda$  die Federkonstante bedeutet. Da einerseits zur Eindrückung beider Puffer eines Fahrzeugs um den Betrag  $\Delta x_1$  die doppelte Kraft wie für die Eindrückung eines Puffers erforderlich ist, die Kraftreaktion jedoch gleichzeitig die Puffer des zweiten Fahrzeugs um den gleichen Betrag eindrückt wie die Kraft die Puffer des ersten Fahrzeugs, so bewirkt eine Kraft  $k$ , daß sich die Schwerpunkte zweier Fahrzeuge um eben denselben Betrag  $\Delta x_1$  nähern, um den die Kraft  $k$  einen Puffer eindrücken würde.

Nimmt bei einem  $x$ -Meter langen Zug mit  $n$  Fahrzeugen, von denen jedes  $l_0$  Meter über die Puffer mißt, die Stauchkraft von dem Wert  $k$  in Punkt O bis auf den Wert Null im Punkt E ab, so ist unter der für vorliegenden Zweck zulässigen Voraussetzung, daß die Kraft linear mit zunehmender Zuglänge abnimmt, die Verkürzung  $\Delta x_n$  anzugeben durch die Gleichung:

$$\Delta x_n = \frac{x \cdot k}{2 \cdot l_0 \cdot \lambda}$$

Setzt man den oben angegebenen Wert  $k_1$  für die Kraft  $k$  in diesen Ausdruck ein, so hat man statt  $\Delta x_n$  die Verkürzung  $\Delta x$  in der Gleichung:

$$\Delta x = \frac{x \cdot k_1}{2 \cdot l_0 \cdot \lambda} = \frac{x^2 \cdot q (s - w_0')}{2 \cdot l_0 \cdot \lambda}$$

und für die Arbeit  $A_v'$ :

$$1) \quad \dots \quad A_v' = q^2 (s - w_0')^2 \frac{x^3}{4 \cdot l_0 \cdot \lambda}$$

Bei dem Anlaufen des Zuges nach Lösung der Bremse wird außer dieser Arbeit noch die Arbeit  $A_v''$  frei, die sich aus der Verminderung der potentiellen Energie des Systems ergibt. Diese Energie setzt sich zusammen aus der Änderung der Lageenergie bei der elastischen Streckung des Zuges um den Betrag  $\Delta x$ , ferner aus der Änderung der Lageenergie bei der Streckung bis zur Spannung der Kupplungen, wobei die Stoßflächen der Puffer sich zwischen je zwei Fahrzeugen um  $d$  Meter, also insgesamt bei der Länge  $x$  des Zuges um  $\frac{x \cdot d}{l_0}$  Meter

entfernen, und schließlich aus der Änderung der Lageenergie bei der Talwärtsbewegung des Zuges um  $x_0$  Meter. Bei der Streckung des Zuges bis zur Spannung der Kupplungen bewegt sich die Zugspitze um  $\Delta x + \frac{x \cdot d}{l_0}$  Meter talwärts, während die Lage des Zugendes unverändert bleibt, so daß sich die einzelnen Fahrzeuge im Mittel um  $\frac{1}{2} \left( \Delta x + \frac{x \cdot d}{l_0} \right)$  Meter fortbewegen. Bei der Talwärtsbewegung des ganzen Zuges um  $x_0$  Meter bewegt sich natürlich jedes einzelne Fahrzeug um  $x_0$  Meter talwärts, so daß sich die gesamte Änderung der potentiellen Energie bestimmt aus der Gleichung:

$$2) \quad \dots \quad A_v'' = q \cdot x \cdot s \left[ \frac{\Delta x + \frac{x \cdot d}{l_0}}{2} + x_0 \right] = q \cdot x^2 (s - w_0') + \left( \frac{x \cdot d}{2 l_0} + x_0 \right) 4 \cdot l_0 \cdot \lambda$$

Damit ist die bei diesem Vorgang frei werdende Energie  $A_v = A_v' + A_v''$  bekannt.



Bei dem Vorgang des Anlaufens ist die Energie  $A_a$  aufzuwenden. Diese setzt sich aus drei Teilen zusammen:

1. aus der Beschleunigungsarbeit  $A_{a'}$ , die nötig ist, um die Maße  $\frac{q \cdot x}{g}$  auf die Geschwindigkeit  $v$  zu bringen;
2. aus der Arbeit  $A_{a''}$  zur Überwindung des Anlaufwiderstandes  $w_o''$  auf dem Wege  $x_o''$  und
3. aus der Arbeit  $A_{a'''}$  zur Überwindung der Reibungs-

$$\text{widerstände } w_o''' \text{ auf dem Wege } x_o''' = \frac{\Delta x + \frac{x \cdot d}{l_o}}{2} + x_o - x_o''.$$

Die Beschleunigungsarbeit beträgt:

$$3) \dots \dots \dots A_{a'} = \frac{q \cdot x \cdot v^2}{2g}.$$

Die Arbeit  $A_{a''}$  zur Überwindung des Widerstandes auf dem Wege  $x_o''$  ist:

$$4) \dots \dots \dots A_{a''} = q \cdot x \cdot w_o'' \cdot x_o''.$$

Die Arbeit  $A_{a'''}$  zur Überwindung des Widerstandes auf dem Wege  $x_o'''$  ist:

$$5) \dots \dots \dots A_{a'''} = q \cdot x \cdot w_o''' \cdot x_o''' = \frac{q \cdot x^2 (s - w_o') + \left( \frac{x \cdot d}{2l_o} + x_o - x_o'' \right) \cdot 4 \cdot l_o \cdot \lambda}{4 \cdot l_o \cdot \lambda}.$$

Durch Gleichsetzung der zur Verfügung stehenden Energie  $A_v$  mit der für die Ingangsetzung des Zuges aufzuwendenden Energie  $A_a$  erhält man:

$$A_v + A_v' = A_{a'} + A_{a''} + A_{a'''}$$

Setzt man für die Einzelenergien die oben ermittelten Werte ein und berücksichtigt, daß  $s = \frac{v}{x}$  ist, so ergibt sich eine quadratische Gleichung in  $y$ . Sie lautet geordnet nach Potenzen von  $y$ :

$$y^2 \{ 2q x \} + y \left\{ -x^2 \cdot q (3w_o' + w_o''') + x \cdot 2d\lambda + 4x_o \cdot l_o \cdot \lambda \right\} + \left\{ x^3 \cdot q (w_o'^2 + w_o' \cdot w_o''') - x^2 \cdot 2d\lambda \cdot w_o''' - x \cdot 4 \cdot l_o \cdot \lambda \left[ \frac{v^2}{2g} + x_o'' \cdot w_o'' + (x_o - x_o'') \cdot w_o''' \right] \right\} = 0.$$

Mit den Abkürzungen:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2d\lambda \\ \alpha_1 &= 2d\lambda \cdot w_o''' \\ \beta &= q (3w_o' + w_o''') \\ \gamma &= 4x_o \cdot l_o \cdot \lambda \\ \delta &= q (w_o'^2 + w_o' \cdot w_o''') \\ \varepsilon &= 4 \cdot l_o \cdot \lambda \left[ \frac{v^2}{2g} + x_o'' \cdot w_o'' + (x_o - x_o'') \cdot w_o''' \right] \\ \Phi &= -\beta \cdot x^2 + \alpha \cdot x + \gamma \\ \Psi &= \delta \cdot x^3 - \alpha_1 \cdot x^2 - \varepsilon \cdot x \end{aligned}$$

hat man die Lösung in der Form:

$$y = \frac{-\Phi + \sqrt{\Phi^2 - 8q \cdot x \cdot \Psi}}{4qx}$$

Für die praktische Auswertung kann die Federkonstante zu 74 t/m angenommen werden, was bei einer Kraft von 10 t einer dadurch hervorgerufenen Einsenkung eines Puffers um 0,135 m entspricht. Abb. 38 zeigt in der gestrichelten Linie den tatsächlichen Zusammenhang zwischen Kraft und Puffer-einsenkung für Federn, die mit einer Vorspannung von 1 t eingesetzt sind und in der ausgezogenen Linie den für vorliegenden Zweck genügend genau linear angenommenen Zusammenhang zwischen Kraft und Einsenkung. Verlangt man z. B., daß sich der Zug nach Streckung um den Betrag  $\Delta x + \frac{x \cdot d}{l_o}$ , wobei  $d = 0,10$  m und  $l_o = 9$  m gesetzt werden kann, und nach einer Talwärtsbewegung um  $x_o = 1$  m auf die Geschwindigkeit  $v = 0,5$  m/sec beschleunigt, so ergibt sich für einen leichten

Zug mit einem Gewicht von  $q = 1,5$  t/lfdm und für die Werte  $w_o' = 0,003$ ,  $w_o'' = 0,015$ ,  $w_o''' = 0,006$ , sowie  $x_o'' = 0,25$  die Profillinie A (siehe Abb. 39), während unter sonst gleichen Voraussetzungen bei einem Gewicht von  $q = 3,5$  t/lfdm die Profillinie B gefunden wird. Die Anfangsneigung ergibt sich in beiden Fällen zu  $\alpha_{oA,B} = \text{rund } 15\text{‰}$ ; für einen 700 m langen Zug hat man im ersten Falle  $y_e = 5,14$  m und  $s_e = 1:136$ , während sich im zweiten Falle  $y_e = 4,67$  m und  $s_e = 1:150$  ergibt. Will man also erreichen, daß sich auch ein leichter Zug selbst unter den ungünstigsten Voraussetzungen, also

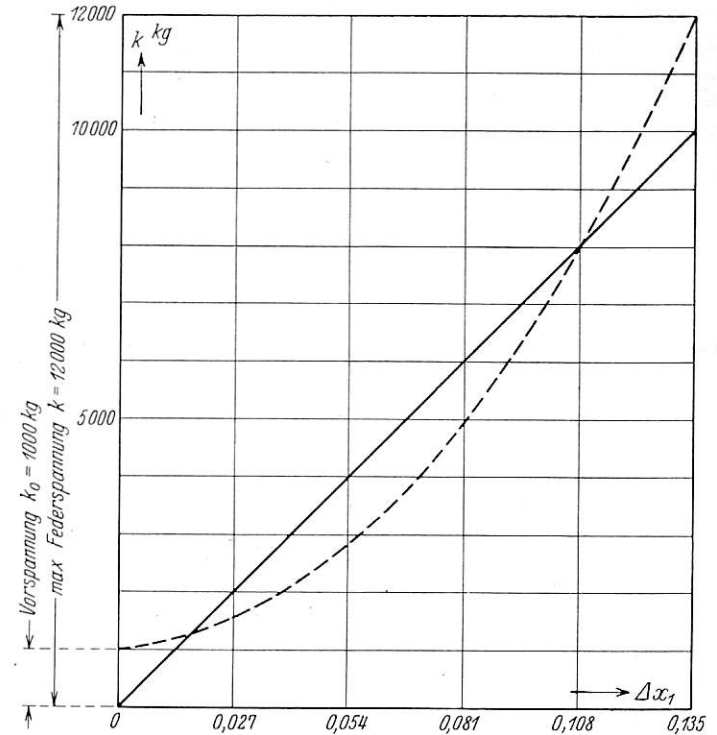


Abb. 38.

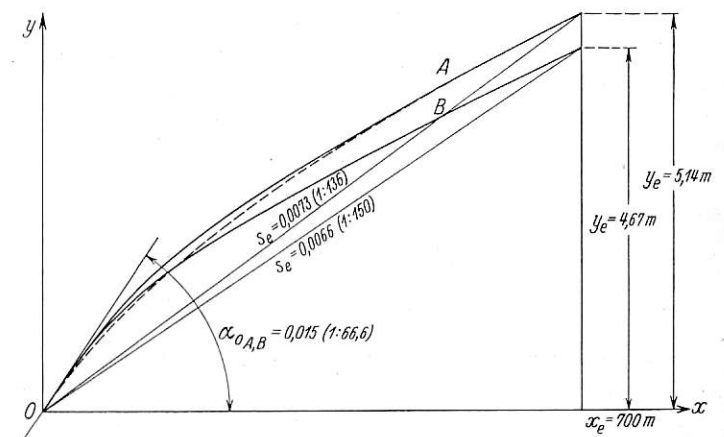


Abb. 39.

bei einem Anlaufwiderstand von 15‰ sicher von selbst in Bewegung setzt, so ist das Profil nach der Linie A auszubilden, wobei praktisch an die Stelle der stetig gekrümmten Kurve gerade Linien treten können, die sich an das theoretisch ermittelte Profil anschmiegen und überall oberhalb der gefundenen Linie A liegen müssen, wenn ein Zug von beliebiger Länge unter den ungünstigsten Voraussetzungen anlaufen soll.

Von erheblichem Interesse ist nun noch die Beantwortung der Frage, auf welchem Weg ein Zug, der auf dem so gewählten Profil in Gang gekommen ist, durch die Gleisbremse wieder zum Stehen gebracht werden kann, wenn etwa der Ablaufvorgang unterbrochen werden soll. Die größten Bremskräfte

werden zweifellos erforderlich, wenn etwa bei gutem Wetter der mittlere Laufwiderstand  $w_0'''$  auf den Wert  $w_0''' = 0,0035$  herabsinkt und es sich um einen schwereren Zug handelt, der etwa auf dem Profil A abläuft.

Um den Zug im Zustand der gleichförmigen Bewegung zu halten, ist offenbar nach den vorausgegangenen Überlegungen eine Bremskraft  $H_1$  erforderlich, die sich aus der Gleichung:

$$H_1 = q (y - w_0''' \cdot x)$$

berechnet. Für ein gegebenes Profil ist  $y$  als Funktion von  $x$  bekannt. Setzt man zur Vereinfachung der Rechnung an Stelle der mit der entwickelten Gleichung gefundenen Profillinie eine Ersatzparabel, die im Punkte O gleiche Neigung wie das Profil hat und für  $x = x_c$  die Ordinate  $y = y_c$  hat, so kann eine parabolische Kurve, wie sie in Abb. 40 gestrichelt angedeutet ist, durch die Gleichung\*):

$$y = \sqrt{\frac{y_c^4}{4(x_c \cdot w_0''' - y_c)} + \frac{y_c^2}{(x_c \cdot w_0''' - y_c)} \cdot w_0''' \cdot x - \frac{y_c^2}{2(x_c \cdot w_0''' - y_c)}} = f(x)$$

auf das Koordinatensystem bezogen werden. Setzt man diesen Ausdruck in die Gleichung für  $H_1$  ein, so hat man:

$$H_1 = q [f(x) - w_0''' \cdot x].$$

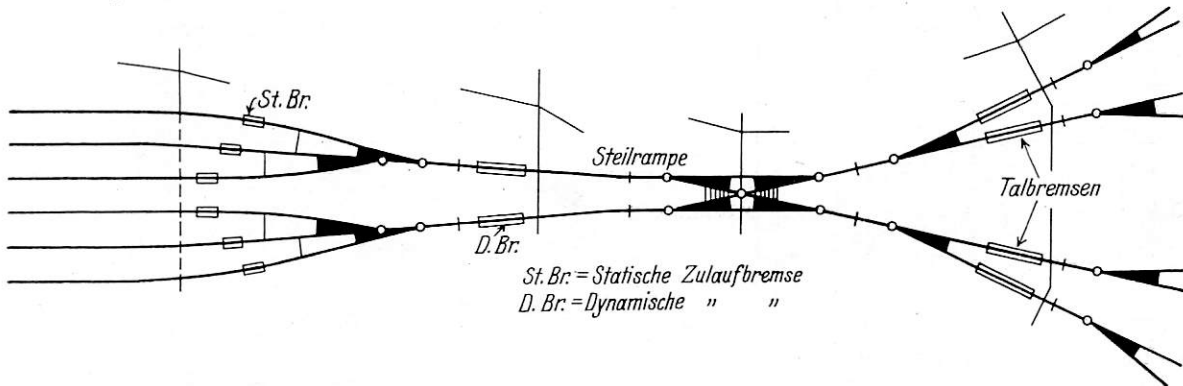


Abb. 40.

Diese Kraft wäre ausreichend, um den Zug im Zustand gleichförmiger Bewegung zu halten. Soll der Zug nun auf einem Weg von  $x_b$  m zum Stehen kommen, so ist eine seiner Masse  $\frac{q \cdot x}{g}$  und seiner Geschwindigkeit  $v_0$  entsprechende Zusatzkraft  $H_2$  erforderlich. Diese beträgt:

$$H_2 = \frac{v_0^2 \cdot q \cdot x}{2 x_b \cdot g}$$

Mithin hat man als notwendige Bremskraft  $H$ :

$$H = H_1 + H_2 = q [f(x) - w_0''' \cdot x] + \frac{v_0^2 \cdot q \cdot x}{2 x_b \cdot g}$$

Diese Gleichung gestattet, für jede beliebige Zuglänge  $x$  die Haltekraft zu bestimmen. Als Funktion  $f(x)$  hat man im Falle des Profils A nach Abb. 40.

$$y = f(x) = 0,272 \sqrt{82,3 + x} - 2,47.$$

In allen praktischen Fällen ergibt sich bei gleichmäßig verteilter Zuglast und Profilgestaltung nach obigen Gleichungen

\*) Schreibt man die Gleichung einer Parabel mit zur Abszissenachse paralleler Symmetrieachse in der Form  $(y + b)^2 = 2p(a + x)$  an, so ist leicht ersichtlich, daß sich die Größen  $a$ ,  $b$  und  $p$  aus den drei Bedingungen  $x = 0, y = 0$ ;  $x = 0, \frac{dy}{dx} = w_0'''$  und  $x = x_c, y = y_c$  bestimmen lassen. Es wird

$$a = \frac{y_c^2}{4 w_0''' (x_c \cdot w_0''' - y_c)}; b = 2 a \cdot w_0''' \text{ und } p = 2 a \cdot w_0'''^2.$$

Durch Einsetzen der Ausdrücke für  $a$ ,  $b$  und  $p$  findet sich die oben angeschriebene Profilgleichung.

der Größtwert der Haltekraft bei der größten Zuglänge. Das nach diesen Gleichungen bestimmte Profil stellt das Anlaufen jedes Zuges sicher und erfordert gleichzeitig die geringste Haltekraft der Bremse.

Nimmt man z. B. einen Zug von 60 Wagen zu je 25 t mit einem Laufwiderstand von  $w_0''' = 4,0 \text{‰}$  an, so ergibt sich, wenn eine Zerlegegeschwindigkeit mit  $v_0 = 1,5 \text{ m/sec}$  eingehalten wird und der Zug auf 25 m zum Stehen kommen soll:

$$H_1 = 6,50 \text{ t}$$

$$H_2 = 6,86 \text{ t}$$

und als erforderliche Bremskraft  $H_e$ :

$$H_e = 13,36 \text{ t.}$$

Eine Thyssenzulaufbremse, die  $\frac{1}{3}$  des Gewichtes als Bremskraft auszuüben imstande ist, faßt bei 15 m Länge durchschnittlich 3,33 Achsen mit einem Gewicht von  $\frac{25}{2} \cdot 3,33 = 41,7 \text{ t}$  und erzeugt dabei eine Bremskraft von  $\frac{41,7}{3} = 13,9 \text{ t}$ , so daß der Zug unter diesen Voraussetzungen auf einem Weg von rund 25 m zum Stillstand kommt. Handelt es sich ausnahmsweise um noch schwerere und längere Züge, so verwendet man entweder längere Bremsen oder man vermindert

anfangs die Zerlegegeschwindigkeit oder man kann die Voraussetzungen für das Anhalten auf etwa 25 m bei der gleichen Bremsleistung wie oben dadurch schaffen, daß man den Laufwiderstand durch Anziehen einzelner Bremsen vorübergehend künstlich erhöht.

Jedenfalls ergibt die Untersuchung ganz klar, daß ein gleichmäßig durchgehendes Gefälle für Abrollanlagen, die nur mit Schwerkraft betrieben werden sollen, verfehlt ist, daß für solche richtiger ein parabolisches Längenprofil zu wählen ist, das absolute Betriebssicherheit bei geringeren Höhenunterschieden und kleineren Anlagekosten ergibt.

Daß auch die Betriebskosten solcher Abrollanlagen mit Zulaufbremsen günstiger sind als jene vergleichbarer Anlagen mit Seilzug, geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor.

Bei sechs Zulaufgleisen mit sechs Rückhaltebremsen von je 6 m Länge und zwei Zulaufbremsen von je 15 m Länge, eine Anlage nach Abb. 40, die für eine tägliche Durchschnittsleistung von 3500 Wagen, die jener in Dresden entspricht, ausreicht und in den Anlagekosten jener in Chemnitz gegenüberzustellen ist, betragen die Anlagekosten  $66.3000 = 200.000 \text{ RM}$  (gegenüber  $420.000 \text{ RM}$  in Chemnitz), was bei 14% Verzinsung, Tilgung und Abschreibung jährlich  $28.000 \text{ RM}$  ergibt. Die Unterhaltungskosten einschließlich Stromkosten betragen 3,5% der Anlagekosten, das sind jährlich  $7.000 \text{ RM}$ . An Vergleichspersonal ist, da Vorleger und Langhänger wegfallen — die Kupplungen können infolge der Stauchung ohne Langhängen vom Entkuppler ausgeworfen



werden — ein Bremswärter erforderlich, der, bei gleichem Verkehrsanfall wie in Dresden, ebenfalls in zwei Schichten die Arbeit bewältigen kann. Die Personalkosten, die in eine Vergleichsberechnung einzusetzen sind, betragen daher jährlich  $20.300 = 6000 \text{ R.M.}$ . Die gesamten Jahreskosten bei durchschnittlich täglich 3500 Wagen belaufen sich demnach bei Abrollanlagen mit Zulaufbremsen auf:

$$28000 + 7000 + 6000 = 41000 \text{ R.M.},$$

also wesentlich weniger als die Hälfte der vergleichbaren Kosten von Chemnitz—Hilbersdorf.

Zusammenfassend und vergleichend kann folgendes gesagt werden:

1. Die Anlagekosten von Seilzulanlagen an sich sind wesentlich höher als jene von Zulaufbremsenanlagen; sie verhalten sich zueinander etwa wie 2:1. Das Gleiche gilt von den Betriebskosten beider Anlagen.

2. Die Zuführungsgeschwindigkeit kann bei Abrollanlagen mit am hinteren Zugsende angreifendem Seilzug nicht so rasch geändert werden, als bei jener mit an der Zugspitze angreifenden Zulaufbremsen.

3. Für das Entkuppeln muß bei Seilzulanlagen vor Beginn der Zuführung langgekuppelt werden, bei Anlagen mit Zulaufbremsen nicht.

4. Die bei Seilzulanlagen erforderliche Stauchung zum Zweck der Entkuppelung ist schwierig. Die dazu verwendete Rangierkrücke ist bei Wagengruppen in ihrer Wirkung ungenügend, so daß oft ihr mehrmaliger Einsatz notwendig wird, was die Wagen ungünstig beansprucht. Will man das vermeiden, dabei aber den veränderlichen Ablaufpunkt beibehalten, so werden mehrfache Stauchbrücken erforderlich, was die Anlagekosten wieder vermehrt.

5. Da je zwei Gleise zu einem Seilzug gekuppelt sind, kann über die Aueinanderfolge der Züge im Ablauf nicht frei verfügt werden; man ist gezwungen, eine bestimmte Reihenfolge bei der Entleerung der Zulaufgleise einzuhalten.

6. Falls bei Seilzulanlagen die Gleislängen nicht gut aufeinander abgestimmt sind, tritt Verlust an Nutzgleislänge oder erhöhter Bauaufwand ein (Führung der Seilzüge und Seilwagen in Tunneln unter den Gleisen).

7. Da der Seilwagen an dem der Zerlegestelle entgegengesetzten Ende des Zuges angreift, sind bei Seilzulanlagen besondere Verständigungsmittel vom Kuppler am Zugende zum Steuermann an der Zerlegerampe erforderlich.

8. Durch die örtliche Trennung von Steuerstelle und Kraftantriebszentrale und durch den erforderlichen Umfang der letzteren tritt bei Seilzulanlagen zwangsläufig ein Mehraufwand für Gebäude ein. Auch die durch die Anlage bedingte Verwendung von Brückenstellwerken erfordert erhöhte Baukosten.

9. Die Bauhöhe des Seilwagens bedingt bei Verwendung höherer Druckkräfte Mehraufwendungen beim Oberbau (Sonderschwellen).

10. Der Querverkehr über die Gleise ist durch die Seilzulanlage erschwert und gefährdet.

11. Bei Seilzulanlagen entsteht erhöhter Personalaufwand, da an der Zugspitze ein besonderer Mann für die Stauchung des Zuges und am Zugende ein weiterer Mann für die Kupplung des Seilwagens erforderlich ist.

12. Abrollanlagen mit Zulaufbremse verlangen bestimmte Mindesthöhenunterschiede zwischen Zulaufbremse und Zugschluß, können daher nur da angeordnet werden, wo diese vorhanden sind oder geschaffen werden können; Seilzulanlagen sind nur in der Art ihrer Durchbildung und in ihren

Kosten vom Gefälle abhängig, daher auch bei flachen Zulaufgleisen noch zu verwenden, wo erstere ausscheiden.

13. Seilzulanlagen lassen sich ohne Änderung der bestehenden Höhenlage der Gleise einbauen, während Abrollanlagen mit Zulaufbremse ein bestimmtes Längsprofil verlangen, das — wenn nicht vorhanden — geschaffen werden muß.

Unter Berücksichtigung dieser besonderen Vor- und Nachteile des einen und anderen Systems und der gesamten einmaligen und laufenden Kosten muß im einzelnen Fall entschieden werden, welches Zuführungssystem am zweckentsprechendsten ist. Wo in den Zulaufgleisen ohne allzugroße Kosten das erforderliche starke Gefälle und das entsprechende Längsprofil geschaffen werden kann, wird im allgemeinen die Abrollanlage mit Zulaufbremse am Platze sein. Bei geringerem Gefälle und da, wo die Schaffung des für Anlagen mit Zulaufbremsen erforderlichen Profils sehr hohe Kosten verursachen würde, kommt dagegen die Seilzulanlage in Betracht, wenn nicht Lokomotivbetrieb wirtschaftlicher ist.

### 9. Welche Entwicklungsmöglichkeiten im Rangierbetrieb bietet der Rangierfunk?

Die großen Vorteile des Rangierfunks für schnelle und sichere Befehlsübermittlung vom Rangierleiter zur Abdrücklokomotive habe ich in meiner Abhandlung: „Verständigungsmittel auf Rangierbahnhöfen“, Verkehrstechnische Woche Heft 10, 1928, in der ich ausführlich ältere und neuere Verständigungsmittel behandelte, hervorgehoben. In neuerer Zeit ist das Anwendungsgebiet des Rangierfunks noch erweitert worden, indem er jetzt auch bei zentraler Betriebsleitung des Rangierbetriebs für die Verständigung zwischen Betriebsleiter und den in den verschiedenen Teilen des Rangierbahnhofs arbeitenden Rangierlokomotiven benützt wird. Der Rangierfunk wird für diese Zwecke so eingerichtet, daß sich eine Sendestelle beim Betriebsleiter und Empfangsstellen auf den Rangierlokomotiven und unter Umständen bei anderen Betriebsstellen (Stellwerken), die über die getroffenen Anordnungen unterrichtet werden sollen, befinden. Ein Gegensprechen von den Lokomotiven ist nicht überall nötig; es genügt oft, wenn von diesen ein Zeichen für „Verstanden“ oder „Nichtverstanden“ gegeben werden kann. Die Anlage läßt sich aber auch für ein Gegensprechen einrichten, was manchmal erwünscht, manchmal notwendig sein wird, aber zu einer Mehrbelastung des Betriebsleiters führt. Ob Sprechfunk oder Morsefunk einzurichten ist, hängt von der Zahl der zu übermittelnden Aufträge ab. Beim Morsefunk darf diese Auftragszahl wohl nicht über 5 bis 6 hinausgehen, während sie beim Sprechfunk unbeschränkt ist, aber auch höhere Einrichtungskosten erfordert.

Eine zentrale Leitung des Rangierbetriebs ist erst durch die Benutzung des Rangierfunks möglich geworden. Rangierfunk in Verbindung mit methodischen Hilfsmitteln zur Überwachung und Disponierung des Wagenaufkommens und der Abwicklung des Rangierdienstes, wie sie erstmals auf dem Rangierbahnhof Hochfeld-Süd mit großem betrieblichen und wirtschaftlichen Erfolg angewandt wurde, gestattet es dem Betriebsleiter, die Rangierkräfte viel vollkommener, als das bei starrem Betriebsplan möglich, auszunutzen, da er früher und besser als irgend eine andere Stelle im Bahnhof erkennt, was anzuordnen nötig ist. Das Verfahren der zentralen Leitung des Rangierbetriebs wird in manchem Rangierbahnhof den Betrieb flüssiger und wirtschaftlicher gestalten können, insbesondere in solchen mit täglich stark wechselnden Aufgaben. Die Bereicherung der Verständigungsmittel durch den Rangierfunk hat somit neue Möglichkeiten für den Rangierbetrieb geschaffen. (Fortsetzung folgt.)

## Schwingungen im Oberbau.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Faatz, Regensburg.

Hierzu Tafel 21.

Schwierig und deshalb noch verhältnismäßig wenig erforscht ist das Gebiet der Schwingungen. In neuester Zeit geht man mit Ausdauer daran, die Schwingungsgrößen im Brückenbau zu ermitteln, während auf dem Gebiete des Oberbaues noch verhältnismäßig wenig geschehen ist.

Es ist aber zweifellos nicht nur von wissenschaftlichem, sondern auch von wirtschaftlichem Belange, den Schwingungsverlauf der einzelnen Bauglieder so genau als möglich zu ermitteln. Nun stoßen die rechnerischen Untersuchungen schon auf erhebliche Schwierigkeiten bei Brücken, wo die Verhältnisse noch etwas einfacher gelagert sind, als beim Oberbau. Bei letzterem ist daher der Versuch durch eine rechnerische Untersuchung, den Schwingungsverlauf der einzelnen Bauteile des Oberbaues auf Grund irgend einer Theorie zu finden, fast aussichtslos. Es ist daher der empirische Weg der zweckmäßigere, und zwar ist es vorteilhaft, zuerst durch eine Anzahl von Versuchen den Einfluß gewisser Größen, sei es des Untergrundes, der Bettung, der Schwellen oder Schienen auf den Schwingungsverlauf praktisch festzustellen und nachher rechnerisch zu ermitteln.

In nachstehendem möchte ich einige Messungen am Oberbau beschreiben; sie sind mit dem von Prof. Dr. Ing. Bloss, Dresden erbauten und für die Versuche zur Verfügung gestellten Meßapparat aufgenommen. Vielleicht geben sie die Anregung, diese Versuche von einer Zentralstelle in großem Maßstabe fortzusetzen; denn man muß sich klar sein, daß einige wenige Versuche nicht genügen können, sondern höchstens nur als Vorversuche gewertet werden müssen, da sehr viele maßgebende Umstände mit hereinspielen, die jeweils das Meßergebnis anders beeinflussen können. So bildet bei Schwingungsmessungen des Untergrundes durch die Verkehrslasten nicht nur die Bodenart eine Rolle, sondern auch der Feuchtigkeitsgrad, dann ob Einschnitt oder Damm. Bei Schotter mag die Korn- und Reibungsgröße, sowie das Hohlraummaß der Bettung für den Schwingungsverlauf entscheidend sein. Ebenso beim Gleis: Art und Entfernung der Schwellen, die Schienenart, Befestigung auf den Schwellen usw. Von ausschlaggebender Bedeutung ist natürlich in erster Linie die Größe der Verkehrslast und die in Frage kommende Geschwindigkeit.

Es handelt sich also darum, durch eine Reihe von Versuchen die vorgenannten Größen systematisch einzuordnen, wofür verhältnismäßig viel Zeit und Mühe aufgewendet werden müßte. Die Ergebnisse aber würden andererseits nicht nur wissenschaftlich, sondern auch aus naheliegenden Gründen wirtschaftlich von Belang sein, da auf Grund der Messungen die günstigsten wirtschaftlichen Umstände der gegenseitig sich beeinflussenden Größen gefunden werden könnten.

Im folgenden sei nun das Messungsergebnis dargestellt. Die Messungen wurden in km 84,030 Gleis Würzburg—Treuchtlingen am 6. und 7. Januar 1930 vorgenommen.

### 1. Örtliche Verhältnisse.

Gleis Würzburg—Treuchtlingen wurde im Jahre 1928 (November) in S 49 mit 30 m langen geschweißten Schienen umgebaut. Das Planum besteht bei km 84,030 (Einschnitt) aus blauen Keuperletten, der bei Aufweichung durch Tagwasser zerfließt. Das alte Gleis war deshalb sehr unruhig in seiner Lage und mußte dauernd nachreguliert werden, sobald Regenwetter eintrat. Es wurde aus diesem Grunde eine Bitumendecke anlässlich des Gleisumbaues eingebaut, und zwar ließ man das Planum etwas austrocknen, dann wurde eine

4 bis 6 cm starke Altschotterschicht aufgebracht und eingewalzt. Darauf wurde eine 3 bis 4 cm starke Kaltasphaldecke gelegt, die mit Heißbitumen noch vollständig gedichtet wurde.

Diese Decke hat sich sehr gut gehalten und einen außerordentlich kalten Winter und heißen Sommer durchgemacht, ohne bis jetzt irgend welche Fehler zu zeigen.

An einer dieser Stellen wurden nun die Messungen gemacht, mit der Absicht, die Schwingungsgrößen der Decke zu ermitteln.

### 2. Meßapparat.

Der zur Verfügung gestellte Meßapparat wurde, wie bereits erwähnt von Prof. Dr. Ing. Bloss erbaut. Das Prinzip des Apparates besteht darin, daß mit Hilfe einer künstlichen Lichtquelle der Spalte zwischen zwei streifenförmigen Marken, von denen die eine beweglich und die andere fest ist, grell beleuchtet wird. Ein photographischer Apparat entwirft und vergrößert das Bild des Spaltes rein optisch. Dadurch, daß vor einem rasch laufenden Filmbande ( $v \sim 30$  cm/sec.) nur ein schmaler Belichtungsschlitz offen gelassen ist, wird der augenblickliche Abstand der beiden Marken fortlaufend photographisch aufgezeichnet.

### 3. Wetter.

Zur Zeit der Messungen am 6. und 7. Januar herrschte eine Temperatur von  $-1^{\circ}$  bis  $+6^{\circ}$ . Weder Schnee, noch stärkerer Frost, noch größere Niederschläge waren vorausgegangen.

### 4. Messungen.

Es wurden sechs Messungen durchgeführt, und zwar drei am ersten Tage und drei weitere am zweiten Tage:

1. Messung: Versuch zur Ermittlung der Schwingungen der Bitumendecke bei einem Güterzug bei  $V = 30$  bis  $35$  km/Std.
2. „ Versuch zur Ermittlung der Schwingungen der Bitumendecke bei einem Personenzug bei  $V =$  rund  $50$  km/Std.
3. „ Versuch zur Ermittlung der Schwingungen der Bitumendecke bei einem Fern-D-Zug bei  $V =$  rund  $70$  km/Std.
4. „ Versuch zur Ermittlung der Schwingungen der Schiene bei einem Schnellzug bei  $V = 75$  km/Std.
5. „ Versuch zur Ermittlung der Schwingungen der Schwellen bei einem Personenzug bei  $V = 50$  bis  $55$  km/Std.
6. „ Versuch zur Ermittlung der Schwingungen des Schotters bei einem Güterzug bei  $V =$  rund  $50$  km/Std.

### 5. Anordnung.

Durch die 3 bis 4 cm starke Bitumendecke wurde ein Loch gebohrt, das nach der Verrohrung 1,20 m tief war und 100 mm lichten Durchmesser hatte.

In die Mitte dieses Loches wurde ein 1,75 m lange, 25 mm starke Eisenstange geschlagen, so daß sie sehr fest saß. Sie trug oben die feste Marke und befand sich 55 cm im Boden. Da nach bereits vorliegenden Forschungen die Bodenerschütterungen in 1,20 m Tiefe bereits auf 10% der Schwingungen unter der Bettung gesunken sein sollen, so konnte dieser Fehler ohne Bedenken vernachlässigt werden. Um ein Schwingen des eingerammten Eisenstabes nach der Seite hin zu verhüten, wurde er mit einer Führung am Rande des Loches versehen.

Die bewegliche Marke wurde an einem mit der Bitumendecke gut verbundenen Querbügel befestigt. Ebenso wurde



der Apparat mittels Eisenbändern mit der Bitumendecke gut verbunden.

Die Abb. 1a, b, c geben die ungefähre Anordnung wieder.

### 6. Einzelheiten der Messungen.

Bei den ersten drei Messungen wurde versucht die Schwingungen der Bitumendecke festzustellen, um zu ersehen, ob an der Decke gefährliche Schwingungen in Erscheinung treten. Die Vergrößerung betrug das 20fache der natürlichen Ausschläge.

Als größter Ausschlag ergibt sich aus den drei Filmdigrammen auf Taf. 21 (siehe Film I, II und III) die Größe von 2 mm bei 20facher Vergrößerung. Der wirkliche Schwingungsausschlag der Decke wäre demnach nur  $\frac{1}{10}$  mm, also ganz unbedeutend. Bei guter fester Unterlage ist deshalb eine Zerstörung der Decke durch die Erschütterungen nicht zu befürchten. Weitere Versuche auf Dämmen und mit anderen Bodenunterlagen werden wohl die endgültige Klärung dieser Frage bringen.

Als 4. Messung wurden die Schwingungen der Schiene gemessen (s. Film IV). Anordnung der Meßvorrichtung nach Abb. 2. Die Ausschläge der Schwingungen sind in Wirklichkeit wohl um eine Geringfügigkeit kleiner als gemessen, wegen der etwas größeren Durchbiegung der Schiene, da infolge des beschränkten Platzes zwischen zwei Schwellen, diese etwas auseinander gerückt wurden, um den Meßapparat gut aufstellen und befestigen zu können. Der Schwellenabstand betrug statt 65 cm von Mitte zu Mitte Schwellen 93 cm. Die Meßstreifenbreite mit 9,4facher Vergrößerung beträgt 33 mm. Aus diesem Maß lassen sich bei entsprechender Veränderung des dargestellten Meßstabes die anderen Meßgrößen finden.

Man sieht auf Film IV die Schwingungen, die durch die Achsen sowohl der 2 C 1 (S 3/6) Maschine als den nachfolgenden Drehgestellwagen hervorgerufen werden, sehr deutlich. Die Vergrößerung betrug rund das 10fache (genau 9,4fach). Es ergeben sich bei einer Filmablaufgeschwindigkeit von ungefähr 30 cm/sec. rund 140 Schwingungen/sec. der Schiene. Durch diese hohe Schwingungszahl mag auch der bei S 49 auf Holzschwellen anfänglich so charakteristisch singende Ton hervorgerufen werden. Nicht nur die Hauptschwingungen, sondern auch die Oberschwingungen sind deutlich ausgeprägt. Aus dem Film IV mit unentzerrter Achsstellung und Tonnenbelastung ergibt sich einmal, in welcher Weise die Schiene unter der Last selbst und dann weiterhin wie die Schiene auf eine gewisse Länge niedergepreßt wird (s. z. B. Senkung der Schiene zwischen den Drehgestellachsen des Packwagens nach der Maschine usf.; vergl. auch amerikanische Versuche, Organ 1930, H. 5, S. 78 unten). Vor dem Zug sieht man sehr deutlich das Aufsteigen des Gleises nach Länge und Größe.

Mit Hilfe der 5. Messung wurde versucht die Schwingungen der Schwellen zu ermitteln (s. Film V). Meßstreifenbreite 27 mm; Vergrößerung 9,2fach.

P 3/5 Maschine  $V = 50$  bis  $55$  km/Std.

Auch hier ergibt sich wieder dasselbe charakteristische Bild wie bei Film IV, nur in gedämpfter Form.

Da die Anordnung zur Messung der Schwingungen einer Schwelle einerseits sehr schwierig ist, um alle Fehlerquellen auszuschalten und andererseits die getroffene Anordnung nach Abb. 3 nicht allzu weit von der Wirklichkeit abweichen dürfte, da ja die Lastverteilung sich durch die steife S 49 Schiene auf mehrere Schwellen gut verteilt, so wurde die Anordnung nach Abb. 3 gewählt. Bei einem neuen Versuch würde man dann

versuchen nur die Bewegungen einer Schwelle genau zu ermitteln.

Die beiden 93 cm entfernten Schwellen wurden nahe am Schienenfuß entlang mit einem steifen Quereisen verbunden und in der Mitte die bewegliche Marke angebracht, die sich wieder gegen die in den Boden eingerammte feste Marke bewegte.

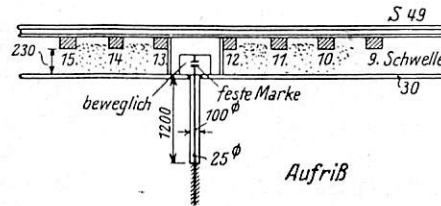


Abb. 1a.

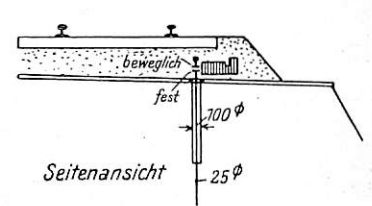


Abb. 1c.

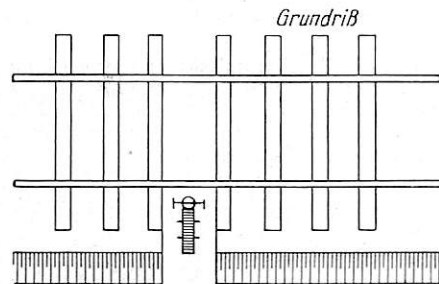


Abb. 1b.

Mit der 6. Messung wurde versucht etwas über die Größe der Schotterbewegung unter der rollenden Last zu erfahren, Meßstreifenbreite 31,5 mm; Vergrößerung 9,3fach. 2 G 12-Maschinen nacheinander;  $V =$  rund 50 km/Std. Die Laststellung dürfte ungefähr der an der unteren Seite des Films

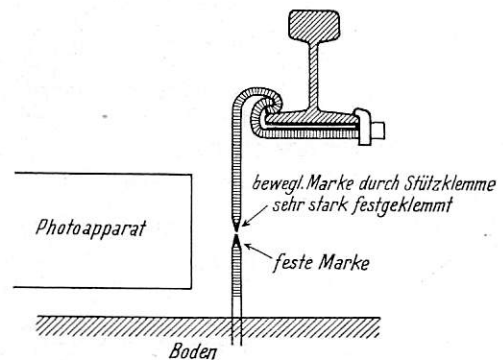


Abb. 2.

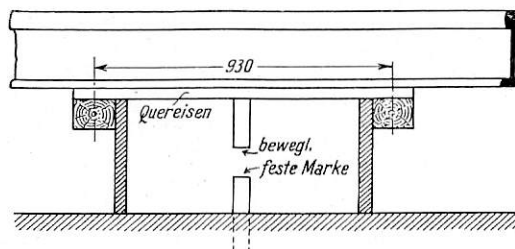


Abb. 3a.

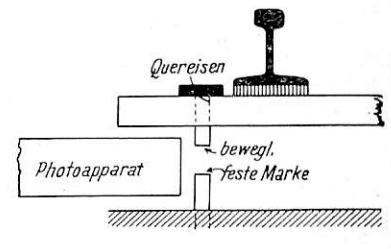


Abb. 3b. Seitenansicht.

gezeichneten entsprechen (s. Film VI). Eine genaue Einzeichnung hat sich der geringen natürlichen Einsenkung wegen (0,5 mm) wahrscheinlich nicht ganz erreichen lassen; sie dürfte aber der Wirklichkeit entsprechen.

Die Anordnung erfolgte ähnlich wie bei der Messung der Schwellensenkungen. Das Quereisen befand sich jedoch nur in halber Schotterhöhe zwischen Schwellenunterkante und

Bitumendecke. In der Mitte des Eisens war die bewegliche Marke. Das Quereisen reichte beiderseits ungefähr 35 cm in den Schotter hinein (s. Abb. 4). Der Schotter konnte sich nur unter den Schwellen zusammenpressen. Durch die beiden Bohlenwände B-B wurde ein seitliches Ausweichen des Schotters gegen das leere Schwellenfach S verhindert.

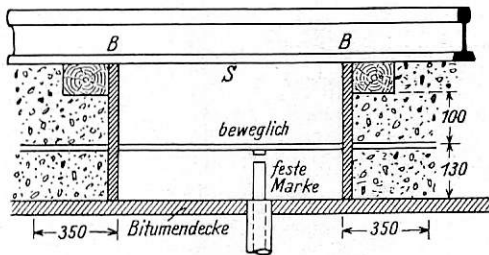


Abb. 4.

Die natürlichen Bewegungen der beweglichen gegen die feste Marke betragen im Höchsthalle 0,5 mm; somit bei ganzer Schotterhöhe rund 1,0 mm. Auch in Zukunft würde man zweckmäßigerweise die Schotterbewegung nur unter einer Schwelle messen. Voraussetzung wäre, daß die Meßmarke lange Zeit vor der Messung in den Schotter gebracht wird,

um Fehler infolge eines nicht fest verdichteten Schotters bei der Messung auszuschalten.

Wie bereits eingangs erwähnt, können die Versuche nur als Vorversuche gewertet werden. Es läßt sich aber auf Grund dieser Vorversuche weiter bauen und bei systematischer Anordnung lassen sich sicherlich bis jetzt noch nicht geklärte Größen weiterhin erforschen. Ich erinnere nur an die Ermittlung der Größe der Stoßziffer\*), der Bettungsziffer, der Schwingungsverhältnisse der einzelnen Oberbauteile, wie Schienen, Schwellen, Bettung und des Untergrundes samt Bitumendecke. Aus den Messungen lassen sich sicherlich weiterhin auch Schlüsse auf das geeignetste Bettungsmaterial und Bettungshöhe sowie geeignetsten Schwellenabstand usf. ziehen, so daß wirtschaftliche Erfolge auf Grund der Messungen zu erwarten sind.

\*) Die Anordnung könnte z. B. zur Ermittlung der Stoßziffer so erfolgen, daß eine bestimmte Maschine, deren Achsstellung und Lastenverteilung genau bekannt ist, zuerst ganz langsam über die Meßstelle fährt (~ ruhende Belastung) und dann entsprechend rascher. Für jede Geschwindigkeit ließe sich dann die Stoßziffer finden. In ähnlicher Weise ließe sich die Bettungsziffer erforschen bei langsamer Fahrt mit verschiedener Belastung. Weiterhin ließe sich der Wert einer Bitumendecke ziffernmäßig darstellen, wenn man gleiche Bahnkörperteile mit und ohne Bitumendecke untersucht usf.

## Gleisperrschalter (Bauart Adler und Ing. Hengl) für Bahnhofblockwerke der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. Zuleger, Wien.

Zu den wichtigsten Aufgaben des Fahrdienstleiters gehört die Feststellung, ob das für eine Einfahrt bestimmte Gleis frei von Fahrzeugen ist und ob auf diesem Gleis kein sonstiges Fahrthindernis besteht. Die Wichtigkeit dieser Feststellung ist auch aus den besonderen Vorsichtsmaßnahmen zu entnehmen, die nach den Verkehrsvorschriften einzuhalten sind, falls ein einfahrender Zug ausnahmsweise auf ein besetztes Gleis einfahren muß oder nur bis zu einer bestimmten, vor der Grenzmarke gelegenen Stelle des Gleises fahren darf. Die Feststellung des „Freiseins“ des Gleises erfolgt unmittelbar durch den Fahrdienstleiter oder einen damit beauftragten Bediensteten, oder mittelbar durch besondere Einrichtungen der Sicherungsanlage. Zu diesen gehören beispielsweise die Ausbildung der Bahnhofsgleise als Blockabschnitt, die Anordnung eigener Gleisbesetzungs- oder Belegeneinrichtungen und schließlich als vollkommenste Einrichtung die Isolierung der Bahnhofsgleise gegenseitig und gegen die anschließende Strecke. Diese Einrichtungen zeigen dem Fahrdienstleiter die Besetzung des Einfahrtgleises an und verhindern in diesem Zustand die neuerliche Freigabe einer Einfahrt. Sie arbeiten zwangsläufig, nehmen damit dem Fahrdienstleiter einen Teil seiner Leistungen ab und erhöhen die Sicherheit. Ihre Anschaffung erfordert jedoch einen hohen Aufwand, der ihrer Verbreitung hemmend entgegensteht.

Auf Bahnhöfen, die solche Einrichtungen nicht besitzen, — und dies ist in der Regel der Fall — muß der Fahrdienstleiter die Besetzung eines Gleises oder das Bestehen eines Fahrthindernisses im Gedächtnis behalten. Besitzen solche Bahnhöfe geringe Übersicht und lebhaften Lokomotivverkehr, oder werden auf dem Bahnhof Arbeiten an Gleisen oder Brücken vorgenommen, so stellt die vorgenannte Aufgabe erhebliche Anforderungen an die Fahrdienstleiter. Es ist naheliegend Mittel anzuwenden, die ihn in diesem Belange entlasten. Ein solches häufig benutztes Mittel ist beispielsweise die Anwendung sogenannter Merktafeln mit dem etwaigen Wortlaut: „Gleis 4 gesperrt“, die fallweise auf die Blocktasten aufgehängt werden. Diese Merktafeln wirken nur bildlich, sind ohne Zusammenhang mit dem Bedienungsvorgang und

können durch Unbefugte leicht entfernt werden; dennoch sind sie besser als der Verzicht auf jeglichen Behelf. Die angeführten Mängel beseitigt der neue Gleisperrschalter, der neben der stummen, bildlichen Wirkung (rote Blende) auch noch eine hörbare Warnwirkung (Weckerzeichen) bietet und auch auf die Blockwerke einwirkt.

Dieser Gleisperrschalter verfolgt den Zweck, in Bahnhöfen mit vollständiger Sicherungsanlage, also mit Bahnhofblockwerk und Endstellwerken, besetzte oder unfahrbare Gleise zu bezeichnen und gleichzeitig ihre Benützung als Fahrstraße zu sperren. Wird diese Benützung ungeachtet des Verbotskennzeichens dennoch versucht, — eine tatsächliche Benützung ist nicht möglich — so ertönt ein Weckerzeichen, das den Fahrdienstleiter auch auf den Irrtum oder auf das gegebenenfalls unterlassene Aufsperrn des Schalters aufmerksam macht. Voraussetzung für die Wirkung des Gleisperrschalters ist, daß der Fahrdienstleiter bei Eintritt der Gleisbesetzung oder des Fahrthindernisses den Gleisperrschalter auch tatsächlich betätigt. Diese Betätigung verfolgt jedoch lediglich den Zweck, den Fahrdienstleiter in seinen Dienstesverrichtungen zu unterstützen, deshalb wird er auch die zwei, für die Betätigung notwendigen Handgriffe als Mehrleistung gern in Kauf nehmen.

Der Gleisperrschalter ist selbstsperrend, d. h. einmal benützt, sperrt er sich in der Endlage und kann vorerst nicht mehr zurückgestellt werden. Erst nach Öffnung mittels eines vom Fahrdienstleiter persönlich verwahrten Schlüssels ist die neuerliche Betätigung des Gleisperrschalters möglich. Hierdurch ist auch der unbefugten Benützung vorgebeugt.

Abb. 1 zeigt den Handriß eines Bahnhofblockwerks mit eingebautem Gleisperrschalter. Er wird neben den Weckern angebracht, ist also stets zu überblicken. Ein Kästchen zeigt die Nummern der als Fahrstraßen in die Sicherungsanlage einbezogenen Gleise; unter jeder dieser Nummern befindet sich eine Farbscheibe, die in der Grundstellung der Taste (oben) ein weißes Feld zeigt. Wird die Taste nach abwärts gedrückt, so sperrt sie sich in der Endlage selbst und das weiße Feld wird rot geblendet. Dies ist das sichtbare Zeichen,



daß die zugehörige Fahrstraße vom Fahrdienstleiter für Einfahrten gesperrt wurde. Die Sperrung der Fahrstraße wirkt sich aber auch im Blockwerk aus, und zwar dadurch, daß die Blockleitungen zwischen dem Fahrstraßenschalter (Schubknopf) des Bahnhofblockwerks und dem Gleisanzeiger des

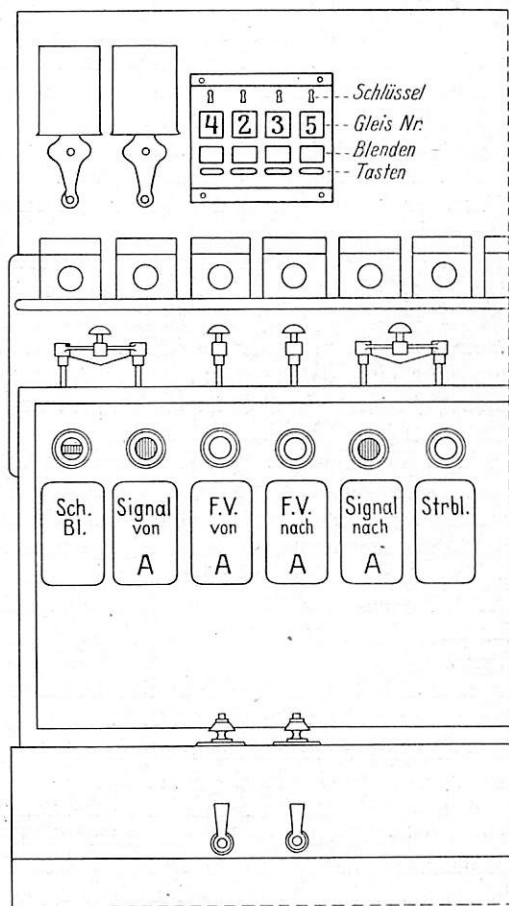


Abb. 1.

der Kontakt F 3 — F 4 unterbrochen und das Anzeigen der Fahrstraße unmöglich. Mit dem Unterbrechen dieses Kontaktes schließt sich gleichzeitig der Kontakt W 1 — W 2 des Gleissperrschalters. Wird nun versucht, die Fahrstraße anzuzeigen, so besteht folgender Stromweg: Vom Induktor J über A zur Einstellung Gleis 2, Kontakt F 2, Kontakt W 1 — W 2, Wecker, Rückleitung. Der Wecker läutet und macht den Fahrdienstleiter auf den Irrtum aufmerksam. Durch Aufsperrn des in der gesperrten Lage befindlichen Gleissperrschalters springt dieser selbsttätig in seine Grundstellung zurück.

Die Benützung des Gleissperrschalters erfordert nur zwei Handgriffe: zuerst Herabdrücken des Schalters zwecks Sperrung, weiterhin Aufsperrn des Schalters. Die Benützung kann etwa aus folgenden Gründen notwendig sein: das Gleis ist durch einen leeren Wagenzug, einen Kleinwagen, eine

Stellwerks unterbrochen werden. Dadurch ist das Anzeigen der Fahrstraße nicht mehr möglich, sie kann nicht verschlossen und es kann deshalb auch keine Fahrerlaubnis erteilt werden.

Abb. 2a zeigt die grundsätzliche Schaltung des nicht betätigten, Abb. 2b jene des betätigten Gleissperrschalters. Der Stromverlauf beim Anzeigen einer Fahrstraße (Abb. 2a) ist folgender: vom Induktor J über A zur Einstellung Gleis 2, Kontakt F 2 zum Gleissperrschalter in der Grundstellung mit dem Kontakt F 3 — F 4, zum Stellwerk. Der Stromkreis ist geschlossen, das Anzeigen der Fahrstraße ist möglich. Durch Herabdrücken des Gleissperrschalters (Abb. 2b) wird

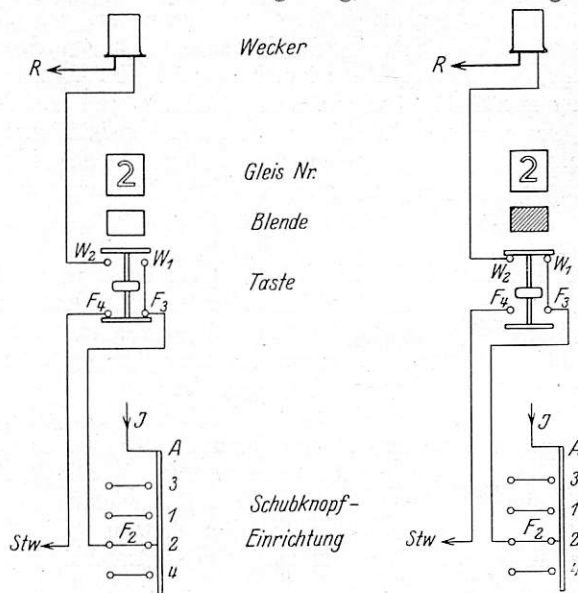


Abb. 2a.

Abb. 2b.

Lokomotive oder durch abgestellte Wagen besetzt und kann nicht mehr rechtzeitig geräumt werden; auf dem Gleis müssen Verschiebewegungen durchgeführt werden; das Gleis ist durch eine Bauarbeit, wie Schienen- oder Weichenauswechslung, Brückeninstandsetzung u. ä. unfahrbar. Einzelne dieser Fälle treten auf manchen Bahnhöfen regelmäßig auf. In diesen Fällen ist der Gleissperrschalter ohne Zweifel von Vorteil. Wenn seine Wirkungsweise auch keine zwangläufige, vielmehr von der Betätigung durch den Fahrdienstleiter abhängig ist, dessen Gutdünken es überlassen bleibt, in welchen Fällen er den Gleissperrschalter benützen will, so bildet er dennoch ein wertvolles Erinnerungsmittel, das geeignet ist, den Dienst des Fahrdienstleiters zu erleichtern.

## Das spanische Eisenbahnnetz und sein rollendes Material.

Von Dr. Ing. L. Schneider, München.

Die erste Eisenbahn in Spanien\*) wurde am 28. Oktober 1848 von Barcelona nach Mataró eröffnet, der erst 1851 eine von der Hauptstadt Madrid nach Aranjuez führende Bahn folgte. Am 1. Februar 1930 umfaßte das spanische Bahnnetz 16725 km, wovon 12117 km der spanischen Regelspur von 1674 mm, 4608 km verschiedenen Schmalspuren, überwiegend der Meterspur, angehören. 3115 km Bahnlänge sind im Bau begriffen.

\*) Die Zahlenangaben sind entnommen der Schrift „Los Ferrocarriles de España“, Sonderheft der Revista de Obras Publicas, herausgegeben zum 11. Internationalen Eisenbahnkongreß Madrid 1930.

Fast das ganze Bahnnetz ist im Besitze von Gesellschaften, deren größte sind:

Nordbahn . . . . .	mit 3746 km Länge
Madrid—Zaragossa—Alicante . . . . .	mit 3670 km „
Andalusische Bahnen . . . . .	mit 1620 km „
Westbahn . . . . .	mit 1432 km „
Santander—Mediterráneo . . . . .	mit 322 km „
Central de Aragón . . . . .	mit 299 km „
Zafra—Huelva . . . . .	mit 179 km „ usw.

Diese Bahnen sind bis auf 89 km der Nordbahn regelspurig. Dazu kommt ein regelspuriges Staatsbahnnetz von 264 km, von welchem aber 155 km durch die Westbahn be-

trieben werden. Die größten Schmalspurbahngesellschaften sind:

La Robla . . . . .	mit	312 km	Länge
Mallorca . . . . .	mit	213 km	„
Peñarroya a Puertollano . . . . .	mit	188 km	„
Castilla . . . . .	mit	185 km	„
Santander a Bilbao . . . . .	mit	175 km	„
Staatsbahnen . . . . .	mit	173 km	„
Baskische Bahnen . . . . .	mit	158 km	„
Katalonische Bahnen . . . . .	mit	153 km	„ usw.

Die iberische Halbinsel stellt, wie bekannt, eine zentrale Hochfläche von 400 bis 1000 m Seehöhe (Madrid 650 m) dar, die von Randgebirgen eingefaßt und von meist wilden Kettengebirgen (Sierras) durchzogen wird. Die Gebirgshöhen erreichen oft mehr als 2500 m. Dazu kommen ausgedehnte Steppenstriche als weiteres Verkehrshindernis. Die reichen und bevölkerten Gegenden liegen fast durchwegs an den Küsten (Gärten von Valencia, Murcia, Katalonien, Bergwerksgebiete von Huelva, Almeria, Asturien, Biscaya). Im Landesinnern sind fast nur die Flußtäler des Ebro, Duero und des Guadalquivir sowie ihrer Nebenflüsse Stätten gedeihlicher Entwicklung. Im übrigen geben die trockenen Gebiete die Besiedelung nur zu, wo Weizen (Alt- und Neukastilien), Wein (Rioja, Panadés, La Mancha), der Ölbaum oder die Orange gedeihen.

Die Hauptstadt Madrid liegt fast mathematisch genau in der Mitte der Halbinsel. Eine Reise dorthin führt die Schwierigkeiten vor Augen, die der Bahnbau in Spanien zu überwinden hatte. Je nach der Richtung, in der man sich Madrid nähert, hat man folgende Höhen zu überwinden:

Von Irún her (Strecke Paris—Bordeaux usw.) 1359 m bei La Cañada in der Sierra de Quadarrama (Strecke über Avila), nur 11 m unter Europas höchster regelspuriger Bahnstation, dem Brenner, gelegen oder 1299 m bei Quadarrama (Strecke über Segovia). Von Barcelona her 1118 m bei Torralba (Sierra Ministra). Von Alicante her 930 m bei Chinchilla. Von Valencia her 930 m bei Jerica. Von Sevilla her 798 m bei Almuradiel (Sierra Morena).

Eine der anziehendsten und zugleich schwierigsten Strecken Europas ist jene von Gijón nach Madrid. Sie hat auf 49,3 km Länge einer Teilstrecke zwischen Gijón (am Meeresspiegel) und León (822 m ü. M.) nicht weniger als 914 m Höhenunterschied zu überwinden, wozu 68 Tunnels von 25347 m Gesamtlänge und viele Schleifen nötig sind. Die größte erreichte Seehöhe dieser Bahn liegt bei 1270 m (Busdongo). Andere besonders schöne Bahnanlagen sind die Strecken von Córdoba nach Málaga und von Bobadilla nach Algeciras. Auf letzterer sind dauernd 20 v. T. Steigung in 15 km Länge zu überwinden. Die stärkste Steigung einer Normalspurbahn in Spanien ist 30 v. T. auf 9 km Länge der Strecke Córdoba—Bélmez. Mit 1494 m erreicht die Strecke Ripoll—Puigcerdá—Aix-les-Thermes in den Pyrenäen die größte Seehöhe unter allen Bahnen der Halbinsel. Die Strecke Puigcerdá—Ripoll—Barcelona, der spanische Teil der Verbindung Toulouse—Barcelona, ist die einzige Strecke Spaniens in europäischer Regelspur 1435 mm. Sie hat bis 43 v. T. Steigung und wird elektrisch betrieben.

Obwohl die Bahnen, wie schon erwähnt, fast durchwegs in Privatbesitz sind, hat sich der Staat mit Kgl. Dekret vom 15. Mai 1922 durch Schaffung eines Obersten Eisenbahnrates (Consejo Superior Ferroviario) einen gewissen Einfluß darauf gesichert. Dieser wurde noch wesentlich verstärkt unter der Militärdiktatur, welche am 20. Januar 1924 die genannte Körperschaft entließ und sie mit Kgl. Dekret vom 12. Juli 1924 durch den Consejo Superior de Ferrocarriles ersetzte. In diesem Dekret wird ausgeführt: „Das öffentliche Interesse erfordert die Beteiligung des Staates am Betrieb der Eisen-

bahnen. Diese wird den Einzelvorschriften entsprechend ausgeübt und verfolgt den Zweck, das finanzielle Ergebnis der Bahnen und die vom öffentlichen Interesse und den Rechten der Konzessionäre diktierten Tarife miteinander in Einklang zu bringen und gleichzeitig den Staat für seine geldlichen Leistungen zu entschädigen.“

Das Dazwischentreten des Staates soll den Betrieb auf den Bahnen verbessern, was die Gesellschaften, deren Konzessionen nahe am Erlöschen sind, nicht mehr durchführen können. Dies bezieht sich sowohl auf den Erwerb neuer rollenden Materials und die Inangriffnahme neuer Bauten als auch auf die Unterhaltung schon bestehender Einrichtungen. Hier gewährt der Staat Darlehen oder er unternimmt neue Bahnbauten auf seine Rechnung.

Für die nötigen Finanzoperationen wurde die staatliche Eisenbahnkasse (Caja Ferroviaria del Estado) gegründet, welche die Titel der speziellen Eisenbahnschuld (Deuda Especial Ferroviaria) verwaltet. Der Kasse fließen Einkünfte zu aus den jährlichen Überweisungen des Staatshaushaltes, aus gewissen Steuern und Betriebsüberschüssen, aus der Heimzahlung früherer Vorschüsse usw.

Der oberste Eisenbahnrat (C. S. F.) besteht aus 27 Mitgliedern, von denen die Regierung und die Bahngesellschaften je 10 ernennen. Von 11 Mitgliedern des Eisenbahnrates, welche die Regierung auswählt, wird ein geschäftsführender Ausschuß (Comité Ejecutivo) gebildet. Unter anderen bestehen folgende Abteilungen des Obersten Eisenbahnrates: Technischer Betrieb, Vereinheitlichung des Materials, Bahnbau, Staatsbahnen.

Bis jetzt sind Bahngesellschaften mit zusammen 13400 km Betriebslänge unter Kontrolle des C. S. F.

Diese Neuordnung brachte der in Spanien seit dem Kriege entstehenden Industrie eine starke Stütze. Die alten Industriestaaten haben durch ihre törichte Selbstzerfleischung den Grund dazu gelegt. Praktisch hat seit 1925 die Einfuhr von rollendem Material nach Spanien aufgehört, da abgesehen von hohen Schutzzöllen und der einheimischen Industrie zugestanden Mehrpreisen viele Ausschreibungen nur für den mehr oder minder großen Wettbewerb der nationalen Industrie erlassen werden. Das „reservado a la industria nacional“ ist leider eine ziemlich häufige Floskel geworden. Zur Krise der deutschen Lokomotivindustrie hat diese Umstellung Spaniens erheblich beigetragen. Ob sich dieser Zustand dauernd wird aufrecht erhalten lassen, kann heute noch nicht beurteilt werden. Jedenfalls ist nicht zu leugnen, daß die spanische Industrie eine staunenswerte Leistungsfähigkeit, wenn auch mit staatlichen Krücken, erreicht hat.

Das rollende Material der spanischen Eisenbahnen steht auf der Höhe des übrigen Europa.

#### Dampflokomotiven.

Die erste Verbundmaschine wurde von der MZA.-Bahn 1901 in Dienst gestellt und heute werden noch Vierzylinder-Verbundmaschinen beschafft. Die Nordbahn stellte 1907 die erste Heißdampflokomotive ein. In Anbetracht der Streckenführung und des wenig dichten Verkehrs werden Lokomotiven bevorzugt, die sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr verwendet werden können. Die Lokomotive mit vier gekuppelten Achsen, Laufachse oder Drehgestell ist die am meisten verbreitete Bauart. Seit 1925 verwendet Spanien die 2 D 1-Type (Abb. 1) als erster europäischer Staat in großer Zahl im Schnellzugdienst\*). Eine spezifisch spanische Bauart ist die 2 D 2-Tenderlokomotive\*\*). Eine bisher nur in Spanien verwendete Bauart ist ferner die von Krauss & Co., München, stammende, auch von Maffei gebaute 1 C-Lokomotive mit

\*) Nordbahn, MZA, Andalusische Bahnen.

\*\*\*) MZA, Staatsbahn.



Stütztender\*), wobei sich die Lokomotive derart auf den Tender abstützt, daß die Trennung nur in den Werkstätten erfolgen kann. Diese Bauart führt zu leistungsfähigen Lokomotiven mit großen Kohlen- und Wasservorräten und dabei sehr geringem Achsstand (Abb. 2).

Gelenklokomotiven sind infolge der steigungsreichen und gekrümmten Strecken bei verschiedenen Bahngesellschaften

Für den Nahverkehr werden Triebwagen verwendet, deren Aufbau ganz aus Stahl besteht. Jeder Triebwagen hat vier paarweise hintereinander geschaltete Kurzschlußmotoren. Eine Zugeinheit besteht aus Triebwagen nebst Anhänger, wobei bis zu vier Anhänger mittels selbsttätiger Kupplungen Bauart Tomlisson zu einem Zug zusammengestellt werden können. Auf der meterspurigen Strecke

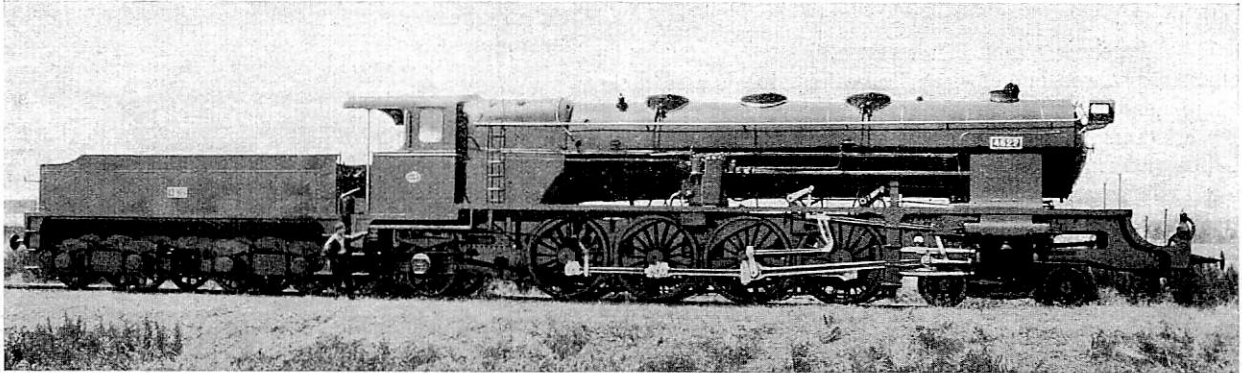


Abb. 1. 2 D 1 Schnellzuglokomotive mit vierachsigem Tender, gebaut von der Maquinista Terrestre y Maritima, Barcelona, für die Spanische Nordbahn (a) und die MZA-Bahnen (b).

	a	b	a	b
Kesseldruck . . . . .	16 at	14 at	Überhitzer . . . . .	83,6 m <sup>2</sup>
Hochdruckzylinder, Durchmesser	2×460 mm	4×620 mm	Leergewicht der Lokomotive . . .	99,5 t
Niederdruckzylinder, „	2×700 „	„	Reibungsgewicht . . . . .	67,2 „
Kolbenhub . . . . .	680 „	710 „	Dienstgewicht . . . . .	110,6 „
Treibraddurchmesser . . . . .	1750 „	1750 „	Leergewicht des Tenders . . . . .	21 „
Rostfläche . . . . .	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	Dienstgewicht des Tenders . . . . .	50 „
Heizfläche, Feuerbüchse, fb. . . . .	23,4 „	19,2 „	Kohlenvorrat . . . . .	7 „
„ Rohre, fb. . . . .	208 „	211,6 „	Wasservorrat . . . . .	22 m <sup>3</sup>
				90 m <sup>2</sup>
				92 t
				64 „
				102,5 „
				24,8 „
				55,8 „
				6 „
				25 m <sup>3</sup>

Die Nordbahntype wurde von der Hanomag, der Sociedad Euskalduna und von Babcock und Wilcox, Bilbao, gebaut und steht auch auf den Andalusischen Bahnen in Dienst.

eingeführt und zwar die Bauarten Mallet und Du Bousquet und neuerdings auch die Bauart Garratt\*\*) für Breit- wie für Schmalspur.

### Elektrisierung.

Schon 1909 wurde die erste spanische Strecke elektrisiert, von Straßenbahnen abgesehen. Es war dies die bisher einzige mit Drehstrom betriebene Teilstrecke von Linares nach Almeria. In größerem Maßstab setzte die Elektrisierung im Jahre 1924 ein und zwar auf den asturischen Strecken der Nordbahn. Die Verteilungsstromart ist fast ausschließlich Drehstrom von 3 bis 70 Kilovolt, meist 20 bis 30 Kilovolt Spannung, die Fahrdraststromart Gleichstrom von 550 bis 3000 Volt. Insgesamt werden betrieben: mit Gleichstrom 1100 km, darunter Barcelona—Abadesas 234 km, Irún—Alsasua 212 km, San Sebastián—Bilbao 110 km; mit Einphasen-Wechselstrom 60 km, (Pamplona, Aoiz y Sangüesa), mit Drehstrom 49 km (Andalusische Bahn).

Die auf der Strecke Irún—Alsasua verwendeten Lokomotiven zählen zu den stärksten Europas. Sie weisen eine Dauerleistung von 2700 PS und eine Stundenleistung von 3250 PS am Radumfang auf. Es sind Doppellokomotiven von 24 m Länge, 20,5 m Achsstand und 145,3 t Dienstgewicht. Jedes Gestell hat drei gekuppelte Achsen und ein zweiachsiges Drehgestell sowie senkrechten Einzelachsenantrieb Bauart Brown-Boveri mit Hohlachse. Die Steuerung erfolgt elektropneumatisch. Die Motoren sind paarweise hintereinander geschaltete Kurzschlußankermotoren mit Stromrückgewinnung beim Bremsen.

\*) Kantabrische Bahnen, Baskische Bahnen, Pamplona—San Sebastián, mit vier gekuppelten Achsen: La Robla-Bahn.  
\*\*) La Robla-Bahn, Central de Aragón.

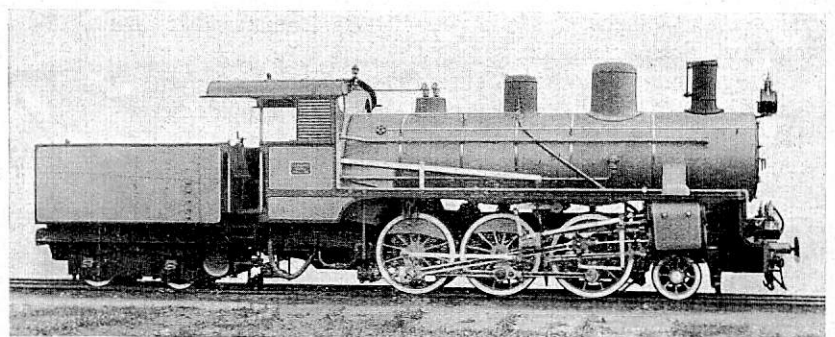


Abb. 2. 1 C Lokomotive mit Stütztender und Helmholtzgestell (1. und 3. Achse), gebaut von J. A. Maffei, München, für die Sociedad Minera Guipuzcoana.

Kesseldruck . . . . .	12 at	Leergewicht der Lokomotive . . . . .	37,6 t
Zylinderdurchmesser . . . . .	400 mm	Reibungsgewicht . . . . .	34,7 „
Kolbenhub . . . . .	600 „	Dienstgewicht . . . . .	41,2 „
Treibraddurchmesser . . . . .	1300 „	Leergewicht d. Tenders . . . . .	9,7 „
Rostfläche . . . . .	1,75 m <sup>2</sup>	Dienstgewicht d. Tenders . . . . .	19,7 „
Heizfläche, Feuerbüchse, fb. . . . .	6,4 „	Kohlenvorrat . . . . .	4 „
Heizfläche, Rohre, fb. . . . .	102,5 „	Wasservorrat . . . . .	6 m <sup>3</sup>

Die gleiche Type wurde von Krauss & Co., München, gebaut und steht auch auf den Kantabrischen Bahnen und der Bahn San Sebastián—Pamplona in Dienst.

Santander—Bilbao sind Triebwagen auch für den Güterverkehr eingestellt.

Auf verschiedenen Strecken (Sevilla—Alcalá, Tortosa—La Cava usw.) sind Benzintriebwagen oder dieselektrische Triebwagen (San Sebastián—Pamplona) in Betrieb. Dieseltriebwagen mit mechanischer Kraftübertragung Bauart Esslingen-MAN verwendet die meterspurige Aznalcóllar-Bahn. Die Welle des Vierzylinder-Viertaktmotors von 100/120 PS

liegt parallel mit den Radachsen, so daß Kegelräder vermieden bleiben. Die Höchstgeschwindigkeit von 45 km/Std. ist vierfach abstufbar; das Anfahren erfolgt völlig stoßfrei. Der Wagenkasten ist ganz aus Stahl und ruht auf zwei Drehgestellen. Die Kastenlänge ist 11,87 m, der Drehzapfenabstand 7,12 m, der Achsstand des Triebgestells 2,3 und jener des Laufgestells 1,5 m. Bei 25,5 t Leergewicht enthält der Wagen 7 Plätze erster, 24 Plätze dritter Klasse und ein Postabteil (Abb. 3).

**Personen- und Güterwagen.**

An Schnellzügen werden gefahren *Trenes rápidos*, auch *Expresos de lujo* genannt und gewöhnliche *Expresos*. Bei Benutzung der ersteren zahlt man 10 % Zuschlag für Platzkarte (*Butacca*). Auf allen wichtigen Strecken ist ein angenehmer Speise- und Schlafwagendienst eingeführt. Die gewöhnlichen *Expresos* führen in der Regel auch die dritte Wagenklasse. Vom Jahre 1912 bis 1928 hat sich die Zahl der auf den großen Netzen beförderten Reisenden teilweise mehr als verdoppelt, ebenso die Zahl der Personenkilometer. Die von einem Fahrgast zurückgelegte Strecke hat sich also fast nicht geändert und betrug bei der Nordbahn zuletzt 61, bei der MZA-Bahn 52 km.

Auch im Güterverkehr spiegeln sich die großen Entfernungen des Landes wieder. Der mittlere Transportweg, je Tonne betrug 1928

- bei der Nordbahn . . . . . 156 km,
- „ „ MZA-Bahn . . . . . 161 km,
- „ „ Andalusischen Bahn 120 km.

Bei diesen Bahnen überwiegen folgende Güter:

Nordbahn	MZA	Andalusische Bahnen
Brennstoffe	Baustoffe	Erze
Baustoffe	Brennstoffe	Früchte und Gemüse
Metallurgische Erzeugnisse	Wein	Düngemittel.

Von der Ernte 1929/30 wurden z. B. 24966 Wagenladungen Orangen mit einem Gewicht von 134435 Tonnen über Irún und Port Bou ausgeführt.

Insgesamt wurden im Jahre 1928 gefahren auf der

Nordbahn . . . . .	31,3 Millionen Zugkilometer
MZA-Bahn . . . . .	30,1 „ „
Andalusischen Bahn. . . . .	12,3 „ „

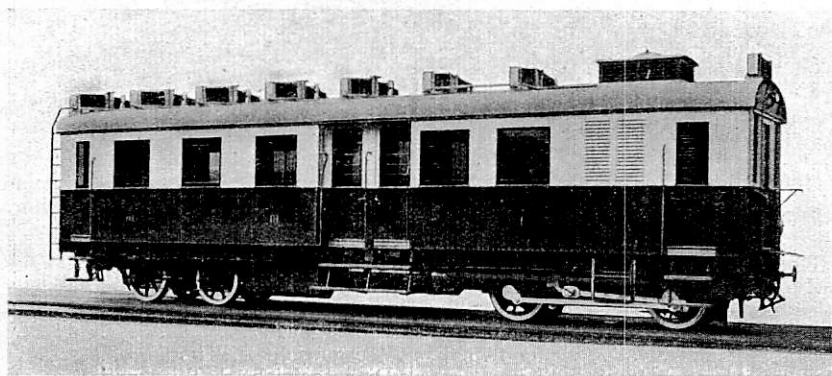


Abb. 3. Dieseltriebwagen mit Zahnradübertragung, gebaut von der Maschinenfabrik Esslingen für die Aznalcóllar-Bahn.

Wie in den kriegführenden Ländern, war auch in Spanien, allerdings aus anderen Ursachen, das rollende Material in den ersten Nachkriegsjahren in sehr schlechtem Zustand, was sich neben der Schwierigkeit der Beschaffung geeigneter Kohle im Brennstoffverbrauch ausdrückt. Dieser betrug z. B. bei der Nordbahn in kg je Lokomotivkilometer

1919 . . . . .	23,137 kg
1920 . . . . .	22,466 „
1927 . . . . .	18,054 „
1928 . . . . .	18,089 „

Der Bestand an rollendem Material betrug am 31. Dezember 1928:

Personenzuglokomotiven . . . . .	674 Stück
Lokomotiven für gemischten Dienst . . . . .	1333 „
Güterzuglokomotiven . . . . .	1638 „
zusammen . . . . .	3645 Stück
gegen 2934 im Jahre 1913.	
Salonwagen . . . . .	158 Stück
Personenwagen I. Klasse . . . . .	1160 „
„ II. „ . . . . .	1184 „
„ III. „ . . . . .	3048 „
„ mit verschiedenen Klassen . . . . .	1229 „
zusammen . . . . .	6779 Stück
gegen 6657 im Jahre 1913.	
offene Güterwagen . . . . .	2700 Stück
gedeckte Güterwagen . . . . .	36019 „
Plattformwagen . . . . .	41654 „
zusammen . . . . .	80373 Stück
gegen 57234 im Jahre 1913.	

Die spanischen Bahnen haben das Dreiklassensystem, aber es wird angestrebt, die zweite Klasse allmählich zu beseitigen. Durch die großen Entfernungen der Brennpunkte des Verkehrs kommt es, daß der einzelne Reisende durchschnittlich weite Strecken auf der Bahn zurücklegt, so auf der MZA-Bahn ein Reisender in der ersten Klasse 234 km. Für die Schnelligkeit des Reisens ist in den letzten Jahrzehnten viel geschehen. So benötigte man für die Strecken:

	Ent- fernung km	1900	1929
Madrid—Barcelona . . . . .	685	15 h 33 min	12 h 35 min
Madrid—Irún . . . . .	631	15 h	10 h 43 min
Madrid—Sevilla . . . . .	572	14 h	10 h 40 min
Madrid—Lissabon . . . . .	799	19 h 32 min	15 h 17 min
Madrid—Paris . . . . .	1451	25 h 35 min	22 h 24 min

Bis vor kurzem überwogen die zweiachsigen Personenwagen. Heute werden Fernpersonenzüge fast nur aus vierachsigen Drehgestellwagen zusammengestellt. Darunter sind Ganzmetallwagen von 50 t Leergewicht und 16,4 m Drehzapfenentfernung (Andalusische Bahnen) und elegante Luxuswagen (Nordbahn, MZA, Andalusische Bahnen). Die Holzsitze der Wagen dritter Klasse für Fernzüge beabsichtigt man mit Linoleum zu überziehen, wobei Sitz und ein breiter Streifen an der Rückenlehne gepolstert sind. Die Nordbahn hat solche Wagen für 90 Sitzplätze von 38,5 t Leergewicht in Betrieb. Die Länge zwischen Puffer ist 19,04 m, die Rahmenlänge 17,74 m, die Kastenbreite 3,17 m, die Drehzapfenentfernung 12,5 m, der Drehgestell-Achsstand 2,5 m. Elegante Wagen für den Vorortverkehr der beiden Großstädte Madrid und Barcelona weisen einen Mittelgang und offene Plattformen auf. Ein derartiger Wagen zweiter Klasse der MZA-Bahnen wiegt leer 32,5 t bei 68 Sitzplätzen. Die Länge zwischen Puffer ist 18,5 m, die Rahmenlänge 17,2 m, die Kastenlänge 15,2 m, der Drehzapfenabstand 11,96 m, der Drehgestell-Achsstand 2,5 m.

Auch die Schmalspurbahnen verwenden fast ausschließlich Wagen auf zwei Drehgestellen.

Bei den Güterwagen überwiegen bis jetzt die offenen für 10, 15 oder 20 Tonnen Nutzlast. Die meisten derselben sind Plattformwagen mit niederen Bordwänden, die Minderzahl



Kohlenwagen mit hohen Wänden. Die gedeckten Wagen für gewöhnlich 10 t Nutzlast besitzen Schiebetür und in den oberen Ecken Fenster und dienen gleichzeitig zum Großviehtransport, während für Kleinvieh dreistöckige 10 t Käfigwagen üblich sind. Für den Erztransport dienen Trichterwagen verschiedener Bauarten.

Die Güterwagen sind, wie im übrigen Europa meist zweiachsig, mit Ausnahme besonderer Plattformwagen auf zwei Drehgestellen. Die Hauptabmessungen einiger Güterwagenarten zeigt nachstehende Tabelle.

Der Oberste Eisenbahnrat bemüht sich im Verein mit den Wagenbauanstalten und den Bahngesellschaften, die regelspürigen Güterwagen zu vereinheitlichen. An Stelle von 45 Typen der Nordbahn und von 28 Typen der MZA-Bahn sollen nur wenige offene und gedeckte Güterwagen für 10 und für 20 t Nutzlast, die ersteren mit 0,3 und 1,5 m Bordhöhe

	Leergewicht t	Länge zwischen Puffer m	Kastenlänge m	Breite m	Höhe m
Hochbordwagen 20 t, Nordbahn . . . .	9,21	7,425	6,225	2,95	—
Gedeckter 12 t-Wagen Westbahn . . . .	10,16	7,425	6,225	2,55	2,55
Käfigwagen 10 t, MZA	10,0	7,7	6,5	—	2,9
Zisternenwagen für 22,5 cbm Rohöl. .	12,32	7,7	—	—	—

treten. Bis jetzt laufen 5300 Einheitswagen. Auch Spezialwagen für die Verfrachtung von Kraftwagen, Käfigen und Früchten, Kühlwagen usw. werden vereinheitlicht.

### Sauggerät Bauart Schmeitzner für die Rauchkammerlöschte der Lokomotiven.

Von Reichsbahnoberrat **M. Friedrich, Dresden.**

Die Beseitigung der Rauchkammerlöschte der Lokomotiven ist für die Bahnbetriebswerke insofern eine brennende Frage, als bisher im allgemeinen keine brauchbare mechanische Einrichtung bekannt war, die eine rasche, staubfreie und billige Entfernung der Löschte aus der Lokomotive und vom Lokomotivbahnhof weg ermöglichte. Es wird bisher wohl fast überall noch der Zustand bestehen, daß die Löschte von Hand aus der Rauchkammer herausgeschaufelt, neben den Gleisen abgeworfen und von dort wieder von Hand in den Abfuhrwagen geschaufelt werden muß. Ist die Löschte trocken, so tritt schon bei schwachem Wind die bekannte Staubeentwicklung ein, die die Gleisanlagen, besonders aber auch das Triebwerk der Lokomotive erheblich beschmutzt und schädigt.

Aus diesen Gründen ist man in den letzten Jahren der Frage der Löschtebeseitigung auf dem Wege des Absaugens nähergetreten, aber mit recht wenig Erfolg. Die dafür gebauten Einrichtungen hatten zumeist einen Behälter, aus dem durch einen Ejektor oder auf andere Weise die Luft herausgesogen wurde. Mit dem erzeugten Unterdruck wurde die Löschte durch ein in den Behälter mündendes Saugrohr, dessen freies Ende mit einem biegsamen Unterstellschlauch versehen und in die Rauchkammer gesteckt wurde, herausgesogen. Da aber die Löschte stets mehr oder weniger Wasser enthält, traten in dem Saugrohr nach kurzer Zeit immer wieder Verstopfungen ein, die nur auf umständlichem Wege beseitigt werden konnten. Dazu waren derartige Anlagen ziemlich kostspielig und in der Bedienung unhandlich.

Nun hat der Vorstand des Bahnbetriebswerkes Dresden-A., Reichsbahnamtmann Schmeitzner eine Lösung der Löschtesaugfrage gefunden, die an Einfachheit, Betriebssicherheit und Billigkeit kaum zu übertreffen sein dürfte.

Das in Abb. 1 und 2 dargestellte Löschtesauggerät ermöglicht die Abbeförderung der Löschte aus der Rauchkammer der Lokomotive unmittelbar in den Sammelwagen (O-Wagen). Es besteht aus einem kurzen Saugrohr, einer Blasdüse und einem Blasrohr und wirkt nach Art eines Ejektors. Das Saugrohr wird in die Löschte der Rauchkammer hineingesteckt, der zum Betrieb der Blasdüse erforderliche Dampf von etwa 5 at wird durch einen Schlauch vom vorderen Dampfheizungsstutzen der Lokomotive entnommen. Durch die Saugwirkung der Blasdüse wird die Löschte aus der Rauchkammer herausgesogen und durch das Blasrohr in einen neben dem Ausschlackgleise stehenden O-Wagen geblasen. Zwecks leichter Handhabung ist das Gerät an einem drehbaren Galgen und auf Rollen beweglich aufgehängt.

Das Absaugen einer vollen Rauchkammer dauert etwa 3 bis 5 Min., wobei der Bedienende mit einer Krücke die Löschte so rasch wie möglich an die Saugöffnung heranzieht. Je besser die Saugöffnung von Löschte bedeckt ist, um so

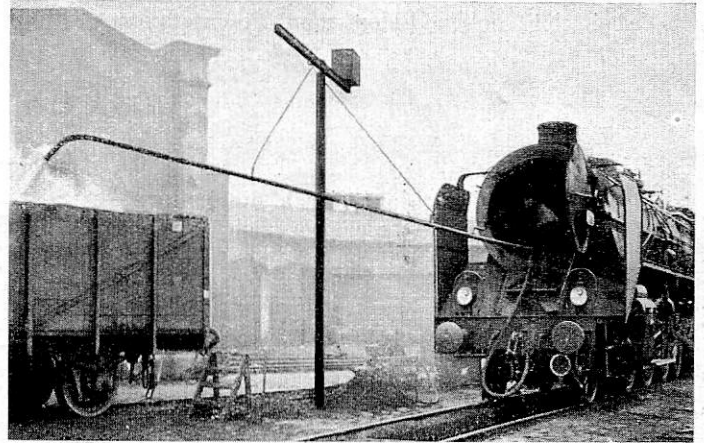


Abb. 1.

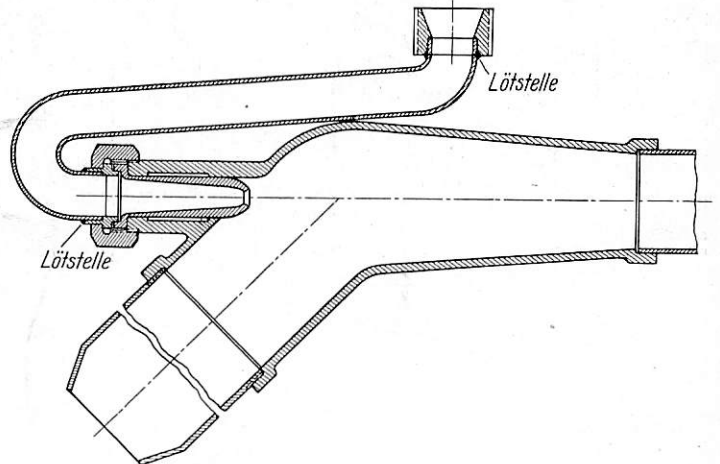


Abb. 2. Löschtesauggerät.

gleichmäßiger, rascher und geräuschloser geht das Absaugen vor sich. Ob die Löschte trocken oder tiefernd naß ist, spielt keine Rolle. Nur wenn sie gerade so viel Feuchtigkeit enthält, daß sie stark klebt, dauert das Absaugen einige Minuten länger, weil sie dann nicht nachrollt. Verstopfungen des

Saug- und Blasrohres treten in keinem Falle ein. Das Ausblasen in den Wagen geschieht auch bei völlig trockener Lösche vollkommen staubfrei, weil sie mit dem Dampf vermischt austritt. Der Dampfbedarf ist gering, der Kesseldruck der Lokomotive sinkt in der Minute um etwa 0,1 at.

Wichtig für guten Wirkungsgrad ist genau zentrischer Einbau der Blasdüse. Die Länge des Blasrohres ist bis zu 11 m ausprobiert worden und hat sich auch in dieser Länge noch wirksam erwiesen. Wie aus dem Bild ersichtlich, ist für die Verwendung des Gerätes neben dem Lokomotivgleis ein Gleis für Aufstellen des Lösche-Sammelwagens erforderlich. Wo ein solches Gleis nicht verfügbar ist, empfiehlt es sich, an der Reinigungsstelle der Lokomotive neben dem Lokomotivgleise einen oben offenen, aber gegen Regen abgedeckten Sammelbehälter aufzustellen, in den die Lösche geblasen wird und der durch einen trichterförmigen Boden mit Verschlußklappen das Entleeren des vollen Behälters in den darunter gestellten Abfuhrwagen gestattet. Der Behälter muß oben offen sein, damit im Blasrohr kein Gegendruck entsteht. Um die Verwendbarkeit des Gerätes auch bei hochliegendem Sammelbehälter nachzuweisen, wurde das Gerät mit 6 m langem Blasrohr in nahezu senkrechter Stellung erprobt. Auch dabei war seine Wirksamkeit einwandfrei.

Am Außenbogen der Endkrümmung des Blasrohres, die zum Ablenken des Löschestrahles nach unten dient, scheuert die Lösche die Rohrwand nach einiger Zeit durch. Man kann sich dabei leicht helfen, indem man die entstandene Öffnung

immer wieder autogen zuschweißt. Die geschweißte Stelle ist dann widerstandsfähiger als die ursprüngliche Rohrwand. Es hat sich auch sehr gut bewährt, auf die durchgescheuerte Stelle ein Stück alten Heizschlauches aufzubinden (s. Abb.).

Die Aufhängung des Gerätes und die Länge des Blasrohres werden nach den örtlichen Verhältnissen zu regeln sein, sei es, wie in Dresden, an einem drehbaren Galgen oder an einem über das Lokomotivgleis gebauten einfachen Portal, an dem eine Rolle quer zum Gleise läuft, die das Gerät an der Kettenaufhängung trägt.

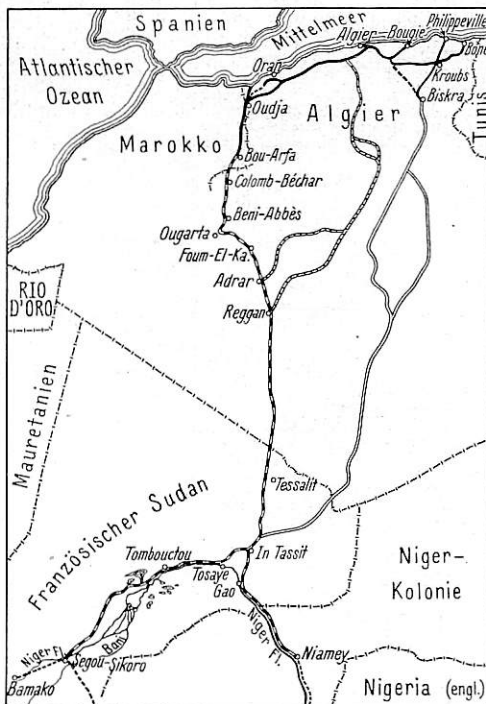
Die besonderen Vorteile der Anlage sind Einfachheit und Billigkeit des Gerätes, unbedingte Betriebssicherheit, ferner rasche und staubfreie Beseitigung ohne Aufwand von Ladelöhnen und damit wirtschaftlichere Verkaufsmöglichkeit der Lösche, größere Sauberkeit der Gleisanlage und Schonung des Lokomotiv-Triebwerkes durch Vermeidung des Staubaufwirbelns bei Wind und damit besonders Schonung des Personals bei der Löschebeseitigung. Die wirtschaftlichen Vorteile werden um so größer, je mehr Lokomotiven zu behandeln sind. Da das Reinigen der Rauchkammer beim Ausschaufeln der Lösche etwa 20 Min. dauert und die herausgeschaufelte Lösche noch besonders verladen werden muß, ergibt sich ohne weiteres die Ersparnis an Zeit und Kosten durch das Absaugen, das nur 3 bis 5 Min. dauert. Dadurch wird nicht nur eine nennenswerte Verkürzung der Abrüstezeit für das Lokomotivpersonal, sondern überdies bei stark belasteten Anlagen eine Steigerung der Leistungsfähigkeit erreicht.

## Berichte.

### Allgemeines.

#### Eisenbahnprojekt durch die Sahara.

Seit etwa 15 Jahren beschäftigt sich Frankreich mit dem Bau einer Bahn durch Afrika (Siehe Skizze). Auf Grund eines



Eisenbahnprojekt durch die Sahara.

Gesetzes vom Juli 1928 wurde eine Studiengesellschaft gegründet mit der Aufgabe, das Projekt eingehenden Untersuchungen zu unterziehen. Der Bericht hierüber wurde vor kurzem vorgelegt. Der Bau soll mit allen technischen Hilfsmitteln und mit 2000 bis 3000 Arbeitern durchgeführt werden. Er soll derart beschleunigt

werden, daß, wenn an der Saharastrecke und im Sudan gleichzeitig gearbeitet wird, bei Verlegung von je 320 km/Jahr die Bahn in acht Jahren vollendet ist.

Die Steigung darf nur 5 mm (1:200) und der kleinste Krümmungshalbmesser nur 500 m betragen. Für die Gleise sollen 12 m-Schienen mit 18 Schwellen verwendet werden und zwar bei trockenen Strecken aus Holz, sonst, wegen der Termitengefahr aus Stahl. Bei der späteren Gleisüberwachung muß auf Sandverwehungen ein besonderes Augenmerk gerichtet werden.

Der Bericht prüft auch eingehend die Frage der Zugförderung und entscheidet sich nach langen Erörterungen über Dampf- und elektrischen Betrieb für Verbrennungsmotoren. Bei Verwendung von Massiv wäre ein einigermaßen günstiger Ertrag zu erzielen. Für das zur Verfügung stehende Erdnußbaumöl hat das Office Central d'Etudes de matériel eine neue Dieselmachine mit zwei Motorgruppen von je 750 PS mit gemeinsamem Bedienungsstand entworfen, die bei dieser Bahn probeweise in Betrieb genommen werden soll. Da die Lokomotive 3 t, der Tender 6 t Betriebsstoff und 6 m<sup>3</sup> Wasser mitführen soll, können, bei einem Verbrauch von 3 t/400 km 1200 km ohne zwischenliegendes Tanken zurückgelegt werden. Auf der Maschine wird auch der für die Nebenbetriebe des Zuges nötige Strom erzeugt. Die Maschinenteile glaubt man gegen Sand hinreichend schützen zu können. Der geringe Bedarf an Kühlwasser für die Diesellokomotiven kann mit Sicherheit gedeckt werden. Für die Stationen und Lager sollen Wassertransporte mit 20 t-Zisternenwagen eingerichtet werden.

Mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 60 km/Std. wird die Strecke Algier—Segou in etwa 2 1/2 Tagen zurückgelegt.

Die technische und betriebliche Sicherheit der Bahn soll durch militärische und verwaltungstechnische Maßnahmen: Bewaffnung und Ausbildung des Personals, der Bahnhöfe und Züge gewährleistet werden.

Die Gesamtkosten der Bahn werden mit ca. 3 Milliarden Fr. veranschlagt, was einem Kilometerpreis von etwa 670 000 Fr. entspricht.

Die Sahara-Bahn ist allen anderen Verkehrsmitteln überlegen und stellt zudem eine wichtige und einflußreiche Handelsverbindung dar zwischen den afrikanischen Völkern, deren Gebiete



sie berührt, aber auch zwischen den europäischen Staaten und ihren am Golf von Guinea gelegenen Kolonien. Frankreich will damit in erster Linie seine afrikanischen Kolonien dem Mutterlande näher bringen und schafft sich damit vor seinen Toren eine bedeutsame Macht.

Rev. gén. Ch. d. f., September 1930.

R-r.

### Auflaufbogengleise und Auflaufweichen.

Von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wurden Grundsätze für den Bau und Betrieb von Auflaufbogengleisen und Auflaufweichen in Privatanschlußgleisen herausgegeben. Gleisanlagen mit Bögen unter 100 m Halbmesser sind Notbehelfe. Sie müssen als Auflaufbogengleise, damit im Zusammenhang stehende Weichen als Auflaufweichen ausgeführt werden. Bei der Entwurfsbearbeitung ist eingehend zu prüfen, ob die scharfen Bögen unter 100 m nicht durch eine andere Anordnung vermieden werden können. Sind sie nicht zu vermeiden, so ist mit allen Mitteln dahin zu streben, für die Auflaufbogengleise möglichst große Halbmesser zu erhalten.

Kleinere Halbmesser als 35 m dürfen nicht angewendet werden. Die Bauart der Auflaufbogengleise und Auflaufweichen muß das betriebssichere Befahren der Anlage gewährleisten. Der als Auflaufschiene ausgebildete Außenstrang des Bogens ist mit ebener Fahrfläche auszuführen. Die Fahrfläche muß aus einheitlichem Stoff ohne Längsfugen bestehen und eine gleichmäßige Stoffhärte von 250 bis 300 Brinelleinheiten haben. Die Oberkante der Auflaufschiene darf nicht tiefer liegen, als die der gegenüber

liegenden Fahrachse. Die Auflaufschiene der Außenschiene muß mindestens 2 m lang sein. Die Innenschiene muß eine nicht überhöhte Zwangsschiene haben, deren Leitfläche senkrecht steht oder höchstens 8:1 geneigt ist. Die obere Innenkante der Zwangsschiene ist leicht abzurunden. Bei Auflaufbogengleisen und Auflaufweichen sollen Übergangsbögen oder Zwischenbögen angewendet werden. Als Rillenweite ist anzuwenden:

Bei Bögen von mehr als 50 m Halbmesser = 60 mm  
Bei Bögen von 50 m bis 35 m „ = 65 „

Die Einlaufrillenweite soll mindestens 110 mm betragen. Die Breite der Auflaufschiene, wenn Randleisten nicht vorhanden sind, ist mit 110 mm festgelegt. Als Entfernung zwischen Fahrkante der Innenschiene und Innenkante der Außenschiene ist 1365 mm vorgeschrieben. Als Folge des Betriebes ist eine Erweiterung der Rille um höchstens 5 mm zulässig.

Die Auflaufbogengleise und Auflaufweichen dürfen von zweiachsigen Wagen bis 8 m Achsstand, sowie von allen Wagen mit zweiachsigen Drehgestellen befahren werden. Wagen mit dreiachsigen und mehrachsigen Drehgestellen sowie drei- und mehrachsigen Wagen dürfen auf den Auflaufbogengleisen und Auflaufweichen nicht bewegt werden. Die Regelkupplungen der Fahrzeuge dürfen nicht verwendet werden. Die Wagen müssen vielmehr unter sich und mit der Werklokomotive durch besondere Kupplungsvorrichtungen so verbunden sein, daß ein Berühren der Puffer beim Ziehen und Drücken der Fahrzeuge nicht eintreten kann. Die Fahrzeuge dürfen nur mit Schrittgeschwindigkeit bewegt werden.

D1.

## Elektrische Bahnen.

### Elektrische Lokomotiven mit 5375 PS für französische Bahnen.

Auf der Mont Cenis-Strecke der PLM-Bahn sind vier elektrische Schnellzuglokomotiven  $2 C_0 + C_0 2$  in Dienst gestellt worden. Den mechanischen Teil hat die Soc. de Constr. des Bâtiments entworfen und das Werk Nantes der Comp. Gen. de Constr. de Locomotives gebaut, den elektrischen Teil hat die Soc. Oerlikon entworfen und in ihrem neuen Werk in Ornans hergestellt, das von der französischen Abteilung dieser Firma errichtet wurde.

#### Probetrieb mit vier Versuchslokomotiven.

Als die PLM-Bahn sich entschlossen hatte, einen 136 km langen Abschnitt der doppelgleisigen Mont Cenis-Strecke (von Culoz nach Modane an der italienischen Grenze) mit 1500 Volt Gleichstrom elektrisch zu betreiben, wurden im Jahr 1922 zunächst vier elektrische Schnellzuglokomotiven von stark verschiedenen Bauarten in Auftrag gegeben, um durch versuchsweisen Betrieb die geeignetste Type für den Schnellzugdienst auf dieser Linie feststellen zu können. Zwei dieser Lokomotiven waren  $2 B_0 + B_0 2$ -Typen mit ungeteiltem Rahmen, vier Zwillingsmotoren und verschiedenartigen Hohlwellenantrieben; die dritte war ein  $1 C_0 + C_0 1$ -Typ mit geteiltem Rahmen und sechs Tatzlagermotoren, während die letzte als  $2 B 1 + 1 B 2$ -Typ ebenfalls geteilten Rahmen, aber nur zwei große Motoren mit eigenartigen Stangenantrieben erhielt.

Die Vergleichsversuche wurden in den Jahren 1925/26 auf einem 24 km langen Abschnitt der Mont Cenis-Bahn mit obenaufender dritter Schiene, 1500 V, ausgeführt.

Diese Versuche ergaben; daß sich die  $2 B_0 + B_0 2$ -Lokomotive mit ungeteiltem Rahmen, Zwillingsmotoren und Hohlwellenantrieb für die besonderen Verhältnisse der Mont Cenis-Strecke am besten eignete. Es wurde daher 1927 beschlossen, einige nach gleichen Grundsätzen gebaute, jedoch noch viel leistungsfähigere Lokomotiven in Auftrag zu geben, um auch Anforderungen auf größere Zuggewichte und höhere Geschwindigkeit gewachsen zu sein.

Die Probelokomotiven waren für die besonderen Erfordernisse eines Schnellzugdienstes auf der MonteCenis-Strecke entworfen worden, deren wechselndes Längenprofil an einer Stelle auf über 16 km eine fast ununterbrochene Steigung von 30‰ enthält.

Wegen dieser starken Steigung müssen die Lokomotiven ihre Höchstleistung bei verhältnismäßig niedrigen Geschwindigkeiten von etwa 48 km/h abgeben, während sie in der Ebene viel schneller, mit etwa 105–112 km/h laufen. Eine Schlepplast von 250 t schien ausreichend für die künftigen Bedürfnisse der Luxuszüge Paris—Monte Cenis—Rom; für den Abschnitt St. Michel—

Modane mit der 30‰-Rampe werden elektrische Schublokomotiven angesetzt, wie früher beim Dampfbetrieb.

Die  $2 B_0 + B_0 2$ -Lokomotive war dementsprechend für eine Stundenleistung von etwa 2740 PS bei 50 km/h und für eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h gebaut worden.

Durch Vermehrung der Zwillingsmotoren von vier auf sechs, also von acht auf zwölf Einzelmotoren, konnte die Leistung der neuen Lokomotiven auf 150% der ersten gesteigert werden. Da man aber auch das noch nicht für genug hielt, verlangte man von den Firmen noch stärkere Motoren für noch höhere Geschwindigkeiten. So ist die Leistung der jetzigen  $2 C_0 + C_0 2$  auf 5375 PS, also fast auf das Doppelte jener der  $2 B_0 + B_0 2$ , gebracht worden. Bei einer Übersetzung von 1:3,185 gibt sie ihre Stundenleistung bei 80,5 km/h mit einer Zugkraft von 18150 kg ab. Die Dauerleistung von 4180 PS wird bei 87 km/h mit 13000 kg Zugkraft abgegeben. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 130 km/h. Der Ankerstrom ist bei Dauerleistung 573 Amp., bei Stundenleistung 733 Amp.

#### Der besonders durchgebildete Wagenteil.

Der Kastenaufbau mit seiner Länge von 20400 mm ähnelt dem eines großen Pullmanwagens. Zur größtmöglichen Gewichtsersparnis wurde er nicht, wie in Amerika üblich, auf einem schweren gegossenen Grundrahmen aufgebaut, sondern als doppelter Fachwerkträger der Vierendeel-Type in voller Kastenhöhe ausgebildet. Der Aufbau enthält die Luftpresser- und Motorlüftersätze, die Schalter usw. und wiegt im ganzen 49,2 t.

Der Kasten ruht auf den beiden Triebrahmen mittels zweier kugelförmiger Drehzapfen mit Bellevillefederung und acht Seitenstützen mit Wickelfedern. Vier davon liegen den Zapfen unmittelbar gegenüber und nehmen die Seitenschwankungen des Kastens auf, während die anderen vier mit stärkeren und passend einstellbaren Federn zur richtigen Lastverteilung auf Treib- und Laufachsen dienen. Diese Anordnung erlaubt hohe Geschwindigkeiten sowohl in der Geraden als in Kurven.

Die Kupplung zwischen den beiden Triebrahmen bildet ein Kugelgelenk mit 216 mm Pfannendurchmesser. Das senkrechte Spiel kann von weniger als 3 bis auf 50 mm zu Versuchszwecken eingestellt werden. Da die Kupplung Zug und Druck übertragen soll, hat sie kein Längsspiel. Nur einer der beiden Kastendrehzapfen kann in Längsrichtung in seinem Motorrahmen gleiten.

Bei drei der neuen Lokomotiven hat die Rahmenkupplung kein seitliches Spiel erhalten, während sie bei der vierten versuchsweise mit Seitenspiel und Rückstellfedern ausgerüstet worden ist.

**Elektrischer Teil.**

Die Motoren sind Zwillingsmotoren in gemeinsamen Gehäusen, die auf den Triebgestellen sitzen. Beide Ritzel arbeiten auf ein ungefedertes Zahnrad, das auf der Hohlwelle sitzt. Die Kraftübertragung auf die Treibachse nach dem Oerlikon-Hebel-system mit gefederten Lenkern hat sich bei der Probelokomotive sehr gut bewährt.

Die Hauptmotoren sind sechspolig mit Wendepolen und lassen zwölf Geschwindigkeitsstufen zu. Alle Hauptstromschalter werden einzeln elektropneumatisch betätigt, nur der Fahrtwender ist eine ebenso gesteuerte Walze. Hauptschnellschalter wurden nicht verwendet, sondern die Stromabnehmer liegen unmittelbar in Reihe mit den Motorkreisen. Mit ihnen können 4500 Amp. bei 1500 Volt abgeschaltet werden, was bei schweren Kurzschlüssen an Speisepunkten mit Erfolg erprobt worden ist.

Die Stromabnehmer besitzen Überstrom-, Überspannungs- und Nullspannungsauslösung, die alle drei vor dem Abschalten zwangsläufig die Anfahrwiderstände in den Hauptkreis einschalten. Eingehende oscillographisch aufgenommene Versuche mit dieser Anordnung und mit den Schnellschalertypen anderer Lokomotiven haben gezeigt, daß die Spannungskurven beim Abschalten schwerer Kurzschlüsse etwa gleichartig verlaufen. Für den Notfall ist noch ein unabhängiger Drucklufteerdungsschalter vorgesehen.

Die Hilfsmaschinen, zwei 11,7 PS-Luftpressersätze und zwei 16,25 PS-Motorlüftersätze, arbeiten ebenfalls mit 1500 Volt.

Unter Verzicht auf einen Umformersatz und eine Niederspannungsregelung versorgt ein 45zelliger alkalischer Sammler von 64 Volt Steuer- und Lichtkreise. Er liegt hinter den 1500 Volt-Hilfskreisen in Reihe an Erde. Um ihn und die Niedervoltkreise gegen Überspannungen von den Motoren her zu schützen, z. B. im Falle eines Kontaktbruches innerhalb des Sammlers, liegt ein Überspannungsschutz parallel zum Sammler, durch den die elektromagnetischen Schalter der vier Hilfsstromkreise geöffnet werden.

Die Hauptabmessungen sind:

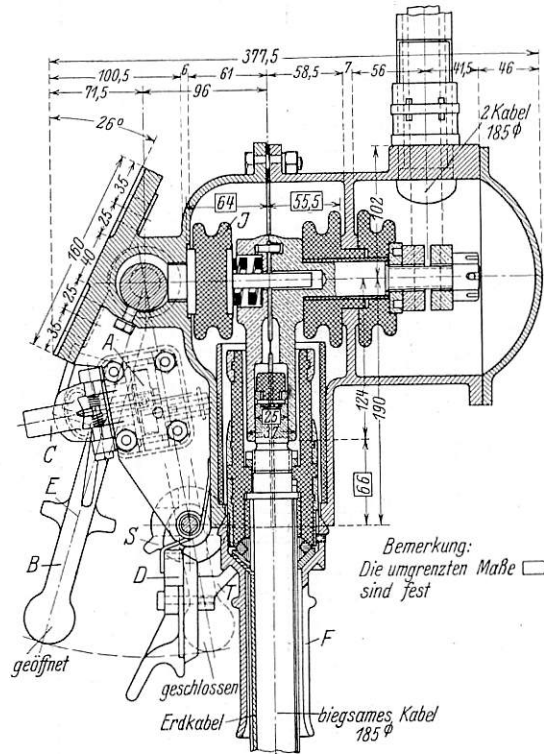
Triebraddurchmesser . . . . .	1600 mm
Laufbraddurchmesser . . . . .	1015 ..
Achsstand der Laufdrehgestelle . . . . .	2100 ..
Fester Achsstand im Triebgestell . . . . .	4795 ..
Gesamter Triebgestell-Achsstand . . . . .	8705 ..
Gesamter Achsstand der Lokomotive . . . . .	20800 ..
Länge über Puffer . . . . .	23800 ..
Kastengewicht . . . . .	49,2 t
Laufachsdruk . . . . .	12,9 ..
Treibachsdruk . . . . .	17,9 ..
Reibungsgewicht . . . . .	107,4 ..
Dienstgewicht . . . . .	159,0 ..
Zahl der Zwillingsmotoren . . . . .	6 Stück
Zahl der Motoranker . . . . .	12 ..
Gewicht je Doppelmotor ohne Welle . . . . .	5540 kg
Gewicht je PS . . . . .	30 kg/PS <sub>e</sub>

Schöffel.

**Französische Einheitskupplung für elektrische Zugheizung.**

In Frankreich wurde vom Office Central d'Etudes de Matériel de Chemins de Fer für die französischen Eisenbahnnetze eine

Einheits-Heizkupplung ausgearbeitet (siehe Abb.). Das Kabel wird mit der Hülse F eingeführt und der Kontakt durch den Exzenterhebel B über einen Isolator J und eine Feder erzielt. Das Gehäuse ist mit einem Deckel D versehen, welcher die Einführung der Kabelhülse verhindert, wenn die Kupplung außer Verwendung ist. An diesem Deckel ist ein Halter T, der das eingesteckte Kupplungsende durch Federkraft in seiner Lage hält. Der mit einem besonderen Schlüssel zu bedienende Riegel A verhindert ein Zurückgehen des Hebels B, der seinerseits wieder durch eine Nase E, die in eine Nute der Scheibe S greift, den damit verbundenen Deckel D blockiert. Der Schlüssel kann nur dann in das



Französische Einheitskupplung für elektrische Zugheizung.

Schloß C eingeführt werden, wenn die zur Kupplung oder Entkupplung erforderlichen Handgriffe vorschriftsmäßig durchgeführt sind. Ferner steht der Schlüssel mit dem Heizschalter auf der Lokomotive in Wechselwirkung, d. h. er kann nur abgezogen werden, so lange der Schalter geöffnet und, umgekehrt kann der Schalter erst geschlossen werden, wenn der Schlüssel abgezogen ist. Nach den bisherigen Erfahrungen arbeiten diese Kuppler vollkommen einwandfrei und bisher sind keine Störungen im Betriebe bekannt. In den Bahnhöfen ist ein Spezialdienst eingerichtet, um das Durchkuppeln der Heizleitungen so rasch als möglich durchführen zu können, da das Kuppeln wegen des nur teilweise elektrisierten Netzes sehr oft vorgenommen werden muß.

R-r.

**Zuschrift.**

Zu dem Bericht über die neuen Sz.-Lokomotiven der italienischen Staatsbahnen erhalten wir von der für die Konstruktion zuständigen Stelle dieser Bahnen folgende Zuschrift:

„In Ihrer werthen Zeitschrift, Heft Nr. 3, vom 1. Februar d. J. hat E. Abel einen kurzen Bericht über die neuen von den italienischen Staatsbahnen letzthin in den Dienst eingesetzten Schnellzuglokomotiven der Reihe 691 veröffentlicht, der zwei Angaben enthält, die einer Berichtigung bedürfen.

Die erste Angabe bezieht sich auf den Achsdruk der Treib- und Kuppelachsen, welcher nicht, wie angegeben 18, sondern 20 Tonnen beträgt. Die zweite betrifft die Behauptung, daß für die Wahl der Heusinger-, statt der Caprotti-Steuerung der Umstand maßgebend gewesen sein soll, daß die Caprotti-Steuerung für höhere Geschwindigkeiten weniger geeignet zu sein scheint. Hierzu muß bemerkt werden, daß die neue Lokomotivgattung Reihe 691 als Umbau der bestehenden Lokomotivreihe 690 entworfen wurde; indem der ursprüngliche Kessel durch jenen der Lokomotivreihe 746 ersetzt wurde, unter Beibehaltung der Loko-

motivzylinder. Eine Änderung der Steuerungsbauart, in diesem Falle, hätte den Umbau ohne Notwendigkeit wesentlich verteuert, da die Steuerung der Lokomotiven der Reihe 690 vollkommen ausreicht; dies schließt jedoch nicht aus, daß bei einem zukünftig notwendigen Zylinderwechsel die Caprotti-Steuerung eingebaut werden wird. Um so mehr als diese Steuerung mit bestem Erfolge bei den Lokomotiven der Reihe 685, neuerer Bauart, verwendet wird, die Schnellzüge befördern, welche oft die Geschwindigkeit von 100 km/Std. überschreiten.

Die Wahl der einen anstatt der anderen Steuerung wäre in diesem Falle für die Berücksichtigung der Geschwindigkeit auch gar nicht von Bedeutung gewesen, da die höhere Geschwindigkeit der Lokomotiven der Reihe 691 durch den größeren Durchmesser der Räder erreicht wird, während die Winkelgeschwindigkeit derselben fast gleich jener der Lokomotivreihe 685 ist, wo, wie oben erwähnt, die Caprotti-Steuerung gute Dienste leistet.“  
Ing. Giov. Batt. Chioffi, Vorstand des Material- und Zugförderungsdienstes Florenz.