

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Vizepräsident Ernst Harprecht, Berlin, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden

96. Jahrgang

1. August 1941

Heft 15

## Die norwegischen Eisenbahnen.

Von Geh. Regierungsrat Werneke, Berlin-Zehlendorf.

Im Jahre 1854 wurde die erste Eisenbahn in Norwegen in Betrieb genommen; sie führte von Oslo, das damals noch, und zwar bis 1924, Kristiania hieß, in 68 km Länge nach Eidsvoll in der Richtung auf den See Mjøsen. Mittlerweile ist das Netz der Norwegischen Staatseisenbahnen, in denen ungefähr 96% der Eisenbahnen zusammengefaßt sind, bis zum 1. Juli 1940 auf 3819 km angewachsen, wovon 3134 km in Regelspur, 685 km in 1,067 m Spurweite angelegt sind. Seitdem sind dazu noch die Strecken Grong—Mosjoen mit 186 km und Myrdal-Flams mit 20 km Länge, eröffnet am 5. Juli und am 1. August 1940, hinzugekommen, so daß die Gesamtlänge nunmehr 4025 km beträgt. Neben den Staatseisenbahnen bestehen in Norwegen noch einige unbedeutende Privatbahnen, auf die noch einzugehen sein wird.

Ein Netz von etwas über 4000 km Länge, also von einem Umfang, der in Deutschland etwa auf zwei Reichsbahn-Direktionsbezirke verteilt werden würde, ist für ein Land mit 387350 km<sup>2</sup> Fläche, einschließlich Spitzbergen, das erst seit 1925 zu Norwegen gehört, nicht gerade viel. Man vergegenwärtige sich demgegenüber, daß das Deutsche Reich in dem Zustande, wie er nach dem Frieden von Versailles bis zur Eingliederung der Ostmark einschließlich des Saargebiets bestand, bei rund 470700 km<sup>2</sup> Fläche, also noch nicht ganz der 1,3fachen Größe Norwegens, gegen 60000 km Eisenbahnen, also rund die 15fache Länge, aufzuweisen hatte. Der Grund für die geringe Ausdehnung des norwegischen Eisenbahnnetzes — wenn man bei seiner Gestalt von einem Netz überhaupt reden darf — ist derselbe wie dafür, daß Norwegen noch nicht drei Millionen Einwohner hat, nämlich die Unwirtlichkeit großer Teile des Landes. Fast drei Viertel seiner Fläche sind unbewohnbare, felsige Gebirgsgegenden, z. T. von Schnee bedeckt; von dem letzten Viertel ist der bei weitem größte Teil, über 20% der Gesamtfläche Wald, und nur 2,6% der Fläche besteht aus Ackerboden. Die Gebirge erreichen Höhen von fast 2500 m; sie steigen von der Westküste steil auf, so daß hier nur wenig nutzbare Fläche verbleibt, und ihr flacherer Abhang nach Osten liegt im nördlichen Teil bereits jenseits der Grenze in Schweden. Rund 40000 km<sup>2</sup> liegen über 1000 m hoch, rund 90000 km<sup>2</sup> in Höhen von 500 bis 1000 m, nur im Süden befinden sich größere Flächen in tieferer Lage. Dazu kommt als Hindernis für die Entwicklung eines dichten Verkehrsnetzes mit sich weit verzweigenden Eisenbahnen die eigenartige Form von Norwegen. Seine Küste ist ungefähr 3400 km lang, die zahlreichen Durchbrüche und Fjorde nicht mitgemessen, und es erstreckt sich von der Südküste bei Kristiansand bis zum Nordkap auf eine Länge von fast 1800 km, so daß die durchschnittliche Breite, also die Entfernung zwischen Westküste und Ostgrenze nur etwa 220 km beträgt. Etwa von Drontheim bis an die Nordspitze von Schweden, also fast auf die Hälfte der genannten Länge,

besteht Norwegen nur aus einem etwa 100 km breiten Küstenstreifen, der aber von schroffen Gebirgen bedeckt ist, so daß hier überhaupt nur Gelegenheit geboten wäre, eine längs verlaufende Eisenbahn zu bauen, eine Möglichkeit, von der

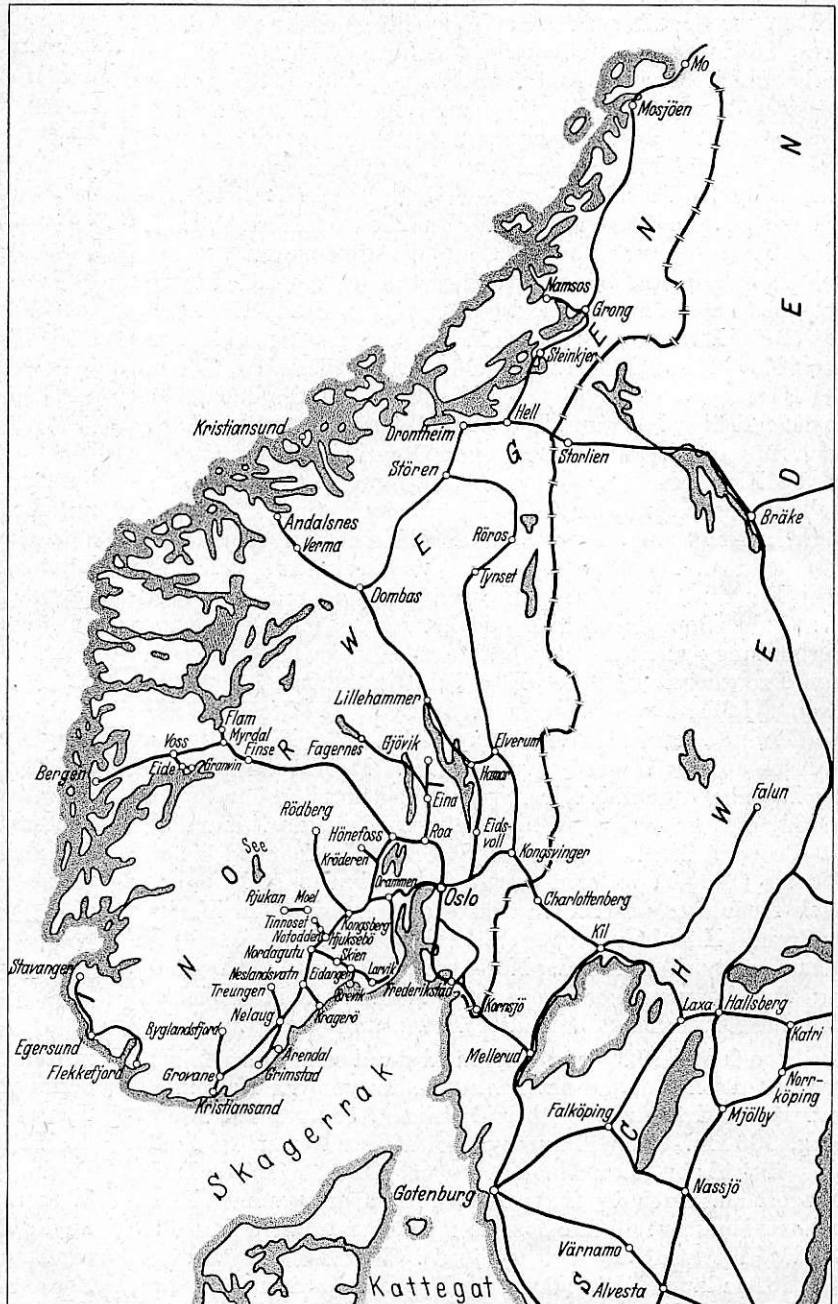


Bild 1.

aber auch nicht auf der ganzen Länge, sondern nur nördlich von Drontheim Gebrauch gemacht worden ist, und in das Innere des Landes führende Stichbahnen gibt es nur im Süden. Hier ist allerdings die größte Breite 420 km, auf dem eben genannten schmalen Küstenstreifen weiter nördlich ist sie

aber stellenweise bis auf 8 km eingeschnürt, und hier schneiden zahlreiche Fjorde tief in das Land ein und unterbrechen so den Zusammenhang in der Längsrichtung. Dazu kommt schließlich, daß die Oberflächengestalt, wie aus der vorstehenden kurzen Schilderung hervorgeht, den Eisenbahnbau in Norwegen zu einem kostspieligen Unternehmen macht, und infolgedessen war mit Rücksicht auf die wirtschaftlichen Verhältnisse eine weitgehende Zurückhaltung auf diesem Gebiet geboten.

Der Ausgangspunkt der Eisenbahnen des südlichen Norwegens mit Ausnahme von Strecken von nur örtlicher Bedeutung, also der Ausgangspunkt der Ferneisenbahnen, ist Oslo, die Hauptstadt des Landes, mit 350 000 Einwohnern einschließlich der Vororte. Von hier führt die Bergenbahn, eine der wichtigsten Strecken, erst nach Norden, dann nach Westen umbiegend, über Hønefoss, 90 km von Oslo entfernt, Finse, 320 km, wo sie sich auf 1301 m Meereshöhe erhebt, weiter über Voss, 365 km, an dem fast 2000 m hohen Hardanger Jökul vorbei nach dem 492 km von Oslo entfernten Bergen, der Hauptstadt von West-Norwegen, mit 130 000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt des Landes, die aber erst vor nicht allzu langer Zeit die Einwohnerzahl von 100 000 überschritten hat und damit in die Reihe der Großstädte eingerückt ist. Eine zweite Strecke geht von Oslo aus ebenfalls nach Norden, behält diese Richtung zwar länger bei als die erstgenannte, wendet sich aber dann wie jene zur Westküste nach dem 553 km von Oslo entfernten Drontheim, der drittgrößten Stadt des Landes mit 60 000 Einwohnern; sie berührt unterwegs Hamar, 126 km von Oslo entfernt, Lillehammer, 184 km, und Dombas, 343 km. Bei Hamar zweigt von ihr eine Eisenbahn ab, die nach Osten ausholend über Elverum, Tynset und Røros in 384 km Länge nach Støren führt, wo sie 52 km von Drontheim entfernt wieder in die Eisenbahn Oslo—Drontheim einmündet. Diese Darstellung der Verbindung Oslo—Drontheim entspricht zwar der Verkehrsbedeutung, aber nicht der Entwicklung der beiden Eisenbahnen. Die ältere der beiden Verbindungen ist diejenige über Elverum, die Rørosbahn, und erst später ist durch die Eisenbahn Dombas—Støren, die Dovrebahn, eine abgekürzte Verbindung zwischen Oslo und Drontheim geschaffen worden. Von Drontheim reicht die Eisenbahn in 406 km Länge über Grong, 120 km von Drontheim entfernt, bis Mosjoen nach Norden, und Grong ist durch eine 51 km lange Eisenbahn mit Namsos an der Westküste verbunden. Das nördliche Stück der Eisenbahn nach Mosjoen von Grong an ist, wie schon erwähnt, erst im Kriege fertiggestellt worden, die Stammbahn ist die nach Namsos führende Strecke. In Dombas an der Strecke Oslo—Drontheim zweigt die 114 km lange Eisenbahn nach Andalsnes an der Westküste ab. Die jetzt in Mosjoen endigende Eisenbahn, deren Weiterbau bis Mo in Angriff genommen ist, ist ein Teil der Nordlandbahn, deren Ziel Bodö ist. Ein Teil der vorstehend genannten Namen hat in der letzten Zeit für Deutschland besondere Bedeutung erlangt.

Von Oslo der Küste in einigem Abstand nach Süden folgend verläuft die Eisenbahn nach dem 365 km von der Hauptstadt entfernten Kristiansand über Drammen, 53 km, und Kongsberg, 136 km. Von ihr zweigt bei Neslandsvatn die 26 km lange Stichbahn nach dem 244 km von Oslo entfernten Hafen Kragerø ab. Auch der Hafen Larvik hat über Drammen Eisenbahnverbindung mit Oslo, ebenso wie einige der weiteren Häfen an der Westküste des Osloer Fjords. Von Kristiansand geht eine 78 km lange Eisenbahn nach Byglandsfjord in das Innere des Landes. Ebenso führt von Arendal an der Küste eine Eisenbahn landeinwärts zum Anschluß an die Eisenbahn Oslo—Kristiansand. Stavanger an der Westküste ist mit Flekkefjord durch eine teils an der Küste verlaufende, teils im großen Bogen landeinwärts ausholende, 150 km lange Eisenbahn verbunden; sie ist der Anfang einer Verbindung der Westküste entlang der Südküste über Kristiansand mit Oslo,

der Südländbahn. Weitere Verbindungen zwischen ihr und den weiter östlich von der Küste ausgehenden, bereits genannten Eisenbahnen sind geplant. Stavanger ist eine Stadt von 50 000 Einwohnern und damit die viertgrößte des Landes. Auf sie folgen der Größe nach Drammen und Kristiansand mit bereits nur 26 000 und 20 000 Einwohnern. Außer der Hauptstadt und Bergen gibt es also in Norwegen keine Großstädte. Die 18 größten Städte bis herunter zu Arendal mit nur 12 000 Einwohnern haben zusammen etwas über 500 000 Einwohner; es bleiben also für die große Fläche des offenen Landes noch nicht 2,5 Millionen Bewohner, etwa ein Drittel der Bevölkerung wohnt in einem Umkreis mit 100 km Halbmesser um Oslo als Mittelpunkt, so daß das übrige Land auf weite Entfernungen nur ganz dünn besiedelt sein kann.

Oslo ist bekanntlich nicht sehr weit von der schwedischen Grenze entfernt, und die in das Nachbarland führenden Eisenbahnen haben daher mehr Bedeutung für den Grenzverkehr als für den Verkehr im eigenen Lande. Von Oslo verläuft eine Eisenbahn über Frederikstad (94 km) nach dem 169 km entfernten Grenzbahnhof Kornsjö, die in Schweden in die nach Göteborg führende Eisenbahn einmündet und damit über Malmö und Trelleborg sowie über Kopenhagen die Verbindung mit dem europäischen Festland vermittelt. Weiter nördlich führt die Eisenbahn über Kongsvinger (100 km) nach Schweden mit der Fortsetzung über den 142 km von Oslo entfernten Grenzbahnhof Charlottenberg, der schon weit in Schweden liegt, nach Stockholm. Drontheim ist über Hell mit Storlien (106 km) in Schweden verbunden und hat so über Bräke und Uppsala ebenfalls Eisenbahnverbindung mit Stockholm.

Hoch im Norden endlich, weit jenseits des Polarkreises, geht von Narvik die bekannte Lappland- oder Ofotenbahn landeinwärts nach Riksgränsen und stellt so die Verbindung mit den Erzfeldern in Nordschweden und weiter mit Luleo am Bottnischen Meerbusen her. Nur ein 46 km langer Teil dieser Eisenbahn von 473 km Länge liegt in Norwegen. 2 km östlich erreicht sie einen Breitengrad, der bis vor kurzem von keiner anderen Eisenbahn überschritten wurde. Neuerdings erstreckt sich die Eisenbahn Dudinska—Norilsk in Sibirien bis auf 69° 24', und die Lapplandbahn bleibt mit 54' hinter ihr zurück.

Die Ofotenbahn gehört zu den fünf Hochgebirgsbahnen Norwegens; die übrigen sind die Rørosbahn, die Dovrebahn, die Raumasbahn und die Bergenbahn. Nachstehend einige Einzelheiten über einige dieser Eisenbahnen. Wegen der Ofotenbahn sei auf die Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen Nr. 38 vom 19. September 1940 verwiesen, wo sie eingehend geschildert ist.

Die 160 km lange Dovrebahn Dombas—Støren hat ihren Namen vom Dovrefjeld, dem Hochgebirge, das sie überschreitet. Ihre Eröffnung am 17. Dezember 1921 bedeutete einen Meilenstein in der Entwicklung des norwegischen Verkehrs. Sie schuf eine zwar nur 9 km kürzere, aber bessere Verbindung zwischen Oslo und Drontheim, nämlich in Regelspur, als sie bis dahin auf der damals schmalspurigen Rørosbahn über Elverum, Tynset und Røros bestanden hatte. Sie bildet das Mittelstück des Rückgrats der Eisenbahnen Norwegens, der Schienenverbindung Oslo—Drontheim. Neben ihrer Bedeutung für den Wirtschaftsverkehr besteht ihr Wert auch wie bei den anderen an die Westküste führenden Eisenbahnen in ihrer Eigenschaften als Touristenbahn; dazu kommt noch ihre Bedeutung für die Zwecke des Heeres, indem sie weiter von der schwedischen Grenze entfernt ist als die Rørosbahn. Sie durchzieht Landesteile mit großen Entwicklungsmöglichkeiten, führt aber andererseits auch durch öde Gegenden auf 1000 m und mehr Höhe.

Die Schwierigkeiten, die mit dem Spurwechsel auf der Verbindung Oslo—Drontheim über die Rørosbahn verbunden sind, werden allerdings bald beseitigt sein, indem auch diese Strecke in Regelspur umgebaut wird.

Der Bau der Dovrebahn wurde 1908 genehmigt, und er sollte bis 1914 beendet sein, der Krieg verzögerte aber auch hier wie bei anderen Bahnbauten die Fertigstellung.

Die Dovrebahn beginnt bei Dombas auf 660 m Seehöhe und steigt dann auf 16 km mit  $18\frac{0}{100}$  Höchststeigung bis zu dem 781 m langen, einen Halbkreis bildenden Grönbogen-Tunnel, hinter dem sie im Hjerkim-Paß mit 1025,4 m ihren höchsten Punkt erreicht. Mit wechselndem Gefälle und mehrfach wieder ansteigend erreicht sie Stören auf 66 m Seehöhe. Im engen Drivadal zieht sie an steilen Felswänden hin, zwischen Fagerhaug und Ulsberg überschreitet sie die Orkla-Brücke von 60 m Spannweite mit 13,7 m Pfeil und führt dann durch den Orkla-Tunnel. Von den Tunneln, von denen auf der Südseite des Gebirges drei mit 1077 m Länge und auf der Nordseite 20 mit 6451 m Länge vorhanden sind, seien als längste der Högsyta-Tunnel und der Hestekruppen-Tunnel mit 1000 m und 1440 m Länge genannt. Beim Bau der Eisenbahn hat man Wert darauf gelegt, sie so zu führen, daß sie auf Dämmen erhöht über dem Gelände liegt, damit der treibende Schnee sich neben dem Damm ablagert und die Eisenbahn frei bleibt; streckenweise muß sie aber durch Überbauten aus Holz und Stein gegen den Schnee, auch gegen Rutschungen und Steinschlag geschützt werden. Rund 38 km lang sind die festen und beweglichen Schneezäune; dazu kommen noch Bepflanzungen neben der Strecke, die demselben Zweck dienen.

Der kleinste Halbmesser der Dovrebahn ist grundsätzlich 300 m, doch hat dieses Maß, wenn auch nur vereinzelt, stellenweise noch unterschritten werden müssen.

Die Raumasbahn, die 115 km lange Strecke Dombas—Andalsnes, gehört zu den sogenannten Stammstrecken. Ihr Anschluß in Dombas an die Eisenbahn Oslo—Drontheim ist 343 km von Oslo, 210 km von Drontheim entfernt. Ihr Bau wurde 1908 beschlossen, aber erst 1912 begonnen. Er sollte 1918 vollendet sein, aber der Weltkrieg, von dem allerdings Norwegen nicht in dem Maße in Mitleidenschaft gezogen wurde wie vom gegenwärtigen Krieg, behinderte trotzdem die Fortsetzung des Baus, und das 75 km lange Schlußstück Dombas—Verma ist erst 1923 fertiggestellt worden. Seitdem erst kann die Raumasbahn ihren Zweck erfüllen, der z. T. in der Förderung des Fremdenverkehrs besteht; sie bildet den Zugang zu dem bekannten Reiseziel Molde. Wichtiger ist aber der andere Teil ihrer Aufgabe, die Beschleunigung des Fischversands von Andalsnes und Kristiansund, zwei Hauptplätzen der norwegischen Fischerei. Von hier fahren Tausende von Fischern bis Island; sie können den Fang auch im Winter durchführen, weil die Häfen eisfrei sind. Zwischen Andalsnes und Dombas hat die Raumasbahn eine Höhenunterschied von rund 700 m zu überwinden. Nennenswerte Bauten an ihr sind der Stavens-Tunnel und die Kylling-Brücke, ein Steinbogen mit 63 m Spannweite.

Die Bergenbahn, eine Eisenbahn, die neben ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ein technisch höchst bemerkenswertes Bauwerk ist, wurde schon im Jahre 1871 geplant, und 1877 wurde der Bau der ersten 105 km langen Teilstrecke Bergen—Voss in Schmalspur begonnen, die 1883 eröffnet wurde. 1884 wurde die Fortsetzung bis Faugewand, 1898 bis Roa bewilligt, womit die Fortsetzung bis Oslo nach Norden bis Gjøvik führende Eisenbahn erreicht werden sollte. Die letztgenannten Strecken wurden von vornherein in Regelspur ausgeführt, die Strecke Bergen—Voss wurde bis 1904 auf diese Spurweite ausgebaut. Durchgehende Schienenverbindung, allerdings noch mit Spurwechsel, über 492 km Länge zwischen Bergen und Oslo war 1909 hergestellt. Die letzte Lücke im Schienenstrang zwischen beiden Städten bestand am Kröderen-See, wo der Verkehr, der damals noch über Drammen geleitet wurde, während er jetzt über Hønefoss geht, im Sommer mit Dampfern, im Winter mit Schlitten über das Eis des Sees bedient wurde. Namentlich die Weststrecke bot große Schwierigkeiten beim Bau. Die

Eisenbahn steigt durch zahlreiche Tunnel und über größere Brücken bis zu dem 5,3 km langen Gravehals-Tunnel, dessen Bau von 1895 bis 1906 gedauert hat. Der Scheitel der Eisenbahn liegt hier in 871,21 m Seehöhe auf einer 180 m langen Waagerechten, an die sich beiderseits Neigungen von  $5\frac{0}{100}$  und  $3\frac{0}{100}$  anschließen. Der westliche Tunnelmund liegt auf 859,35 m, der östliche auf 865,6 m Seehöhe, beide damit mehr als 100 m über der Baumgrenze, die bei 750 m Seehöhe liegt. Die Überlagerung des Tunnels durch das Gebirge beträgt 530 m. Der Tunnel ist von vornherein für Regelspur angelegt worden, obgleich die Eisenbahn, wie erwähnt, zunächst in Schmalspur gebaut wurde; seine Lichtmaße sind 4,6 m in der Breite und 5,9 m in der Höhe. Weiterhin am Ostufer des Kröderen-Sees folgt der 2,3 km lange Haversting-Tunnel, und neben den 178 Tunneln der 100 km langen Hochgebirgsstrecke, die zusammen 36,7 km lang sind, sei noch der 1,3 km lange Hyvinger-Tunnel zwischen Bergen und Voss erwähnt. Ihren Höchstpunkt erreicht die Bergenbahn bei Taugewand mit 1301 m Seehöhe. Sie wird mit dieser Höhenlage in Europa zwar noch von der Gotthard- und der Brennerbahn übertroffen, aber beim Vergleich mit ihnen darf man nicht außer acht lassen, daß sie im Norden Europas liegt und daß sie allein durch ewigen Schnee führt.

Von den größeren Brücken sei diejenige über den Halingsdal-Fluß mit 144 m Weite bei Svenkerud, ferner eine Brücke bei Hønefoss genannt, die den Bäjna-Fluß in 215 m Länge mit neun Öffnungen überschreitet.

Auf den 100 km im Hochgebirge schwanken die Höchststeigungen zwischen  $10\frac{0}{100}$  und  $21,5\frac{0}{100}$  von Westen her und zwischen  $10\frac{0}{100}$  und  $20\frac{0}{100}$  von Osten her. Der kleinste Halbmesser ist 250 m.

Der Betrieb der Bergenbahn wird durch die Unbilden der Witterung erschwert. Um Schneeverwehungen zu vermeiden, ist sie, wo es möglich war — dies war aber nur in den ebenen Strecken möglich —, auf Dämmen so hoch über Gelände geführt, daß der Schnee sich zwar neben dem Damm anhäufen, sich aber nicht über dem Gleis auftürmen kann. Weiter dienen dem Schutz gegen Schneezäune von 37,8 km Länge und Überbauten von 17,2 km Länge.

Die Eröffnung des durchgehenden Betriebs auf der Bergenbahn bedeutete eine große Verbesserung des Verkehrs zwischen den beiden größten Städten des Landes. Während die Reise zwischen Oslo und Bergen bis dahin zu Schiff zweiundeinhalb Tage dauerte, wurde sie nunmehr auf 14 Std. abgekürzt.

Neuerdings bestehen Pläne zu einer Verbesserung der Linienführung auf den letzten 32 km vor Bergen. Durch die Anlage von zwei Tunneln könnte die Strecke um 22 km verkürzt und es könnten 93 m Steigung erspart werden. Von Bergen aus wird auch eine Querverbindung zwischen der Bergenbahn und der Dovrebahn erstrebt.

Als eine Besonderheit der Bergenbahn sei die Bedienung des Verkehrs mit einem luftbereiften Dieseltriebwagen erwähnt, der 1939 aus Frankreich bezogen worden ist. Er verkehrte dreimal wöchentlich zwischen Oslo und Bergen, bemannt mit norwegischer Lokomotiv- und Zugmannschaft, dabei begleitet von einem französischen Mechaniker.

Von der Bergenbahn zweigt bei Myrdal die 20 km lange Flambahn ab, die ebenfalls als ein Meisterwerk der Technik gilt. Sie hat auf der kurzen Strecke zwischen Myrdal und Flam 866 m Gefälle zu überwinden. Die Luftlinie zwischen beiden Orten ist 17 km lang, und die nur geringe Verlängerung auf 20 km hat dazu gezwungen, mit der Steigung bis  $55\frac{0}{100}$  zu gehen. Auch diese Eisenbahn ist eine Touristenbahn, sie vermittelt den Verkehr mit dem Sognefjord, sie hat aber auch große Bedeutung für den Wirtschaftsverkehr. Nachdem der Bau wiederholt eingestellt und an ihrer Stelle der Bau einer

Kraftwagenstraße erwogen worden ist, ist die Eisenbahn am 28. Juli 1940, ein Jahr eher als schließlich geplant, mit Dampfbetrieb eröffnet worden, der aber später durch elektrische Zügförderung ersetzt werden soll.

Besondere Bedeutung kommt auch der norwegischen Südländbahn zu, wenn sie auch nicht zu dem Kreis der eben genannten Hochlandbahnen gehört. Trotzdem hat ihr Bau erhebliche Schwierigkeiten gemacht, und sie hat wie jene Steigungen bis 55<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Ihr kleinster Halbmesser ist 300 m.

Die Südländbahn Oslo—Drammen—Kristiansand—Stavanger war als eine der Stammbahnen Norwegens geplant; sie sollte den Süden des Landes, darunter die bedeutende Stadt Kristiansand, mit 20000 Einwohnern die größte Stadt im Süden, mit Oslo einerseits und mit Stavanger andererseits verbinden. 1872 wurde ihr erstes Teilstück bis Drammen eröffnet, in den Jahren 1881 und 1882 folgte die Verlängerung bis Skien. Damit kam der Bau der Südländbahn zunächst zum Stillstand. Man bekam Bedenken gegen die Linienführung entlang der Küste und hielt es für notwendiger, die Küstenorte mit ihrem Hinterland in Verbindung zu bringen, als ihnen eine durchgehende Verbindung untereinander zu verschaffen. So kam eine Anzahl von der Küste landeinwärts führende Stichbahnen zustande: Kristiansand—Byglandsfjord, Arendal—Treungen, Brevik—Eidanger im Osten und im Westen Flekkefjord—Egersund.

Als 1908 und in der folgenden Zeit etwas umfassendere Eisenbahnpläne bearbeitet wurden, war darunter auch der Entwurf einer von Kongsberg ausgehenden, aber im Gegensatz zu der Küstenbahn Drammen—Skien durch das Hinterland verlaufenden Eisenbahn nach Kristiansand und weiter über Grovane und Flekkefjord nach Stavanger. Wie anderwärts wurde auch hier der Bau sehr langsam betrieben, und erst 1920 wurde das erste von Kongsberg ausgehende Stück bis Hjuksebö, 37 km lang, in Betrieb genommen, damit gleichzeitig auch das 10 km lange Teilstück Hjuksebö—Nordaguta, das aber eigentlich nicht als Glied der Südländbahn, sondern als eine Fortsetzung der Eisenbahn Nordaguta—Skien gebaut worden war. 1927 folgte die weitere 75 km lange Strecke Nordaguta—Neslandsvatn mit der Zweigbahn nach Kragerö und 1935 die 61 km lange Fortsetzung bis Nelaug, von wo bereits bestehende Strecken nach Arendal und Grimstad führten. Im Jahre 1938 kam dazu das Schlußstück des ersten Teils der Südländbahn Nelaug—Grovane mit 63 km und die auf Regelspur umgebaute Strecke Grovane—Kristiansand, 20 km lang, das erste Stück der von Kristiansand nach Byglandsfjord führenden Schmalspurbahn. Damit war die Verbindung Oslo—Kristiansand hergestellt, die Verbindung von Kristiansand mit Stavanger steht aber noch aus, wenn auch an ihr seit Jahren gebaut wird.

Das eben genannte letzte Teilstück Nelaug—Grovane hat beim Bau einige Schwierigkeiten bereitet. Die Eisenbahn erhebt sich hier auf 283 m Seehöhe und hat 17 Tunnel mit zusammen 2 km Länge und 19 Brücken von mehr als 6 m Weite. Der längste Tunnel ist 374 m lang, die längste Brücke hat eine Länge von 159 m.

Der Krieg hat für die norwegischen Eisenbahnen die Folge gehabt, daß sie schweren Zerstörungen ausgesetzt worden sind. Aber ein solcher Angriff verursacht solche Zerstörungen nicht selbst, sondern veranlaßt den Gegner zu ihnen, und die deutschen Truppen haben dann die schwere Aufgabe, die Zerstörungen wieder zu beseitigen und die Eisenbahnverbindung wieder herzustellen. Am 12. April 1940 landeten die ersten kleinen Gruppen von Eisenbahnpionieren in Oslo, und am 25. April folgte ihnen die erste geschlossene Kompanie, die sich sofort an ihre Arbeit machte. Sie stellte zunächst die gesprengten Kunstbauten der Strecke Oslo—Kongsvinger und Elverum—Hamar—Lillehammer wieder her, eine Arbeit, die sie bis zum 20. Juni so förderte, daß diese Strecke wieder be-

triebsfähig war. Weiter fiel ihr die Aufgabe zu, die schon erwähnte 186 km lange Strecke Grong—Mosjoen, die seit 1923 im Bau war und im Herbst 1940 mit ihren 18 Bahnhöfen in Betrieb genommen werden sollte, fertigzustellen. Hier mußten noch Damm und Einschnitt auf 5 km Länge hergestellt werden, und auf 23 km Länge war der Oberbau noch zu verlegen. Über den Namsen-Fluß mußte unter Überwindung großer Schwierigkeiten eine 63 m lange Notbrücke geschlagen werden. Seit auf dieser Eisenbahn der Betrieb bis Mosjoen aufgenommen ist, kann man den 935 km langen Weg Oslo—Mosjoen in 24 Std. zurücklegen. An ihrer Fortsetzung bis Mo (175 km) arbeiteten im Herbst 1940 3000 Mann. Über diese Arbeiten berichtet eingehend Hauptmann Stoy in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Nr. 15 vom 12. April 1941. Er schließt seine höchst lesenswerte Schilderung mit einem Hinweis auf die Schwierigkeiten, die dabei zu überwinden waren und die ein Beispiel für das sind, was in Norwegen dem Verkehr an Hindernissen im Wege steht. Um welche Entfernungen es sich dabei handelt, geht schon aus einigen der vorstehend genannten Zahlen hervor. Weiter seien aber, so führt Hauptmann Stoy aus, die Straßen unzulänglich, und sie verwandelten sich bei Tauwetter in Sümpfe, Hochwasser hindere bei der Schneeschmelze die Arbeiten, die nötigen Baustoffe seien nur mit großen Schwierigkeiten zu beschaffen. Norwegen ist zwar waldreich, aber Brückenhölzer, namentlich solche mit größerem Querschnitt mußten aus großen Entfernungen herangeholt werden. Erleichtert wurden die Arbeiten dadurch, daß sie im Sommer Tag und Nacht ohne künstliche Beleuchtung durchgeführt werden konnten. Der deutsche Pionier hat hier wieder einmal Gelegenheit gehabt zu zeigen, was er leisten kann. Mit den angedeuteten Wiederherstellungsarbeiten war seine Tätigkeit im Feldzug in Norwegen nicht erschöpft, Berichte, die einen Überblick vermitteln, liegen aber darüber noch nicht vor.

Das Eisenbahnzeitalter begann in Norwegen damit, daß im Jahre 1845 eine Königliche Kommission mit dem Auftrag eingesetzt wurde, Vorschläge für den Bau von Eisenbahnen zu machen. Es dauerte aber bis 1854, ehe die erste Eisenbahn, die eingangs erwähnte Strecke Oslo—Eidsvoll, eröffnet werden konnte. Sie war als Privatbahn gebaut worden, aber ihre Aktien waren z. T. in den Händen des Staates. Ein Gesetz von 1857 sah den Bau von drei Eisenbahnen auf Staatskosten vor: von Lilleström an der Eisenbahn nach Eidsvoll über Kongsvinger (79 km) nach der schwedischen Grenze, 115 km lang, von Hamar an dem See Mjösen nach Elverum, 38 km lang, und von Drontheim nach Stören, 49 km lang, die erstgenannte in Regelspur, die beiden anderen in 1,067 m Spurweite. Der Bau muß nur schleppend betrieben worden sein; die Eisenbahn nach der 249 km von Oslo entfernten Grenze gegen Schweden wurde erst 1879 eröffnet, und die beiden anderen Strecken allerdings 1862 und 1864. Im Jahre 1881 wurde die Strecke Drontheim—Stören bis zur schwedischen Grenze verlängert. Im Jahre 1872 erhielt Drammen Eisenbahnverbindung mit Oslo. Der Staat gab zum Bau dieser Eisenbahnen Aktien aus, die von Gemeinden an der Eisenbahn und sonstigen Kreisen, denen diese zugute kam, erworben wurden.

Im Jahre 1875 brachte ein Gesetz einen Plan zum Ausbau des Eisenbahnnetzes; es hielt an dem Gedanken fest, daß die Eisenbahnen von Staatswegen, und zwar im wesentlichen in Schmalspur gebaut werden sollten. Bis zum Jahre 1883 war das norwegische Eisenbahnnetz auf 1560 km Länge angewachsen, wovon 593 km in Regelspur, 967 km in Schmalspur angelegt waren. Nachdem bis dahin unter anderem die Eisenbahn Bergen—Voss gebaut worden war, die in Schmalspur geplant, aber in Regelspur ausgeführt wurde, trat, durch die wirtschaftliche Lage des Landes bedingt, eine Stockung im Eisenbahnbau ein. In den zwölf Jahren von 1883 bis 1894 wurde überhaupt keine Eisenbahn gebaut.

Die ersten Eisenbahnen gingen, wie dargelegt, zunächst von Oslo aus; die von Drontheim vorgestreckte Eisenbahn wies den Weg nach der Hauptstadt, und zwei Eisenbahnen führten damals nach der schwedischen Grenze, eine Verbindung, die um so näher lag, als zu jener Zeit beide Länder noch unter einem König vereint waren, ein Zustand, der erst 1905 aufgehört hat.

Ein Gesetz von 1889 forderte die Wiederaufnahme des Eisenbahnbaus, und die Eisenbahnen sollten nunmehr als reine Staatsbahnen gebaut werden, nur den Grund und Boden sollten die Gebiete zur Verfügung stellen, die von ihnen durchzogen würden. Aber immer noch ging der Ausbau des Eisenbahnnetzes noch langsam vor sich. Die wichtige Stadt Bergen z. B. erhielt erst 1909 durchgehende Eisenbahnverbindung mit Oslo, nachdem allerdings schon ein Jahr vorher ein Verkehr zwischen beiden Städten, aber unterbrochen durch den Kröderen-See, eröffnet worden war. Dampfschiffe im Sommer, Schlitten im Winter füllten, wie schon erwähnt, die Lücke aus. Wie es aber Bergen als der zweiten Stadt des Landes zukam, hatte es schon 1883 eine Eisenbahn gehabt, die allerdings nur bis zu dem 127 km entfernten Voss führte. Bis 1910 war das Staatsbahnnetz erst auf 1115 km angewachsen, wovon 896 km Regelspur, 219 km Schmalspur hatten. Daneben waren aber auch Privatbahnen entstanden, und sie hatten mit 1494 km Länge die Staatsbahnen sogar überflügelt. Bei ihnen hielten sich Regel- und Schmalspur ungefähr die Waage. Bis 1912 hatte sich die Lage etwas verschoben. Das Eisenbahnnetz war nunmehr 3085 km lang geworden, davon wurden 2630 km vom Staate betrieben und 454 km waren in Privathänden. Von dem ursprünglichen Gedanken, die Eisenbahnen im wesentlichen in Schmalspur anzulegen, der sicher in den Geländeschwierigkeiten und in der Rücksicht auf die Kosten begründet war, war man mittlerweile abgegangen; der Grund dafür war wohl darin zu sehen, daß das benachbarte Schweden seine Eisenbahnen in Regelspur baute. Wie wenig zielbewußt man im Anfang beim Bau der Eisenbahnen vorging, dafür nur ein Beispiel. Die Eisenbahn Oslo—Eidsvoll hatte Regelspur, aber für Hamar—Drontheim wählte man die Spurweite von 1,067 m, obgleich man eigentlich voraussetzen mußte, daß beide Strecken einmal miteinander in Verbindung gebracht werden müßten. Dies geschah aber erst 1880, und 18 Jahre lang hatte die Lücke zwischen Eidsvoll und Hamar durch Dampfer auf dem See Mjösen überbrückt werden müssen. Ungefähr seit der Jahrhundertwende ist die Regelspur bevorzugt worden. Von 1898 bis 1904 wurde z. B. die Strecke Bergen—Voss auf Regelspur umgebaut, und auch die Verbindung mit Drontheim hat jetzt diese Spurweite. Bei den Privatbahnen kommen außer den beiden genannten noch die Spurweiten von 0,75 m und 1,00 m vor.

Ein Gesetz von 1908, mit dem der Bau von 550 km langen Eisenbahnen genehmigt wurde, sah auch den Ausbau der Strecke Drontheim—Stören auf Regelspur vor. Damit wurde die Regelspurverbindung zwischen dem Süden und dem Norden des Landes geschaffen. Neben den Staatsbahnen wurden aber auch weiter Privatbahnen gebaut, so in dem auf 1894 folgenden Zeitraum von zehn Jahren solche von 410 km Länge, meist in Schmalspur, z. T. zum Anschluß von Bergwerken oder anderen gewerblichen Anlagen, so von Werken zur Gewinnung des Stickstoffs aus der Luft, die wegen ihres hohen Kraftbedarfs dort errichtet werden mußten, wo eine der reichlich vorhanden, aber abseits gelegenen Wasserkräfte ausgenutzt werden konnte. Bei einigen von ihnen beteiligte sich der Staat am Aktienkapital.

Bei der Planung und insbesondere bei der Ausführung der Eisenbahnen hat es, wie schon erwähnt, in Norwegen an einer gewissen Zielbewußtheit gefehlt; die Eisenbahnen wurden ohne den Blick auf das Ganze gebaut, und der Eisenbahnbau wurde

schleppend betrieben. Der Grund dafür mag unter anderem in den Schwierigkeiten bei Beschaffung der für den Eisenbahnbau nötigen Mittel bestanden haben, aber auch die Schwierigkeiten, die das Gelände dem Eisenbahnbau in den Weg stellte, mögen dazu ihr Teil beigetragen haben. So wird z. B. schon seit 1900 eine Eisenbahn für Bodö geplant, für die nicht nur wirtschaftliche Gründe, sondern auch Gesichtspunkte der Landesverteidigung sprechen, der Anschluß ist aber immer noch nicht ausgeführt, und Bodö ist für seine Verbindung mit der Außenwelt immer noch lediglich auf den Seeweg angewiesen. Wie langsam der Eisenbahnbau vor sich gegangen ist, konnte auch aus den vorstehenden Beschreibungen einiger der Hauptstrecken Norwegens ersehen werden.

Zunächst herrschte, wie bereits dargelegt, in Norwegen die Schmalspur von 1,067 m vor, die wichtigeren Strecken sind aber in Regelspur angelegt worden, und die älteren, die in Schmalspur erbaut waren, sind, um 1920 beginnend, auf Regelspur umgebaut worden. Wenn die Pläne auf diesem Gebiet ausgeführt sein werden — und sie sind es bereits nahezu —, wird es unter den Staatsbahnen nur noch drei Schmalspurstrecken geben, die zusammen nur noch 273 km Länge haben, nämlich Nelaug—Treungen mit 54 km, Grovane—Byglandsfjord mit 58 km und Stavanger—Flekkefjord mit 161 km. Die letztgenannte Strecke wird zweifellos noch auf Regelspur umgebaut werden müssen, wenn ihr Zusammenschluß mit der Regelspurbahn von Oslo nach Kristiansand, bei dem noch die 233 km lange Lücke Kristiansand—Moi zu schließen ist, erreicht und damit die Südländbahn in ihrer ganzen Länge hergestellt ist. Ähnlich wie die Regelspurbahnen die Schmalspurbahnen, haben die Staatsbahnen die Privatbahnen verdrängt. Heute sind alle Staatsbahnen auch Staatseigentum, nur die 95 km lange Bratsbergbahn im Süden des Landes macht eine Ausnahme, indem sie ein gemischt-wirtschaftliches Unternehmen ist, nämlich eine Staatseisenbahngesellschaft, an der eine Privatgesellschaft beteiligt ist. Bei den Privatbahnen ist im allgemeinen der Staat mit Kapital, z. T. mit der Hälfte beteiligt.

Die Verteilung der norwegischen Eisenbahnen auf Staats- und Privatbahnen, auf Regel- und Schmalspur nach dem Stande vom 30. Juni 1938, dem letzten Zeitpunkt, für den ein zusammenhängender Bericht vorliegt, geht aus der nachstehenden Zusammenstellung hervor.

Spurweite m	Staatsbahnen km	Privatbahnen km	Insgesamt km
1,435	3146	16	3162
1,067	682	61	743
1,0 u. 0,75	—	83	83
zusammen:	3828	160	3988

Das Staatsbahnnetz ist im Jahre 1937/38 — das Betriebsjahr geht in Norwegen vom 1. Juli bis zum 30. Juni — um 172 km gewachsen, indem die 108 km lange regelspurige Privatbahn Eina—Fagernes, die Valdresbahn, die bedeutendste unter den norwegischen Privatbahnen, die bei Eina von der Strecke Oslo—Gjøvik abzweigt, vom Staate übernommen und indem auf der 64 km langen Strecke Nelaug—Grovane der Betrieb eröffnet worden ist. Zugleich gingen 20 km der schmalspurigen Staatsbahnen in das Regelspurnetz über, indem auf der bis dahin schmalspurigen Strecke Grovane—Kristiansand nach dem Ausbau in Regelspur der Betrieb in dieser Spurweite aufgenommen wurde. Damit hat Kristiansand, wie schon erwähnt, seine Regelspurverbindung mit Oslo erhalten.

Im Betriebsjahr 1937/38 haben die beiden Privatbahnen Tönsberg—Eidsfoss und Holmestrand—Hvittingfoss, beide am Westufer des Osloer Fjords landeinwärts führend, zusammen

73 km lang, ihren Betrieb eingestellt. Sie waren nicht die ersten unter den Privatbahnen, die zu dieser Maßnahme gezwungen worden sind; schon mehrere unter ihnen sind ihnen damit vorangegangen. Das norwegische Eisenbahnnetz hat im ganzen im Jahre 1937/38 um 10 km Länge abgenommen, und das Privatbahnnetz ist durch die letzten Stilllegungen bedeutungslos geworden. Nur 82 km der Staatsbahnen sind zweigleisig, nämlich die von Oslo ausgehenden Strecken nach Lilleström, über Ljan und Kolbotn bis Ski und nach Sandvik, endlich auch Grimstad—Rise.

Mittlerweile ist zu den Staatsbahnstrecken noch die 20 km lange Flambahn Myrdal—Flam und die 186 km lange Strecke Grong—Mosjoen der Nordlandbahn, beide während des Krieges eröffnet, hinzugekommen, so daß das Staatsbahnnetz auf 4034 km, das gesamte Netz auf 4134 km angewachsen ist.

Schon seit 1912 wird in Norwegen die 46 km lange Tinnosbahn, eine in Regelspur ausgeführte Strecke ohne Schienenverbindung mit dem übrigen Netz, aber durch eine Fähre mit ihm verbunden, elektrisch betrieben. Die Beschaffung der Lokomotivkohle hat in Norwegen Schwierigkeiten, außer in Spitzbergen gibt es keine Kohlen im Inland, während Wasserkräfte reichlich vorhanden sind, und so zwangen denn die Verhältnisse, die in dieser Beziehung hier im Norden Europas ähnlich liegen wie im Süden, in Italien, schon bei Zeiten, auf die Umstellung der Eisenbahnen auf elektrische Zugförderung bedacht zu sein. Seit 1922 besteht diese Betriebsform auf der Strecke Oslo—Drammen, seit 1929 ist sie auf deren Fortsetzung Drammen—Kongsberg ausgedehnt worden. Auch die Strecken Oslo—Lilleström, die Güterbahn Loenga—Alnabrua, die Strecken Notodden—Tinnoset, Voss—Granvin und Narvik—Riksgränsen werden schon seit längerer Zeit elektrisch befahren. Ende 1936 und im Frühjahr 1937 konnte die elektrische Zugförderung auf die Strecke Oslo—Ljan—Kolbotn ausgedehnt werden, wodurch die Strecken mit dieser Betriebsform 336 km lang wurden. 1938 kamen die 37 km lange Strecke Kongsberg—Hjuksebø und die 94 km lange Bratsbergbahn hinzu. Daneben bedienen Privatbahnen von 42 km Länge ihren Verkehr mit Strom als Zugkraft.

Beabsichtigt ist die Umstellung der 59 km langen Strecke Nordaguta—Neslandsvatn von Dampf auf elektrischen Betrieb, wodurch auf der Strecke Oslo—Kristiansand 221 km elektrisch befahren würden, während noch auf 144 km Dampfbetrieb verbliebe.

Der Ausbau der Strecke Oslo—Kornsjø für elektrische Zugförderung ist schon seit einiger Zeit im Gang. Durch die Vollendung dieser Arbeiten würde auf der ganzen Strecke von Oslo über Kornsjø und weiter über Göteborg nach Malmö und Trelleborg mit Strom als Zugkraft gefahren werden. Die Arbeiten sollten mit stufenweiser Inbetriebnahme der einzelnen Streckenteile bis Ende des Jahres 1940 durchgeführt sein. Ob dies möglich gewesen ist oder ob der Krieg eine Verzögerung zur Folge gehabt hat, darüber liegen keine Nachrichten vor.

Der Betriebsmittelpark der norwegischen Staatsbahnen umfaßte am 30. Juni 1938, also am Ende des Betriebsjahrs 1937/38, des, wie erwähnt, letzten, für das ein zusammenhängender Bericht vorliegt, 454 Dampf- und 51 elektrische Lokomotiven, 76 Triebwagen, 1085 dem Personenverkehr dienende Wagen und 10240 Güterwagen. Die Belegschaft war damals 14038 Köpfe stark.

Das norwegische Eisenbahnwesen wird vom Ministerium

der öffentlichen Arbeiten geleitet. An der Spitze der Staatsbahnen steht die Hauptverwaltung mit dem Sitz in Oslo. Sie ist besetzt mit dem Generaldirektor, dem zunächst vier Eisenbahndirektoren und ferner fünf vom Storting auf drei Jahre gewählte Mitglieder und ein von den Staatsbahnbeamten gewähltes Mitglied beigegeben wurden. Im Jahre 1938 wurde eine Neuordnung vorgenommen. Die Zahl der vom Storting gewählten Mitglieder wurde auf drei beschränkt, dafür traten in die Hauptverwaltung zwei vom König ernannte Mitglieder ein. Die Eisenbahndirektoren sind nicht mehr Mitglieder der Hauptverwaltung. Die Zuständigkeit des Generaldirektors wurde erheblich erweitert. Die persönlichen Angelegenheiten und die Ruhestandssachen wurden einem besonderen Ausschuß überwiesen, ebenso wurde eine besondere Abteilung für den Einkauf geschaffen. Die Zahl der Bezirke, in die das Staatsbahnnetz eingeteilt ist, wurde von neun auf acht vermindert. Im Jahre 1939 wurde die Hauptverwaltung in sechs Abteilungen gegliedert: Verkehr, Betrieb, Bau, maschinentechnischer Dienst, Verwaltung, Einkauf.

Obleich die Eisenbahnen Norwegens fast ausschließlich Staatsbahnen, also in einer Hand zusammengefaßt sind, kann man doch von einem einheitlichen Netz kaum sprechen. Vor allem fehlen beim Begriff des Netzes die Querverbindungen zwischen den Hauptstrecken. Alle Eisenbahnen sind, wie dargestellt, mit ganz wenigen Ausnahmen eingleisig und ungleichmäßig ausgebaut und ausgestattet, eine Folge knapper Geldbewilligungen durch den Storting. Der Verkehr ist häufig dadurch behindert worden, und die Leistungsfähigkeit hat nicht immer den Ansprüchen, die der Verkehr stellte, genügen können. Es fehlte an Betriebsmitteln und an ausreichenden Mitteln, um den Betriebsmittelpark zu verstärken. In den letzten Jahren ist mancherlei geschehen, um die Verhältnisse zu verbessern. Der Betrieb ist wirtschaftlicher gestaltet worden. Die Fahrgeschwindigkeit sowohl im Personen- wie im Güterverkehr ist erhöht worden. Die Lokomotiven und Wagen sind mit durchgehenden Bremsen ausgerüstet worden. Es laufen z. Z. noch Wagen mit Bremsen verschiedener Bauart nebeneinander, doch ist die Vereinheitlichung durch allgemeine Einführung der Hildebrandt-Knorr-Bremse in Aussicht genommen und z. T. bereits in der Durchführung begriffen; es wird jedoch noch einige Zeit dauern, ehe vollständige Einheitlichkeit auf diesem Gebiet erreicht ist. Große Aufträge sind vergeben, und es wird beabsichtigt, in Zukunft mit der Verstärkung des Betriebsmittelparks beschleunigt vorzugehen. Er ist in den letzten Jahren durch Einstellung von Triebwagen ergänzt worden, wodurch es möglich geworden ist, Verkehrsverbesserungen durchzuführen. Bei Kriegsausbruch waren für 20 Millionen Kronen Betriebsmittel bestellt, darunter schwere Dampf- und elektrische Lokomotiven, Trieb- und andere Personenwagen sowie Güterwagen. Weitere Bestellungen werden vorbereitet. Die weitere Ausdehnung der elektrischen Zugförderung auf die Strecken nach Kongsvinger, der Strecke Bergen—Voss, Lilleström—Hamar und Neslandsvatn—Kristiansand ist beabsichtigt, doch steht die Reihenfolge, in der diese Strecken bearbeitet werden sollen, noch nicht endgültig fest. Eine Frage, die die norwegischen Staatsbahnen schon seit längerer Zeit beschäftigt, betrifft die Umgestaltung der Eisenbahnanlagen von Oslo. Ein Ausschuß ist mit Bearbeitung dieser Frage beauftragt worden, und ein Plan, der die Zusammenfassung der von Oslo ausgehenden Eisenbahnstrecken in einem Hauptbahnhof vorsieht, liegt vor.

## Selbsttätige Warnlichtanlagen an Wegeübergängen auf eingleisigen Strecken der Ostmark.

Von Oberreichsbahnrat Biesok, Reichsbahndirektion Breslau.

Hierzu 7 Bilder auf Tafel 16.

Im Heft 19/20 des Jahrgangs 1940 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. beschreibt Dipl. Ing. Verstegen die bei den Niederländischen Eisenbahnen angewandte Bauart einer Warnlichtanlage auf eingleisiger Bahn mit zusammenhängenden isolierten Gleisstrecken und entwickelt die Grundgedanken, die zu dieser Lösung geführt haben. Dabei streift er auch die „Stützrelais“, deren Anker in mechanischer Abhängigkeit von einander stehen, und hebt die „reichen Erfahrungen amerikanischer Fachleute“ hervor.

Hierzu sei darauf hingewiesen, daß auch im Bereiche des VMEV. schon Bauarten vorliegen, die von der Zuverlässigkeit der Stützrelais Gebrauch machen und eine einwandfreie Lösung für die Ruhestromanlage bieten; beide Bauarten sind in der Ostmark seit fast 10 Jahren mit bestem Erfolge im Betrieb. Allerdings liegt außer den Patentschriften bisher wohl keine Veröffentlichung vor.

In Österreich setzten schon bald nach dem Weltkriege Bemühungen zur Schaffung von Warnlichtanlagen ein; die ersten Versuche wurden im Frühjahr 1924 aufgenommen und regten die Erfindertätigkeit an. Es entstand nach und nach eine Reihe von Bauarten, die von den Österreichischen Bundesbahnen zur Erprobung zugelassen wurden und heute eine lebendige Übersicht über die technische Entwicklung dieses wichtigen Zweiges von Sicherungsanlagen darstellen. Der Wettbewerb hat eine Menge geistreicher Lösungen und Ausführungen gebracht; es wäre verlockend, darüber zu berichten, weil der Fachmann manche Anregung daraus empfangen würde. Der Zweck dieser Zeilen verlangt jedoch die Beschränkung auf die Besprechung der beiden zum Vergleich geeigneten Bauarten. Beide sind der Firma Siemens & Halske in Wien patentiert.

Allgemein ist zu bemerken, daß in der Ostmark die Signale für die Wegbenutzer in Übereinstimmung mit dem zwischenstaatlichen Verkehrszeichen grünes und rotes Licht zeigen, und daß den Anlagen das Störungszeichen fehlt, weil es zur Zeit ihrer Erbauung noch nicht bekannt war. Der Unterschied in der Blinkzahl für grünes und rotes Licht wird durch zwei Blinker bewirkt, denn Vorrichtungen zum Umschalten eines Blinkers waren damals noch nicht genügend erprobt.

### 1. Anlage mit mechanisch abhängigen Gleisrelais (Stützrelais).

Sie besitzt, wie Bild 1 zeigt, nur zwei isolierte Gleisstrecken, die auf einer Seite des Überweges zusammenstoßen. Bei der Fahrt von rechts nach links verschwindet also das Warnlicht, während sich der Zugschluß noch auf dem Überwege befindet. In Übereinstimmung mit Dipl. Ing. Verstegen soll nicht behauptet werden, daß diese Lösung ideal sei, doch muß ein halbwegs aufmerksamer Fahrer das Hindernis vor sich rechtzeitig erkennen. Tatsache ist jedenfalls, daß sich Unfälle auf Überwegen, die durch Warnlichter gesichert sind, stets bei rotem Licht am Warnsignal ereignen haben.

In Bild 2 ist die Steuerschaltung mit den Vorgängen während einer Zugfahrt herausgezeichnet; sie läßt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig und macht jede Erläuterung überflüssig. Die kritische Betrachtung zeigt, daß eine gefährliche Störung eintreten könnte, wenn der Stützhebel St nach dem Anziehen des Gleisrelais 1 nicht in die Grundstellung zurückkehrt (Bild 2d bis 2a) und der nächste Zug von links käme, weil dann das Grünlicht bestehen bliebe. Dieser Fall ist jedoch nur einmal während des Probetriebes eingetreten und hat sich nach Überholung der Einrichtung in 10 Jahren nicht mehr wiederholt, so daß die Zuverlässigkeit der Stützrelais als erwiesen gelten kann.

Bild 3 zeigt die Signalschaltung der Anlage, die ohne weiteres verständlich ist. Als Stromquelle dient eine Nife-Batterie von 80 Ah Kapazität, die in Pufferschaltung über einen Siemens-Trockengleichrichter vom Ortsnetz gespeist wird. Zur Überwachung ist in den Ladestromkreis ein Relais ÜR. gelegt. Sein Anker schaltet ein Schauzeichen, das der Streckenläufer durch ein Guckloch in der Wand der Schaltschrankhütte zu beobachten hat. Zudem wird der Ladezustand der Batterie außer durch die üblichen Meßgeräte noch durch einen umlaufenden Amperestundenzähler ASZ. geprüft, der, solange die Batterie Strom aufnimmt, vorwärts, beim Aussetzen der Ladung rückwärts läuft. Diese Vorsichtsmaßnahme im Verein mit der außerordentlichen Widerstandsfähigkeit der Nifezellen hat erwiesen, daß eine Reservebatterie entbehrlich ist.

Die Anlage befindet sich seit dem 15. Dezember 1930 im Betriebe. Nach Beendigung der Probezeit ist bis heute unter den wenigen Störungen keine einzige eingetreten, die den Gefahrenzustand nicht angezeigt hätte. Die ursprünglich vorgesehene Überwachungseinrichtung im Endstellwerk eines benachbarten Bahnhofs konnte alsbald abgetragen werden.

### 2. Anlage mit elektrischer Verriegelung.

In Bild 4 ist die Steuerschaltung, in Bild 5 die Signalschaltung dargestellt. Danach sind im ganzen fünf Relais verwendet, und zwar nur zwei Gleisrelais: 1, 2 und das Signalrelais 5, die mit Ruhestrom, und die Richtungsrelais 3 und 4, die mit Arbeitsstrom betätigt werden. Damit die Stromläufe während einer Zugfahrt genau verfolgt werden können, sind sie in Bild 6 und 7 einzeln dargestellt; außerdem zeigen in der Steuerschaltung ein, zwei und drei Pfeile die Stromkreise der Batterien 1, 2 und 3 an. Die stromdurchflossenen Relais und ihre Kontakte, die am Beginn des Zustandes umgestellt werden, sind stark ausgezogen. Die Lage des Fahrzeuges, die eine Zustandsänderung herbeiführt, ist mit 1 bis 5 bezeichnet. Danach zieht das Richtungsrelais 4 beim Befahren der isolierten Gleisstrecke 3 über einen Kontakt des abgefallenen Gleisrelais 1 an und schaltet GS 1 und GS 3 parallel (gestrichelter Stromzweig in Bild 6c). Die Anrückstrecke wird also über den Weg verlängert und dadurch das Gleisrelais 3 der niederländischen Schaltung erspart. Gelangt das Fahrzeug auf die Gleisstrecke 2, so fällt das Gleisrelais 2 ab und schaltet das Richtungsrelais 4 auf diese Strecke (Bild 6d). Den Stromkreis hat sich das Relais 4 selbst vorbereitet (Bild 4c), weshalb es beim Befahren von rechts her nicht anziehen kann. Nach dem Verlassen der Gleisstrecke 2 unterbricht das Richtungsrelais 4 seinen Haltestromkreis und wird außerdem vom Gleisrelais 2 abgeschaltet (Bild 6f). Die Sicherheit beruht darauf, daß die Stromstärke, bei der das Richtungsrelais verläßlich abfällt, oberhalb der Grenze für den Anzugstrom des Gleisrelais liegt. Außerdem bleibt wie bei der niederländischen Schaltung das Gleisrelais 2 an die Batterie 3 angeschlossen, solange das Richtungsrelais 4 angezogen ist. Infolge dieser Abstimmung wird die Sperrstellung noch sicher aufgelöst, wenn der Widerstand der Gleisstrecke 1 oder 2 unter 0,8 Ohm liegt.

Die Signalschaltung kann an Hand des Bildes 7 verfolgt werden. Für die Darstellung gilt das zu Bild 6 Gesagte; außerdem sind unter die einzelnen Zustandsbilder die Stellungen der Relais gezeichnet und in der Reihenfolge der Abhängigkeit von der Lage des Fahrzeuges in Bild 6 mit Ziffern und Indizes kenntlich gemacht. Man erkennt, daß die Warnlichter in einfachster Weise unmittelbar von den Gleis- und Richtungsrelais geschaltet werden. Zur Überdeckung der Unterbrechungen beim Umschalten der Kontakte ist das Signalrelais 5 mit Abfalls-

verzögerung beigefügt, dessen Schließer im Rotstromkreis aus Sicherheitsgründen verdoppelt sind.

Stromversorgung und Überwachung sind gleich den unter 1. beschriebenen Einrichtungen.

Die Anlage ist seit dem 30. Januar 1933 im Betriebe. Während der Zeit bis Oktober 1940 hat sich nicht eine einzige Störung in der Schaltung ereignet; die Anlage hat somit ihre Zuverlässigkeit erwiesen.

Vergleicht man die österreichische mit der niederländischen Schaltung, so ergibt sich, daß beide nach denselben Grundsätzen aufgebaut sind, wobei die österreichische einfacher ist. Insbesondere sind bei dieser Anlage schon Richtungsrelais (3, 4) in Arbeitsstromschaltung vorhanden, die das Freisignal hinter

dem Zuge zum Vorschein bringen und vom Gleisrelais der zuletzt befahrenen isolierten Strecke über die Zugachsen geschaltet werden. Auch das verzögerte Abfallen dieser Richtungsrelais ist — zu demselben Zwecke wie bei der niederländischen Anlage — angewendet, und zwar durch parallel zur Wicklung gelegte „Verzögerungszellen“ (Flüssigkeitskondensatoren), Bild 4. Da somit Relais 2 vor 4 umschaltet (Bild 7 e bis f), muß auch das Signalrelais Abfallsverzögerung haben. Schließlich liegt auch Batterie 3 mit dem gleichen Pol wie Batterie 1 und 2 an derselben Schiene, um das Abfallen des Richtungsrelais zu fördern.

Eine zweite Signalbatterie hat sich, wie die Erfahrung auch hier gezeigt hat, als entbehrlich erwiesen.

## Die zusammengesetzte Eisenbahnquerschwelle.

Von Dr.-Ing. H. Saller, München.

Der gegenwärtig stark fühlbare Holzangel, der alle Anzeichen kommender weiterer Verschärfung an sich trägt, zwingt, gewisse altgewohnte Holzverwendungen und -verschwendungen einer ernsten Prüfung zu unterziehen. Die Eisenbahnquerschwelle von 2,5 bis 2,7 m Länge durchwegs gleichbleibenden Querschnitts, an die wir bis zur Gedankenlosigkeit gewöhnt sind, ist nichts weniger als eine Selbstverständlichkeit. Die Technik hat allgemein die Aufgabe, die in den einzelnen Teilen der Bauwerke auftretenden Beanspruchungen genau zu ermitteln und diesen einzelnen Teilen auch aus wirtschaftlichen Gründen die Außmaße zu geben, die die Übernahme dieser Beanspruchung erfordert. Ein Abgehen von dieser Regel nach unten bedeutet von vornherein eine Gefährdung des Bauwerkes, ein Abgehen nach oben eine unnütze und unwirtschaftliche Verschwendung. Alle Teile eines Bauwerkes sollen gleichmäßig beansprucht sein und gleichzeitig in Abgang kommen, wenn nicht das ganze Bauwerk infolge vorzeitiger Abnutzung eines Teiles ausscheiden soll, während weniger beanspruchte Teile nicht ausgenutzt werden. Wäre die Eisenbahnholzschwelle gleichbleibenden Querschnitts technisch begründet, so müßte auf die ganze Länge der Querschwelle die Beanspruchung gleich sein. Davon ist aber bei der Querschwelle allgemein gar keine Rede. Die Querschwelle hat die Aufgabe, die beiden Schienenstränge zu unterstützen und die von der Schiene ausgehenden Drücke, Stöße und Erschütterungen auf die Bettung und den Unterbau zu übertragen. Diese Drücke, Stöße und Erschütterungen gehen von zwei ganz bestimmten Stellen, den Schienenaufslagern, aus und äußern sich nach verschiedenen Richtungen. Weit aus am maßgebendsten unter diesen Kraftäußerungen sind die lotrecht nach unten gerichteten. Es ist also unter jeder Schiene für sich ein Lager erforderlich, das diese lotrechten Drücke auf die Unterlage überträgt, wo diese Drücke elastisch verarbeitet und unschädlich gemacht werden. Es muß weiter dafür gesorgt werden, daß diese beiden Schienenauflager dem Radabstand der Fahrzeuge entsprechend in einem genau gleichbleibenden unverrückbaren Abstand zueinander verbunden und ohne Verdrehungen in gleicher Ebene gehalten werden. Es ist aber an sich nicht im mindesten Grundlage für die Anforderung gegeben, dieser Verbindung die gleichen Ausmaße, mit anderen Worten den gleichen Querschnitt zu geben, den die Ableitung der lotrechten, von den Verkehrslasten ausgehenden Drücke von der Schiene auf die Bettung verlangt. Daß letzteres keineswegs eine Selbstverständlichkeit ist, ergibt sich schon aus der geschichtlichen Entwicklung des Eisenbahnoberbaues. Es hat in der ersten Zeit dieser Entwicklung Gleisformen gegeben, die diese Verbindung zwischen den beiden Schienensträngen überhaupt nicht oder nur in ganz unbedeutendem Ausmaße besaßen. Die Steinwürfel als Einzelunterlagen der Schienen wurden anfangs überhaupt ohne

Querverbindungen verlegt. Man glaubte allein dadurch dem vorliegenden Bedürfnis zu genügen, daß man die Verlegung der Steinwürfel möglichst sorgfältig vornahm und vor allem den Würfeln eine feste Lage gab. Freilich stellte sich bald heraus, daß diese völlige Vernachlässigung der Querverbindung nicht zulässig ist und man verband die Schienen mittels Spurstangen. Bei Eiseneinzelschwellen-Systemen fanden diese Spurstangen schon von Anfang an fast durchgehend Anwendung.

Der Langschwellen-Oberbau, der in der Geschichte des Oberbaues solange eine große Rolle spielte, hat den theoretisch zweifellos großen Vorteil, daß er die Masse des verwendeten Baustoffes in die Linie legt, in der alle Verkehrsbeanspruchungen ohne Ausnahme auftreten müssen, nämlich in die der Schienen. Auch er konnte auf eine Querverbindung nicht verzichten. Sie wurde mittels Spurstangen oder wenigen die Langschwellen unterstützenden Querschwellen oder beiden zusammen herbeigeführt, spielte aber gegenüber der Längsunterstützung der Schiene eine recht untergeordnete Rolle.

Einzelunterlagen sowohl wie Langschwellenoberbau sind nach langem Kampf dem Querschwellenoberbau unterlegen und von diesem verdrängt worden, aber unter den Gründen dieser Verdrängung spielte die Querverbindung keine ausschlaggebende Rolle.

Wie kam es, daß eine zur Zeit des Übergangs auf die Querschwelle immerhin schon vorgeschrittene Technik entgegen allen anerkannten konstruktiven und wirtschaftlichen Grundsätzen der genauen Anpassung der Baustoffverwendung an die örtlich zu übernehmenden Beanspruchungen ohne jedes Bedenken für die Querschwelle durchwegs gleichbleibenden Querschnitt einführt? Für die Querschwelle boten sich in jener Zeit zwei Baustoffe an, in erster Linie das in der Natur wachsende und auf Grund verschiedener, für den vorliegenden Zweck sehr günstigen Eigenschaften bald viel bevorzugte Holz und dann das Eisen.

Die Natur liefert das Holz von vornherein in einem auf die Länge praktisch gleichbleibenden, unabänderlichen Querschnitt. Für den damals vorliegenden geringen Bedarf bot die Stoffbeschaffung noch keine Schwierigkeiten. Das Holz ist in seiner Formbarkeit äußerst beschränkt. Es mußte, solange man nicht den zunächst fernliegenden Gedanken an eine zusammengesetzte Querschwelle aufgriff, auf die ganze Länge der Querschwelle in dem Ausmaß angewendet werden, das die meistbeanspruchte Stelle, das ist die unter den beiden Schienen, verlangte. Die Auswahl der hierfür erforderlichen, von der Natur gelieferten Baumstämme mußte dementsprechend erfolgen.

Das Eisen ist im Gegensatz zum Holz in hohem Maße formbar. Aber die Wirtschaftlichkeit der Herstellung der Eisenquerschwellen im großen wies von vornherein auf das



Walzverfahren hin, das dem Eisen oder Stahl mehr noch als die Natur dem Holz von vornherein einen gleichbleibenden Querschnitt aufzwingt. Man konnte allerdings an diesem auf die ganze Länge gleichbleibenden Querschnitt nachträglich noch Verformungen vornehmen. Es ist dies in der Querschwellenmitte in Form von Einschnürungen durch Verdrückung des vorhandenen Querschnitts auch wohl versucht worden, konnte sich aber bisher nicht allgemein durchsetzen. Es trat damit eine Verteuerung ein und der naheliegende Zweck der Stoffersparnis in der weniger beanspruchten Querschwellenmitte blieb dabei unberührt. Soweit vereinzelt Versuche mit gußeisernen Querschwellen gemacht wurden (De Berguesche Schwellen, Spanien seit 1853, siehe Haarmann „Das Eisenbahngeleise“ II. Teil, S. 543), wurde gleichbleibender Querschnitt von vornherein nicht gewählt. Versuche zusammengesetzter Eisenquerschwellen mit Verstärkung unter den Schienen kamen in mehr oder weniger verunglückten oder zu schwachen Formen schon früh vereinzelt vor (vgl. Paulet-Schwellen Paris-Bordeaux 1885, Haarmann „Das Eisenbahngeleise“ II. Teil, S. 610. Bernard, Belgische Staatsbahnen 1886, Haarmann ebenda, S. 620. Belgische Zentralbahn 1886, Haarmann ebenda, S. 621/2. Schultzen-Schwelle, USA. 1889, Haarmann ebenda, S. 635/6. Cook-Hicks-Schwelle, USA. 1890, Haarmann ebenda, S. 637/8. Michel-Schwelle, Paris-Lyon-Mediterranée).

So kam es, daß entgegen allen anerkannten technischen und wirtschaftlichen Grundsätzen für die Eisenbahnquerschwellen, die auf ihre ganze Länge keineswegs gleich beansprucht ist, von Anbeginn an sich im allgemeinen ein gleichbleibender Querschnitt durchsetzte. Auch die wissenschaftliche Theorie ging über diese von Grund aus fehlerhafte Einstellung von vornherein hinweg, nahm diesen gleichbleibenden Querschnitt von Anfang an als gegeben an und beschränkte sich auf Versuche, die mit der ungleichförmigen Beanspruchung verknüpfte Verschiedenheit der Formänderungen, Durchbiegungen, Momente, Drehkräfte usw. an diesem gleichförmigen Querschnitt festzustellen und zu berechnen. Abgesehen von dieser in der Form des gebotenen Rohstoffes liegenden Zwangslage war es für die Theorie an sich wenig verlockend, hier genauere Berechnungen zu versuchen, wie sie die Wissenschaftlichkeit sonst allgemein verlangt. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß die Berechnung des so einfach anmutenden Oberbaues zu den allerschwierigsten gehört, die die Technik kennt. Es kommt dies daher, daß die schnellbewegten Lasten den Oberbau in der verwickeltesten Weise nach allen Richtungen rütteln, schütteln und walken und damit allen möglichen unberechenbaren Beanspruchungen unterziehen. Die Theorie ist daher genötigt, sich im wesentlichen auf die Berücksichtigung der Kräfte zu beschränken, die von vornherein klar feststellbar sind und das sind die von den einzelnen Fahrzeugachsen übertragenen Gewichte. Aber selbst deren Kenntnis ist aufs Einschneidendste dadurch erschwert, daß diese Lasten nicht einfach ruhen, sondern dynamisch, das ist unter Federdruck, mit geringen Fallhöhen und mit mehr oder weniger großen Geschwindigkeiten vorbeieilend auftreten. Gerade diese noch am ehesten greifbaren lotrechten Drücke fehlen aber an der Einsparungen zugänglichen Querschwellenmitte vollständig. Hier handelt es sich um Kräfte, die an sich der Erforschung weniger zugänglich sind, wie um die unter der Bewegung der Verkehrslasten auftretenden Seitendrücke, dann um Drehmomente, die dadurch entstehen, daß die beiden Schienenauflagerteile gegeneinander verdreht werden. Diese Seitendrücke können nach angestellten Beobachtungen sehr groß werden, aber sie sind dadurch in ihrer Wirkung glücklich eingeschränkt, daß sie immer gleichzeitig mit den lotrechten Drücken auftreten, die die Querschwellen fest auf die Bettungsunterlage drücken und sie zu einem

kräftigen Reibungswiderstand befähigen. Eine Berechnung dieses mittleren Querschwellenteiles ist in Ermangelung sicherer Grundlagen von vornherein aussichtslos, aber man wird durch Versuch und Erfahrung in befriedigender Weise feststellen können, wie weit die Querschwellenmitte gegenüber den die Schienen unmittelbar unterstützenden Teilen der Querschwellen schwächer gehalten werden kann.

Die konstruktive Tätigkeit des ein Bauwerk entwerfenden Ingenieurs besteht darin, daß er das Bauwerk in seine Bestandteile verschiedener Beanspruchung zerlegt und jedem einzelnen dieser Bauteile genau die zur Aufnahme der betreffenden Beanspruchung geeigneten Formen und Ausmaße gibt. Es läßt sich theoretisch nachweisen, daß die verschiedenen Beanspruchungsformen, das sind Belastungsfälle, zu ihrer Aufnahme verschiedene Stoffausmaße in Anspruch nehmen. Einfacher Zug und Druck kann mit dem geringsten Stoffausmaß aufgenommen werden, weil sich der ganze aufgewendete Stoff gleichmäßig an dieser Aufnahme beteiligt. Anders ist es bei den verschiedenen Belastungsfällen der Biegung. Die Biegung ist nicht eine einfache, sondern eine zusammengesetzte Beanspruchung. Sie läßt den Baustoff nicht gleichmäßig an der Bewältigung der Belastung mitarbeiten, sondern sie zieht nur die äußersten gespannten Fasern einerseits für Druck-, andererseits für Zugspannungen zu den größten Anstrengungen bei. Je mehr sich die Fasern der Trägerlängsachse nähern, um so geringer wird ihre Beteiligung an der Mitarbeit und die Trägerachse selbst, die sogenannte Nullachse, arbeitet im Sinne der Druck- und Zugspannungen überhaupt nicht mit, sondern bildet zwischen diesen beiden den untätigen neutralen Übergang. Daß diese neutrale Achse zur Aufnahme der Schubspannungen dabei doch eine Rolle spielt, soll nicht unerwähnt bleiben. Das Bild der ungleichen, unzweckmäßigen Baustoffausnutzung wird dadurch nicht wesentlich geändert. Es lassen sich für die verschiedenen Belastungsfälle Bewertungsziffern aufstellen (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1925, S. 111f) und es läßt sich feststellen, daß die Biegung den Baustoff durchwegs mindestens dreifach ungünstiger ausnützt als in dem Fall reinen Druckes oder Zuges. Für den verwickeltesten Belastungsfall der Holzquerschwellen ist die Bewertungsziffer wahrscheinlich noch ungünstiger. Es liegt also bei der Querschwellen nahe, den von den Verkehrslasten ausgehenden, hauptsächlich maßgebenden lotrechten Druck auch möglichst sich in dieser Form auswirken zu lassen und das Auftreten von Biegungsspannungen möglichst zu hintertreiben, d. h. reinem Druck ausgesetzte Bauteile für diese Druckaufnahme freizumachen und sie nicht in das ganze Bauwerk so einzubinden, daß neben reinem Druck auch noch vermeidbare Biegungsspannungen auftreten. Letzteres ist aber bei der alten Holzschwelle, die verschieden beanspruchte Teile in primitivster Weise unter Stoffverschwendung in einen plumpen Klotz starr zusammenfaßt, zweifellos der Fall. Würden die beiden, den Hauptbeanspruchungen ausgesetzten Seitenteile der Querschwellen aus diesem starren Zusammenhang mehr oder weniger gelöst werden, so würden sie ihre Aufgabe der Aufnahme der Drücke der Verkehrslasten mehr als bisher auf dem zweckmäßigeren Weg des reinen Druckes nachkommen können. Die Übertragung der Verkehrsdrücke auf die Querschwellen erfolgt ja praktisch nicht nach einem Punkt oder einer Linie, sondern durch den breiten Schienenfuß. Die unterliegende, mehr oder weniger starre Unterlagsplatte sorgt weiter dafür, daß die Übertragung der Verkehrsdrücke auf die Bettung in überwiegendermaßen auch in Druckform erfolgt.

Die Verschiedenheit und Ungleichmäßigkeit der Baustoffausnutzung kommt bei der alten Holzquerschwellen auch in der Art und Weise zum Ausdruck, wie die Bettungsdrücke von unten den von oben angreifenden Kräften widerstehen und sich auf die Schwellen ungleichmäßig verteilen. Sie ver-

stärken sich um die Schienenaufleger und nehmen nach der Mitte und nach den Enden zu ab (Bild 1 und 2).

Man erkennt die Unzweckmäßigkeit dieser Schwellenform auch an der Schwierigkeit, die sich beim Unterstopfen der Querschwellen ergibt. Man darf die Schwellen nicht gleichmäßig unterstopfen, sondern muß sie an den Schienenauf-

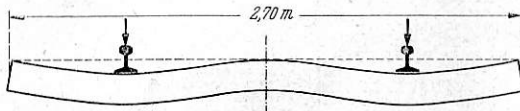


Bild 1.

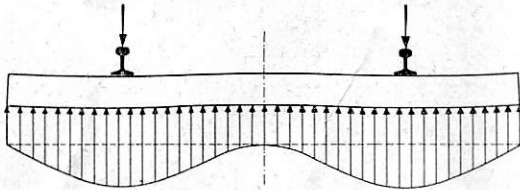


Bild 2.

lagern fest, in der Mitte aber, mehr gefühlsmäßig, nur leicht oder gar nicht unterstopfen, um sogenanntes Reiten der Schwellen zu vermeiden. Der mittlere Teil der Schwellen gleichbleibenden Querschnitts wirkt also störend, in gewissem Sinn geradezu überflüssig. Bei der mehr oder weniger vorhandenen Unberechenbarkeit der auftretenden Durchbiegungen ist man auch nicht der richtigen Stellung der Schiene selbst sicher. Es besteht keine Gewähr, daß die Auflagerfläche der Schiene überall waagrecht ist und daß Spurveränderungen infolge verschiedener Schwellenbiegung ausgeschlossen sind.

Jedenfalls ist dieser bisherige Zustand der verschwenderischen Anwendung gleichbleibender Querschnitte außerordentlich bequem, er hat weiter keinerlei lästige Gedanken- und Rechnungsarbeit verlangt, er hat viele Jahrzehnte lang sozusagen „gut getan“ und es ist sehr wohl begreiflich, daß die in der Natur des Menschen liegende Trägheit sich gegen eine Änderung dieses Zustandes auflehnt, und daß mehr einseitig praktisch veranlagte Oberbaufachleute sich schwer von einem altgewohnten, geruhigen Zustand trennen wollen. Es läge nach einer bekannten Lebensregel auch hier nahe, das, was ruht, nicht anzurühren, wenn nicht immer mehr sich verschärfende Zeit- und Wirtschaftsverhältnisse dazu unaufhaltsam zwingen würden. Wir litten schon bisher unter großem Holz-mangel und dieser Holz-mangel beginnt sich nicht nur bei uns, sondern auch im Ausland, von dem wir die bei uns nicht lieferbaren Querschwellen beziehen, unheilvoll zu verstärken. Das obengeschilderte Bequemlichkeitsverfahren hat vom forstlichen Standpunkt die verhängnisvollsten Folgen. Es verlangt verschwenderisch Holzstämmen großen Durchmessers

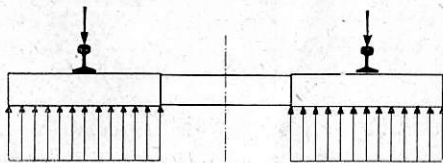


Bild 3.

und großer Länge, die die Natur nur in langem Wachstum mühsam in beschränktem Maße beizubringen vermag. Die Not zwingt, diesen Bequemlichkeitsstandpunkt zu verlassen und den Versuch zu machen, die Holzquerschelle, wie es die Technik und Wirtschaft sonst überall übt, konstruktiv aufzubauen und den örtlich nicht gleichen Beanspruchungen ihrer einzelnen Teile Rechnung zu tragen. Dazu ist es nötig, die Holzschelle ihrer Einheitlichkeit zu entkleiden und sie der

verschiedenen Beanspruchung entsprechend in Einzelteile zu zerlegen. Der Grundgedanke des dabei einzuschlagenden Weges ergibt sich aus der Natur der Beanspruchung der Schelle von selbst (Bild 3).

Als besondere Bestandteile scheiden die beiden Schienenaufleger aus. Hier muß auf eine je etwa 1 m betragende, zu

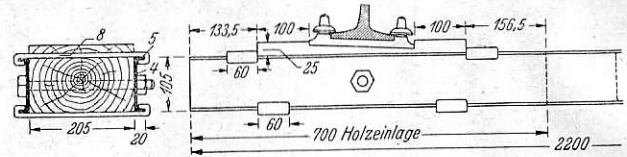


Bild 4. Michel-Schwelle.

den Schienen gleichmäßig verteilte Länge eine kräftige, einheitliche oder zusammengesetzte Holzmasse den von den Schienen ausgehenden Verkehrsdrücken entgegentreten. Diese beiden Holzmassen müssen soweit miteinander verbunden werden, daß die Spurweite zwischen den Schienen gegenüber

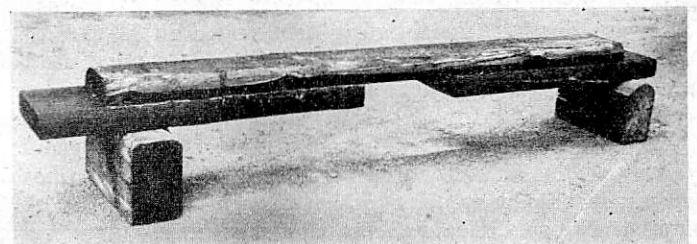
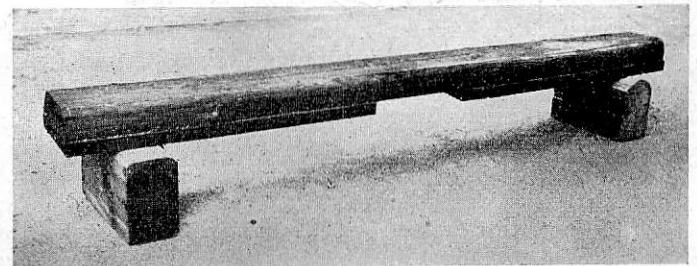
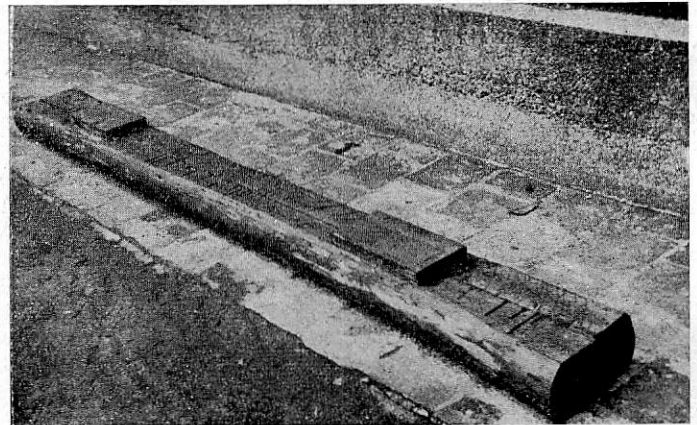


Bild 5. Beispiele verbleimter Schwellen.

dem von den Verkehrslasten auf die eine der beiden Schienen ausgeübten Seitendruck, soweit dieser nicht durch die Reibung in der Bettung aufgehoben wird, gesichert ist, daß die beiden Schienenaufleger in gleicher Fläche gehalten und die Drehmomente, die diese beiden Auflager gegeneinander zu verdrehen suchen, aufgehoben werden. Es liegt nahe, um auf einfache Weise einen Zusammenhalt der aus drei ungleichen Beanspruchungsbereichen zusammengesetzten Schelle zu

erzielen, einen Träger, dessen Querschnitt auf die Beanspruchung des Mittelteils der Schwelle zugeschnitten ist, auf ganze Schwellenlänge durchgehen zu lassen und diesen Querschnitt zu beiden Seiten an den Angriffstellen der Verkehrslasten durch Stoffbeigaben entsprechend zu verstärken. In dieser Richtung bewegen sich auch alle obengenannten bisherigen Versuche mit einer zusammengesetzten Schwelle. Die durch diese Verstärkungen gebildeten Ansätze werden gegen seitliche Verschiebungen günstig wirken. Selbst wenn bei der Verfolgung des vorliegenden Gedankens bei der Holzschwelle die an sich naheliegende Stoffersparnis nicht zustande käme, würde schon allein durch den Verzicht auf die Verwendung einheitlicher großer Holzmassive forstlich und wirtschaftlich ein ungeheurer Vorteil erzielt werden. Auch die Tränkung des Holzes würde damit gewinnen und es würden sich auch andere Tränkungsverfahren einführen lassen.

Die Zusammensetzung der Schwelle aus mehreren Teilen gibt die Möglichkeit, nach Bedarf auch verschiedene Baustoffe in den Bestand der Schwelle einzuführen. Es könnten, wie dies z. B. bei der aus Holz und Eisen zusammengesetzten, übrigens von vornherein zu schwach bemessenen Versuchschwelle von Michel der Paris-Lyon-Mediterranée der Fall war (Bild 4), unter den Schienen kräftige Holzeinlagen angebracht werden, die durch zwei seitliche  $\Gamma$ -Eisen mittels Klammern und Schrauben zusammengespannt werden.

Nur auf dem Weg der Zusammensetzung, der Einschaltung

von kräftigen, stoßverarbeitenden Holzeinlagen unter den Schienen, kann, wenn überhaupt der Eisenbetonquerschwelle ein Erfolg vorausgesagt werden. Dem Erfindergeist ist hier weiter Spielraum gegeben.

Diese Zusammensetzung muß aber auch von der Voraussetzung ausgehen, daß entsprechende Verfahren gegeben sind, die eine sichere, dauernde und wetterfeste Vereinigung der Bestandteile zu einer einzigen widerstandsfähigen Schwelle ermöglichen. In der Holz- und Eisentechnik sind solche Verfahren längst bekannt und erprobt. In der Holztechnik scheint sich als neues, allerdings endgültig erst zu erprobendes Verfahren die Verleimung unter Verwendung neuer auf den Markt gekommener, wetterfester Leime anzubieten. Es würde wie kein anderes Verfahren bei großer Einfachheit Verbindung nach ganzen Flächen mit sich bringen, vorausgesetzt, daß eine Verwerfung des Holzes nicht abgewartet wird und daß sich die Verleimung als kräftig genug erweist, um auch nachträgliche Verwerfungen nicht auftreten zu lassen. Sollte sich die Verleimung auf die Dauer bewähren, so könnte sich vielleicht die Ersetzung der massiven Querschwelle durch eine einfache, kräftige Weichholzbohle mit Aufleimung von Hartholzauf- und -unterlagen zu beiden Seiten als entsprechend erweisen. Die Beurteilung dieser Seite der Sache möchte berufenen Sonderfachleuten zustehen. Einige Beispiele, wie diese auf dem Wege der Verleimung zusammengesetzten Schwellen zu denken wären, sind dem Bild 5 zu entnehmen.

## Wagenschleuse auf der Schiebebühne.

Von Werkdirektor Schmidt, Reichsbahnausbesserungswerk Potsdam.

Ein mit Überlegung und Erfindergeist arbeitender Betrieb wird versuchen, alle Maßnahmen, die ihm aus politischen Gesichtspunkten aufgezwungen werden, so durchzuführen, daß neben ihrer Erfüllung auch die eigenen Wünsche berücksichtigt werden. Fast immer kann man sogar einen Gewinn damit verbinden.

Der Krieg stellte den Betrieben manche recht unbequem und kostspielig erscheinende Aufgabe, wie Verdunklung, ausreichende Löschwasserversorgung, Luftschutzräume u. a. Inzwischen sind diese Probleme mit mehr oder weniger Geschick gelöst oder doch so weit gediehen, daß strittige Fragen aufhören. Immerhin hat der eine viel Lehrgeld dabei gezahlt, der andere großen Gewinn daraus gezogen.

Wer beispielsweise seine Hallen von vornherein mechanisch verdunkelte, hatte zweierlei Gewinn. Erstens, er verbesserte durch Stoff- oder Papiervorhänge die Wärmeisolation an den Fenstern, sparte also bei starker Winterkälte und Wind nachts viel Wärme. Waren außerdem die mechanischen Verdunklungseinrichtungen innen weiß, dann wurde das künstliche Licht nicht nur von den Wänden, sondern auch von den weißen Verdunklungsvorhängen gut reflektiert. Im Raum wurde es damit heller oder kleinere Glühlampen brachten Stromersparnis. In einem Ausbesserungswerk wurde das von vornherein so gemacht und hatte den Erfolg, daß die Verdunklungseinrichtungen mehr einbringen, als sie kosteten und auch nach dem Kriege bei Kälte betätigt werden sollen.

Aus der Not eine Tugend gemacht haben auch diejenigen, die ihren Löschwasserteich als Schwimmbad bauten, in ihrem Luftschutzkeller Kegelbahnen, Schießstände, Umkleideräume oder dergl. unterbrachten. Der vorliegende Aufsatz soll eine Einrichtung beschreiben, die in ähnlicher Weise entstand.

Ein Ausbesserungswerk hat mehrere Schiebebühnen für D-Zugwagen. Sie laufen sämtlich im Freien und sind teilweise sehr stark beansprucht. Alle Wagen, die auf Stände in den Werkhallen gesetzt werden sollen, müssen durch Schiebe- oder Flügeltore laufen. So werden z. B. in einer Halle mit einer

Schiebebühne etwa 40 Wagen täglich herein- und herausgezogen. Dazu kommt noch die Anfuhr von Drehgestellen. Bei Beginn des ersten Kriegswinters machte es Sorge, daß beim Öffnen der Hallentore kein Licht ins Freie fallen durfte. Es wurden die Möglichkeiten der Lichtschleusen erwogen. Größte Schwierigkeiten traten dabei auf, weil allein in der fraglichen Halle 20 Tore solche Schleusen verlangt hätten und in der Halle die Standlänge so knapp bemessen ist, daß davon auch nicht 1 m entbehrt werden konnte. Außerdem liegen außerhalb und innerhalb der Tore häufig benutzte Transportwege, die nicht versperrt werden durften. Die sonst üblichen Lichtschleusen kamen also nicht in Frage. Es kam nun zweierlei in Betracht. Einmal eine Schleuse verbunden mit der Schiebebühne und zweitens eine Schleuse, die auf Rädern rollt und innerhalb oder außerhalb der Halle von Tor zu Tor fahrbar ist. Ehe jedoch diese Gedanken in die Tat umgesetzt werden konnten, zeigten die ersten Verdunklungswochen, daß rein organisatorische Maßnahmen derartige Wagenschleusen wenigstens an vielen Stellen überflüssig machen können. Wenn man nicht gerade mit vollen Doppelschichten arbeitet, kann man zweifellos die Arbeit so organisieren, daß nur bei Tageslicht Wagen umgesetzt werden. Diese Maßnahme kann zwar einige Arbeitsflüsse stören oder stark behindern, sie wird aber fast überall mindestens zum Teilerfolg führen können. Es bestand deshalb die Absicht, auf Schleusen für ganze Fahrzeuge überhaupt zu verzichten. Da kam der kalte Winter 1939/40 und machte klar, wie groß die Wärmeverluste durch die häufig geöffneten Hallentore sind. Kurze Studien ergaben, daß die Halle sich am stärksten während der Zeit, in der das Tor die ganze Öffnung freigibt, abkühlt. Während der Durchfahrt des Wagens ist die Öffnung zum größten Teil ausgefüllt und der Kaltluft nur ein geringer Querschnitt freigegeben. Bei den meisten Wagenbewegungen nimmt nun aber die Wagendurchfahrt die kürzeste Zeit in Anspruch. Die meiste Zeit wird verbraucht, um das Seil auszuziehen, einzuhängen, Warnsignale zu geben und dergl. Zahlreiche Beobachtungen dieser Vor-

gänge haben z. B. für das Herausziehen eines Wagens folgende Zeiten ergeben:

Min.	
0,15	Linkes und rechtes Tor öffnen
1,10	Seil ausziehen und an Wagen hängen
0,55	Wagen bis zum Tor ziehen
0,50	Wagen durch das Tor ziehen
0,30	Wagen auf Schiebebühne festlegen
0,10	Tore schließen

Durch Belehrung der Bedienungsmannschaften, Ermahnung der aufsichtführenden Beamten und manches andere ließen sich die Zeiten, in denen die ganze Durchfahröffnung freigegeben ist, abkürzen. Abgesehen von kurzfristigen Erfolgen sind die oben festgelegten Zeiten fast immer gleich ungünstig geblieben. Während  $\frac{4}{5}$  der ganzen Umsetzzeiten kann die Kaltluft durch den ganzen Torquerschnitt in die Halle eindringen. Die Verluste sind selbstverständlich um so größer, je höher der Temperaturunterschied zwischen Halle und Außenluft ist. In Hallen, bei denen die Hubstände an eine Außenschiebebühne angeschlossen sind und die hohen Wagenumschlag haben, kann der Wärmeverlust bei großer Kälte so hoch werden, daß keine brauchbare Arbeitstemperatur zu erzielen ist, auch wenn die Heizung schon von Anfang an mit Rücksicht auf diese Verhältnisse überdimensioniert wurde. Das ist aber nicht der einzige Nachteil. Bei großer Kälte kommen die Fahrzeuge stark vereist und durchgekühlt in die Halle. Ist sie nicht warm, dann tauen die Fahrzeuge trotz langer Standzeiten überhaupt nicht auf und bestehende Fehler und Schäden können deshalb von der Untersuchungsmannschaft übersehen werden. Die kalten Wagen bringen durch ihre eigene kühle Masse schon so viel Kälte in die Halle, daß man damit genügend Not hat. Die Arbeitsverhältnisse im Winter verlangen also gebieterisch, daß der direkte Kaltlufteinfall durch die Tore möglichst eingeschränkt wird.

Wohl noch stärker als die rein technische Arbeitsausführung ist der Mensch vom Eindringen der Kaltluft beeinflusst. Wer im Winter in einer solchen Wagenhalle, z. B. an Ständen für Achswchselwagen arbeitet, von denen etwa alle 2 Std. ein Wagen abgezogen und ein neuer eingesetzt wird, erfährt wie gefährlich die eindringende Kaltluft und damit der Zug für den Körper ist. Mancher härtet sich dagegen ab, die meisten aber bleiben immer empfindlich und flüchten für die Zeit des Umsetzens an zugfreiere Stellen der Halle. Diesen Ausweg kann aber nur der wählen, der nichts zu tun hat. Wer am Nachbarstand gerade beim Wageneinlassen oder anderen Arbeiten ist, kann nicht weglauen und den Temperatursausgleich abwarten. Die kalte Zugluft bläst in den Rücken, der durch anstrengende Körperarbeit gerade erhitzt war. Wie oft kommen dann Erkältungen oder gar schwerere Begleiterscheinungen zum Ausbruch, die zum Zuhausebleiben zwingen.

In letzter Zeit werden für solche Fälle Lufttore empfohlen. Die durch Ventilatoren erzeugte Kalt- oder Warmluftwand soll den Eintritt von Außenluft oder Wind bei geöffneten Toren verhüten. Nach Erfahrungsberichten anderer Werke werden mit Lufttoren brauchbare Erfolge erzielt, wenn auch der Eintritt kalter Außenluft nicht restlos verhütet werden kann. Der Wirkungsgrad wird etwa ähnlich wie bei der mechanischen Schleuse sein. Die Bedienung ist zweifellos einfacher, weil sie rein automatisch sein kann. Die Kosten sind dagegen mit einer mechanischen Schleuse nicht vergleichbar. Der in Bild 1 und 2 dargestellte Aufbau auf die Schiebebühne hat etwa 1800,— *R.M.* gekostet und wird nach Überwindung gewisser

anfänglicher Konstruktionschwierigkeiten bei der nächsten Ausführung sicher noch billiger sein können. Die Lufttore erfordern einen vielfachen Geldaufwand für jedes einzelne Tor. Die Kosten für eine Halle mit z. B. 20 Hubständen sind sehr groß, da für sie auch 20 Lufttore gebraucht werden. Nach einem bisher gemachten Entwurf und Angebot ist nämlich der Aufbau eines Lufttores auf die Schiebebühne so schwer und teuer, daß er z. Z. nicht ausführbar erscheint. Die höheren Bedienungskosten der mechanischen Schleuse werden durch den hohen Stromverbrauch für den Antrieb der Ventilatoren von Lufttoren ausgeglichen.

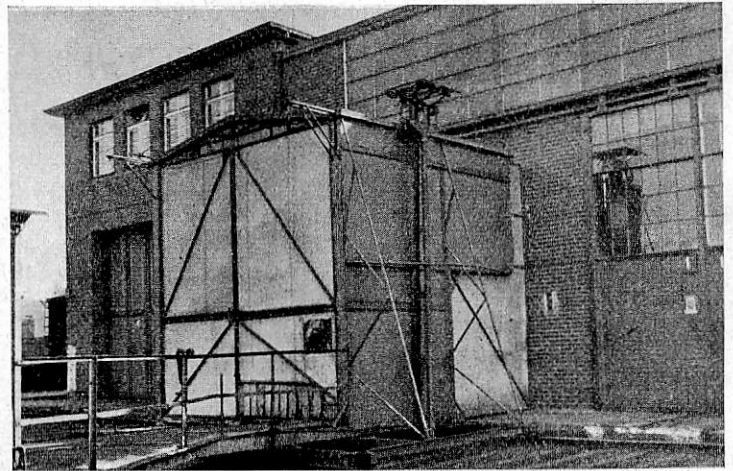


Bild 1. Wagenschleuse in geschlossenem Zustand.

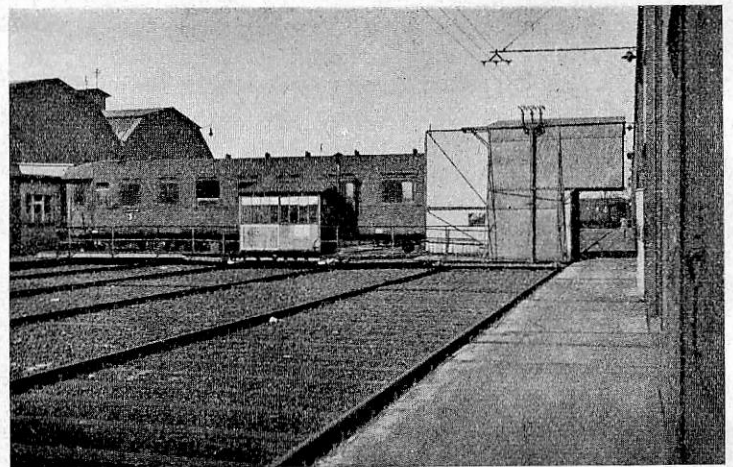


Bild 2. Wagenschleuse offen während der Schiebebühnenfahrt.

Die Konstruktionsteile der mechanischen Schleuse mußten sehr leicht gehalten werden, damit die Schiebebühne nicht einseitig belastet wird und kantet. Die in Bild 3 dargestellte Rohrkonstruktion bot die beste Möglichkeit, mit vorhandenen Profilen leicht zu bauen. Die Rohre sind an den Knotenpunkten miteinander verschweißt. Das Dach ist mit altbrauchbaren Wagendachbrettern und teerfreier Dachpappe gedeckt, die Seitenwände mit Holzfaserhartplatten bekleidet. Im Sommer können diese Platten abgeschraubt werden. Die Flügeltore der Schleuse sind des Gewichtes wegen mit Leinwand bespannt. Sie werden mit einer Seilwinde, die im Innern der Schleuse aufgestellt ist, geöffnet und geschlossen. Beim Öffnen nehmen die oberen großen Flügel die kleineren unteren Flügel (für Drehgestelle) mit. Außerhalb der Halle, vor den Eingangstoren läuft ein Transportweg, der auch nach dem Aufbau der Schleuse benutzt werden sollte. Die Seitenwände der

Schleuse erhielten deshalb die in den Bildern sichtbaren Ausschnitte. Wird ein Wagen durchgeschleust, dann werden zusätzliche Flächen, die innerhalb der Seitenwände auf Rolllagern laufen und mit Leinwand bespannt sind, hinausgeschoben. Diese schließen dann die Lücken für den Transportweg und legen sich außerdem auf dem ganzen Außenumfang der Schleuse dicht an die Hallenwand an, so daß auch der kleine Luftspalt, der beim Fahren der Schiebebühne wegen der Unebenheiten der Hallenwand notwendig ist, abgedeckt wird. Die Flügeltore der Schleuse werden erst im letzten Augenblick bedient und können im Notfall vom Wagen selbst aufgestoßen werden. Seitenwände und Decke sind nur wenige Zentimeter vom Wagenprofil entfernt. Die Schleuse wird beim Einsetzen von Wagen in folgender Weise bedient:

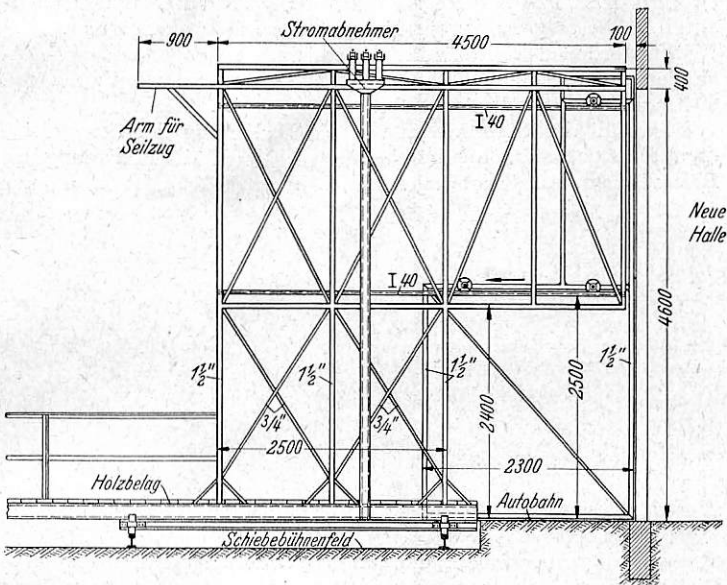


Bild 3. Rohrkonstruktion der Wagenschleuse.

Der Wagen steht auf der Schiebebühne, die Tore der Schleuse sind geöffnet. Die seitlichen Flächen werden bis an die Mauer geschoben und geschlossen. Die Hallentore werden geöffnet. Jetzt kann Kaltluft nur durch einzelne Ritze in die Halle. Sogar der freie Raum über dem Wagendach ist am Schleusentor durch Vorhangstreifen nach außen abgeschlossen. Wenn der Wagen in die Halle rollt, werden die Flügeltore der Schleuse gleich geschlossen, wenn die Wagenstirnwand durchgelaufen ist. Die Hallentore dagegen können erst geschlossen werden, wenn der Wagen seinen Stand erreicht hat, festgelegt wurde und das Seil aus der Halle wieder entfernt ist. Das Herausziehen der Wagen geschieht entsprechend. Besondere Vorteile entstehen beim Ein- und Ausbringen von Drehgestellen, weil dann nur die kleinen unteren Flügeltore der

Schleuse benutzt werden. Während des ganzen Vorganges kann niemals Kaltluft durch die volle Toröffnung eindringen. Lediglich der kleine Schleusenraum von etwa 90 m<sup>3</sup> Inhalt versucht seine Temperatur der der Halle anzugleichen. Diese stehende Kaltluft spielt gegenüber dem bisherigen Lufteneinfall bei Wind und ganz offenen Hallentoren eine untergeordnete Rolle.

Im vergangenen Winter hat sich die Schleuse gut bewährt. Die an den Hubständen arbeitenden Arbeitskameraden haben sehr begrüßt, daß die lästige Zugluft eingeschränkt wurde. Manche Erkältungskrankheit wurde erspart.

Die Bedienungsmannschaft hat sich schnell an die Neuerung gewöhnt. Anfänglich haben die Rangierer Wagen auf parallel liegenden Freigleisen in das Profil des Schiebebühnenaufbaues gestellt. Dann mußte dieser natürlich beim Gegenfahren mechanische Beschädigungen bekommen. Winddruck, Schneelast, Kanten der Bühnen oder dergl. störten den Betrieb nicht, ein Beweis, daß die Konstruktion richtig gewählt und berechnet war. Um die Sicht für den Schiebebühnenführer nicht zu verschlechtern, wurden in den Schleusenwänden einige Schaulöffel angebracht. Im übrigen hat sich hier ein auf die Schiebebühne aufgebautes Teleskop gut bewährt, das den Fahrer auch den Raum jenseits des Wagens überblicken läßt.

Kosten und Wirtschaftlichkeit dieser Einrichtung können jeder Prüfung standhalten. Die Herstellungskosten betragen einschließlich der Zuschläge für Werk- und Lagerkosten ungefähr 1800,— R.M. Dieser Betrag ist im Rahmen der Kosten des Werkbetriebes und der Verdunklungseinrichtungen sehr gering. Der Wärmegewinn durch die Schleuse kann zahlenmäßig nur annähernd erfaßt werden. Die im vorliegenden Falle benutzte Halle verbraucht im Winter während einer zehnstündigen Arbeitsschicht durchschnittlich neun Millionen Wärmeeinheiten oder 1800 kg Kohle. Man rechnet bestimmt nicht zu günstig, wenn man annimmt, daß bei täglich etwa 40maligem Öffnen der Hallentore durchschnittlich  $\frac{1}{10}$  dieser Wärmeeinheiten entsprechend 3,60 R.M. verlorengehen. Zur Sicherheit sei aber angenommen, daß von diesem Verlust durch die Schleuse nur 50% erspart werden. Der verbleibende Betrag ergibt dann an 120 Arbeitstagen etwa einen Gewinn von 216,— R.M., der zur Verzinsung und Amortisation gut ausreicht. Die Lichtschleuse ist auf diese Weise umsonst erstellt, organisatorische Änderungen des Arbeitsablaufes, um die Hallentore bei Dunkelheit nicht öffnen zu müssen, sind nicht mehr notwendig.

Allen älteren Werken, die Außenschiebebühnen mit mehreren Ständen und häufigerem Wagenumschlag haben, kann die beschriebene Wärme- und Lichtschleuse wegen ihrer verschiedenen Vorteile empfohlen werden. Wird sie noch im Sommer gebaut, dann kann sie im Winter ihr Geld verdienen und was noch viel wichtiger ist, viele Arbeitskameraden vor Zug und Kälte schützen.

## Rundschau.

### Zwei neue italienische Eisenbahnen \*).

Die Gegend von Biella in Piemont hat eine blühende Industrie, bietet aber auch, am Fuße des Hochgebirges gelegen, landschaftliche Reize; beide Umstände tragen dazu bei, daß sich in jener Gegend ein lebhafter und immer zunehmender Verkehr entwickelt hat, es fehlte aber, abgesehen von einer etwa 30 km langen, schon 1856 eröffneten Kleinbahn von Biella nach dem Bahnhof Sarthia der Eisenbahn Turin—Borgomanero—Arona an der Simplonstrecke, eine Verbindung mit dem Netz der Fernbahnen. Die Kleinbahn war einerseits dem Umfang, den der Verkehr angenommen hatte, nicht mehr gewachsen, und ihre Benutzung bedingte außerdem das Umladen der Güter in Santhia. Seit 50 Jahren

ist daher in Biella eine Eisenbahnverbindung mit Novara angestrebt worden, die einerseits einen durchgehenden Verkehr mit Mailand, andererseits mit den Häfen der ligurischen Küste und den Grenzbahnstationen ermöglichen sollte. Auch Novara mußte daran gelegen sein, eine Schienenverbindung mit Biella zu erlangen, um diese Gegend mit den Erzeugnissen seiner Landwirtschaft, Reis, Getreide, Futtermittel, zu versorgen. Nicht unbeachtlich war auch die Förderung des Personenverkehrs, und zwar sowohl des Sportverkehrs wie des Verkehrs der Pilger nach den Wallfahrtsorten jener Gegend.

Eingehende Pläne für den Bau der Eisenbahn Novara—Biella sind schon 1928 aufgestellt worden; nach deren wiederholter Änderung ist der Bau der Eisenbahn im Jahre 1935 als Privatbahn genehmigt und im Sommer 1940 beendet worden. Sie gehört zu den

\*) Riv. tecn. Ferrov. ital., Oktober 1940 und Januar 1941.

Eisenbahnen, die, lange erstrebt, nach Überwindung vielfacher Hindernisse durch die Einwirkung des Faschismus zustande gekommen sind.

Die 51,4 km lange, in Regelspur angelegte Eisenbahn beginnt auf dem Bahnhof Novara der Staatsbahnen und führt zunächst durch ebenes Gelände mit hoch entwickelter landwirtschaftlicher Nutzung. Nach Überschreitung des Sesiaflusses durchquert sie Heide- und Sumpfland und tritt dann in Hügelland ein, in dem zahlreiche Kunstbauten errichtet werden mußten. Die ersten 400 m verlaufen neben der Eisenbahn Novara—Turin, dann wendet sich die Eisenbahn nach rechts ihrem Ziele zu. Eine Fabrikanlage wird untertunnelt. Zwischen den beiden Enden liegen zehn Bahnhöfe und Haltestellen. Im Bahnhof Rovasenda wird die Eisenbahn Turin—Arona gekreuzt.

Der Oberbau der neuen, eingleisig angelegten Strecke besteht aus Schienen von 36 kg/m Gewicht und 18 m Länge mit 23 bis 24 Schwellen auf die Schienenlänge auf der freien Strecke und in den Hauptgleisen der Bahnhöfe und mit 21 Schwellen in den Nebengleisen. Die Schienen ruhen auf Unterlagsplatten, Winkelaschen mit vier Schrauben überbrücken die Stöße. Die Eichenholzschwellen auf der freien Strecke sind 2,6 m lang, in den Nebengleisen 2,4 m; ihr Querschnitt ist  $24 \times 14$  cm und  $23 \times 13$  cm. Spurverbreiterung und Überhöhung sind für eine Fahrgeschwindigkeit

fahrt nur mit Vorsicht zu. Für fahrplanmäßig zum Halten kommende Züge zeigt das Einfahrtsignal gelbes Licht.

Der Zugverkehr wird von einer Stelle im Bahnhof Biella mit Hilfe des Fernsprechers geregelt.

Der Betrieb wurde zunächst mit gemieteten Betriebsmitteln eröffnet. Für den Reiseverkehr sind sieben Triebwagen mit Drehgestellen mit je zwei Dieselmotoren von je 110 PS bei 1800 Umdrehungen beschafft worden. Vorbilder für diese Wagen waren die Triebwagen der Staatsbahnen. Zwei solche Wagen können miteinander gekuppelt und von einem Führerstand aus gesteuert werden. Die Wagen sind 23,1 m lang, 3,15 m breit und 3,37 m hoch. Ihre Drehzapfen haben einen Abstand von 16,4 m, der Radstand ist 3,0 m, die Räder haben 0,91 m Durchmesser. Die Wagen enthalten 16 Plätze 1. und 60 Plätze 2. Klasse und wiegen leer 29 t, voll besetzt 37 t. Auf jeder Seite befinden sich drei Türen, zwei zum Ein- und Aussteigen und eine für das Güter- und Gepäckabteil. Alle acht Räder werden mit Druckluft abgebremst. Die Wagen werden elektrisch beleuchtet. Ein Triebwagen mit zwei Anhängern soll auf einer Steigung von  $50/00$  eine Geschwindigkeit von 85 km in der Stunde erreichen.

Sowohl das Signalwesen wie die Bedienung der Schranken, überhaupt der ganze Betrieb, insbesondere auch die Bedienung des Reiseverkehrs mit Triebwagen, die Leitung des Betriebs von einer

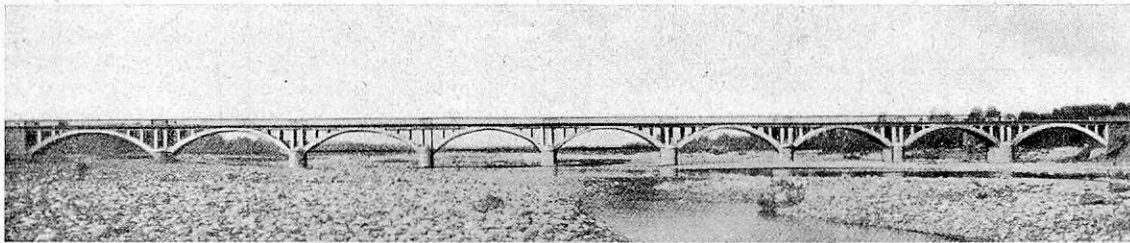


Bild 1. Brücke über die Sesia.

von 75 km in der Stunde berechnet. Im ersten Teil verläuft die Strecke meist geradlinig mit bis zu  $90/00$  Steigung und mit einem Mindesthalbmesser von 400 m. Hinter Rovasenda kommen Steigungen bis  $200/00$  und drei Krümmungen von 300 m Halbmesser vor.

Im ganzen waren 400 Kunstbauten zu errichten; die bedeutendsten unter ihnen sind die folgenden Brücken:

über die Agogna mit drei Öffnungen zu je 12 m, überspannt von Eisenbetonbalken,

über den Cavourkanal mit drei Öffnungen von je 6,3 m, ebenfalls mit Eisenbetonbalken,

über die Sesia, bestehend aus neun Bögen in Eisenbeton von je 22,5 m Weite, gegründet zum Teil auf Pfählen, zum Teil auf Senkkästen unter Druckluft (Bild 1),

über die Rovasenda mit drei Öffnungen zu 12 m, überspannt von Eisenbetonbalken,

über die Ostola, ein Eisenbetonbogen von 22,6 m Weite (Bild 2),

über die Strona mit drei 12 m weiten Öffnungen, überbrückt von Eisenbetonbalken,

endlich über den Cervo in einer Krümmung von 300 m Halbmesser und einer Steigung von  $170/00$  mit sieben Öffnungen von 8,48 m bis 12,55 m, überspannt von Eisenbetonbalken.

Die Abmessungen und Bauarten der Brücken lassen erkennen, daß man bemüht gewesen ist, soweit wie möglich mit einer kleinen Zahl von Einheitsbauarten auszukommen, eine Sonderstellung nimmt nur die zuletzt genannte Brücke ein.

73 Straßen werden von der neuen Eisenbahn gekreuzt, von denen 13 über- und 4 unterführt sind. Die Straßenkreuzungen in Schienenhöhe sind alle mit Schranken gesichert, von denen aber nur fünf besetzt sind; die übrigen werden fernbedient; bei einigen wird das Öffnen und Schließen selbsttätig durch den Zug gesteuert.

Das Signalwesen ist dem der Staatsbahnen angepaßt. Es sind Lichtsignale mit drei Farben vorgesehen. Die Signale werden elektrisch eingestellt, ebenso werden die fernbedienten Schranken elektrisch bewegt. Die Ausfahrtsignale können auf Freie Fahrt erst gestellt werden, wenn auch die fernbedienten Schranken der Strecke bis zum nächsten Halt geschlossen sind; ist das nicht der Fall, so zeigen die Lichtsignale gelbes Licht, lassen also die Aus-

Stelle aus lassen erkennen, daß man es bei der Eisenbahn Novara—Biella darauf abgesehen hat, mit möglichst wenig menschlicher Arbeitskraft auszukommen und dadurch den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten. Man ist, um dieses Ziel zu erreichen, vor einer gewissen Erhöhung der Anlagekosten nicht zurückgeschreckt.

Eine zweite neue italienische Eisenbahn ist im Herbst 1940 dem Betrieb übergeben worden, nämlich die 12,9 km lange Teilstrecke Castelnuovo di Garfagnana—Piazza al Serchio der 90 km

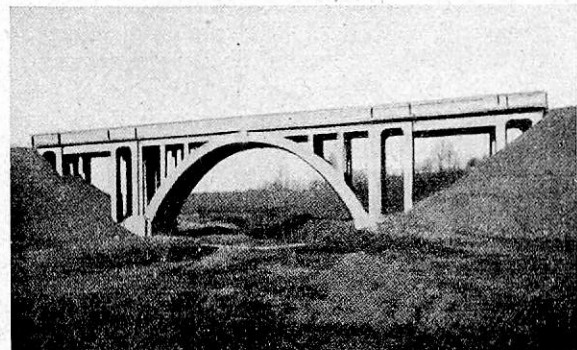


Bild 2. Brücke über die Ostola.

langen Eisenbahn Lucca—Aulla, die schon 1879 zum Bau vorgesehen worden, aber auch heute noch nicht vollendet ist, obgleich neben ihrer wirtschaftlichen Bedeutung, begründet durch das Vorkommen von wertvollem Marmor und das Vorhandensein von ausgedehnten Wäldern zwischen beiden Städten, auch noch Gesichtspunkte der Landesverteidigung für ihren Bau sprachen; sie sollte eine Verbindung zwischen Toscana und der Po-Ebene bilden, die nicht durch Angriffe vom Meere her gefährdet wäre. Die erste 45 km lange Teilstrecke Lucca—Castelnuovo wurde nach und nach in den Jahren 1895 bis 1911 gebaut. 1912 und 1930 folgten die weiteren Teilstücke Aulla—Monzone und Monzone—Equi Terme,

zusammen 19 km lang. Nachdem nunmehr die Strecke Castelnovo—Piazza al Serchio in Betrieb ist, ist nur noch die 12,7 km weite Lücke Piazza al Serchio—Equi Terme zu schließen, in der ein 7515 km langer Tunnel anzulegen ist; er ist bis jetzt erst auf ungefähr 1300 m vorgetrieben.

Die neue Teilstrecke ist ebenso wie die ihr im Bau vorangegangenen Teile der Eisenbahn Lucca—Aulla eingleisig. 8,3 km liegen in Geraden, 4,6 km in Krümmungen von 300 m bis 1250 m Halbmesser. Die Strecke enthält 15 Tunnel von zusammen 3,8 km Länge, von denen drei durch Überbauung der Strecke gebildet worden sind. Neun größere Brücken haben zusammen fast 80 000 m<sup>2</sup> Mauerwerk erfordert. Die bedeutendste von ihnen ist 408,7 m lang und hat 13 Hauptöffnungen von 25 m Weite. Eine andere Brücke hat eine Öffnung von 40 m Weite, neben der noch 10 Öffnungen von 5 m liegen. Es waren also bei der Kürze der Strecke eine ganz erhebliche Anzahl von umfangreichen Brücken zu errichten.

Zwischen den Endpunkten der neuen Strecke ist ein Höhenunterschied von 216 m; die Strecke steigt infolgedessen von Castelnovo bis Piazza al Serchio dauernd mit Neigungen, die bis 25‰ gehen. Nur eine der Haltestellen liegt in einer Waagerechten, die anderen dagegen in Steigungen von 1,5‰ und 2‰.

Wernicke (Berlin).

### Die Wärmeausdehnung der Schienen.

Die Schienenverbindungen, die Befestigung auf den Schwellen und die Bettung der letzteren setzen der Ausdehnung der Schienen infolge ihrer Erwärmung und der Verkürzung infolge ihrer Abkühlung beträchtliche Widerstände entgegen. Auf den Hauptgleisen ist stets die Reibung der Schienen auf den Schwellen größer als der Widerstand der Schwellen in der Bettung, so daß nur der Widerstand R kg in den Laschenverbindungen\*) und r kg je cm Schienenlänge, herrührend vom Widerstand der Schwellen in der Bettung, berücksichtigt zu werden brauchen. Der Wert r kann in der Schwerpunktsachse auf die Schienenlänge gleichmäßig verteilt angenommen werden. Die freie Schiene von der Länge L würde sich an jedem Ende um  $\delta_t = \frac{L}{2} \alpha (t - t_p)$  ausdehnen, wenn  $\alpha$  der Wärmedehnungswert des Stahles (= 0,000012) und  $t - t_p$  die Temperaturzunahme gegenüber der Verlegetemperatur  $t_p$  ist. Andererseits verkürzt sich an jedem Ende die einer gleichmäßigen

Druckbeanspruchung  $\sigma = \frac{F}{S}$  (F = Achsialkraft, S = Querschnittsfläche) unterworfenen Schiene um den Betrag  $\delta_\sigma = \frac{L}{2} \cdot \frac{F}{SE}$ , wenn

$E = 2200000$  der Elastizitätsmodul ist. Die beiden Verschiebungen sind gleich, wenn  $\sigma = E \alpha (t - t_p) = 26,4 (t - t_p)$ . Bis nun die Schienentemperatur einen Wert  $t_1$  erreicht hat, so daß  $F = R$ , ändert sich die Länge der Schiene nicht. Wird jedoch R überschritten, so tritt bei weiter steigender Temperatur eine Längung ein, die sich jedoch zunächst nur auf die Schienenenden erstreckt und allmählich bei Erreichung von  $t_2$  die ganze Schiene umfaßt,

wenn nämlich  $t_2 - t_p = \frac{2R + rL}{2SE\alpha}$ . Von  $t_1$  bis  $t_2$  nimmt die Längung infolge des Einflusses des Widerstandes r parabolisch zu, und zwar ist die erreichte Ausdehnung nur halb so groß, als wenn die Schiene sich frei dehnen könnte, also nicht unter dem Einfluß von r stünde. Über  $t_2$  hinaus wächst die Ausdehnung linear mit der Temperatur bis zu einer angenommenen Höchsttemperatur  $t_3$  (\*\*). Sinkt nun die Temperatur wieder auf  $t_4$ , so verkürzt sich die Schiene nicht sogleich, sondern es muß zuvor die bestehende Druckspannung aufgehoben werden, wobei  $t_3 - t_4 = \frac{2R}{SE\alpha} = 2 (t_1 - t_p)$ . Bei weiterer

Abkühlung auf  $t_5$  verkürzt sich die Schiene, an den Enden beginnend, bis schließlich auf ihrer ganzen Länge, analog der Verlängerung zwischen  $t_1$  und  $t_2$ . Wird schließlich wieder die Temperatur  $t_p$  erreicht, so ist die Schiene länger als beim Ausgangspunkt  $t_p$ , da die Dehnungen im Dehnungs-Temperatur-Diagramm, Bild 1, mit einer gewissen Hysterisis verlaufen. Reziprok ist der Vorgang bei Abkühlung von  $t_p$  ausgehend mit folgender Erwärmung (Dehnungslinie 0—2''—6—7—8). Daraus folgt die Erkenntnis, daß die Länge einer Schiene nicht nur von ihrer Tempe-

ratur sondern auch von dem vorhergehenden Temperaturverlauf abhängt. Der Schienenspalt ist größer als bei der Verlegung, wenn  $t_p$  bei steigender Temperatur erreicht wird und kleiner, wenn  $t_p$  bei sinkender Temperatur erreicht wird. Der Unterschied in der Spaltweite kann den Größtwert von  $2\varphi$  cm annehmen. Die größte Beanspruchung der Schiene tritt bei der Temperatur  $t_3$  auf

mit dem Betrag:  $F = R + \frac{rL}{2} + SE\alpha (t_3 - t_c)$ , wobei  $t_c$  jene

Temperatur ist, bei der sich der Schienenspalt ganz schließt. Für die italienische Schiene FS.P.46<sup>3</sup> wird der Grenzwert von F zu 40000 kg angenommen. Bei der Temperatur  $t_6$  darf die Spaltweite ein gewisses Maß, etwa 2 cm, nicht überschreiten, da sich sonst die Schienenenden infolge der heftigen Stöße stark abnutzen und der Lauf der Fahrzeuge unruhig wird. Aus den angegebenen Größen läßt sich die größte zulässige Länge der Schiene finden, und zwar zu

$$L = \frac{l_{max}}{\alpha (t_3 - t_6) - \frac{F + R}{SE}}$$

worin  $l_{max}$  die größte zulässige Spaltbreite ist. Für die genannte italienische Schiene rechnet sich bei  $t_3 - t_6 = 70^\circ$  die größte Länge L zu 4105 cm. Die Formeln erlauben auch für jede Schienenlänge die

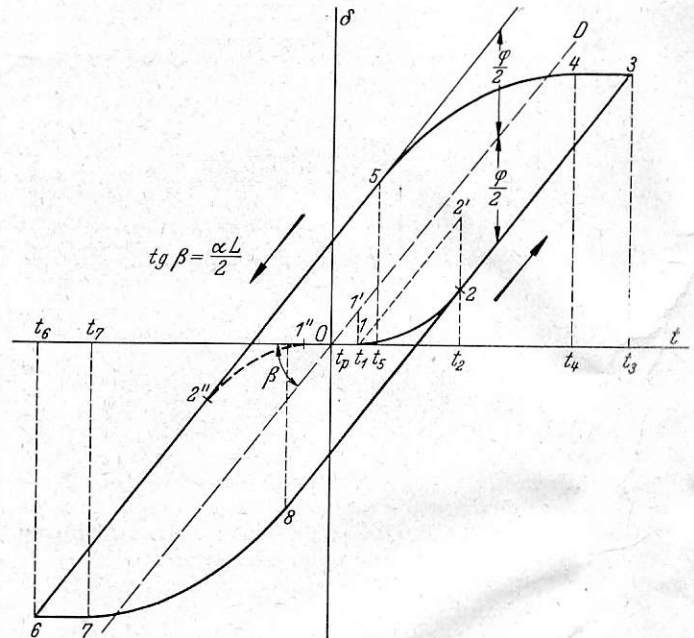


Bild 1. Temperatur-Dehnungs-Diagramm einer Schiene.

höchste und die tiefste Verlegetemperatur zu berechnen, ferner die ursprüngliche Spaltbreite bei verschiedenen Schienenlängen und Verlegetemperaturen. Nimmt man  $R = 6000$  kg,  $r = 6$  kg/cm,  $l_{max} = 2$  cm,  $F = 40000$  kg,  $S = 59,26$  cm<sup>2</sup>, so muß beispielsweise für die 36 m-Schiene betragen:

die Spaltbreite . . . . .	mm	0	2	4	6	8	10
bei einer Verlegetemperatur							
von $t_p =$ . . . . .	°C	37,7	33,1	28,4	23,8	19,2	14,6
	mm	12	14	16			
	°C	9,9	5,3	0,7			

Dabei ist  $t_3$  zu  $+60^\circ\text{C}$ ,  $t_6$  zu  $-10^\circ\text{C}$  angenommen. Besonders lange, verschweißte Schienen können in Ausnahmefällen verlegt werden, wobei der einzige Unterschied darin besteht, daß ein mehr oder weniger langes Mittelstück der Schiene keine Längenänderung erleidet, aber sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt ist, die für die Stabilität des Gleises gefährlich werden können, wenn sie  $F = 40000$  kg überschreiten. Dies ist der Fall, wenn bei der angegebenen Schiene die Länge  $L > \frac{2F}{r} > 133,33$  m. In diesem

Fall müssen Vorkehrungen getroffen werden um ein Ausknicken des Gleises zu verhüten. Schneider (München).

\*) s. a. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1939, S. 238.

\*\*) s. a. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1940, S. 90.

**Ein neuer dieselmechanischer Triebwagen der Regentalbahn.**

Die Regentalbahn in Viechtach, Niederbayern hat vor kurzem einen dieselmechanischen Triebwagen in Betrieb genommen, dessen maschinelle Einrichtung in mancher Beziehung bemerkenswert ist. Auf der Strecke Gotteszell-Viechtach-Blaibach sind starke Krümmungen (Halbmesser bis zu 150 m) und große Steigungen 1:33 und 1:40 bis zu 4,5 km lang vorhanden. Diese, sowie die Beförderung von Post und Gepäck und ferner ausreichende Sitzgelegenheit mußten wagenbaulich und maschinell berücksichtigt werden. Es wurde daher eine Motorenanlage verwendet, die vollständig unter dem Wagenfußboden untergebracht werden konnte.

Gesamtwagenhöhe . . . . .	3700 mm
Fußbodenhöhe über SO . . . . .	1305 „
Drehzapfenabstand . . . . .	15000 „
Drehgestell-Achsstand . . . . .	2500 „
Laufkreis der Räder . . . . .	900 „
Anzahl der Sitzplätze in den Fahrgastabteilen . . . . .	66
Anzahl der Klappsitze . . . . .	8
Stehplätze . . . . .	41
Plätze insgesamt . . . . .	115
Betriebsfertiges Wagengewicht . . . . .	36500 kg
Warmwasserheizung mit Unterflur-Kohlofen.	

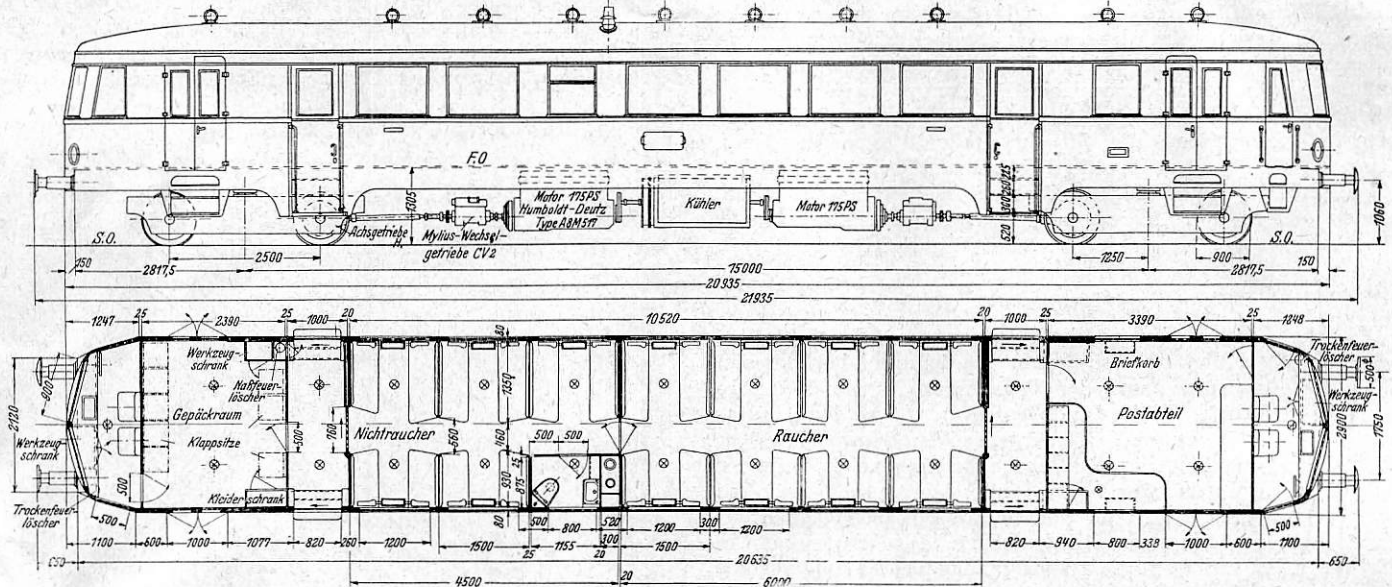


Bild 1. Dieselmechanischer Triebwagen der Regentalbahn.

Bekanntlich hat die Deutsche Reichsbahn eine solche Maschinenanlage für ihre Aussichtstriebwagen entwickeln lassen. Bei diesen Wagen treiben unter dem Wagenfußboden aufgehängte zwei Stück 180 PS-Dieselmotore mit liegenden Zylindern der Deutschen Werke Kiel über Voith-Flüssigkeitsgetriebe je die innere Achse der Drehgestelle an. Bei dem Regentalbahnwagen wurden zwei Stück 175 PS-Dieselmotoren Klöckner-Humboldt-Deutz mit stehenden Zylindern unter dem Wagenfußboden aufgehängt. Hierbei konnte der Wagenfußboden sogar auf 1305 mm über SO gehalten werden.

Die wichtigsten Daten des von der Dessauer Waggonfabrik entwickelten und gebauten Wagens (siehe Bild 1) sind:

Länge des Wagens über die Stirnwände . . . . .	20635 mm
Gesamtwagenlänge über Puffer . . . . .	21935 „
Breite des Wagens über die Seitenwände . . . . .	2900 „
Größte Breite des Wagens über alles . . . . .	2950 „

Maschinenanlage 2 x 175 PS stehende Klöckner-Humboldt-Deutz-Motoren, Type A 8 M 517 (1600 Umdr./Min.).

Vierstufiges Wechselgetriebe der Deutschen Getriebe GmbH. Myliusgetriebe Type C v 2. Achswendegetriebe Type H.

Motor und Getriebe sind in einem gemeinsamen Maschinenrahmen in Dreipunktaufhängung am Wagenfußboden herablaßbar befestigt.

Luftansaugung des Motors geschieht über Delbagfilter durch Luftkanäle, die bis unterhalb des Daches geführt sind, um möglichst staubfreie Luft zu bekommen.

Auspuffgase werden über Dach abgeführt.

Motorreglung, Gänge des Wechselgetriebes und Fahrt-Wendegetriebe werden pneumatisch geschaltet. Gangwähler-Einstellung des Myliusgetriebes geschieht mechanisch durch Seilzug.

Höchstgeschwindigkeit des Wagens 75 km/h. Drehgestelle: Regelbauart. Boden (Berlin).

Verkehrstechnik, Heft 6, 1941.

**Bücherschau.**

„Die neue Entwicklung des legierten Stahlgusses“ H. L. Korschan, Technische Mitteilungen Krupp 1941, Heft 1.

Der Verfasser unterscheidet in seinem Aufsatz zwischen niedrig- und hochlegiertem Stahlguß, wobei die Grenze für den niedrig legierten Stahlguß bei etwa 5% eines Legierungsbestandteils angesetzt wird. Die chemische Zusammensetzung, mechanische Eigenschaften und Anwendungsbeispiele der einzelnen Stahlgußsorten werden erörtert und auch die Möglichkeit der Ausweichlegierungen, soweit sie in Frage kommen, behandelt. Unter den niedrig legierten Stahlgußsorten sind besonders der Silizium-Mangan- und Chromstahlguß zu nennen, während die übrigen Sorten: Nickelstahlguß, Chromnickelstahlguß, Molybdän-Chrommolybdän und Chromwolframstahlguß wegen der Rohstofflage z. Z. nur beschränkt anwendbar sind. Der Siliziumstahlguß kommt besonders für Zahnräder, Bremsstrommeln in Frage. Er hat ebenso wie der niedrig legierte Manganstahlguß schon erhöhte Verschleißfestigkeit. Man verwendet ihn auch schon für magnetische Teile. An der oberen Grenze bei 4 bis 5% der Legierungszusätze kommt

insbesondere dem Manganstahlguß schon erhöhte Warmfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu. Werden besonders hohe Anforderungen an die Verschleiß-Hitze- und Rostbeständigkeit gestellt, so kommen die gleichen Legierungsgruppen mit höheren Zusätzen in Frage. In der Regel liegen hier die Zusätze für den einzelnen Legierungsbestandteil über 10%. Diese Legierungen sind entsprechend ihrer hohen Verschleißfestigkeit meist schwer bearbeitbar und stellen auch an die Schweißtechnik hohe Anforderungen soweit sie überhaupt noch schweißbar sind. Die Brinellhärte liegt zwischen 150 und 300. Dauermagnete, Kreuzungs- und Herzstücke, auf hohen Verschleiß beanspruchte Maschinenteile sowie Apparateile für die chemische Industrie sind hierunter zu nennen. Auch Chromnickelstahl- und Chromstahlschiffsschrauben sind verschiedentlich schon angewendet worden.

Der Konstrukteur wird diese übersichtliche Zusammenstellung der Eigenschaften von Stahlgußsorten bei der Auswahl des Werkstoffs für seine Konstruktionsteile gerne benutzen.

Dr. Kühnel (Berlin).