

### Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

#### Preisausschreiben.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat beschlossen, die im Preisausschreiben vom August 1922 bekanntgegebenen Geldpreise unter Berücksichtigung der Verschiebungen in den Währungsverhältnissen seit Veröffentlichung des Ausschreibens mit Wirkung vom Tage der Auszahlung der Preise in angemessener Höhe anderweit festzusetzen. Von den 2 Druckstücken schriftstellerischer Werke, die zur Bewerbung eingesandt werden, wird das eine Stück nach der Preisverteilung zurückgegeben.

Das Preisausschreiben ist s. Zt. in Heft Nr. 18 dieser Zeitschrift vom 15. September 1922 veröffentlicht worden.

Berlin, im Februar 1924.

W 9, Köthener Straße 28/29.

### Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Die Turbolokomotive, ihre Wirtschaftlichkeit, Bauart und Entwicklung.

Von Regierungsbaurat R. P. Wagner, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

(Vortrag, gehalten auf der Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Lübeck, für den Druck erweitert.)

(Fortsetzung von Seite 8).

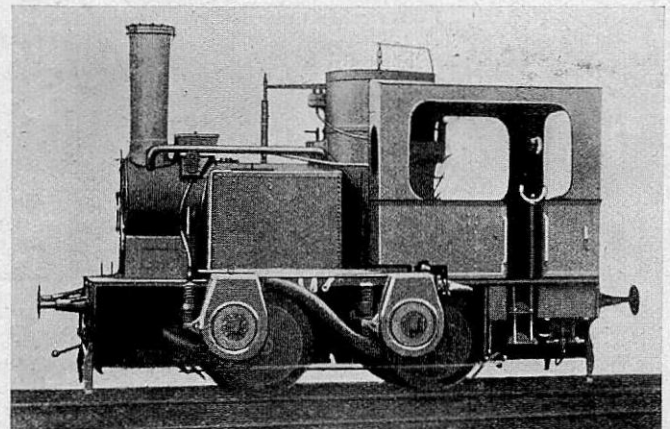
In den Ausführungen des Heftes 1 sind die Grundforderungen an die Bauart und Stärkeverhältnisse der Turbolokomotive dargestellt, wie sie sich durch Berechnung, technische Überlegung und einzelne Versuche an den wenigen ausgeführten Turbomaschinen ergeben. Über sie sind bisher noch keine zusammenhängenden Versuchsergebnisse bekannt geworden, doch deuten Neubauten und Umbauten an, daß einzelne Bauteile der Verbesserung dringend bedurften, während andere anscheinend besser befriedigten. Wenn sich auch dabei kurze Wiederholungen von früher Gesagtem nicht ganz umgehen lassen, erscheint doch eine kurze Schilderung der bisher gebauten Turbolokomotiven zweckmäßig, um die Wege zu zeigen, auf denen jeder der Konstrukteure den Erfolg gesucht hat.

Die ersten Turbolokomotiven wurden im Jahre 1910 in Italien von Silvestri und in England von Ramsay gebaut. Die italienische Maschine (Abb. 1) macht ganz den Eindruck eines Vorversuchs. Eine alte 0-B-0-Tenderlokomotive kleinster Abmessungen mit etwa 60 qm Heizfläche und 10 at Überdruck wurde zu einer 0-AAA-Maschine mit Antrieb durch zwei kleinste Dampfturbinen nicht bekannter Bauart umgebaut. Die Turbinen arbeiteten gegen atmosphärischen Druck und verbrauchten 16 kg Dampf für 1 PS St. Die höchste Leistung der Maschine soll 100 PS betragen haben, ein für die genannte Heizfläche unwahrscheinlich niedriger Wert. Der Abbildung nach ist jedoch zu vermuten, daß die Leistungszahl etwa richtig ist, während es schwer sein dürfte, in dem dargestellten Kessel 60 qm Heizfläche unterzubringen. Die Verbrauchsziffern der Turbinen sind für Auspuffturbinen durchaus wahrscheinlich, sogar niedrig, aber für den Betrieb durchaus unbefriedigend, da sie sich etwa in der Größenanordnung des Dampfverbrauchs von Sattdampfkolbenlokomotiven halten.

Die englische Lokomotive (Abb. 2), eine Tendermaschine mit zwei vierachsigen Drehgestellen und einem durchlaufenden festen Rahmen, bediente sich der elektrischen Arbeitsübertragung. Oberhalb des einen Drehgestells ist der ziemlich kleine Kessel untergebracht, hinter ihm auf Rahmenmitte die Maschinenanlage und hinten über dem anderen Drehgestell der Kühler.

Die Maschinenanlage besteht aus einer Parsons-Turbine von 3000 Umdrehungen in der Minute. Sie ist gleichachsig mit einem Generator gekuppelt. Der hier erzeugte Strom fließt 4 Motoren zu, von denen je zwei in jedem Drehgestell sitzen und jeder eine Achse antreibt.

Abb. 1. Turbolokomotive von Silvestri.



Der Abdampf der Turbine wird in einem Strahlkondensator niedergeschlagen. Es ist nur ein Reinwasserkreislauf vorhanden. Das Kühlwasser wird vom Vorratsbehälter unterhalb des Kühlers durch eine Pumpe in den Kondensator und weiter in einen Heißwasser-Ausgleichbehälter gedrückt. Von dort wird die jeweils erforderliche Menge durch die Speisepumpe in den Kessel gefördert, der Überschuss wird durch eine dritte Pumpe dem Kühler zugeführt.

Dieser ist ein geschlossener Oberflächenkühler mit künstlicher Luftzuführung. Die im Kühler erwärmte Luft wird dem Kesselrost zugeführt.

Die Versuchsergebnisse dieser Lokomotive sind nicht bekannt geworden. Es ist jedoch ohne weiteres zu ersehen, daß das Lokomotivgewicht im Verhältnis zur Leistung recht groß

sein muß, so daß ein Teil der Ersparnisse durch größeren Fahrwiderstand wieder aufgezehrt wird. Ein weiterer wesentlicher Teil dürfte durch die elektrische Übertragung aufgezehrt werden. Ziemlich zweifelhaft erscheint, ob der kleine Kühler ausreicht, um einen guten Enddruck zu halten. Die gewählte Art der Luftvorwärmung bringt keinen praktischen Nutzen, da die Luft höchstens auf  $50^{\circ} = 3,3$  v. H. der Verbrennungstemperatur vorgewärmt wird. Immerhin ist die Maschine alles in allem ein interessanter ernst zu nehmender Versuch.

Im Jahre 1921 nahm die Ramsay-Gesellschaft die durch den Krieg unterbrochenen Studien wieder auf und ließ bei Armstrong, Whitworth und Co. in Newcastle on Tyne eine zweite Turbolokomotive erbauen, die in wesentlichen Teilen von der ersten abweicht und vor allem eine größere Leistung auf-

Abb. 2. Erste Turbolokomotive von Ramsay.

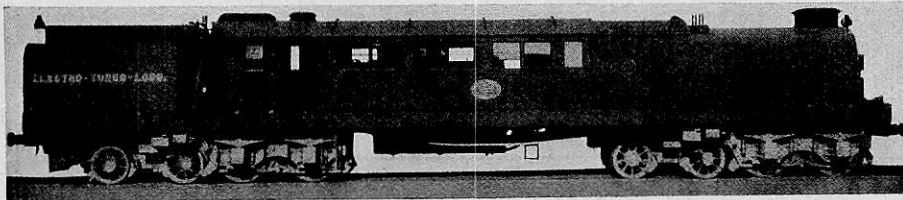
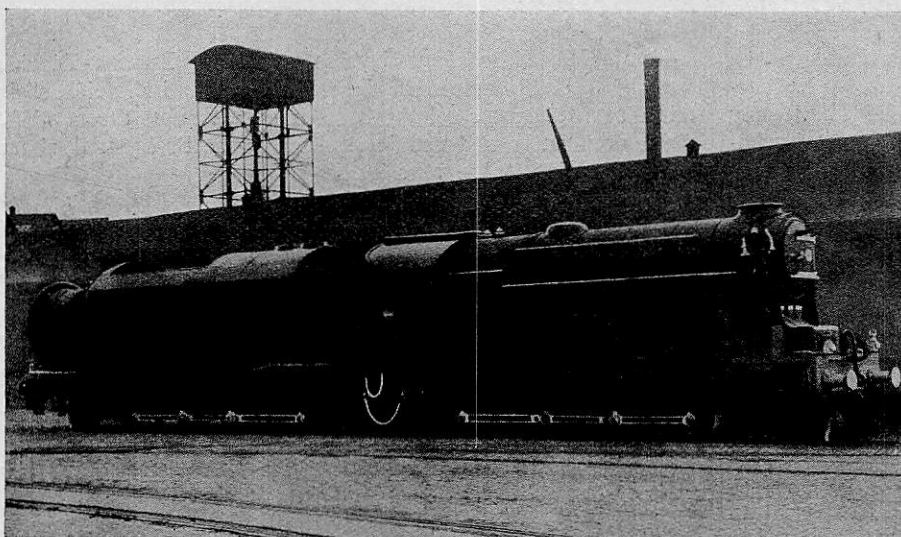


Abb. 3. Zweite Turbolokomotive von Ramsay.



weist. Immerhin ist die Leistung der Turbine nur auf 1200 PS gebracht worden, eine Leistung, die nur bei der anerkannt leichten Bauart der englischen Personenwagen für den Schnellzugbetrieb ausreicht. Die frühere Tendermaschine ist in zwei Fahrzeuge völlig symmetrischer Achsanordnung aufgelöst worden (Abb. 3). Die Achsanordnung der Lokomotive einschließlich des Tenders ist  $1 C + C 1$ , die Gesamtlänge 21,2 m, das Leergewicht zusammen 112,4 t. Der Grund für die Auflösung liegt in dem größeren Gewicht und Raumbedarf, der Grund für die ängstlich gewährte Symmetrie in der bereits früher erwähnten Überführung eines großen Vakuumrohres mit beweglichem Zwischenstück von der Lokomotive nach dem Tender, die auf Grund eines sehr beliebten Trugschlusses die Kupplung nach dem idealen Kupplungspunkt zu fordern schien. Beide Fahrzeuge sind daher durch ein Universalgelenk ohne einseitige Seitenverschieblichkeit verbunden.

Die Hauptantriebsturbinen und die mit ihr unmittelbar, aber elastisch gekuppelte Drehstromdynamo, ferner eine Hilfsturbine und eine von ihr angetriebene Gleichstromdynamo sind

auf dem vorderen Fahrzeug längs halb unter dem Kessel, der geschlossene Oberflächenkondensator mit seinem Ventilator sowie dem Wasser- und Kohlenvorrat sind ohne Rücksicht auf die weiter vorn geschilderte Schwierigkeit, eine bewegliche Vakuumleitung im Dauerbetriebe einwandfrei dicht zu halten, auf dem Tender untergebracht.

Die in der Hauptdynamo erzeugte elektrische Arbeit wird vier Fahrmotoren zugeleitet, von denen je zwei unter der Lokomotive und unter dem Tender sitzen; beide Motoren jedes Fahrzeuges treiben gemeinsam durch Ritzel eine zwischen ihnen liegende Blindwelle in Höhe der Treibachsmittle an.

Die Hauptturbine ist eine Parsons-Aktionsmaschine mit 9 Stufen und einem mittleren Schaufelkreisdurchmesser von rd. 900 mm. Sie wird betrieben mit Dampf von 14 at und  $340^{\circ} C$  bei einem Vakuum von 92 v. H. und einer höchsten Drehzahl von 3600 in der Min. Die Hauptturbine treibt einen Drehstromgenerator, der bei 3600 Umdrehungen 890 kVA. abgibt und 600 Volt Spannung hat. Die einstufige Hilfsturbine treibt eine Gleichstromdynamo, die den Erregerstrom für die Hauptmaschine, die Antriebskraft für den Kühlventilator, die Kühltrommel, Kondensatorluftpumpe und außerdem Strom für die elektrische Zugbeleuchtung hergibt. Dieser Maschinensatz läuft ebenfalls mit 3600 Umdrehungen. Ein Ventilator für die Feueranfachung des Kessels ist im Führerhaus angeordnet. Der Kessel hat 2,64 qm Rostfläche, rund 116 qm Heizfläche und rund 27,9 qm Überhitzerheizfläche.

Der Kondensator ist ein ringförmiges Rohrbündel, dessen Rohre vorn und hinten in je eine Kammer eingewalzt sind; der Abdampf tritt durch die eine in das Bündel, das Kondensat verläßt es durch die andere, läuft in einen Vorratsbehälter und wird wieder dem Kessel zugeführt.

Das Rohrbündel dreht sich langsam in einer Kammer, die bis zu annähernd halber Höhe mit Wasser gefüllt ist. Das Wasser wird selbsttätig auf gleicher Höhe gehalten. Bei der Drehung tauchen die Rohre vorübergehend in das Wasser. Oberhalb der Wasseroberfläche wird ein starker Luftstrom durch den aus dem Wasser ragenden Teil des Bündels geleitet. Die Kühlluft tritt durch

eine (an der hinteren Stirnwand des Tenders angeordnete) Leitschaukel in den Ventilator ein, wird also um  $180^{\circ}$  umgelenkt und strömt durch den Kühler in Fahrtrichtung zur Lokomotive. Kessel- und Kühlwasser werden streng getrennt gehalten. Ersteres läuft in völlig geschlossenem Kreislauf und erfordert daher wenig Nachspeisen; der Vorteil hiervon zeigt sich besonders in Gegenden mit schlechtem Wasser.

Die vier Triebmotoren sind Drehstromschleifringmaschinen mit Ventilator Kühlung. Jeder hat rund 280 PS Dauer- und 365 PS Stundenleistung. Bei 96 km/Std. machen sie 1175 Umdrehungen bei 600 Volt aufgedrückter Spannung.

Die Zugkraft am Radumfang während der Beschleunigung von 0 bis 97 km/Std. ist:

km Std.	0	24	48	96
Zugkraft kg	10000	10000	5000	3900

bei 96 km/Std. in der Beharrung: 2720 kg.

Das Anfahrmoment der Motoren ist etwa das dreifache des normalen Drehmoments und wird wie folgt erzielt:

Vor dem Anfahren wird die Hilfsturbine auf volle Drehzahl gebracht, die Hauptdynamo erregt und die Nebenapparate werden in Gang gesetzt. Dann wird die Hauptturbine auf halbe Drehzahl, d. h. 1800 Umdrehungen, gebracht. Die Motoren sind in Kaskade, d. h. in Serie geschaltet. Dann kann die Lokomotive anfahren.

Wenn eine Turbine vom Stillstand bis zur vollen Drehzahl beschleunigt wird, nimmt ihr Drehmoment im Verhältnis 2:1 ab, und bei halber Drehzahl ist es das 1,5 fache des normalen. Das ist der Fall, wenn die Hauptturbine mit 1800 Umdrehungen läuft. Andererseits entwickeln zwei Wechselstrommotoren, in Kaskade geschaltet und mit der halben Generator Drehzahl laufend, ein doppelt so großes Drehmoment als wenn sie parallel geschaltet sind und ihnen dieselbe Arbeitsmenge zufießt. Mithin ist bei Kaskadenschaltung der Motoren und halber Turbinendrehzahl das Drehmoment von Null bis zu  $\frac{1}{4}$  der Normaldrehzahl  $2 \times 1,5 =$  dem dreifachen des normalen. Dann werden die Motoren parallel geschaltet, während die Turbine noch immer mit halber Drehzahl arbeitet, die Lokomotive wird dabei von  $\frac{1}{4}$  auf  $\frac{1}{2}$  der normalen Geschwindigkeit gebracht. Dann wird die Hauptturbine auf volle Drehzahl gebracht, und das Moment sinkt vom 1,5 fachen zum normalen.

Die Geschwindigkeitsregelung geschieht durchweg elektrisch mit einer Schaltwalze, nachdem Haupt- und Hilfsturbine vom Führerstand aus angestellt sind. Solange die Schaltwalze in Nullstellung liegt, sind die Motoren stromlos und in Kaskade geschaltet. Zum Anfahren wird die Walze auf den ersten Kontakt gedreht und der Erregerstromkreis geschlossen. Alle Widerstände liegen noch im Stromkreise. Durch Weiterdrehen werden allmählich die Widerstände ausgeschaltet, bis 24 km Std. erreicht sind. Soll die Geschwindigkeit weiter erhöht werden, dann dreht man die Schaltwalze weiter, schaltet dadurch die Motoren parallel und die Widerstände wieder ein. Die Motoren ziehen wieder an, und die Widerstände werden allmählich ausgeschaltet, bis etwa 48 km/Std. erreicht sind. Jede weitere Schaltung entspricht einer bestimmten Lokomotivgeschwindigkeit. Durch Weiterdrehen der Walze wird der Regelwiderstand der Hauptturbine beeinflusst und die Dreh- und Periodenzahl der Hauptdynamo erhöht. Dadurch wird die Lokomotive von 48 auf 96 km beschleunigt.

Eine Verzögerung erreicht man durch schnelle Rückdrehung der Schaltwalze in Nullstellung. Die Schaltung durchläuft dieselben Stufen wie oben beschrieben rückwärts, auf Null wird die Erregung unterbrochen, die Fahrmotoren bleiben in Kaskade geschaltet.

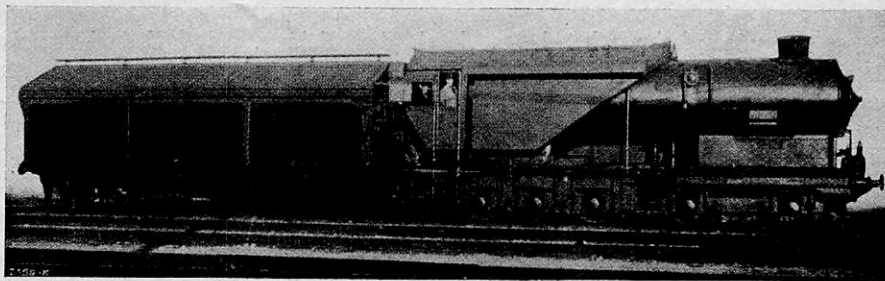
Auch für diese Lokomotive gilt bezüglich des Gewichts das bei der ersten Ausführung Gesagte. Die Nutzleistung, auf die es letzten Endes allein ankommt, wird durch das große Lokomotivgewicht und die elektrische Übertragung stark beeinträchtigt, die Lokomotive wird teuer in der Herstellung und Unterhaltung. Selbst durch die günstigsten Anordnungen dürften sich in dieser Hinsicht bei Elektro-Turbolokomotiven keine restlos befriedigenden Verhältnisse erreichen lassen. Der geschilderte Kondensator und Kühler erzielt unstreitig bei geringem Wasser- und Kraftverbrauch und geringem Gewicht eine große Kühlleistung. Der Apparat ist jedoch in seinem Aufbau so verwickelt und empfindlich, daß er im Dauerbetriebe voraussichtlich versagen wird, denn die Abdichtung des rotierenden Gehäuses gegen die Abdampfleitung und ebenso dieser Leitung an der Verbindungsstelle beider Fahrzeuge muß die größten Schwierigkeiten verursachen.

Die nächst zu nennende Turbolokomotive, die der schwedischen Ljungström Dampfturbinen-Gesell-

schaft, ist ein interessantes Beispiel dafür, wie ein hochbegabter Ingenieur, beschlagen auf allen Gebieten des allgemeinen Maschinenbaues und über die Grundanforderungen des Lokomotivbaues im wesentlichen unterrichtet, sich die Lösung von Lokomotivbauproblemen gedacht hat. Die ganze Maschine ist ohne jede Anlehnung an übliche Bauformen, sozusagen ohne Vorlagen, hingestellt, technisch und kinematisch stets theoretisch völlig korrekt, außerdem auf alleräußerste Brennstoffersparnis hin durchdacht, aber — ohne jede Rücksicht auf die ersten praktischen Forderungen des Lokomotivbaues: lange Lebensdauer aller Teile, Einfachheit und leichte Wiederherstellbarkeit — durchgebildet.

Wie schon an früherer Stelle ausgeführt, ist bei dieser Maschine der Kondensator und Rückkühler vereinigt, als geschlossener Luftkühler ohne Verdunstung ausgebildet und auf dem Tender der aus zwei Fahrzeugen bestehenden Lokomotive untergebracht worden (Abb. 4). Das bedeutet folgerichtig, daß auch die Turbine auf dem Tender untergebracht und dieser angetrieben wurde. Das vordere Fahrzeug ist reiner Kesselwagen ohne Antriebsvorrichtung, der vorn durch ein zweiachsiges Drehgestell, hinten durch drei feste Laufachsen getragen wird. Über dem Stehkessel ist, für den Betrieb denkbar ungünstig, der Kohlenbehälter von 7 t Inhalt, untergebracht. Die Bauart des für 20 at Betriebsüberdruck und 1800 PS, Leistung gebauten Kessels weicht nicht wesentlich

Abb. 4. Turbolokomotive von Ljungström.

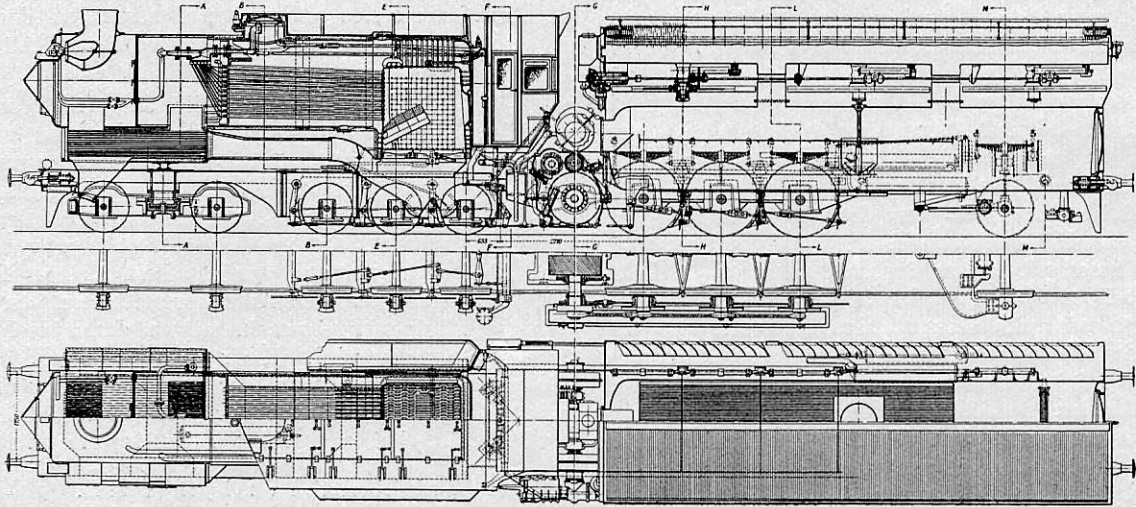


von der Regelbauart ab (Abb. 5), nur fällt die Kleinheit der Abmessungen für die große Maschine auf. Er hat 2,6 qm Rostfläche, 115 qm Verdampfungs- und 80 qm Überhitzerheizfläche. Die Rohre des Langkessels sind mit einem Kleinrohrüberhitzer ähnlich der Schmidtschen Bauart besetzt; sie sind kurz, so daß die Rauchgase im Gleichgewichtszustande mit etwa 320° abziehen. Diese fühlbare Wärme wird ihnen zum Teil in einem unter der Rauchkammer liegenden Vorwärmer für die Verbrennungsluft entzogen (Abb. 6 und 7). Sie werden auf etwa 150° abgekühlt und erwärmen die Luft im Gegenstrom auf dieselbe Temperatur. Der Lufterhitzer besteht aus einem Bündel Messingrohre von zusammen 166 qm Heizfläche. Durch diese strömt die Luft und fließt weiter durch einen Kanal in den allseitig geschlossenen Aschkasten. Die breite Aufprallfläche genügt während der Fahrt, um die Luft mit Überdruck bis unter den Rost zu befördern; um beim Feuern Unfälle zu vermeiden, mußten daher vorn vor den Einströmöffnungen der Luftrohre Drehklappen angeordnet werden, die in Abb. 7 links sichtbar sind und die beim Öffnen der Feuertür selbsttätig geschlossen werden. Aus der Vorderhälfte der unterteilten Rauchkammer werden die Rauchgase dann durch einen mit Hilfsturbine angetriebenen Ventilator von 10 000 Umdr. i. d. Min. abgesaugt und ins Freie gedrückt. Die Ventilator-turbine arbeitet mit vollem Kesseldruck gegen 5 at Gegendruck. Ihr Abdampf wird, um jede Vakuumverbindung zwischen beiden Fahrzeugen zu vermeiden, entweder in einem Speisewasservorwärmer niedergeschlagen oder einer dem Enddruck entsprechenden Stufe der Hauptturbine zugeführt.

Das Trieb- und Kühlerfahrzeug, dem äußeren Anschein nach wohl am besten Tender genannt, obwohl es den Kesselwagen vor sich herschiebt, ruht vorn auf einem dreiachsigen Triebgestell, hinten auf einer weit zurückliegenden Bisselachse. Die Lager der gekuppelten Achsen sind in einem besonderen Rahmen sehr geschickt zusammengefaßt; derselbe Rahmen

trägt auch die Hauptturbine, ihr Vorgelege und die Blindwelle. Die Turbine ist demnach unmittelbar auf dem Führerstande, wenn auch rückwärts vom Personal, leicht überschaubar angeordnet. Der Treibdampf wird ihr vom Kessel durch ein Stahlrohr zugeleitet, das an der Trennstelle beider Fahrzeuge durch eine Schleife großen Durchmessers leidlich nachgiebig gemacht ist.

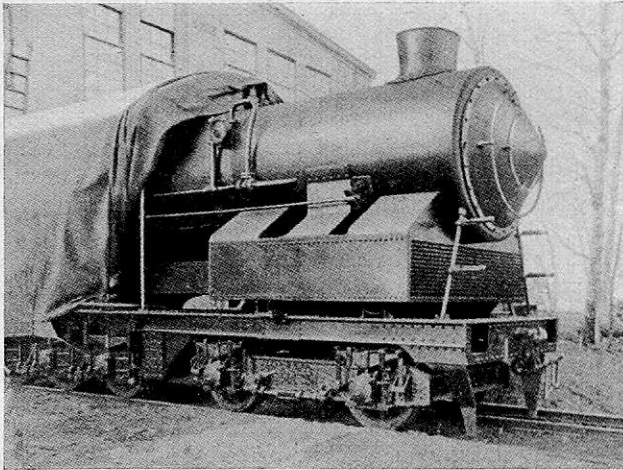
Abb. 5. Kesselwagen der Ljungström-Lokomotive.



Dieses Hauptdampfrohr führt längs durch den Führerstand. Plötzlich auftretende Undichtigkeiten oder ein Bruch kann zu den schwersten betrieblichen Folgen führen. Daneben wird das Personal dauernd durch das unvermeidliche Geräusch der Turbinenanlage stark in seinen betrieblichen Aufgaben behindert werden.

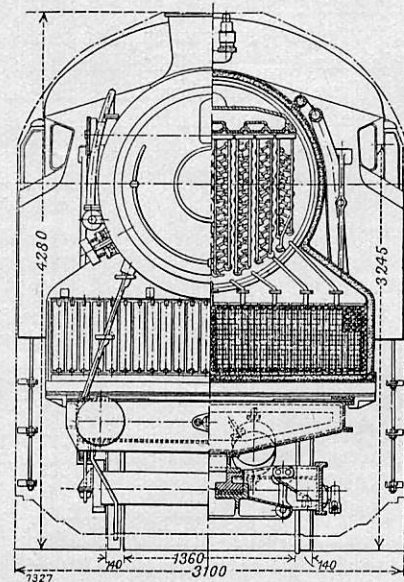
Umlenkung war erforderlich, um die Baulänge zu verkürzen und den Austritt des Abdampfes in die Mitte des Gehäuses zu verlegen. Jede Düse wird durch ein Ventil abgeschlossen, das unabhängig von den anderen durch Drucköl gesteuert wird. Zur Betätigung der Düsensteuerung, der später behandelten Fahrrichtungsschaltung und zur Schmierung der Zahnäder dient eine zentrale Druckölanlage.

Abb. 6. Luftvorwärmer der Ljungström-Lokomotive. Ansicht.



Die Hauptturbine (Abb. 8) ist eine Druckturbine mit zwei vorgeschalteten Geschwindigkeitsstufen und Düsenbeaufschlagung. Der Dampf durchstreicht die Laufschaufeln in achsialer Richtung abweichend von dem radialen Eintritt bei Ljungströms ortsfesten Turbinen. Der Rotor der Druckstufen ist als Trommel aus einzelnen Ringen gebildet. Nach dem Durchfluß durch die vorletzte Stufe wird der Dampf durch einen Ringkanal im Turbinengehäuse um  $180^\circ$  umgelenkt; die Laufschaufelreihe der letzten Stufe ist außen auf die der vorletzten gesetzt, so daß die letzte Scheibe einen wesentlich größeren Durchmesser hat als die andere (Abb. 9 vorn) und etwa das doppelte Drehmoment an die Welle abgibt. Die

Abb. 7. Luftvorwärmer der Ljungström-Lokomotive. Schnitt.



Die Turbine entwickelt 1800 PS max. an der Welle bei 9200 Umdrehungen i. d. Min. entsprechend der höchsten Lokomotivgeschwindigkeit von 110 km St.

Zu beiden Seiten der Turbine (Abb. 10) ist die Welle durch nachgiebige Kupplungen mit Hohlwellen verbunden, die in den hohlen Ritzelwellen liegen und mit diesen ihrerseits an den beiden Außenseiten elastisch gekuppelt sind. Jedes der

beiden Ritzel ist zweimal gelagert und jedes arbeitet auf ein Zahnrad, das fliegend auf einem Ende der Vorlegewelle sitzt. In der Mitte dieser ebenfalls hohlen Welle sind wiederum zwei Ritzel angeordnet, die bei Vorwärtsfahrt auf Zahnräder der Blindwelle arbeiten.

Die Zahntriebe sind völlig gekapselt; das Hauptgehäuse umschließt die Zahnräder der Blindwelle und die Ritzel des Zwischenvorgeleges; es trägt auch die Lager der Vorgelegewelle. Die beiden seitlichen Gehäuse umschließen je ein Zahnrad der Vorgelegewelle mit dazugehörigem Ritzel. Sie stützen sich mit Kugellagern auf die Enden dieser Welle und sind um diese drehbar angeordnet. Die Verbindung mit dem Hauptgehäuse erfolgt durch einige an beiden Enden kugelig ausgebildeten Bolzen. Durch diese Anordnung wird eine gleichmäßige Kraftübertragung zwischen den abgefederten Zahnrädern und ihren Ritzeln auf beiden Seiten erzielt, weil sich die Räder der beiden Antriebsseiten unabhängig von einander frei einstellen können.

Da die Turbine nur in einer Richtung umläuft und keine Rückwärtsturbine vorhanden ist, mußte eine besondere Vorrichtung im Getriebe vorgesehen werden, die der Lokomotive die Rückwärtsfahrt ermöglicht. Zu diesem Zweck werden zwischen die Räder der Blindwelle und die Ritzel der Vorgelegewelle zwei Wechselräder eingeschaltet, die die Drehrichtung der Blindwelle umkehren. Das kann nur dadurch erfolgen, daß diese gesenkt wird, um ihre Zahnräder aus dem Eingriff der zugehörigen Ritzel der Vorgelegewelle zu entfernen. Zu diesem Zweck ist die Blindwelle auf zwei schweren Hebeln gelagert, die ihren Drehpunkt unter dem Kondensator haben und mit deren Hilfe die Senkung der Welle erfolgt. Gleichzeitig wird das vorher erwähnte Wechselräderpaar mit dem Ritzel des Vorgeleges und dem großen Zahnrad der Blindwelle in Eingriff gebracht. Die Senkung der Blindwelle und die Einschaltung der Zwischenräder erfolgt, wie schon erwähnt, mittels Drucköl. So sinnreich diese Einrichtung auch getroffen ist, so ist sie doch nur konstruktives Blendwerk, da bei feiner Verzahnung und Übertragung großer Leistungen die bewegliche Kurbelwelle für den fehlerfreien Eingriff der Zahnräder auf die Dauer ungeeignet ist. Da ferner, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, die Zahnräder schräge Verzahnung haben, müssen die Zähne des Zwischenrades in zwei Richtungen schräg geschnitten werden, die sich überkreuzen. Anstatt der Zähne bleiben also nur noch einzelne Finger stehen, die mit den anderen Zahnrädern in Eingriff kommen. Da die tragende Zahnlänge infolgedessen auf etwa die Hälfte reduziert wird, sind die Zähne sehr hoch beansprucht. Ganz besonders nachteilig ist dabei, daß auch die Räder, mit denen das Zwischenrad bei Vorwärtsfahrt im Eingriff steht, ungleichmäßig abgenutzt werden, so daß mit der Zeit auch bei der Vorwärtsfahrt die Verhältnisse ungünstig werden.

Den meisten Platz im Triebfahrzeug beansprucht der Kondensator = Kühler (Abb. 11, Querschnitt). Er besteht aus einem rund 9 m langen Kessel von etwa 1500 mm Durchmesser, der sich über die ganze Länge des Fahrzeugs hinzieht und halb mit Wasser gefüllt ist. Der Abdampfstutzen der Turbine mündet unmittelbar in der vorderen Stirnseite dieses

Abb. 8. Turbine der Ljungström-Lokomotive.

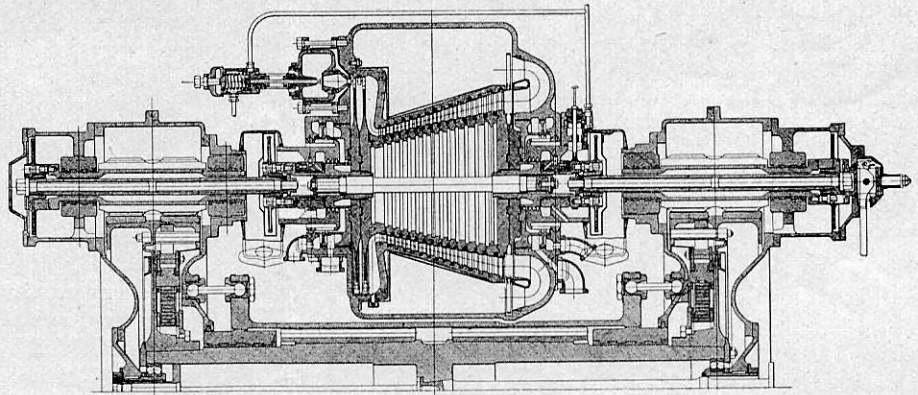


Abb. 9. Turbine der Ljungström-Lokomotive.

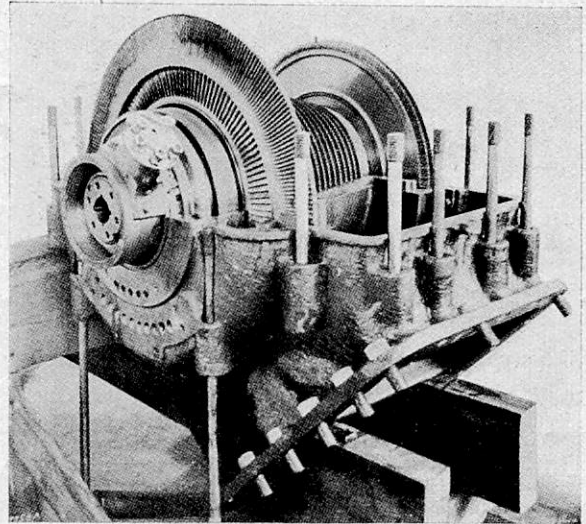
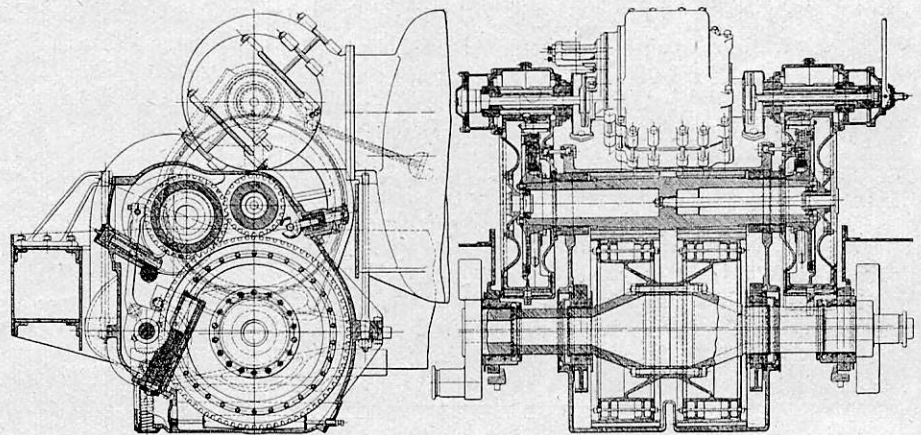


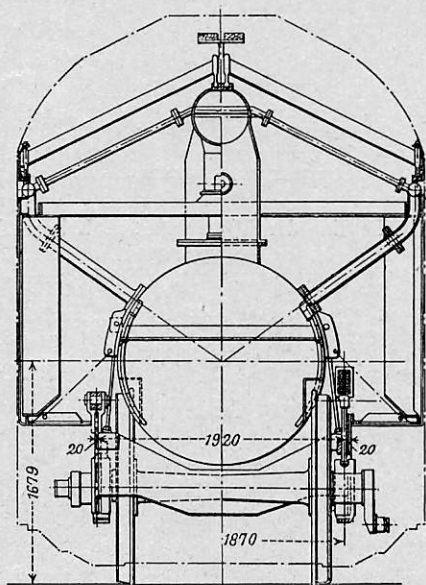
Abb. 10. Vorgelege der Ljungström-Lokomotive.



Kessels. Über diesem Kessel liegt in einigem Abstände ebenso langgezogen ein kleinerer Kessel, der mit dem großen durch zwei senkrechte Rohre in Verbindung steht. Von dem Oberkessel zweigen nach beiden Seiten die eigentlichen Kondensator- bzw. Kühlerelemente ab, die dicht nebeneinander liegend das ganze Dach des Wagens bilden. Jedes Kühlerelement besteht aus zwei kurzen prismatischen Hohlkörpern, die unten offen sind und an je einer Seite durch dünne flachgepreßte Kupferrippenrohre miteinander in Verbindung stehen. Diese sind mit ihren flachen Seiten dicht nebeneinanderliegend in die

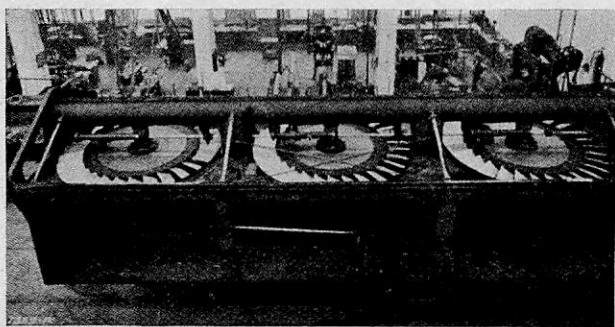
Hohlkörper eingelötet. Die flachgepressten Seiten der Kupferrohre sind mit Rippen und Warzen versehen, durch die sie sich gegenseitig abstützen und die zwischen den einzelnen Rohren einen schmalen Spalt frei lassen. Durch den Spalt muß sich die Kühlluft hindurchzwängen. Durch kreuzweise Lage der Rippen gegeneinander wird die Luft kräftig durch-

Abb. 11. Kühler der Ljungström-Lokomotive.



einander gewirbelt und der Wärmeübergang begünstigt. Das offene Ende des einen Hohlkörpers mündet in den Oberkessel, während das offene Ende des anderen Körpers in Rohre mündet, die sich auf beiden Seiten des Wagens entlangziehen und die mit dem Unterkessel durch Querrohre in Verbindung stehen. So reiht sich ein Kühlelement neben das andere über die ganze Länge des Fahrzeuges; alle bilden zusammen eine Kühlfläche von mehr als 1000 qm. Zwischen den beiden Kesseln sind in horizontaler Lage drei Schraubenräder angebracht (Abb. 12), die die Kühlluft durch Leitschaufelreihen

Abb. 12. Kühlerventilator der Ljungström-Lokomotive.



an den Seitenwänden des Fahrzeuges von aussen ansaugen und durch die Kühlelemente hindurch nach oben ins Freie drücken. Die Leitschaufeln sind so geformt, daß bei Vorwärtsfahrt die an den Außenwänden entlang streichende Luft leicht eintreten kann und dann nach der Mitte des Wagens gelenkt wird. Die Schraubenräder werden von Reibungsrädern angetrieben, die ihre Arbeit von einer den Kühlwagen längs durchlaufenden Welle abnehmen. Diese Welle wird durch Kegelräder von der Vorgelegewelle des Hauptgetriebes angetrieben. Durch Verschieben der Reibungsräder auf den Reibscheiben kann die Menge der Kühlluft verändert werden. Die drei Schrauben-

räder sind imstande, stündlich etwa 430 000 cbm Luft umzuwälzen. Die senkrechte Achse des mittleren Schaufelrades ist nach unten bis in den Wasserteil des Unterkessels verlängert und trägt hier eine Kreiselpumpe, die das Wasser auf ein langgestrecktes Blech in den oberen Teil des Kessels schöpft; von dort rieselt es fein verteilt in den Wasserräumen nieder. Das Blech wirkt als zusätzlicher Oberflächenkühler; der aus dem Abdampfstutzen der Turbine vorn in den Kessel eintretende Dampf mischt sich innig mit dem niederrieselnden Wasser, wird dadurch gekühlt und zum Teil niedergeschlagen. Der Rest strömt durch die beiden senkrechten Rohre nach dem Oberkessel; er verteilt sich von dort in die Kühlelemente und wird niedergeschlagen. Das Kondensat fließt nach den Seiten ab, sammelt sich in den beiden äußeren Längsrohren und fließt durch die Querverbindungsrohre in den Unterkessel ab. Der Wasservorrat im Kondensator-kessel dient nicht nur als Reserve für das Speisewasser des Dampfkessels, sondern gleicht auch die Kondensatorleistung aus und befähigt den Kondensator, für kurze Zeit mit hoher Überlastung zu arbeiten. In Zeiten geringer Belastung wirkt er als Kühlepeicher, dessen Kälteinhalt in Zeiten höherer Belastung durch allmähliche Erwärmung des Wassers wieder aufgezehrt wird.

Die reine Luftkühlung des Wassers hat, wie schon früher erwähnt, den Vorteil, daß die Lokomotive ohne Wasserverlust arbeitet. Dem stehen aber die bekannten Nachteile gegenüber, daß der Kondensator für eine leistungsfähige Lokomotive so groß, so vielteilig und so teuer in der Ausführung wird und so viel Kraft verbraucht, daß seine Ausführung, wie schon früher erwähnt für große Lokomotiven äußerst schwierig ist.

Die Gesamtoberfläche der Kühlelemente beträgt, wie oben erwähnt, etwa 1000 qm. Bei einer Überschlagsrechnung eingangs dieses Aufsatzes ergab sich für einen Wärmeübergang von 40 W.E. qm/Std. und durchschnittliche Temperaturen von Luft und Dampf eine Kühlfläche von 2900 qm; demnach sollte die Ljungströmmaschine mit ihren 1800 PS mindestens 2600 qm Kühlfläche haben.

Die Wärmeübergangszahl 40 mag etwas vorsichtig angenommen sein, immerhin ist der Sprung von 2600 auf 1000 qm nicht ohne weiteres verständlich. Es muß bis zur Veröffentlichung eingehender Versuchsergebnisse angenommen werden, daß einmal die Wärmeableitung durch natürlichen Zug auf der ganzen Oberfläche von Ober-, Unterkessel und Verbindungsrohren ziemlich groß ist, sodann daß die Lufttemperaturen bei den Versuchen in Mittelschweden wesentlich unter der hier angenommenen lagen und daß schließlich die Zeiträume, während deren mit 1800 PS gefahren wurde, so kurz waren, daß die Mehrleistung aus dem Kühlepeicher gedeckt wurde.

Von den Hilfsmaschinen der Ljungströmlokomotive ist noch die Dampfstrahlpumpe zu erwähnen, die die Luft aus dem Kondensator entfernt, ferner die Kondensatpumpe, die das Kondensat aus dem Wasserkessel absaugt und einer Speisepumpe zuführt. Diese fördert das Speisewasser durch drei in Wärmestufen hintereinander geschaltete Abdampfvorwärmer in den Dampfkessel. Beide Pumpen sind durch besondere kleine Turbinen angetrieben, deren Abdampf in den Vorwärmern ausgenutzt wird. Durch alle diese Einrichtungen soll eine Kohlenersparnis bis zu 50% gegenüber der gewöhnlichen Kolbenlokomotive erzielt worden sein.

Etwa zu derselben Zeit, wo die Brüder Ljungström mit ihrer Versuchslokomotive ungefähr ein Maximum der Vieltteiligkeit und schwierigen Behandlung erreichten, wurde von der im Wasser- und Dampfturbinenbau erfahrenen Firma Escher Wyss und Co. im Verein mit der Lokomotivfabrik Winterthur eine altbrauchbare 1 C-Sattdampflokomotive der Schweizer Bundesbahn zu einer 2 C-Heißdampf-kondenslokomotive mit Antrieb durch eine Zoelly-Turbine umgebaut. Abb. 13 zeigt ihre älteste Ausführungsform.

Der äußere Aufbau der Lokomotive weicht nicht wesentlich von dem üblichen ab. Die Turbine der Bauart Zoelly liegt, wie deutlich sichtbar, mitsamt der Vorgelege- und Blindwelle vor der Rauchkammer. Die Rückwärtsturbine sitzt auf der Verlängerung der Marschturbinenwelle in demselben Gehäuse. Vom Enddruckraum der Turbinen ziehen sich auf beiden Seiten die Abdampfrohre um den Rauchkammersattel herum nach hinten zu dem unter dem Langkessel angeordneten V-förmigen Oberflächenkondensator.

Der Rückkühler war als reiner Kamin-Rieselkühler mit natürlichem Zug auf dem überdachten Tender untergebracht; vom Rohwasserbehälter führt, wie auf Abb. 13 deutlich zu sehen, ein Leitungsrohr mit beweglicher Kupplung das Rohwasser zum Kondensator.

Die Nebenmaschinen waren zum großen Teile zusammengelegt und hinter dem Kondensator unter dem Langkessel untergebracht.

Bei der ältesten Ausführung des Kondensators war die Kühlfläche etwas zu knapp bemessen. Er wurde deshalb in zwei Kondensatoren unterteilt, die seitlich auf dem Umlauf lagen und bei denen der Abdampf in einem wasserumspülten Rohrnetz niedergeschlagen wurde (Abb. 14). Gleichzeitig mit dem Umbau der Kondensatoren wurde vor der Rauchkammerstirnwand eine neue Saugturbineanlage vorgesehen, deren Turbine der Einfachheit halber mit Auspuff arbeitet. Diese Anlage befriedigt so, daß hier schon die Anfänge fester Bauformen gegeben zu sein scheinen.

Die Studien der Firma Krupp, die von Escher Wyss die Ausführungsrechte für den Bau ihrer Turbolokomotive erworben hat, haben für eine wesentlich leistungsfähigere Lokomotive zu einer neuen Bauform für die Rückkühlanlage geführt, die in der Lage ist, auf der gleichen Grundfläche wesentlich größere Wärmemengen abzuführen als die von Zoelly für seine Versuchsmaschine zuerst verwandte Bauart des Rückkühlers. Als daher die Maschine dem zweiten Umbau unterzogen wurde, erhielt auch die Rückkühlanlage eine neue Ausbildung, die sich im wesentlichen auf die Vorschläge der Firma Krupp stützt, und bei denen der Kühler in eine Anzahl parallel geschalteter Kammern unterteilt wird, in denen das zu kühlende Wasser von Horden, die mit geeignetem Füllstoff von möglichst großer Oberfläche bedeckt sind, herabrieselt, während der natürliche Luftstrom, unterstützt durch einen Ventilator, die Kühlluft von vorn und unten her im Gegenstrom zum Wasser durch die Horden hindurchsaugt. Die Kondensatoren behielten ihre ursprüngliche Form, wurden aber dahin geändert, daß der Dampf wieder wie im Kondensatorbau üblich, die mit Kühlwasser gefüllten Rohre umspült. Die neue Anordnung ist auf Abb. 15 dargestellt und hat bei einer größeren Anzahl von Versuchen durchaus befriedigt.

Neben dem Kühler und Rohwasserbehälter sind auf dem vierachsigen Tender auch die Vorräte an Kohlen und Reinwasser untergebracht. Um den Verbrauch an Reinwasser zu vermindern, wird man bei einer neuen Ausführung von der Verwendung von Auspuffmaschinen wie z. B. der Antriebsturbine für das Saug-

Abb. 13. Turbolokomotive von Zoelly, älteste Form.

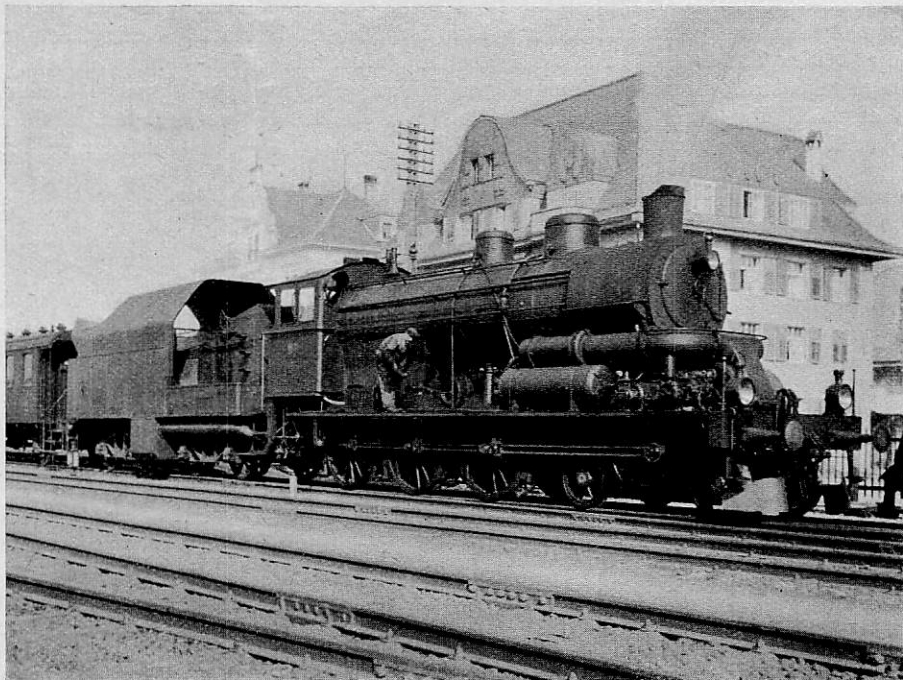
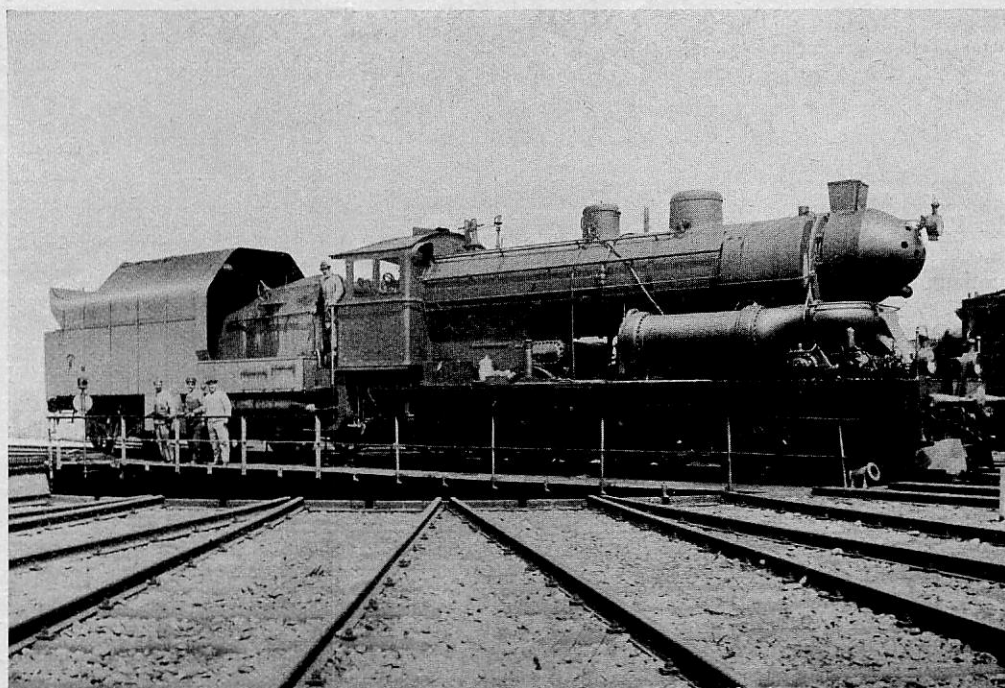


Abb. 14. Turbolokomotive von Zoelly, zweite Form.

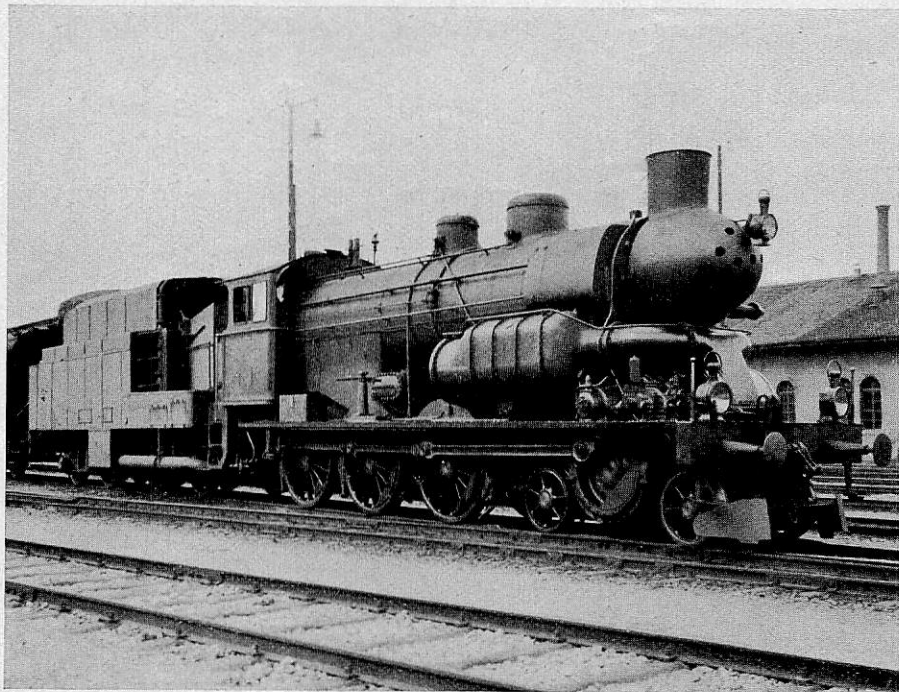


zuggebläse absehen und alle Maschinen an den Kondensator anschließen, soweit deren Abdampf nicht zur Speisewasser-Vorwärmung verwendet werden kann. Die ganze Lokomotive ist für eine Kondensationsmaschine von geradezu erstaunlicher Einfachheit und für eine ganz neuartige Bauform von hoher Betriebssicherheit und Betriebstüchtigkeit. Besonders auffallend

ist die einfache Handhabung beim Verschiebe- und Streckendienst und die Sicherheit, mit der man die volle Reibungszugkraft ausnutzen und den Zug mit ungewöhnlicher Beschleunigung in Gang bringen kann.

Die Turbine wird beaufschlagt durch 18 Düsen, die in 2 Abteilungen zu 5 und 13 angestellt werden können. Bei vollem Antriebsdruck und voller Beaufschlagung aller 18 Düsen, dem Anfahrzustand entsprechend, kann die Maschine jederzeit zum Schleudern gebracht werden. Für den Marsch kommen die beiden Stufen zu 5 und 13 Düsen in Frage. Die Feinregelung der Leistung zwischen diesen Stufen erfolgt in einfachster Weise durch Drosseln des Reglers. Die hierbei unvermeidlichen Verluste werden in Kauf genommen.

Abb. 15. Turbolokomotive von Zoelly, neueste Form.



Erst wenn man sich auch die Unvollkommenheiten der Bauart vor Augen führt, wird man sich über die Größe dessen klar, was durch diesen anscheinend so einfachen Lokomotivbau geleistet wurde. Jedenfalls darf die Schweiz dazu beglückwünscht werden, daß zwei der bedeutendsten Fachingenieure der Jetztzeit, Dr. Zoelly in Zürich und Olaf Kjelsberg in Winterthur, in fast klassisch einfachen Formen der neuen Maschine die konstruktiven Wege gewiesen haben.

Als nun die Deutsche Reichsbahn sich für die Turbolokomotive zu interessieren begann, leider wegen der völligen Erschöpfung durch den Krieg erst mit einigen Jahren Verspätung, und als die Firma Friedrich Krupp nach ihrer Umstellung auf Friedensbetrieb mit Vorschlägen an sie herantrat, einigte man sich schnell auf den Bau einer Versuchslokomotive an Hand der Zoellypatente und nach den allgemeinen Richtlinien der Schweizer Lokomotive. Daraufhin hat Krupp eine Turbolokomotive von 2000 Ps<sub>i</sub> Dauerleistung entworfen, deren Bau, durch die Ruhrbesetzung um fast ein Jahr verzögert, jetzt seinem Ende entgegengeht. Nach ihrer Fertigstellung wird sie eingehenden Prüfstands- und Fahrversuchen unterworfen und von der Reichsbahn übernommen werden, wenn sie die vereinbarten Bedingungen an Wirtschaftlichkeit und Betriebstüchtigkeit erfüllt.

Der Aufbau entspricht grundsätzlich dem der Schweizer Maschine, berücksichtigt aber in Einzelheiten schon die

inzwischen gemachten Erfahrungen. Leider ist auch die Kruppsche Ausführungsform durch die bedauerliche Bauverzögerung in einzelnen Dingen schon wieder überholt.

Die Lokomotive ist eine 2 Cl Schnellzuglokomotive (Abb. 16). Die hintere Laufachse ist zum guten Durchlaufen von Krümmungen verschiebbar mit Rückstellvorrichtung ausgebildet und muß der beträchtlichen Schwungmomente der umlaufenden Massen wegen mit abgebremst werden. Der Kessel mit Schmidtschem Großrohr-Überhitzer entspricht der gebräuchlichen Deutschen Reichsbahn-Bauart. Die Rauchkammer ist in zwei — leider etwas kleine — Räume geteilt. Die Rauchgase ziehen aus dem hinteren Raum durch einen seitlichen Kanal auf der rechten Maschinenseite nach hinten zum Rauchgasvorwärmer, der quer zur Maschinenachse unmittelbar vor dem Stehkessel unter dem Langkessel liegt; von dort werden die Gase durch einen Ventilator, der auf der linken Seite der Lokomotive angeordnet ist, durch einen ähnlichen Kanal zum vorderen Raum der Rauchkammer gedrückt und ausgestoßen. Die Rauchgase sollen im Vorwärmer von 300—320° auf etwa 200° abgekühlt werden. Der Ventilator wird durch eine Turbine angetrieben. Die Lokomotive hat eine Vorwärts- und Rückwärtsmarschturbine, die aus Platzrücksichten in getrennten Gehäusen untergebracht sind. Beide Turbinen sind mit der Ritzelwelle des Getriebes gekuppelt und sitzen zu beiden Seiten desselben zwischen Rauchkammer und Rahmen. Die Ritzel arbeiten über eine Vorgelegewelle auf die Blindwelle, die in Höhe der Kuppelachsen liegt und durch Treib- und Kuppelstangen mit den Triebädern verbunden ist. Sämtliche Zahnradwellen sind fest in einem Gehäuse, das alle Räder umschließt, gelagert, so daß der gegenseitige gute Eingriff der Zahnräder dauernd gewahrt wird. Das Gehäuse des Getriebes ist im Lokomotivrahmen zuverlässig gelagert. Der Abdampf der Turbinen wird in dem unter dem Kessel und hinter dem Rauchkammerträger quer liegenden Oberflächenkondensator niedergeschlagen.

Der Kondensator ist in zwei Räume getrennt, die hintereinander geschaltet sind und durch nachgiebige Rohre miteinander in Verbindung stehen. Diese Anordnung wurde gewählt, um dem Kondensator eine einfache Form zu geben, die leicht dicht gehalten werden kann, und um ihn in dem engen Raum zwischen Kessel, Rahmen und Treibädern unterzubringen. Das Kühlwasser durchströmt zuerst den vorderen, dann den hinteren Kondensator und gelangt aus ihm in die Rückkühlanlage auf dem Tender zurück. Hinter den Kondensatoren sind die Hilfsmaschinen angeordnet, bestehend aus der Kühlwasserumwälzpumpe, der Speisepumpe, die zweistufig gleichzeitig als Kondensatpumpe ausgebildet ist, und der Luftpumpe für die Bremse. Alle diese Maschinen werden durch Vermittlung eines Getriebes von einer einzigen Hilfsturbine angetrieben, die ebenso wie die Hilfsturbine für den Feuerungsventilator ihren Abdampf in den Kondensator gibt. Die Luft aus dem Kondensator wird durch eine Wasserstrahlluftpumpe, die mit dem Kreislauf des Kühlwassers parallel geschaltet ist und von der Kühlwasserumwälzpumpe beaufschlagt wird, aus dem hinteren Kondensator abgesaugt. Die Speisepumpe saugt das Wasser aus dem Kondensator ab und drückt es zunächst in einen Abdampfvorwärmer, der seinen Dampf von der Turbine des Kühlerventilators auf dem Tender erhält, dann durch den Rauchgasvorwärmer in den Kessel. In beiden Vorwärmern



wird das Wasser auf etwa  $150^{\circ}$  vorgewärmt. Das Kondensat aus dem Abdampfvorwärmer fließt der zweiten, etwa atmosphärischen Stufe der Speisepumpe zu.

Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen der Reichsbahn-Regelbauart und besteht in seinem vorderen Teil aus dem Kohlenbehälter mit darunter befindlichen Wasserbehältern und in seinem größeren hinteren Teil aus der Rückkühlanlage (Abb. 17). Die Kühlanlage besteht aus einzelnen Kühlzellen, die an beiden Seiten des Tenders in vier Stockwerken übereinander angeordnet sind. Die Mitte der Kühlanlage nimmt ein nach vorn und hinten sich verengender Gang ein, in dem ein Ventilator untergebracht ist, der die Luft durch zwei seitliche Kanäle ansaugt und in diesen Gang drückt. Durch Öffnungen der einzelnen Kühlzellen nach diesem Gang zu gelangt die Luft in die Kühlzellen, die mit einer große Oberflächen bietenden Füllmasse gefüllt sind; durch diese rieselt das von oben durch Rohre fein verteilte warme Wasser nieder, während von unten durch die Kühlschlacht Luft hindurchgeblasen wird. Die erwärmte und mit Wasserdampf gesättigte Luft wird durch Kanäle an den Außenseiten nach oben geleitet und durch eine Öffnung in der Decke der Kühlanlage ins Freie geblasen. Das gekühlte Wasser läuft durch senkrechte Schächte nach dem unteren Wasserkasten, der gleichzeitig als Rohwasser-Vorratsbehälter dient. Der Wasserinhalt dieses Kastens wirkt als Kühltpeicher. Der Kühler ist imstande, stündlich 6 000 000 W. E. abzuführen bei einer Aufsentemperatur von  $20^{\circ}$  Celsius. Er braucht dazu nur etwa den dritten Teil der Luft, die Ljungström benötigt und die, wie wir gesehen, beim luftgekühlten Kondensator schwerlich ausreicht, um das erforderliche Vakuum für eine 1800 PS Maschine aufrechtzuerhalten. Die Überleitung des Kühlwassers vom Tender zu der Lokomotive erfolgt durch Gelenkrohre an beiden Seiten der Maschine, wo auch die anderen Leitungen durchgeführt werden. Um das Vakuum nicht nach dem Tender überleiten zu müssen, ist die Turbine, die den Luftförderer antreibt, wie schon erwähnt, für atmosphärischen Gegen- druck ausgebildet. Ihr Abdampf gelangt in den Vorwärmer.

Da die Versuchslokomotive noch für eine Drehscheibenlänge von 20 m entworfen werden mußte, waren in ihrem ganzen Aufbau viele Kompromisse zu treffen, die die logische klare Gliederung der Maschine verwischen und sie im Gesamteindruck unschön machen. Allgemein gesprochen ist für keine der bisher gebauten Turbolokomotiven auch nur annähernd der schöne formenreine Ausdruck von Kraft und Geschwindigkeit gefunden worden, wie er der Kolbenlokomotive üblicher Bauart zu eigen ist. Im Interesse der Ästhetik der Maschine wäre es zu bedauern, wenn der technische Fortschritt nur so zu erkaufen wäre und wenn die Turbolokomotive dauernd für Fachmann und Laien ein »acquired taste« bleiben würde.

Von Einzelheiten, die man schon jetzt als überholt bezeichnen kann, ist vor allem die äußerst kurze, gedrängte Anordnung zu nennen, die wie schon oben erwähnt, auf die vorhandene Drehscheibenlänge zurückzuführen ist. Die Turbine hat 18 Düsen, die in Gruppen von 6 und 12 Düsen geteilt sind, entsprechend einer Dampflieferung von 4 100 kg stündlich, 8 200 und 12 300 kg (beim Anfahren) oder bei 4,1 kg Dampf-

verbrauch für eine PS/Std., entsprechend den Leistungsstufen von 1 000, 2 000 und vorübergehend 3 000 PS. Um dazwischenliegende Leistungswerte zu erhalten, wird der Dampfdruck vor den Düsen wie bei der Schweizer Lokomotive durch den Regler gedrosselt. Ob in dieser Art der Regelung zweckmäßig eine Änderung vorgenommen wird, müssen die Versuche zeigen.

Eine weitere Frage ist, ob nicht das seitliche Ansaugen der Kühlluft, das den so wertvollen natürlichen Zug mit Rücksicht auf wechselnde Fahrgeschwindigkeit, Windrichtung und Fahrtrichtung ausschließt, dem Ansaugen von vorn her zu weichen hat. Das würde bedeuten, daß bei Schäden am Kühlerventilator die Lokomotive nicht nahezu betriebsunfähig wird, sondern mit verminderter Zugluft noch immer sicher den Endbahnhof zu erreichen vermag. Eine Lösung der Luft-

Abb. 16. Turbolokomotive von Krupp.

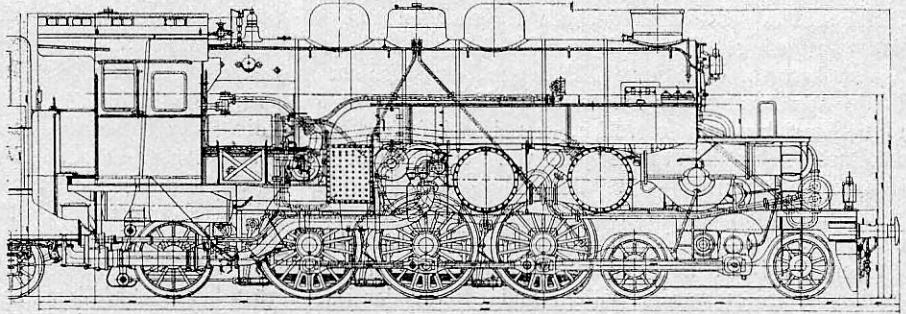
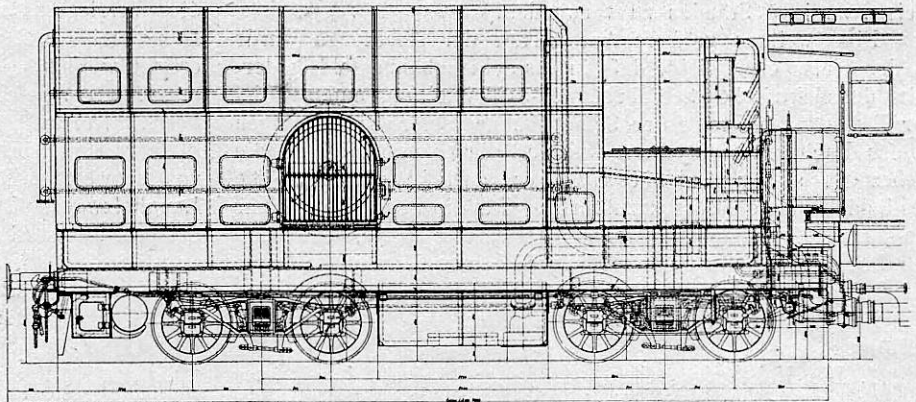


Abb. 17. Tender zur Turbolokomotive von Krupp.



umwälzungsfrage in diesem Sinne ähnlich wie bei dem neuen Schweizer Kühler wird demnach ebenfalls anzustreben sein.

Die Schilderung der Kruppschen Lokomotive wurde hier auf das Wichtigste beschränkt, da die eingehende Beschreibung mit Angabe der ersten Versuchsergebnisse einem besonderen Aufsatz vorbehalten bleiben soll.

Die Entwicklung der Turbolokomotive wird vermutlich noch einiger Jahre bedürfen, bis sie feste Bauformen erreicht hat. In welcher Richtung diese Entwicklung laufen wird, ist mißlich vorauszusagen.

Sicher ist jedenfalls, daß auch die Turbolokomotive keinesfalls am Problem des Hochdruckdampfes vorübergehen darf; das bedeutet, daß eine völlig neue Kesselform gefunden werden muß, und zwar ein Wasserrohrkessel. Für die Entwicklung der Antriebsmaschine wird man vielleicht teilweise auf die Vorschläge der Ersten Brüner Maschinenfabrik zum Bau von Höchstdruckturbinen zurückzugreifen haben, jedoch ohne Aufgabe des Dampfnierschlages, denn erst dieser macht durch

sein kesselsteinfreies Wasser die Verwendung engrohriger Wasserröhrenkessel möglich.

Eine Turbinenlokomotive, die den Arbeitsdampf von dem schon heute mehrfach erreichten Kesseldruck von 60 at bis

auf 0,14 at abs. abspannt und die Rauchgaswärme gut ausnutzt, sollte sich ohne weiteres auf einen thermischen Wirkungsgrad von 30—35 v. H. bringen lassen und damit dem Dieselmotor ebenbürtig werden.

## Die Wagenhebeanlagen in der Hauptwerkstätte Nürnberg-Rbf.

Von Oberingenieur Wick, Nürnberg.

(Hierzu Abb. 5 bis 8 auf Taf. 2).

Im Heft 24 des Organs Jahrgang 1913, Seite 452 ist unter Abschnitt IV b die technische Ausrüstung der Wagenausbesserungshalle der Hauptwerkstätte Nürnberg (Rangierbahnhof) beschrieben. Danach werden die Wagen (Güterwagen) durch je 4 elektrisch betriebene Flaschenzüge gehoben, die mittels Laufkatzen auf einer am Dachwerk befestigten Fahrbahn längs der Gleisachse verschiebbar sind. Mit einem Satz solcher Flaschenzüge konnten die 5 Stände eines Gleises der Richthalle bedient werden. Die Zahl der mit Hebezeugen ausgestatteten Gleise war gering. Um auch auf den übrigen Gleisen Wagen heben zu können, ohne neue Hebezeuge beschaffen zu müssen, und die Ausnützung der vorhandenen Hebezeuge zu steigern, wurden Einrichtungen getroffen, um in einfacher Weise die Laufkatzen nebst Flaschenzügen von einem Hebegleis zu anderen zu befördern.

Es war zwar schon ursprünglich vorgesehen, daß die Hebezeuge von einem Gleis über das Schiebebühnenfeld hinüber auf einer am Dach hängenden Fahrbahn zu den gegenüberliegenden befördert werden sollten und es war das Dachgerüst von Haus aus entsprechend ausgeführt. Die Überquerung der Schleifleitung für die Stromzuführung der Schiebebühne bot hierbei jedoch große Schwierigkeiten und es wäre damit nur ermöglicht worden, einen Satz Hebezeuge auf zwei Arbeitsgleisen zu je 5 Ständen zu verwenden.

Eine weitaus größere Ausnützung der Hebezeuge wurde in der Weise ermöglicht, daß in das Schiebebühnenfeld beiderseits der elektrischen Schiebebühnen-Schleifleitung und parallel zur Bewegungsrichtung der Schiebebühne Beförderungsanlagen in das Dachgerüst eingebaut wurden, die es ermöglichen, die Hebezeuge allen Arbeitsständen auf je einer Seite des Schiebebühnenfeldes zuzuführen. Da die Förderwagen nur die leeren Hebezeuge zu tragen haben, war die Umänderung des Dachgerüsts im Schiebebühnenfeld zum Einbau der zwei Fahrbahnen für diese Förderwagen möglich.

Bei der Ausführung waren außerdem folgende Aufgaben zu lösen:

1. Die Hebezeuge (Flaschenzüge und leichte Laufkräne) müssen ohne umständliche Vorbereitung von ihren Laufbahnen im Dachgerüst der Arbeitsstände auf den Förderwagen im Schiebebühnenfeld verbracht werden können und umgekehrt. Im besonderen mußte hierbei auf die Stromabnehmer der elektrischen Hebezeuge mit Umschaltern Rücksicht genommen werden.

2. Die Laufbahnen über den Arbeitsständen und ihre Fortsetzung auf dem Förderwagen zur Aufnahme der Laufkatzen mit den Flaschenzügen mußten mit Verriegelung in der Weise gesichert werden, daß nur dann ein Kran bzw. eine Laufkatze von einer der Laufbahnen ablaufen kann, wenn ein Förderwagen

in verriegelter Stellung mit einer Laufbahn über den Arbeitsständen verbunden ist.

Der Bedingung 1 wurde dadurch genügt, daß die Schleifleitungen für die Stromabnahme sämtlicher Hebezeuge hinsichtlich der Lage der Drähte vereinheitlicht und an den Förderwagen aus Hartholzleisten Fortsetzungen der Hebezeugschleifleitungsdrähte zum Führen der Stromabnehmer hergestellt wurden.

Aufgabe 2 wurde in der Weise gelöst, daß der Anschlußriegel eines Förderwagens zum Anschluß an eine Hebezeugfahrbahn nur betätigt werden kann, wenn der Förderwagen sich hierzu in richtiger Stellung befindet. Der Anschlußriegel (a) (Abb. 7 u. 8, Taf. 2) bewegt gleichzeitig an der Fahrbahn für die Hebezeuge auf dem Förderwagen sowie auf der an den Arbeitsständen, Verriegelungsstiften (b), die von oben in die Fahrbahnen eintreten. Nur wenn ein Förderwagen mit der Fahrbahn eines Arbeitsstandes verriegelt ist, geben die Verriegelungsstifte die Fahrbahn frei. Die Laufkräne oder Laufkatzen-Hebezeuge sind damit gegen Abstürzen gesichert.

Auf dem Lageplan (Abb. 5, Taf. 2) ist die Lage der beiden Förderbahnen im Schiebebühnenfeld ersichtlich. Der Aufriss (Abb. 6) der Wagenhalle läßt die Anordnung im Dachgerüst ersehen. Die Abb. 7 u. 8 eines Förderwagens zeigen die Art des Aufbringens der zu befördernden Hebezeuge und die Verriegelungseinrichtung. Der ursprünglich eingebaute Handantrieb soll nun noch durch einen elektrischen Antrieb ersetzt werden.

Mit der geschaffenen Einrichtung kann dem Bedürfnis der Werkstätte, auf 15 Gleisen Wagen zu heben und an 30 Gleisen kleinere Handlaufkräne von 1000 kg Tragfähigkeit zum Heben von schwereren Wagenteilen wie Wänden, Drehschemeln von Langholzwagen, Bremshäusern u. s. w. zur Verfügung zu haben, entsprochen werden.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ergibt sich folgendes: Die Kosten für einen Satz Wagenhebezeuge ohne die zugehörige elektrische Stromzuführung samt Schleifleitungen betragen rund 5000 M, diejenigen für einen Handlaufkran von 1000 kg Tragfähigkeit rund 1200 M.

Durch die geschilderte Anordnung wurden erspart:

11 Satz Wagenhebezeuge für . . . . .	55 000 M
25 Stück Handlaufkräne . . . . .	30 000 M
Summa in Goldmark . . . . .	85 000 M

Für die Förderwagen samt Fahrbahnen waren aufzuwenden:	
Abändern der Dachbinder und Einbau der Fahrbahn für	
33 Arbeitsstände $33 \times 430 =$ . . . . .	14 190 M
2 Förderwagen . . . . .	6 000 M
Summa in Goldmark . . . . .	20 190 M

Die Ersparnis beträgt demnach rund . . . 64 800 M

## Elektrische Zugförderung in Baden.

Von Dr. A. Kuntzemüller, Triberg.

(Mit Abb. 4 auf Taf. 2).

Die Frage der elektrischen Zugförderung hat im Freistaat, ehemaligen Großherzogtum Baden, im allgemeinen die gleiche Entwicklung genommen, wie sie auch in anderen Ländern des Deutschen Reiches zu beobachten war. Als sie um die Jahrhundertwende da und dort aufzutauchen begann, schien die Lust, den durch Jahrzehnte hindurch bewährten und in seiner

Nutzanwendung wiederholt verbesserten Dampftrieb durch den elektrischen Betrieb, über dessen Sicherheit und Zuverlässigkeit noch keinerlei Erfahrungen vorlagen, zu ersetzen, nur gering. »Niemand wußte, ob die neue Betriebsart die gleiche Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit des Betriebes gewährleisten würde wie der auf reiche Erfahrungen gegründete

Dampfbetrieb\*) Vor allem aber wollte die Heeresverwaltung, deren Interessen bekanntlich allen anderen vorangingen, von einer Elektrifizierung mindestens der Hauptstrecken nichts wissen, weil nach ihrer Meinung der elektrische Betrieb durch etwaige feindliche Maßnahmen im Krieg (Fliegerangriffe u. ä.) viel leichter lahmgelegt werden könnte und somit in höherem Maße gefährdet und unsicher schien. So kommt es, daß es an ausgedehnten Versuchen, das Netz der deutschen Hauptbahnen elektrisch zu betreiben, bis zum Ausbruch des Krieges fast ganz gefehlt hat. Der Krieg als solcher war natürlich noch weit weniger geeignet, die Frage in Flufs zu bringen, und jetzt — nachdem er verloren gegangen — türmen sich an Stelle der alten neue Schwierigkeiten der Lösung der Frage entgegen, die in Bälde zu überwinden fast unmöglich dünken möchte.

Indes wäre auch unter den gegebenen widrigen Umständen nichts falscher, als die ganze Frage auf unbestimmte Zeit zu vertagen. Sie hat — gerade in der heutigen Zeit der Not — eine hervorragende wirtschaftliche Bedeutung für unser Vaterland, nachdem die Kriegs- und Nachkriegszeit deutlich genug gezeigt hat, daß plötzlich Verhältnisse eintreten können, die eine möglichste Unabhängigkeit des gesamten Eisenbahnbetriebes von der Kohle wünschenswert erscheinen lassen. Dieser Umstand ist es vornehmlich auch gewesen, der die Schweiz — und nicht nur sie — zur Beschleunigung ihres Elektrifizierungswerkes veranlaßt hat. Er sollte dem kohlenlosen, aber an Wasserkraften reichen Süden Deutschlands besonders zu denken geben.

Die Bestrebungen, die elektrische Zugförderung in Baden einzuführen, reichen bis zum Beginn des zweiten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts zurück; was vorherging, ist kaum nennenswert und beschränkte sich auf theoretische Untersuchungen. Im Bereich des Netzes der ehemaligen badischen Staatsbahnen wurden dann 1913 zwei Seitenstrecken elektrifiziert: die Wiese- und Wehratalbahn Basel—Zell und Schopfheim—Säckingen, erstere 31, letztere 21 km, zusammen also 52 km lang. Verschiedene Umstände ließen gerade diese beiden Linien für die Probe besonders geeignet erscheinen. Durchgehends eingleisig angelegt, beträgt die größte Neigung 1 : 100; an irgendwelchem Durchgangsverkehr hatten und haben sie keinen Anteil, während ein starker Nah-, vornehmlich Berufs- und Vorortverkehr von Basel her sie über den Durchschnitt ähnlicher Seitenlinien hinaushebt. Der Anschluß der Wehratalbahn Schopfheim—Säckingen möchte zunächst vielleicht etwas befremden, weil es sich hier um eine sog. strategische Umgehungsbahn handelt, die dem die Kantone Schaffhausen und Basel umfahrenden Militärverkehr zu dienen hat, und weil, wie erwähnt, die Elektrifizierung der deutschen Eisenbahnen gerade von militärischer Seite besonders hartnäckig bekämpft wurde. Wenn man sich trotzdem entschloß, das Teilstück Schopfheim—Säckingen der Elektrifizierung freizugeben, so geschah dies vielleicht mit Rücksicht auf den schwierigen Betrieb mit Dampflokomotiven in dem 3170 m langen Fahrnauer Tunnel, sodann aber sicher in der schon damals platzgreifenden Erwägung, daß der Wert dieser »strategischen« Umgehungsbahnen im Kriegsfall äußerst zweifelhaft sei. Tatsächlich haben sie alle (nicht nur die Strecke Schopfheim—Säckingen) im Militärverkehr des Krieges eine nur untergeordnete Rolle gespielt, so daß ihre ganze Anlage, die verkehrspolitisch von Anfang an ein Ünding war, eine in jeder Hinsicht verfehlt genannt werden muß.

Die Bauzeit für die Elektrifizierungsarbeiten im Wiese- und Wehratal betrug etwa  $\frac{3}{4}$  Jahre; auf der Strecke Basel—

Zell wurde die Oberleitung von der A. E. G., auf der Strecke Schopfheim—Säckingen von der Siemens-Schuckert A. G. gebaut.

Wie auf den meisten elektrisch betriebenen Bahnen Deutschlands wurde im Wiese- und Wehratal als Stromart Wechselstrom (Frequenz 16  $\frac{2}{3}$ ) mit 15 000 Volt Spannung gewählt. Den Strom liefert das der A. G. »Kraftübertragungswerke Rheinfelden« gehörende Rheinkraftwerk Augst-Wyhlen. Die Vorteile des Wechselstromes gegenüber anderen Stromarten sind bekannt. Daß Betriebsstörungen in benachbarten Schwachstromleitungen (Telegraphen-, Block- und Zugmeldeleitungen) u. U. schwer und nur mit großen Kosten abzuwenden sind, darf wohl zu seinem Hauptnachteil gerechnet werden. Indes scheint sich diese Stromart neuerdings nicht nur in Deutschland, sondern auch vielfach im Ausland (Schweiz und Skandinavien) teilweise fast bis zur Ausschließlichkeit durchgesetzt zu haben. Es sei daran erinnert, daß auch die bedeutendste bisher elektrifizierte ausländische Weltverkehrsstrecke, die Gotthardbahn, deren Elektrifizierung im März 1923 beendet wurde, Wechselstrom gewählt hat.

An Lokomotiven waren anfangs 2, später bis zu 12 Stück, erbaut teils von der A. E. G., teils von Brown-Boveri in Mannheim, vorhanden. Ihre Abnahme verzögerte sich indes um Jahre, und obwohl sie seit 1913 regelmäßig Dienst taten, scheinen ihre Leistungen so wenig befriedigt zu haben, daß sie erst 1919 übernommen werden konnten. Tatsächlich vollzog sich der elektrische Betrieb in den ersten Jahren nichts weniger als glatt. Die Dampfreserven, die auf Station Haltingen bereit gehalten wurden, mußten nur zu häufig eingreifen, so daß der Fahrplan wiederholt nicht eingehalten werden konnte, was bei dem verhältnismäßig dichten Berufsverkehr im Wiesetal doppelt störend wirkte.

Die 52 km elektrischen Bahnen stellen einen sehr bescheidenen Anfang der Elektrifizierung dar. Aber auch im übrigen Gebiet der Deutschen Reichsbahn bleibt der Fortschritt der Elektrifizierung weit hinter dem vieler anderer Länder, z. B. der benachbarten Schweiz, zurück.

Es versteht sich bei der Verschiedenartigkeit der wirtschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Teilen Deutschlands von selbst, daß der über kurz oder lang unvermeidbare Übergang vom Dampf- zum elektrischen Betrieb nicht überall gleichmäßig erfolgen wird. Länder, die über Wasserkraften verfügen, werden zweifelsohne bald einen Vorsprung voraus haben. Zu ihnen gehört der Freistaat Baden, und so steht wohl zu erwarten, daß hier trotz des wenig verheißungsvollen Anfangs im Wiesetal die Elektrifizierung weiterer Strecken nur eine Frage der Zeit sein wird. Anlässlich der bereits in Angriff genommenen Verlegung der Werkstätte Basel nach Haltingen sollen zunächst zwei kleine anschließende Teilstrecken mit Fahrleitung ausgerüstet werden, die Strecken Basel—Haltingen (6 km lang) der Hauptbahn Basel—Frankfurt und Stetten—Leopoldshöhe (6 km lang) der strategischen Umgehungsbahn. Diese in Vorbereitung befindlichen 12 km Anschlussstrecken werden das elektrisch betriebene Netz in der Südwestecke Badens auf 62 km anwachsen lassen. Damit können natürlich die Aufgaben, die die elektrische Zugförderung in Baden zum Ziel haben, nicht als gelöst angesehen werden. Um alle Zukunftsmöglichkeiten hier richtig abwägen zu können, wird es vor allem nötig sein, sich über Umfang und Wert der badischen Wasserkraften klar zu werden. Nächst der Schweiz und Bayern dürfte Baden — sicherlich relativ, vielleicht auch absolut — über die wertvollsten Wasserkraften Mitteleuropas verfügen.

Unterm 9. April 1923 hat das Badische Staatsministerium über die Errichtung eines Landeselektrizitäts- und Wasserwirtschaftsrates eine Verordnung erlassen, in deren § 1 als dessen Aufgabe »die Beratung des Arbeitsministeriums hinsichtlich der Nutzbarmachung der Wasserkraften, der Elektrizitätsversorgung

\*) Wechmann, Der elektrische Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn und ihrer Nachbarbahnen. Vortrag, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde, abgedruckt in der Energiewirtschaftlichen Rundschau der Verkehrstechnischen Woche, Nr. 31/32 vom 6. August 1923.

und des Ausbaues der Wasserstraßen des Landes« bezeichnet wird. Nachdem seit 1909 ein Netz von Beobachtungsstellen über das ganze Land gespannt ist, an denen die Wasserhöhen regelmäßig beobachtet und die Wassermengen berechnet werden, darf nunmehr folgendes als feststehend gelten: Die badischen Wasserkräfte verteilen sich auf zwei große Gebiete: Rheinstrom und seine Nebenflüsse Neckar/Main, Murg und Alb/Wutach. Von ihnen ist das erstgenannte, das Stromgebiet des Rheines selbst, unstreitig das bedeutendere.

Hydrographisch zerfällt der Rhein zwischen dem Bodensee und Mannheim, wo er Baden im Süden und Westen umfließt, in zwei Teile, den oberen Abschnitt Bodensee—Schaffhausen—Waldshut—Kembs (166 km lang, 150 m Gefäll) und den unteren Abschnitt Kembs—Kehl—Mannheim—Sandhofen (252 km lang, 155 m Gefäll). Für Zwecke der Gewinnung von Wasserkraften kommt nur der obere Abschnitt in Frage, da die abwärts anschließende Strecke für die Regulierung zu Schifffahrtzwecken vorgesehen ist. Ob die Stufe bei Kembs (15 km unterhalb Basel) wie beabsichtigt von der französischen Verwaltung ausgebaut werden wird (Leistung 520 Millionen kWStd.), bleibt der Zukunft überlassen. Für den oberen Abschnitt Bodensee—Kembs ist schon vor dem Krieg ein Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen über die Schiffbarmachung und Ausnützung der Wasserkräfte veranstaltet worden. Gemäß einem zwischen der Schweiz und Baden geschlossenen Abkommen soll die Strecke Kembs—Basel—Eglisau von Baden, die Strecke Eglisau—Bodensee von der Schweiz ausgearbeitet werden. Ebenso sollen die Untersuchungen über den Bodensee schweizerischerseits bearbeitet werden. Der gegenwärtige Stand der Arbeiten läßt die baldige Aufstellung eines endgültigen Entwurfes erwarten, so daß im Lauf des Jahres 1924 mit dem Ausbau selbst begonnen werden dürfte\*).

Noch vor 15 Jahren befand sich am Oberrhein ein einziges Kraftwerk, das Werk bei Rheinfelden. Inzwischen sind die Werke Augst-Wyhlen (von dem die Wiese- und Wehratalbahn gespeist wird), Laufenburg und Eglisau erstellt worden, aus denen heute insgesamt etwa 810 Millionen kWStd. jährlich gewonnen werden. Das ergibt erst etwa ein Fünftel aller an der Strecke Kembs—Bodensee verwertbaren Wasserkräfte! Es erwächst also den beiden Uferstaaten Schweiz und Baden die dankbare Aufgabe, die gesamte Strecke so zu bearbeiten, daß die zur Verfügung stehenden Wassermengen und das Gefäll restlos ausgenutzt werden. Zu diesem Zweck ist der obere Abschnitt — den hydro- und topographischen Verhältnissen angepaßt — in eine Reihe Stufen eingeteilt, deren erste bei Birsfelden und deren oberste bei Rheinklingen liegt. Zunächst sollen Schwörstadt, Dogern, Reckingen und Birsfelden ausgebaut und dadurch über 1100 Millionen kWStd. gewonnen werden; Neurheinfelden, Säkingen, Waldshut, Kadelburg, Ellikon, Altenburg, Schaffhausen und Rheinklingen sollen mit weiteren 1500 Millionen kWStd. folgen. Auf diese Weise werden vom Bodensee bis Kembs rund 4000 Millionen kWStd. gewonnen werden können, von denen entsprechend der Uferlänge mindestens zwei Fünftel auf Baden entfallen. Und wenn heute noch — wie angedeutet — rund 80% davon der Verwertung harren, so ergeben sich hier Zukunftsmöglichkeiten, die volkswirtschaftlich noch gar nicht richtig zu bewerten sind.

Aber die weisse Kohle wird nicht nur dem Rhein abgerungen. Das zweite Gebiet, wo sie gewonnen wird, sind seine Nebenflüsse, und wenn diese Kraftquelle auch nicht die gleichen gewaltigen Ausmaße zeigt, so darf sie doch eine wertvolle Ergänzung der Werke am Rheinstrom genannt werden. Ein Vergleich zwischen den Rhein- und Schwarzwaldwerken wird

\*) Vergl. hierzu den am 9. Juli 1923 auf der Tagung des badischen Landeselektrizitäts- und Wasserwirtschaftsrates in Karlsruhe von Oberbaurat Dr. Meythaler gehaltenen Vortrag über den Ausbau der Wasserkräfte in der Republik Baden, auszugsweise wiedergegeben in der „Karlsruher Zeitung“ (Bad. Staatsanzeiger) vom gleichen Tag.

dies sofort zeigen: Während der Rhein oberhalb Basel alpinen Charakter trägt, im Sommer also hohe Wasserstände, im Winter dagegen Tiefstand hat, weisen die Schwarzwaldflüsse ein umgekehrtes Bild auf, im Sommer niedere Wasserstände, im Winter wiederholte Hochfluten. Es lag also nichts näher, als die Wassermengen der Schwarzwaldflüsse aufzuspeichern und die in diesen Speicheranlagen gewonnene Kraft als Ergänzungskraft für die Rheinwerke zu benützen.

Von den weiter oben genannten Nebenflüssen gehören Neckar und Main dem Schwarzwaldgebiet nicht an. Auch hier sind allenthalben Kraftwerke vorgesehen, auf badischem Gebiet am Neckar u. a. die bereits im Bau begriffenen Stufen bei Ladenburg und Wieblingen unterhalb Heidelberg mit 34 bzw. 40 Millionen kWStd., am Main, dessen badische Anteilstrecke wesentlich kürzer ist, die Stufen bei Grofsheubach, Freudenberg, Hasloch und Bettingen mit zusammen 30 Millionen kWStd. Jahresleistung. Man sieht, die Zahlen halten sich in bescheideneren Grenzen als am Oberrhein; es steht beim Neckar wie beim Main die Frage der Kraftgewinnung zudem nicht an erster Stelle, vielmehr ihre Schiffbarmachung und Kanalisierung.

Bedeutender für die Kraftgewinnung und Elektrifizierung der Eisenbahnen sind die großen Schwarzwaldwerke im Gebiet der unteren Murg und der Alb/Wutach. Die Frage der Ausnützung der Wasserkräfte an der Murg hat die Öffentlichkeit schon seit 1½ Jahrzehnten beschäftigt. Bereits im Jahre 1912 nahmen die badischen Landstände eine Vorlage an, durch welche die Mittel für den Bau und Betrieb eines staatlichen Murgwerkes bereit gestellt wurden. Die Bauarbeiten begannen alsbald und sollten 1916 beendet sein; infolge des unglückseligen Krieges konnte der Betrieb des Werkes jedoch erst im November 1918 aufgenommen werden. Seither wurden durchschnittlich 61 Millionen kWStd. jährlich geliefert, 1922 sogar 86 Millionen. Im Juli 1921 ging das Werk in den Besitz der badischen Landeselektrizitätsversorgung A.-G. (Badenwerk) über, die den zweiten Ausbau sofort in Angriff nahm und ihn im Lauf des Jahres 1924 zu beenden hofft.

Als weitere Aufgabe hat das Badenwerk den Ausbau der Alb/Wutachkräfte sich vorgenommen. Den Nerv dieser Anlage bildet das große Schluchseewerk (901 m ü. d. M.) mit einer Speicherkapazität von 100 Millionen cbm, dessen zum Rhein ablaufendes Wasser bis Waldshut ein Gefäll von 600 m hinter sich hat. Man schätzt die Leistungsfähigkeit des Schluchseewerkes auf etwa 500 Millionen kWStd. und hat bereits mit dem noch nicht vollendeten Bahnbau Titisee—Schluchsee—Sankt Blasien auch die Arbeiten am kommenden Schluchseewerk selbst eingeleitet. Unter Einschluss einiger kleinerer Werke dürften im Schwarzwald insgesamt 875 Millionen kWStd. zu erreichen sein, von denen heute nur 120 Millionen, also 14%, nutzbar gemacht werden.

Diesen Zukunftsziffern am Oberrhein und seinen Schwarzwaldzuflüssen stehen heute in Baden an tatsächlich aus Kohlen, Öl, Benzol usw. gewonnenen Energien rund 1300 Millionen kWStd. gegenüber, die ebenso gut auch den Wasserläufen entnommen werden könnten. Da nun im Schwarz- und Odenwald am Rhein und Neckar heute nur 510 Millionen kWStd. erzeugt werden und das gesamte Angebot an badischen Wasserkraften des Schwarzwaldes, Odenwaldes, Rheines, Mains und Neckars (also mit Ausschluß der auf schweizerischem, elsässischem, württembergischem, hessischem und bayerischem Gebiet ausgenutzten oder auszunutzenden Wasserkräfte) schätzungsweise 4000 Millionen kWStd. beträgt, so werden heute also nur 12% aller badischen Wasserkräfte in Wirklichkeit ausgenutzt.

Wie sollen nun die noch brachliegenden und den Gebirgen ungenutzt enteilenden, restlichen 3500 Millionen kWStd. den badischen Eisenbahnen dienstbar gemacht werden? Das badische Eisenbahnnetz umfaßt heute etwa 1900 km. Rechnet man hierfür einen jährlichen Bedarf von 300 000 kWStd./km (was reichlich

hoch gegriffen scheint), so ergäbe dies einen Gesamtbedarf von 570 Millionen kWStd. Oder anders ausgedrückt: Schon der siebente Teil der badischen Wasserkräfte würde genügen, das ganze, ziemlich dichte badische Eisenbahnnetz mit Energie zu speisen. Baden wird also in dieser Hinsicht »Überschufsland« sein, was im künftigen elektrischen Eisenbahnbetrieb wohl vor allem dem benachbarten, nennenswerter Wasserkräfte ermangelnden Württemberg zugute kommen dürfte. Nach Wechmann (a. a. O.) stellt sich der Arbeitsverbrauch einiger badischer Linien wie folgt:

Strecke	Länge	Verkehrsleistung	Arbeitsbedarf
	km	Millionen t/km	kWStd./km
Wiesetalbahn . . . . .	31	76,1	85 000
Schwarzwaldbahn Offen- burg—Singen . . . . .	150	943	268 000
Mannheim—Karlsruhe . . .	61	1498	650 000

Der Grenzbetrag der für 1 km Streckenlänge benötigten Energie, der beim elektrischen Betrieb eine größere Wirtschaftlichkeit als beim Dampfbetrieb gewährleistet, beläuft sich nach Wechmann für badische Strecken auf 250—300 000 kWStd./km im Jahr. Das erste Anrecht auf Elektrifizierung hat also die verkehrsreiche badische Hauptbahn Basel—Karlsruhe—Mannheim/Heidelberg—Frankfurt. Es handelt sich hier um eine Weltverkehrsstrecke ersten Ranges, deren Bedeutung durch den Verlust der elsafs-lothringischen Linien für den Nord-südverkehr noch gewachsen ist. Gewiß kann heute von einer Überlastung dieser sehr leistungsfähigen Linie noch nicht gesprochen werden; es unterliegt andererseits keinem Zweifel, daß ihre Überführung in elektrischen Betrieb eine derartige, immerhin vorhandene Möglichkeit in weite Ferne schiebt. Daß an ihrer vorherrschenden Stellung im Verkehr Südwestdeutschlands nicht zu rütteln ist und daß man — etwa um sie zu entlasten — ihren Verkehr auch nicht in annähernd befriedigender Weise über württembergische Nachbarstrecken zu leiten vermag, haben die zehn Monate »Umlenkungsverkehr«, als der Gesamtverkehr über Appenweier—Offenburg stillstand, zur Genüge gezeigt. Angesichts ihrer Verkehrsziffern darf man also schon jetzt eine größere Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes gegenüber dem jetzigen Dampfbetrieb voraussagen.

An zweiter Stelle folgt unzweifelhaft die Schwarzwaldbahn Offenburg—Triberg—Singen—Konstanz/Schaffhausen. Auch ihre Elektrifizierung wird sich binnen kurzem bezahlt machen. Gerade eine tunnelreiche Gebirgsbahn wie diese weist — vergleiche die Gotthardbahn — für den elektrischen Betrieb so viele Vorzüge auf, das jede unnötige Verzögerung weitgehende

volkswirtschaftliche Verluste zur Folge haben kann. Es werden nur noch wenige Jahre vergehen, bis die schweizerischen Bundesbahnen ihre Strecken nach Schaffhausen (1928) und Basel (1924/25) elektrifiziert haben. Dann würde es für den Verkehr dieser beiden wichtigsten badisch-schweizerischen Eingangstore ein Hemmnis und eine Rückständigkeit ohnegleichen bedeuten, wenn die Deutsche Reichsbahn den modernen elektrischen Lokomotiven der S. B. B. gegenüber auf ihrem überlebten Dampfbetrieb beharren wollte. Spätestens im Jahre 1928 (ursprünglich war 1930 in Aussicht genommen) werden die Schweizer ihre Arbeiten auf den genannten Strecken beendet haben, und es darf die Hoffnung ausgesprochen werden, daß dieses oder das folgende Jahr auch die Vollendung des mehrerwähnten Schluchseerwerkes und damit seine Nutzbarmachung für den badischen Eisenbahnbetrieb bringen wird.

Die Reihenfolge der weiter zu elektrifizierenden badischen Linien wird die Zukunft zeigen. Daß einige der nächstfolgenden die Odenwaldbahn Heidelberg—Würzburg, deren Betrieb infolge der Überwindung mehrerer Wasserscheiden hintereinander äußerst schwierig ist, und die internationale Westostlinie (Straßburg—)Kehl—Karlsruhe—Pforzheim(—Stuttgart) sein werden, kann wohl als selbstverständlich gelten. Ihnen werden nach und nach alle badischen Hauptstrecken folgen können und müssen.

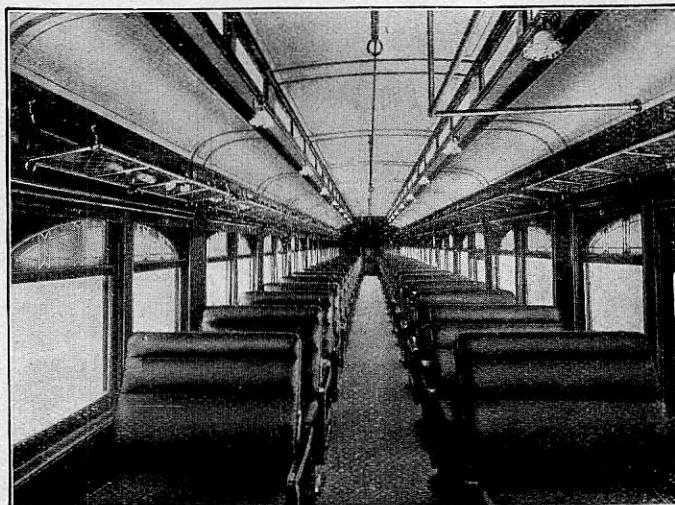
Die elektrische Zugförderung stellt zweifellos die Betriebsart der Zukunft dar. Sie ist allenthalben auf dem Marsch und wird sich auch in Deutschland trotz Finanznöten und Reparationen durchzusetzen wissen. Wenn wir ihre Fortschritte in den Nachbarländern beobachten, wenn wir hören, daß die schwedischen Staatsbahnen überhaupt keine Dampflokomotiven mehr bauen wollen, daß die schweizerischen Bundesbahnen ihr Bauprogramm immer mehr und mehr beschleunigen, daß die französischen Bahngesellschaften tausende von Kilometern in Angriff genommen haben und selbst die gleich uns wirtschaftlich schwerleidende österreichische Nachbarrepublik schon ihre ersten elektrischen Züge auf der Arlbergbahn hat laufen lassen, dann fühlen wir den Pulsschlag einer neuen Zeit im völkerverbindenden Verkehr und hören aus all diesen Tatsachen die Forderung herausklingen, daß es nicht nur volkswirtschaftliche, sondern — gerade in Zeiten wirtschaftlicher Not — vaterländische Pflicht sei, die unschätzbaren Reichtümer unserer heimatlichen Gebirge in den Dienst der Allgemeinheit zu stellen.

Badens Staatseisenbahnen galten einst als vorbildlich in Betrieb und Verkehr. Sie werden ihren Stolz darein setzen, den guten Ruf von ehedem zu bewahren und, dank ihrem Reichtum an Naturkräften, in der Frage der Elektrifizierung der deutschen Eisenbahnen noch mehr als bisher wahrhaft »bahnbrechend« zu wirken.

### Personenwagen der Chilenischen Eisenbahnen

Die Linke-Hofmann-Lauchhammerwerke haben in ihrem Werke Breslau 47 Personenwagen für die Chilenischen Eisenbahnen im Bau, von denen die ersten zu Beginn des Jahres abgeliefert wurden.

Die Wagen sind aus Eisen gebaut und unterscheiden sich in mehrfacher Beziehung von den in Deutschland üblichen. Sie haben eine gesamte Länge von etwa 22,5 m bei einer Kastenbreite von 2948 mm und einer Spurweite von 1676 mm. Sie laufen auf zwei 2-achsigen Drehgestellen. Die Entfernung der Drehzapfen beträgt 15,8 m. Wegen der größeren Spurweite erfolgte die Überführung nach dem Ausgangshafen auf besonderen Transportachsen, während die eigenen auf einem angehängten Güterwagen mitgenommen wurden. Die Wagen haben Mittelpufferung und sind mit durchgehender Luftdruck- und damit verbundener Notbremse, sowie Handbremse ausgerüstet. Die Beleuchtung erfolgt durch 24 elektrische Glühlampen. Der erforderliche Strom wird während der Fahrt selbst erzeugt und über eine zwischengeschaltete Akkumulatoren-batterie den Beleuchtungskörpern zugeleitet.



Mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse sind die Wagenwände wegen der auftretenden großen Hitze besonders isoliert. Durch Öffnen der Fenster im Oberlichtaufbau wird für reichliche Entlüftung gesorgt. Zur Luftbewegung im Wageninnern sind daher auch elektrisch angetriebene Ventilatoren an jedem Wagenende vorgesehen.

Die Wagenvorräume sind seitlich durch Türen abgeschlossen und haben an den Stirnwänden Übergangseinrichtungen für Mittelpufferung.

Der 20 m lange Innenraum (s. Abb.) hat Wandverkleidungen aus naturfarbenem poliertem Mahagoniholz, an denen Gepäcknetze angebracht sind. Die Sitze haben verstellbare Rückenlehnen. An jedem Wagenende befindet sich eine Toilette mit Waschgelegenheit. Die beiden an die Toilette anschließenden Sitze können durch Stoffvorhänge für die Nacht als Damenraum abgeteilt werden. Die Textabbildung zeigt den Wageninnenraum.

Auch äußerlich zeigen die Wagen geschmackvolle Formen und Ausstattung.

## Persönliches.

### Geh. Rat Dr. Ing. h. c. Adolf Wasmer †.

Mit dem am 23. Januar 1924 im 82. Lebensjahr an den Folgen eines Unfalles verstorbenen Geh. Rat, Baudirektor a. D. Dr. Ing. Adolf Wasmer, ist eine der markantesten Gestalten aus der Reihe der leitenden technischen Beamten der ehemals badischen Staatsbahnen dahingegangen, so daß es gerechtfertigt ist, ein kurzes Bild seines Wirkens und seiner Persönlichkeit zu geben.

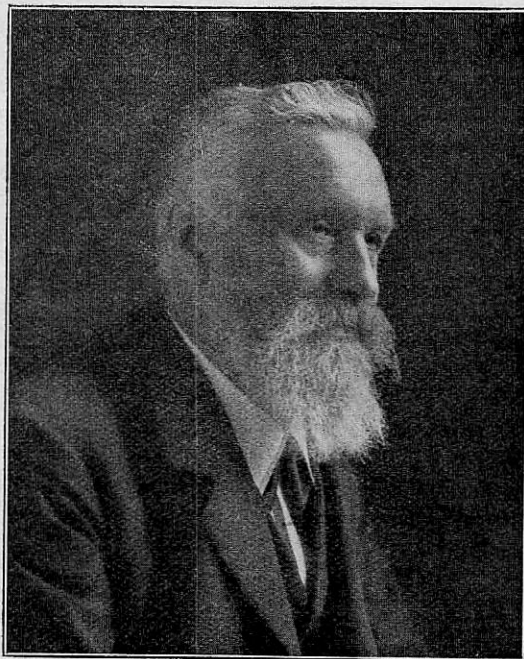
Geh. Rat Dr. Ing. Adolf Wasmer wurde 1842 in Karlsruhe geboren. Er besuchte daselbst das Gymnasium, studierte hierauf die Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum in Karlsruhe und trat 1863 in den badischen Staatsdienst ein.

Schon als Praktikant tat er sich hervor, indem er seiner Oberbehörde eine Denkschrift über die geometrische Anordnung von Weichenanlagen vorlegte, die deren besondere Anerkennung fand.

Nach wenigen Jahren der Verwendung zur Leitung von Bauarbeiten wurde Wasmer mit der Ernennung zum Bahnbauinspektor 1881 zur Generaldirektion in Karlsruhe als Zentralinspektor einberufen und erlangte 1886 die Stellung eines Kollegialmitglieds derselben. 1898 wurde er zum Baudirektor und Vorstand der Bauabteilung der Generaldirektion ernannt, wobei er auch neben den allgemeinen Vorstandsgeschäften das Respiziat für verschiedene bedeutende Bauten, wie die Bahnhofbauten in Oes, Bruchsal, die neueren Hafenbauten in Mannheim, die Bahnen Walldürn—Amorbach und Marbach—Dürrheim führte. Von ihm rühren ferner die ersten Entwürfe für die Murgtalbahn Weisenbach—Landesgrenze und die Bahn Titisee—St. Blasien, sowie für den neuen Personenbahnhof in Karlsruhe her.

Die bedeutendsten Werke, die nach seinem Entwurf und unter seiner Leitung in den letzten Jahren entstanden, sind jedoch der neue Rangierbahnhof in Mannheim (eröffnet im Spätjahr 1906) und die neuen Bahnhöfe in Heidelberg.

Der neue Rangierbahnhof in Mannheim, der sich zwischen den Stationen Mannheim und Friedrichsfeld auf eine Länge von etwa 5,8 km erstreckt und einen Aufwand von 18 Mill. M. erforderte, ist einer der größten und leistungsfähigsten Rangierbahnhöfe Deutschlands. Er ist als zweiseitige Anlage mit Ablaufbrücken gebaut, wobei jedoch die Rücksicht auf die besonderen Forderungen des dortigen Verkehrs zu einer ziemlich ungleichartigen Ausbildung der einzelnen Gruppen nötigte. Die Bahnhofbauten in Heidelberg umfassen den Neubau des Personenbahnhofes, des Güterbahnhofes und eines mittelgroßen Rangierbahnhofes, die bis jetzt in einer Anlage vereinigt waren. Der Umstand, daß dabei der jetzt bestehende Kopfbahnhof für den Personenverkehr durch einen Durchgangsbahnhof zu ersetzen ist, bedingte eine weitreichende Verlegung



der Zufahrtlinien und den Bau eines neuen 2,5 km langen Tunnels durch den Königstuhl. Die Bauten wurden 1908 begonnen; der neue Tunnel und der Güterbahnhof sind Anfang 1914 in Betrieb genommen worden. Für den neuen Personenbahnhof und seine Zufahrten sind nur die Erdarbeiten fertiggestellt; der Ausbruch und das unglückliche Ende des Weltkriegs hat die Fortsetzung der Arbeiten bis heute verhindert. Es war Wasmer nicht vergönnt, die Fortführung und Vollendung des Baues, an dem er mit der Liebe des Schöpfers hing, zu schauen.

In die Zeit, während deren er der Bauabteilung der Generaldirektion der Staatseisenbahnen vorstand, fällt die ausgedehnte Bautätigkeit im ganzen badischen Bahnnetz, die außer den vorgenannten, seiner Leitung unmittelbar unterstehenden Bauten seine Arbeitskraft stark in Anspruch nahm, so der Um- und Neubau des Rangier- und Güterbahnhofs Freiburg, der Personen-, Güter- und Rangierbahnhöfe Basel und Offenburg, des Personenbahnhofs Karlsruhe und des Kehler Hafens; der Bau der Bahnen Waldkirch—Elzach, Neustadt—Donaueschingen, Kappel—Bonndorf, der Bodenseegürtelbahn, der Murgtalbahn Weisenbach—Forbach und der Bahnen Singen—Beuren, Walldürn—Hardheim und Tauberbischofsheim—Königheim u. a. Bauten. Es kann somit wohl gesagt werden, daß es kaum eine Gegend des badischen Landes gibt, die seiner unmittelbaren oder mittelbaren Arbeit nicht neue Bahnen oder Verbesserungen ihrer Anlagen verdankt.

Mit diesem seinem ureigensten Betätigungsbereich des schöpferischen Neubaues war jedoch der Wirkungskreis Wasmers keineswegs erschöpft. Mindestens ebenso groß, wenn auch nach außen weniger oder für die meisten gar nicht in die Erscheinung tretend, war auch seine Tätigkeit auf dem Gebiet der Verwaltung, auf dem während seiner Amtsführung umfangreiche und grundsätzliche Fragen zu behandeln waren.

Wasmer hat 15 Jahre lang die wichtige Stelle des Vorstands der Bauabteilung der Generaldirektion bekleidet und war als ältester Abteilungsvorstand lange Jahre Stellvertreter des Generaldirektors. Zur Bewältigung der großen Arbeitslast, die sein Amt brachte, befähigte ihn in erster Linie sein reiches technisches Wissen, seine große Erfahrung und genaue Kenntnis der Verkehrsverhältnisse und Verkehrsbedürfnisse des badischen Landes in Verbindung mit einem eisernen Pflichtgefühl einerseits und seine offene, herzliche Liebenswürdigkeit und seine geradezu väterliche Güte für die Untergebenen andererseits. Deshalb tragen alle seine Arbeiten, wie schon von seinen Vorgesetzten in den ersten Lehrjahren bestätigt worden ist, den Stempel der Gediegenheit und Klarheit, und er konnte nach 50-jähriger Dienstzeit mit dem Bewußtsein aus dem Amte

scheiden, das Erbe seiner großen Vorgänger Gerwig und Würthenau gut verwaltet zu haben.

Zu den Auszeichnungen und Ehrungen, die ihm während und am Ende seiner Dienstzeit zuteil wurden, fügte die Karlsruher Technische Hochschule Fridericiana im Jahre 1921 die Verleihung des Doktoringenieurs ehrenhalber hinzu. Trotz aller Erfolge und Auszeichnungen blieb sein Wesen einfach und schlicht, und so wird er auch im Andenken seiner Berufsgenossen, ob Mitarbeiter oder Untergebene, als Vorbild der Pflichttreue, Gewissenhaftigkeit, Uneigennützigkeit und rein menschlicher Herzlichkeit weiterleben.

#### Ministerialrat a. D. Carl Ritter von Biber †.

Am 20. November 1923 ist Ministerialrat von Biber, der langjährige Referent für den Bau und die Beschaffung der Lokomotiven, Wagen und Schiffe bei der Zweigstelle Bayern des Deutschen Reichsverkehrsministeriums, im 66. Lebensjahre mit Tod abgegangen, nachdem er kurze Zeit vorher, am 1. April 1923 wegen Überschreitung der Altersgrenze in den Ruhestand überführt worden war.

v. Biber wurde am 29. Juli 1857 in Nürnberg geboren, besuchte dort die Kreis-Gewerbeschule und die Industrieschule und setzte nach Absolvierung der letzteren seine Studien an der mechanisch-technischen Abteilung des Polytechnikums in München fort.

Nach Absolvierung des Polytechnikums im Herbst 1878 trat er in den Dienst der bayerischen Staatseisenbahnverwaltung ein. Er erhielt seine Ausbildung im maschinentechnischen Betriebs-, Werkstätte- und Verwaltungsdienst in Regensburg und war dann als Hilfsarbeiter und später als Leiter der Wagenabteilung der damaligen Zentralwerkstätte Nürnberg beschäftigt. Anfangs des Jahres 1897 zur ehemaligen Generaldirektion der kgl. bayerischen Staatseisenbahnen in München einberufen, erhielt er im Jahre 1901 das wichtige Referat für den Bau und die Beschaffung von Eisenbahnfahrzeugen und Schiffen übertragen. In der gleichen Stellung war er sodann im kgl. bayerischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten und schließlich bei der Zweigstelle Bayern des Reichsverkehrsministeriums tätig.

Während seiner mehr als 20jährigen Tätigkeit auf diesem wichtigen und interessanten Gebiete war es v. Biber, dank dem großen technischen Wissen und Können, das ihm eigen war, und dank seiner Fähigkeit, die Bauarten der Fahrzeuge den durch die geographischen und wirtschaftlichen Verhältnisse der bayerischen Bahnen sich ergebenden Bedürfnissen anzupassen, vergönnt, im geistigen Wettstreit mit den übrigen Eisenbahnverwaltungen hinsichtlich der zweckmäßigsten Bauformen und im Zusammenwirken mit den bayerischen, auf großer Höhe stehenden Bauanstalten Fahrzeuge zu schaffen, die in vieler Beziehung vorbildlich geworden sind. Er förderte für den schweren Hauptbahnbetrieb die Entwicklung der Vierzylinder-Verbund-Heißdampflokomotive und brachte den Barrenrahmen in großem Umfange und mit gutem Erfolge zu einer Zeit zur Einführung, als die Verwendungsfähigkeit dieses Bauteiles in Deutschland noch sehr umstritten war. Weit über

Bayern hinaus sind die während seiner Amtszeit entstandenen Bauformen der Heißdampf-Vierzylinder-Verbundlokomotiven der Gattungen P 3/5, S 3/5, S 3/6, G 4/5 und G 5/5 und der Heißdampf-Zwillingslokomotive Gattung G 3/4 bekannt; sie sind auch z. T. von anderen Eisenbahnverwaltungen übernommen worden.

Als versucht wurde, durch Einführung der sogenannten «leichten Züge» auf Haupt- und Nebenbahnen den Personenzugdienst so wirtschaftlich als möglich zu gestalten, schuf er die 2/3 gekuppelte Heißdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Pt 2/3 für Hauptbahnen und die einmännig besetzte 2/2 gekuppelte Heißdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Pt L 2/2 mit mechanischer Feuerbeschickung für Nebenbahnen; für den schweren Nebenbahndienst entstand die 4/4 gekuppelte Heißdampf-Zwillings-Tenderlokomotive Gattung Gt L 4,4; alles Gattungen, die sich im Rahmen ihres Bauprogramms gut bewährt haben.

Mit der 2 × 4/4 gekuppelten Vierzylinder-Heißdampf-Verbund-Gelenklokomotive der Gattung Gt 2 × 4/4, die für den Schiebedienst auf den Steilrampen Nordbayerns bestimmt ist, wurde die größte und schwerste deutsche Lokomotive geschaffen.

Auch im Wagenbau hat sich die Fähigkeit v. Biber, den Forderungen der Technik, des Betriebes und auch der Bequemlichkeit der Reisenden Rechnung zu tragen, erwiesen. Es will nur auf die in großer Zahl im bayerischen Netze vorhandenen zwei- und dreiachsigen Wagen 3. Klasse mit Endbühnen und innerem Durchgang für den Vorort- und Ausflugsverkehr und auf die D-Zugwagen der verschiedenen Klassen hingewiesen werden, die namentlich, was geschmackvolle Ausstattung und zweckmäßige Einteilung anlangt, allgemein bekannt und beliebt sind.

Bei den D-Zugwagen führte er schon seit 1908 zur Erzielung eines ruhigeren Laufes Drehgestelle von 3,5 m Radstand ein. Auch 4- und 6achsige Salonwagen, Krankensalonwagen und ein mit vielen neuzeitlichen Meßinstrumenten ausgestatteter Meßwagen geben Zeugnis von dem technischen Geschick und guten Geschmack v. Biber.

Für die staatliche Dampfschiffahrt auf dem Bodensee und Ammersee hat v. Biber Dampfschiffe beschafft, die den Erfordernissen einer wirtschaftlichen Betriebsführung und den Anforderungen, die von den Reisenden auch hinsichtlich Ausstattung gestellt werden, vollständig Rechnung tragen. Eine Eigenschaft v. Biber darf nicht unerwähnt bleiben, die vielfach bei maßgebenden Personen im Fahrzeugbau vermisst wird, nämlich die, dem Fahrzeug eine Form zu geben, die es, ohne daß den konstruktiven Belangen Gewalt angetan worden wäre, auch im Aussehen und der Linienführung als ein dem Auge wohlgefälliges Gebilde erscheinen lassen. Die bayerischen S 3/6 Lokomotiven und die Inneneinrichtung der bayerischen D-Zugwagen sind in dieser Hinsicht vorbildlich.

Alles zusammengefaßt kann v. Biber nachgerühmt werden, daß er im Fahrzeugbau vieles Neue und Nützliche angeregt und geschaffen hat, das ihm in der Eisenbahnfachwelt ein ehrenvolles Andenken sichert.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeines.

#### Der gegenwärtige Zustand der chinesischen Eisenbahnen.

(Railway Age, Bd. 75, Nr. 20.)

China hat zwar eine Bevölkerung von 400 Millionen auf einer Fläche von 5 000 000 qkm, aber nur ein Eisenbahnnetz von 11 417 km Länge, einschließlich der im Bau begriffenen und der genehmigten Strecken. Die im Betrieb befindlichen Staatsbahnen machen davon 6 190 km aus. 635 km Staatsbahnen sind im Bau, 780 km sind Privatbahnen und solche der Provinzen; die übrigen sind erst genehmigt; es besteht aber wenig Aussicht, daß sie gebaut werden. Das Eisen-

bahnwesen leidet sehr unter den ungeordneten politischen Verhältnissen. Bestechlichkeit der Beamten und sonstige Mißwirtschaft, verspätete Zahlung der Gehälter, sind die Folgen. Die Staatsbahnen schulden allein an Amerika 20 Millionen Golddollar für Lieferungen.

Auf den Hauptstrecken verkehren neuzeitlich ausgestattete Züge amerikanischer Erzeugung. Da aber ein erheblicher Teil des für ihre Beschaffung ausgeworfenen Geldes sein Ziel nicht erreicht, sind sie nicht das, was man bei ihrem hohen Preis erwarten könnte. Nach dreiwöchigem Gebrauch waren schon alle Messinggriffe gestohlen.

Der Unterhaltungszustand der Eisenbahnen ist schlecht; nur der Oberbau wird gut unterhalten. Der Speisewagenbetrieb, der im wesentlichen den europäischen Reisenden 1. Klasse zugute kommt, wird von einem Amerikaner, der kürzlich China bereist hat, gelobt. An der Strecke Peking-Suiyuan befindet sich ein Denkmal für den Erbauer der Bahn, bestehend aus einer lebensgroßen Bildsäule mit einem tempelartigen Bau daneben, der eine große Gedenktafel enthält.

Wernecke.

### Schweizerische Eisenbahnstatistik 1922.

Das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement hat, wie alljährlich, auch für das Jahr 1922 einen neuen Band der Schweizerischen Eisenbahnstatistik herausgegeben, der in zahlreichen Übersichten ein Bild über die Entwicklung und den Bestand des ganzen schweizerischen Eisenbahnnetzes, sowie der einzelnen Normalspur-, Schmalspur- und Zahnradbahnen, der Tramways, Drahtseilbahnen und sonstigen mit dem Bahnbetrieb zusammenhängenden Unternehmungen gibt.

Das schweizerische Bahnnetz umfasste Ende 1922 Bahnen aller Art mit einer Baulänge von insgesamt 5828 km gegen 5822 km im Vorjahr. Die zweispurigen Strecken haben um 35 km zugenommen und messen im ganzen 1162 km oder 20 v. H. der gesamten Länge. Im Zuwachs ist der anfangs 1922 in Betrieb gesetzte zweite Simplontunnel von 20 km Länge inbegriffen. Der Dampftrieb wurde auf 224 km Bahnlänge durch die elektrische Zugförderung ersetzt. Diese dehnte sich Ende 1922 auf 2512 km oder 44 v. H. der Gesamtlänge des Netzes aus. In diesem hohen v. H.-Satz sind jedoch die zahlreichen Schmalspur-, Zahnrad-, Drahtseilbahnen und Tramways, die fast sämtlich elektrisch betrieben werden, mit enthalten.

Von den Vollbahnen treffen 2809 km auf das Netz der Schweizerischen Bundesbahnen; hiervon werden 430 km elektrisch betrieben. 773 km Vollbahn, davon 297 km elektrisch betrieben, sind in anderweitigem Besitz. Von den 1546 km Schmalspurbahnen gehören nur 72 km (Brünigbahn) zu den Schweizerischen Bundesbahnen; 1194 km Schmalspurbahn werden elektrisch betrieben, ebenso die gesamten vorhandenen Tramways mit insgesamt 495 km Netzlänge. Auch der größte Teil der vorhandenen Zahnradbahnen mit insgesamt 109 km Länge und der Drahtseilbahnen mit insgesamt 49 km Länge werden elektrisch betrieben.

Der elektrische Betrieb wurde im Jahre 1922 neu aufgenommen auf den Strecken Bellinzona—Chiasso, Erstfeld—Luzern, Immensee—Rothkreuz, Arth-Goldau—Zug, Luzern—Zug.

Der Fahrzeugpark setzte sich Ende 1922 wie folgt zusammen:

Dampflokomotiven, Normalspur	1160	davon	1063	den S. B. B. gehörig
" Schmalspur	134	"	28	" " " "
" f. Zahnradb.	39	"	—	" " " "

Zusammen Dampflokomotiven 1333 gegenüber 1353 im Vorjahr.

Elektrische Lokomotiven, Normalspur	147	davon	114	den S. B. B. gehörig
" " Schmalspur	68	"	—	" " " "
" " f. Zahnradb.	41	"	—	" " " "

Zusammen elektrische Lokomotiven 256 gegenüber 211 im Vorjahr.

Von den Schmalspurlokomotiven sind 42 Dampflokomotiven und 31 elektrische Lokomotiven, obwohl nicht ausschließlich für Zahnradbahnen bestimmt, ebenfalls mit Zahnrad ausgerüstet.

Ferner waren Ende 1922 für Normalspur-, Schmalspur- und Zahnradbahnen insgesamt vorhanden: 363 Motorwagen, 4775 Personenwagen, 33 Motorgepäckwagen, 1004 Gepäckwagen, 21973 Güterwagen, 117 Rollschemele und 2121 Privatwagen. Der Wagenbestand weist gegenüber dem Vorjahre nur geringe Unterschiede auf.

Von den Dampflokomotiven wurden auf eigener und fremder Bahn (Vollbahnen, Schmalspur- und Zahnradbahnen) im Jahre 1922 30930678 km, im Jahre 1921 31127731 km zurückgelegt; für elektrische Lokomotiven sind diese Zahlen im Jahre 1922 7485202 km, im Jahre 1921 5346216 km, woraus die Ausdehnung des elektrischen Betriebs ersichtlich ist. Im Jahresdurchschnitt leistete eine normalspurige Dampflokomotive der S. B. B. 25608 km, eine elektrische Lokomotive 42697 km.

Die geleisteten Zugkilometer von 39782796 km zeigen gegenüber dem Vorjahre mit 37422825 km eine mächtige Steigerung.

Für das Netz der Schweizerischen Bundesbahnen allein gelten folgende Angaben:

	1921	1922
Baulänge . . . . .	2827 km	2881 km
Davon doppelspurig . . . . .	922 "	949 "
Zahl der Dampflokomotiven . . . . .	1176	1091
" " elektr. Lokomotiven . . . . .	1176	114
" " Personenwagen . . . . .	3405	3444
" " Gepäckwagen . . . . .	780	786
" " Güterwagen und Rollschemele . . . . .	18860	18888
" " Privatwagen . . . . .	2080	2078
Fahrleistungen der Lokomotiven und Motorwagen . . . . .	29 647 000 km	31 981 000 km
Geleistete Zugkilometer . . . . .	23 865 000 "	25 977 000 "
Betriebseinnahmen . . . . .	353 972 000 Fr.	344 215 000 Fr.
Betriebsausgaben . . . . .	341 918 000 "	313 713 000 "
Einnahme-Überschufs . . . . .	12 054 000 "	30 502 000 "

Pfl.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

### Die Brückenbauten der dänischen Staatsbahnen 1911—1923.

Technisk Tidsskrift. Vægeoch Vattenbyggnadskonst. 1923. Heft 7.

Die Brückenbauten bei den dänischen Staatsbahnen haben in den letzten Jahren stark an Umfang zugenommen. Fast bei allen Eisenbrücken hat der ständig wachsende Achsdruck der Lokomotiven und Wagen den Umbau notwendig gemacht. Diese Brücken wurden mit neuen Überbauten versehen, weil bei den verhältnismäßig kleinen Spannweiten, die gewöhnlich vorkommen, eine Auswechslung vorteilhafter erschien als die bloße Verstärkung.

Bei den dänischen Brückenumbauten hat man nämlich in den letzten sechzehn Jahren möglichst überall die Bettung über die Brücken durchgeführt, um sich die bekannten Vorteile dieser Bauweise zu sichern: Dichtheit, Feuersicherheit, geringere Stosswirkung, Schalldämpfung, größere Sicherheit bei möglichen Entgleisungen, Möglichkeit für kleinere Gleisverlegungen und Gleishebungen, z. B. bei Schottererneuerung. Bekanntlich können auch Weichen und Kreuzungen in Brücken mit durchgehender Fahrbahn hineinreichen und endlich hoffte man, die Unterhaltungsausgaben zu verringern, da der Anstrich sich vereinfacht und die kostspielige Bedielung mit Brückenholzern entfällt.

Die Brückenbauten begannen um 1903 und sind soweit durchgeführt, daß sich zur Zeit nur etwa 90 offene Eisenoberbauten mit Lichtweiten bis zu 12 m und etwa 30 über 12 m vorfinden. Die Lichtweiten unter 3 m sind jetzt so gut wie alle mit dichten Oberbauten ausgestattet.

Eine große Anzahl von Brückenbauten wurde veranlaßt durch die Ersetzung schienen gleicher Überfahrten mit Wegunter- und -überführungen.

Dadurch wurde die Anzahl der Wegposten stark vermindert, wie aus der folgenden Übersicht für einige dänische Bahnstrecken hervorgeht:

Kopenhagen-Korsøer	Länge 109 km, früher 67, jetzt	11 Posten
Roskilde-Masnedund	" 91 " " 60, "	10 "
Roskilde-Kalundborg	" 79 " " 57, "	28 "
Randers-Fredrikshavn	" 166 " " 116, "	46 "
Esbjerg-Ringkjøbing	" 84 " " 54, "	14 "

So gut wie alle Brücken, die in den letzten 12 Jahren bei den dänischen Staatsbahnen ausgeführt wurden, sind aus Beton oder Eisenbeton. An reinen Eisenbrücken sind in genanntem Zeitraum nur 4 Stück gebaut worden.

Dr. S.

### Messung von Kräften an Bauwerken.

(„Buildings“ 23. Mai 1923, S. 1173.)

Der englische Ingenieur Fereday hat ein handliches Instrument erfunden, das die schnell sich ändernden Kräfte in Bauwerken aufzeichnet, z. B. an Brücken bei Vorüberfahrt eines Zuges, an Schiffen während der Fahrt u. dergl. Man kann dabei die Wirkung der bewegten Last untersuchen, und zwar befriedigend bis zu 350 Druckschwankungen in der Sekunde. Dazu wird ein Lichtstrahl von 2 Spiegeln zurückgeworfen, einem starr befestigten und einem



beweglichen, der zusammen mit dem zu untersuchenden Bauteil schwingt. Beide Strahlen bilden sich entweder auf einem durchsichtigen Maßstab oder auf einem schnell sich bewegenden photographischen Film ab. Der Abstand zwischen diesen Bildern ergibt das Maß der Kräfte. Die Spur des unbeweglichen Strahles dient bei der Messung als Nulllinie.

Dieses Gerät wurde in Indien für Beobachtungen an Brücken angewendet, wobei sich jedesmal zeigte, daß die berechneten Spannungen größer waren als die gemessenen. Da die Längenänderung eines Stabes ein Maß für die wirksame Kraft bildet, die rein statische Rechnung aber Elastizitätserscheinungen gewöhnlich unberücksichtigt läßt, so folgt hieraus, daß Kräfte, die auf die bezeichnete Weise berechnet werden, größer sein müssen, als die wirklichen. Es kann daher die Rechnung eine Brücke leicht als zu schwach erscheinen lassen, während sie es in Wahrheit nicht ist. Bei den erwähnten Brückenuntersuchungen wurde als Regel beobachtet, daß Durchbiegungen, die nach dem Prinzip der kleinsten

Formänderungsarbeit berechnet wurden, immer größer waren als die beobachteten. Wenn eine rechnerisch gefundene Kraft mit der Verhältniszahl der gefundenen Formänderung zur errechneten vielfältigt wird, so ergibt sich mit genügender Genauigkeit die wirkliche Kraft in diesem Bauteil\*).

Das beschriebene Instrument kann in beliebiger Lage befestigt werden. Löcher sind zur Befestigung nur in seltenen Fällen nötig, zum Beispiel bei tiefen, kastenartigen Querschnitten oder bei Blechen über 50 cm Breite. — Temperaturschwankungen beeinflussen die Genauigkeit nur wenig. Dr. S.

\*) Wir verweisen dazu auf den Apparat des holländischen Ingenieurs Okhuizen, der die gleichen Ziele verfolgt. Die Frage, ob das Meßgerät Foredays nicht dauernd zu kleine Werte ergibt, mußte durch Vergleichsmessungen mit dem Okhuizen-Apparat oder durch Eichung an bekannten Formänderungen besonders entschieden werden. Schriftleitung.

## Bahnhöfe nebst Ausstattung; Lokomotivbehandlungsanlage.

### Lokomotivbekohlungsanlage mit Vorrichtung zum gleichmäßigen Mischen verschiedener Kohlsorten.

(Railway Age 1923, 1. Halbj. Nr. 29.)

Mit Abbildung 2 und 3 auf Tafel 2.

Durch Mischen verschiedener Kohlsorten lassen sich wirtschaftliche Vorteile erzielen. Die Delaware & Hudson Company hat deshalb in der Station South Junction bei Plattsburg, N. Y. eine Lokomotivbekohlungsanlage errichtet, die das Mischen bituminöser Steinkohle mit kleinstückigem Anthrazit in bestimmten Mischungsverhältnissen ausführt. Die Anlage besteht aus einem Entladehaus mit 2 Gleisen, den selbsttätigen Kohlenmeßvorrichtungen, einem Aufzug und aus den Kohlenspeichern mit Schüttrinnen zum Bekohlen der Lokomotiven.

Es können jeweils nur 2 Sorten Kohlen gemischt werden. Die ankommenden Kohlenwagen werden im Entladehaus durch ihre Bodenklappen in große, unter den Gleisen liegende Trichter entleert. Von hier gelangen die Kohlen in die beiden Meßvorrichtungen, die mit Hilfe verstellbarer Scheidewände nach Bedarf eine größere oder kleinere Menge der zugeführten Kohlsorten abzuschneiden gestatten; hierdurch ist die Veränderung des Mischungsverhältnisses ermöglicht. Die beiden Meßvorrichtungen entleeren ihren Inhalt gleichzeitig in den zwischen den beiden Kohlentrichtern abwärts gleitenden Aufzugbehälter, auf diese Weise ihren Inhalt gleichmäßig mischend. Die Auslösung zur Entleerung der Meßvorrichtungen erfolgt durch den niedergehenden Aufzugbehälter, der 3 t Kohle aufnehmen kann.

Der Aufzug befördert die gemischte Kohle schräg nach aufwärts in den hochstehenden Kohlenspeicher, der in 2 Abteilungen

je 250 t, also 500 t Kohlen aufzunehmen vermag. Der Kohlenspeicher ist aus Eisenbeton gebaut. Er weist eine freie Durchfahrt zur Aufnahme zweier Bekohlungsgleise auf; ein drittes Bekohlungsgleise führt seitlich am Speicher vorbei und für ein viertes ist der entsprechende Raum vorgesehen. Es können daher gleichzeitig gegenwärtig drei, späterhin vier Lokomotiven mit Kohlen versehen werden. Die gemischte Kohle wird von dem Aufzug zunächst in den turmartigen Aufbau des Kohlenspeichers verbracht und dort in einen festen Ausgleichtrichter entleert. Von hier gelangt die Kohle in einen doppelten Walzenbrecher, der die noch von der Grube her grobstückige Steinkohle in etwa 10 cm große Stücke bricht und die gemischte Kohle in den Kohlenspeicher entleert. Der Kohlenspeicher enthält eine Scheidewand, so daß in den hierdurch gebildeten beiden Abteilungen die Kohlen in zwei verschiedenen Mischungen aufgespeichert werden können. Es ist auch möglich die Kohle an dem Kohlenbrecher vorbei zu leiten und ungebrochen anzusammeln.

Die Anlage ist für eine Stundenleistung von 75 t Mischkohle bestimmt. Das Mischungsverhältnis ist veränderlich, von 65:35 bis 25:75%. Der Aufzug, der mit einem 25 PS-Elektromotor betrieben wird, kann durch Druckknopfsteuerung sowohl vom Entladehaus als von dem Turmaufbau des Kohlenspeichers aus bedient werden.

Als Zubehör zur Bekohlungsanlage ist noch eine Sandtrocken-anlage mit Vorratsraum für 100 t nassen Sand und 10 t trockenen Sand vorgesehen. Der Trockenofen wird mit Kohle geheizt. Der getrocknete Sand wird mit Druckluft dem Vorratsraum zugeführt; von hier kann er in teleskopartig ausziehbaren Ausflußröhren den Lokomotiven zugeführt werden. Pfl.

## Werkstätten, Stoffwesen.

### Lehrenhaltige Bearbeitung von Holzteilen im Eisenbahnwagenbau. (Engineering 1923, Bd. 116, Nr. 3015.)

Die Werkstätten der London Midland and Scottish Railway in Derby (England) befassen sich, wie bei den englischen Eisenbahnen üblich, nicht nur mit Ausbesserung von Fahrzeugen, sondern auch mit dem Neubau von solchen. Die Anlage zählt zu den bestein-gerichteten Werkstätten. Seit einiger Zeit ist dort bei der Bearbeitung von Hölzern für den Bau von Personenwagen ein Genau-Arbeitsverfahren mit Grenzlehrenprüfung, ähnlich wie in der Metallbearbeitung schon seit langem üblich, eingeführt worden.

Die Befürchtung, daß Holz ein zu unzuverlässiger Baustoff für ein solches Verfahren sei und daß es sich nach der Bearbeitung verziehen werde, hat sich als unzutreffend erwiesen. Dagegen zeigte sich, daß auf den üblichen Holzbearbeitungsmaschinen die verlangte genaue Arbeit nicht erzielt werden konnte. Nur vorzüglich durchgebildete, in bestem Zustand befindliche Maschinen sind imstande, die Holzteile lehrenhaltig zu bearbeiten. Für Zapfen und Zapfenlöcher werden z. B. nur Unterschiede bis zu 0,1 mm zugelassen. Bei dieser Genauigkeit ist beim Zusammenbau der vom Vorratslager entnommenen Rahmenteile, Riegel usw. keinerlei Nachhilfe von Hand an den Zapfen, Fugstellen usw. erforderlich. Es war jedoch unmöglich, die für die Holzbearbeitung erforderlichen

Schneidwerkzeuge, wie Quadratmeißel, Zapfenlochfräsketten usw. im Handel mit der erforderlichen Genauigkeit zu erhalten, da bisher an Holzbearbeitungswerkzeuge so weitgehende Anforderungen nicht gestellt wurden.

Eine weitere Schwierigkeit lag darin, daß bei neuzeitlichen Holzbearbeitungsmaschinen die zum Einstellen der Maschine für eine bestimmte Arbeit erforderliche Zeit einen großen Bruchteil der gesamten Arbeitszeit an der Maschine darstellt. Für eine mit 4 Schneidwerkzeugen arbeitende Holzhobelmaschine war z. B. die Einstellungszeit eine Stunde, die reine Arbeitszeit jedoch nur eine halbe Stunde. Ein solches Verhältnis ist natürlich nicht wünschenswert. Es wurde in Derby dadurch erheblich verbessert, daß die Zeichnungen verschiedener Wagengattungen durchgesehen und im Sinne einer möglichst weitgehenden Vereinheitlichung überprüft wurden, so daß nun Einzelteile, wie Riegel, Türrahmen usw. für verschiedene Wagenarten einheitlich und in großen Mengen auf Vorrat gearbeitet werden können. Alle diese Teile unterliegen einer genauen Nachprüfung mit verschiedenen Lehren und Grenzmaßen für „Gut“ und „Ausschuß“.

Aus diesen Einzelstücken wurden weitere zusammengesetzte Einheitswagenteile, wie Zwischenwände für Abteilwagen, Türen, Türrahmen, Seitenwandfelder fertig zusammengebaut. Auch hier wird

durch Verwendung von festen Lehren die Arbeit erleichtert und grössere Genauigkeit erzielt. Für den Zusammenbau von äusseren Wagentüren sind z. B. auf einer festen Lehre drei Prefsluftzylinder angebracht, die die vom Vorratslager entnommenen Rahmenlang- und Querstücke zusammenpressen. Diese Arbeit erfordert nur einen Augenblick; infolge der genauen Vorarbeiten paßt jeder Zapfen ohne Nachhilfe. Noch unter der Presse werden die Zapfenverbindungen mit Hilfe maschineller Einrichtungen verschraubt. Hierauf werden die Türen, falls noch nötig, in eine gußeiserner Türöffnungslehre eingepaßt. In ähnlicher Weise werden Abteilmittelnwände zusammengebaut und mit Verschalung versehen, ebenso Seitenwandfelder, Stirnwände usw. Auch das ganze Wagendach wird auf einer Lehre fertig zusammengebaut, mit Hanfgewebe überzogen, gestrichen und als Einzelstück beim Zusammenbau des Wagens behandelt; es wird vorübergehend bis zum Aufsetzen auf das Wagengestell durch besondere Streben versteift.

Nach einer so weitgehenden Vorbereitung erfolgt der eigentliche Zusammenbau des Wagenkastens in sehr kurzer Zeit. Nachdem der Wagenboden verlegt ist, ist nur eine Stunde Zeit bis zum Aufsetzen des Daches erforderlich. Zum Einziehen der Zapfen dienen teilweise Prefsluftzylinder in Verbindung mit Zugstangen, die am oberen Ende der Stirnwände angreifen, teilweise tragbare Zahnstangen- und Hebelwinden. Beim Aufbringen des Daches, das mit Laufkränen zum Aufbaustand verbracht wird, müssen 90 Zapfen der Wände genau in 90 Zapfenlöcher des Dachrahmens eingreifen.

Nach diesem Verfahren sind bis jetzt über 120 Personenwagen erbaut worden. Die Bauzeit soll dabei von 6 Wochen auf 6 Tage verkürzt worden sein. Das Verfahren soll auch auf den Bau von Güterwagen ausgedehnt werden. Pf.

#### Die »Einheiten«-Arbeitsweise bei der Ausbesserung von Güterwagen.

(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 2.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel 2.

Nach dem Streik im Juli 1922 wurde die Güterwagenwerkstätte zu Readville auf die Betriebsweise nach dem „Einheiten“- oder „Von Stand zu Stand“-Verfahren umgestellt; der Auslauf von monatlich 221 Wagen bei einer Belegschaft von 230 Mann stieg dabei auf 362 Wagen mit 320 Arbeitern. Diese Zunahme des Auslaufes gegenüber der der Belegschaft ist deshalb noch verhältnismässig höher zu bewerten, weil die meisten der nach dem Streik neu eingestellten Arbeiter noch unerfahren waren und durch eine verhältnismässig kleine Zahl von treugebliebenen Vorhandwerkern und Meistern angeleitet werden mußten. Der grösste Anteil an dem Erfolg wird daher dem neuen Arbeitsverfahren zugeschrieben.

Readville ist in der Hauptsache eine Werkstätte für grössere Ausbesserungen; es werden 4 Klassen von Schadwagen unterschieden:

solche mit über 72, 36, 20 und unter 20 Arbeitsstunden; die 1. und 3. Klasse bilden den Hauptanteil an der Leistung, wobei die erstere wieder die 1 1/2- bis 2fache Zahl der letzteren umfaßt.

Die Ausführung gleichartiger Arbeiten an einer grösseren Zahl Wagen liefs die Wirtschaftlichkeit des Einheiten-Verfahrens für gegeben erachten. Es werden dabei die Wagen gleicher Art in Einheiten zu 7 Stück vom Heben bis zum Wiegen und Beschriften über die verschiedenen für die einzelnen Arbeiten bestimmten und hintereinander liegenden Arbeitsplätze nach dem Arbeitsfortgang vorgeschoben.

Auf Platz A (s. Abb. 1, Taf. 2) werden die Wagen gehoben und die Arbeiten an den Drehgestellen, Untergestellen, Kupplungen usw. vorgenommen, auf Platz B werden die Schreinerarbeiten am Wagenkasten und an der Verschalung ausgeführt und die Bremse instand gesetzt, auf Platz C werden Dächer und Türen ausgebessert; hier wird auch der erste Anstrich aufgebracht; Platz D dient für den zweiten Anstrich, die Beschriftung und die übrigen Arbeiten zur Fertigstellung der Wagen. Die Arbeitsplätze A, B und D liegen im Freien ohne Überdachungen, Platz C ist die einzige vorhandene Werkstättenhalle von 48 m Breite und 105 m Länge mit 7 durchgehenden Gleisen. Bei Regenwetter werden die Anstreicherarbeiten statt auf Platz D auf einem dafür freigehaltenen Gleise der Halle vorgenommen; ein zweites dient als Fördergleis und da auf einem weiteren die Fremdwagen ausgebessert werden, so werden nur vier Gleise zu dem Einheiten-Verfahren benutzt.

Ein weiterer Vorteil entsteht für die Holzbearbeitungswerkstätte dadurch, daß die Hölzer der gleichen Abmessungen in grösseren Mengen angefertigt werden können; sie werden in unmittelbarer Nähe der Arbeitsplätze gelagert und dabei der Platzersparnis wegen schräg aufrecht gestellt, so daß sie von den Laufbreitern aus, auf denen die Schreiner arbeiten, bequem erfasst werden können.

Neben Rollwagen werden als Fördermittel elektrisch betriebene Schlepper verwendet, welche sehr kleine Krümmungen fahren können; sie dienen hauptsächlich für Radsätze, Kupplungsköpfe und andere schwere Teile. In ausgedehntem Masse werden elektrische Handsägen zum Abschneiden der Dach- und Schalungsbretter benutzt. Ausser Leitungen für Prefsluft sind auch solche für Sauerstoff und Azetylen zum Schneiden und Schweißen zu allen Arbeitsplätzen verlegt; Prefsluft dient auch für Hebezeuge zum schnellen Radsatzwechsel, ferner zum Spritzen der Farbe auf Unter- und Drehgestelle auf besonderen Arbeitsgruben.

3 Vorarbeiter, 2 Gehilfen und 3 Meister bilden das Aufsichtspersonal, so daß jedem etwa 40 Mann unterstehen; die Anleitung der neuen Mannschaften durch diese erfolgte durch persönliche Führungnahme. B-r.

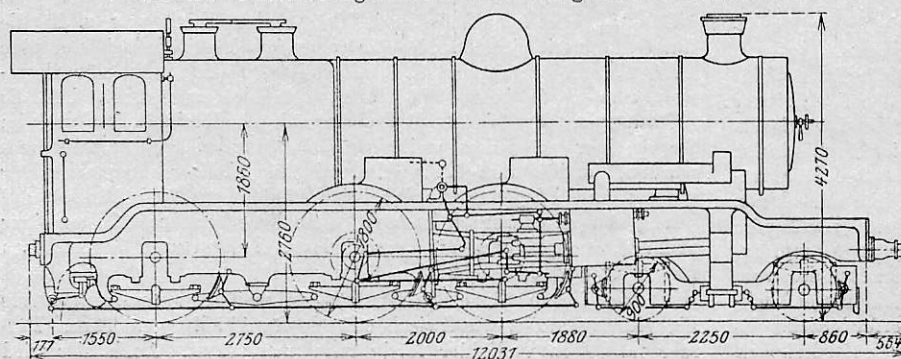
## Lokomotiven und Wagen.

### 2 C-h 4 v Personenzug-Lokomotive der Belgischen Staatsbahnen.

(Génie civil 1923, Nr. 25. Mit Abbildungen).

Die Belgische Staatsbahn hat im Jahr 1923 zur Beförderung von Personenzügen auf Steigungen von 5 bis 100/1000 75 Stück 2 C Lokomotiven, Type 8bis beschafft. Es sind Heißdampf-Vierzylinder-Verbundlokomotiven mit de Glehn-Triebwerk. Sie bilden eine Weiterentwicklung der vor dem Krieg in grosser Zahl vorhanden gewesen Type 8 der Belgischen Staatsbahn, die ebenfalls Vierzylinder-Verbundwirkung, aber keinen Überhitzer aufweist

2 C-h 4 v Personenzug-Lokomotive der belgischen Staatsbahnen.



Die Zylindermittellinien der Lok. 8bis sind um 35% nach hinten geneigt. Die Hochdruckzylinder liegen aufsen und haben Kolbenschieber von 200 mm Durchmesser, die Niederdruckzylinder, aus einem Stück gegossen, liegen zwischen den Rahmen und haben bemerkenswerterweise Flachschieber. Es sind vier Heusingersteuerungen vorgesehen, die, wie auf französischen und belgischen Bahnen üblich, für Hoch- und Niederdruckgruppe getrennt verstellbar werden können. Die Hochdruckzylinder sollen selbst bei höheren Fahrgeschwindigkeiten mit Füllungsgraden bis zu 55% arbeiten können.

Der Betrieb dieser neuen Personenzuglokomotiven gestaltet sich sehr wirtschaftlich: der Dampfverbrauch soll bei günstigen Fahrbedingungen nur 6,7 kg/PS.St betragen. Die Verwendung eines Abdampf-Injektors vermindert diesen Betrag noch um etwa 10%. Die Lokomotiven befördern zwischen Brüssel und Ostende 600 t schwere Züge ohne Schwierigkeiten. Die 42 km lange Strecke Gent-Brügge wurde in 30 Minuten, also mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 84 km/St. zurückgelegt. Die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug 103 km/St. Bei nur 440 t Wagenlast können 90 km/St. mittlere, 120 km/St. Höchstgeschwindigkeit erreicht werden. Der Gesamtfüllungsgrad schwankt hierbei zwischen 17 und 25%.

Nachstehend sind die Hauptabmessungen der Type 8<sup>bis</sup> zusammengestellt, zum Vergleich ist auch die ältere Type 8 in die Zusammenstellung aufgenommen:

	Type 8	Type 8 <sup>bis</sup>
Kesseldruck	16 at	16 at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck	360 mm	400 mm
Niederdruck	600 "	600 "
Kolbenhub	640 "	640 "
Kesseldurchmesser	1488 "	1500 "
Heizrohre, Anzahl	232	154
Rauchrohre: Anzahl	—	28
Rohrlänge	4400 "	4400 "
Rostfläche	3,08 qm	3,08 qm
Durchmesser der Treibräder	1800 mm	1800 mm
Laufräder	900 "	900 "
Fester Achsstand	4200 "	4750 "
Achsstand der Kuppelachsen	4200 "	4750 "
Ganzer Achsstand der Lok.	7500 "	8880 "
Achsdruck der Treibachsen	56 t	59,7 t
Dienstgewicht der Lokomotive	75,5 "	83,5 "

## 2 C-h 4 Schnellzug-Lokomotive der Great Western Bahn.

(Engineering 1923, Heft 12. Mit Abbildungen.)

Im Sommer 1923 haben die Werkstätten und Lokomotivbauanstalten der Great Western Bahn in Swindon für ihre Bahn eine Anzahl 2 C-Vierlings-Schnellzuglokomotiven geliefert, die von ihrem Konstrukteur, Mr. C. B. Collett, entworfen wurden.

Der domlose Kessel dieser Lokomotiven mit Swindon-Überhitzer und Belpaire-Feuerbüchse besteht aus zwei kegelförmigen Schüssen mit 1752 mm größten und 1574 mm kleinstem äußeren Durchmesser. Er trägt auf dem hinteren Schufs den Ventilaufsatz. Die Feuerbüchse ist zwischen die Rahmen eingezogen. Der Rost verläuft im hinteren Teil wagrecht über der letzten Kuppelachse, im vorderen ist er schwach geneigt. Die lotrecht stehende Stehkesselvorderwand misst vom Kesselbauch bis zum unteren Rand des Bodenringes der Feuerbüchse etwa 900 mm. Die Stehkesselrückwand ist schwach geneigt. Besonders geräumig, ganz gegen die Gepflogenheiten der Bahn, ist bei diesen Maschinen das Führerhaus ausgebildet. Aufsergewöhnlich hoch für einfache Dampfdehnung ist der Kesseldruck, der 15,8 at beträgt und auch den der großen 2 C 1-h 3 Lokomotiven der London und Nordostbahn übersteigt.

Die beiden Innenzylinder sind bis über die vordere Laufachse des Drehgestells vorgezogen und treiben die erste der drei gekuppelten Achsen an; die Außenzylinder, möglichst weit nach rückwärts verlegt, arbeiten auf die zweite Kuppelachse. Die Zylinder haben 406 mm, ihre Kolbenschieber 203 mm Durchmesser. Die Führung der Kreuzköpfe besteht bei allen vier Zylindern in je zwei (einem oberen und einem unteren) Gleisbalken. Der Austritt der Kolbenstange aus dem vorderen Zylinderdeckel ist durchweg vermieden. Die inneren Treibstangen haben starke Gabelköpfe mit Keil-Nachstellung, die äußeren dagegen Büchsen ohne Nachstellung. Die Steuerung liegt innen. Die Kolbenschieber der äußeren Zylinder sind durch wagrechte Doppelhebel mit den Innenschiebern verbunden.

Die Lokomotiven haben innenliegende Plattenrahmen, die vorne um beiderseits 82 mm, also stark zusammengezogen sind. Die Laufräder messen 965, die Kuppelräder 2045 mm im Durchmesser. Die Tragfedern der gekuppelten Achsen hängen unter den Achsbüchsen und sind beiderseits durch Ausgleichhebel miteinander verbunden. Sämtliche Räder, auch die des Drehgestelles, sind einklötzig gebremst.

Nachstehend geben wir die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven:

Kesselüberdruck	15,8 at
Zylinderdurchmesser	406 mm
Kolbenhub	660 "
Kesseldurchmesser aussen	1574/1752 "
Kesselmitte über Schienenoberkante	2654 "
Feuerbüchse: Länge aussen	3048 "
Weite aussen	1219 "
Heizrohre: Anzahl	201
Durchmesser	50 "
Rauchrohre: Anzahl	14
Durchmesser	130 "
Rohrlänge	4635 "
Feuerber. Heizfl. der Feuerb.	15,2 qm
"                  "          Rohre	175,4 "

Heizfläche des Überhitzers	24,4 qm
im Ganzen H	215,0 "
Rostfläche R	2,8 "
Durchmesser der Treibräder	2045 mm
"          Laufräder	965 "
Fester Achsstand	4496 "
Achsstand der Kuppelachsen	4496 mm
Ganzer Achsstand der Lok.	8305 "
Achsdruck der Treibachsen einschl. Tender	16618 "
"          des Drehgestells	59,8 t
Dienstgewicht der Lok. G	21,3 "
"          des Tenders	81,1 "
Vorrat an Wasser	40,6 "
Zugkraft Z	16 cbm
H: R =	14230 kg
H: G =	76,8
H: G <sub>1</sub> =	2,6 qm/t
Z: H =	3,6
Z: G =	66,2 kg/qm
Z: G <sub>1</sub> =	175,4 kg/t
	237,9 "

## Still-Motor und Lokomotivbau.

(Le Génie Civil 1924, Bd. 84, Nr. 5.)

Die Entwicklung des Still-Motors ist im Verlauf der letzten 10 Jahre soweit gediehen, daß er nunmehr als brauchbare Maschine gelten kann. Jedenfalls hat eine englische Reederei vor einiger Zeit einen solchen schon als Antriebsmaschine in ein größeres Seeschiff eingebaut.

Der neue Motor stellt im wesentlichen eine Vereinigung von Verbrennungsmotor und Dampfmaschine vor, d. h. es wirken auf der einen Kolbenseite Verbrennungsgase, auf der andern aber Wasserdampf als treibende Kraft. Dieser Dampf wird unter Verwendung der Verbrennungs-Abgase in einem Röhrensystem aus dem Kühlwasser erzeugt, wodurch ein großer Teil der sonst mit diesem und mit den Abgasen verloren gehenden Wärmemenge nutzbar gemacht wird. Der Wirkungsgrad des neuen Motors dürfte sich hierdurch erheblich günstiger gestalten als bei der einfachen Verbrennungsmaschine. Ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der letzteren soll indessen für den Antrieb von Fahrzeugen, vor allem für den Eisenbahnbetrieb, darin liegen, daß der neue Motor vermöge der Verwendung von Dampf auf der einen Kolbenseite leichter anlaufen kann als die gewöhnliche Verbrennungsmaschine. Damit wird eine besondere Luftverdichtungsanlage überflüssig. Das Röhrensystem, das zur Erzeugung des Dampfes dient und das man gewissermaßen als Ersatz für die Verdichtungsanlage betrachten kann, soll wesentlich leichter und einfacher sein als diese.

Bei Versuchen mit dem Still-Motor konnte dieser mit 20 bis 135 Umdrehungen in der Minute betrieben werden. Er ist demnach ebenso leicht regelbar wie die Dampfmaschine und ist damit dem Diesel-Motor in dieser Beziehung überlegen. Der mittlere Druck betrug auf der Verbrennungsseite ungefähr 5,45 kg/qcm, auf der Dampfseite etwa 0,5 kg/qcm. Bei der mittleren Zahl von 122 Umdrehungen in der Minute erreichte der Motor eine indizierte Leistung von 1410 PSi und eine Bremsleistung von 1240 PSa. Der mechanische Wirkungsgrad war 87,8%, der Verbrauch an Schweröl 160 g für jede PS-St. Die stündlich erzeugte Dampfmenge betrug 1100 kg. Der Lauf des Motors war bei voller Belastung verhältnismäßig ruhig, der Auspuff farblos, die Verbrennung demnach vollständig. Wenn sich der Motor bewährt, dürfte er sich vermöge seiner angegebenen Eigenschaften auch für den Antrieb von Lokomotiven eignen. Die Quelle empfiehlt dies für wasserarme Gegenden, vor allem für die geplante Sahara-Querbahn, wo die Verwendung reiner Dampflokotiven nicht mehr in Frage kommt. In England ist man schon mit dem Entwurf einer „Still-Lokomotive“ beschäftigt und man rechnet damit, daß die ersten Versuche mit derselben etwa in einem Jahr stattfinden können. R. D.

## Neuere Personenwagen in Amerika.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 8.)

Die Atlantic Coast-Linie hat kürzlich neue Personenwagen in Dienst gestellt. Die Wagen haben zwei Drehgestelle mit je 3 Achsen von 915 mm Raddurchmesser und 127×228 mm Achsschenkelabmessungen. Der Wagenkasten ist 22,67 m lang und enthält 88 Sitzplätze.

Von dem Gesamtgewicht des Wagens von 67,5 t treffen 21 t auf die beiden Drehgestelle; auf 1 Sitzplatz entfällt ein Wagengewicht von 767 kg. Die Wagen sind mit den üblichen Klappsitzen, Westinghousebremse und elektrischer Beleuchtung, Bauart Stone-Franklin mit Edisonstromspeichern ausgestattet.

Die Chicago, Rock Island & Pacific-Bahn hat ebenfalls 50 neue Personenwagen besonders leichter Bauart für den Nahverkehr in Dienst genommen, die von der Standard Steel Car-Gesellschaft geliefert worden sind. Diese Wagen haben zweiachsige Drehgestelle mit Stahlgerüsten. Der Laufkreisdurchmesser der geschmiedeten Scheibenräder ist 838 mm, die Achsschenkelmaße sind die gleichen wie oben. Der Drehgestellradstand ist 1930 mm, der Drehzapfenabstand 17525 mm. Für die Bleche und sonstigen Eisen-Bauteile des eisernen Wagenkastens wurde kupferhaltiges Eisen verwendet. Das Gewicht des Wagens beträgt bei 100 Sitzplätzen nur 41,7 t, wovon 30 t auf den Wagenkasten und 11,7 t auf die beiden Drehgestelle treffen. Auf einen Sitzplatz entfällt daher ein Wagengewicht von nur 417 kg.

Der Raum zwischen den Sitzbänken, deren Lehne je nach der Fahrtrichtung des Wagens umgestellt werden kann, ist weiter als üblich gehalten; bei jeder Sitzbank ist ein besonderes Fenster. Die Türen und Plattformfußtritte sind so breit gehalten, daß zwei Personen nebeneinander den Wagen betreten oder verlassen können, wodurch eine erhebliche Verkehrsbeschleunigung durch Verkürzung der zum Ein- und Aussteigen der Fahrgäste erforderlichen Zeit erreicht wird. Dem gleichen Zwecke dient die Anordnung von vier Längsbänken an Stelle von Quersitzen für je zwei Fahrgäste in den vier Ecken des Wagens.

Die Dampfheizung wird durch „Thermostaten“ selbsttätig geregelt, so daß das Zugpersonal der Heizung keine Beachtung zu schenken hat. Die Wärme wird hierdurch zwischen 21 und 23° C während der Fahrt und auf etwa 10° C bei Hinterstellung unter Dampf gehalten.

Der Beleuchtung des Wagens dienen zwei Reihen elektrischer Glühlampen, die beiderseits des Mittelganges etwa in der Mitte der Quersitzbankreihen angebracht sind. Die Anlage ist so getroffen, daß sowohl Strom von 32 V als auch von 64 V Spannung verwendet werden kann. Die Wageneigentümerin benützt für ihre Nahzüge 7½ kW-Turbogeneratoren mit 64 V Spannung, die auf der Zuglokomotive aufgestellt sind und den Strom unter Benutzung eines Dreileiter-Verteilungsnetzes den Wagen zuführen. Da es jedoch gelegentlich wünschenswert ist, solche Nahzugwagen an Hauptbahnfernzüge anzuhängen, deren Beleuchtungseinrichtungen durch Strom von 32 V Spannung gespeist werden, so wurden die neuen Nahzugwagen mit einem besonderen Schalter ausgerüstet, der selbsttätig, je nach der angeschlossenen Spannung, die Lampengruppen für die Spannung von 32 oder 64 V schaltet. Dieser Schalter arbeitet in Verbindung mit einem Handschalter, der der einzige, dem Zugpersonal zugängliche Teil der Beleuchtungseinrichtung ist. Der Handschalter läßt vier Stellungen zu: 1. Ausgeschaltet, 2. Voll eingeschaltet, 3. Erste Notschaltung, 4. Zweite Notschaltung. Jeder Wagen ist mit Stromspeichern für 32 V und 80 Amperestunden ausgerüstet, die beim Versagen der Stromlieferung von der Zugmaschine selbsttätig die Stromlieferung übernehmen; es ist hierbei lediglich der Handschalter in eine der beiden Notstellungen zu bringen, wobei je die Hälfte der Lampen in gleichmäßiger Verteilung über den ganzen Raum brennen. Die zwei Notschaltungen sind vorgesehen, um bei Störungen in einem Stromkreis den zweiten benutzen zu können.

Die Stromspeicher liefern auch den Strom zur Bedienung des die Dampfheizung regelnden Thermostaten. Ferner ist mit der Einrichtung noch ein Preßluftschalter verbunden, der die Stromsammelröhre vom Beleuchtungsstromkreis abschaltet, wenn die Wagen ohne Preßluft in Bahnhöfen hinterstellt werden. Hierdurch wird ein nutzloses Entladen der Stromspeicher verhindert. Pf.

## Betrieb in technischer Beziehung; Sicherungswesen.

### Durch Lokomotivschäden verursachte Eisenbahnunfälle in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 4.)

In Amerika hat sich im letzten Jahr die Anzahl der Lokomotivschäden und der durch solche verursachten Eisenbahnunfälle beträchtlich vergrößert. Die von der amtlichen Lokomotiv-Überwachungsstelle für das vom Juli 1922 bis Juni 1923 dauernde letzte Berichtsjahr 1923 und einige vorhergehende Berichtsjahre seit 1920 herausgegebene Zusammenstellung gibt darüber ein interessantes Bild und soll hier teilweise wiedergegeben werden:

	Berichtsjahr			
	1920	1921	1922	1923
1. Zahl der überwachten Lokomotiven	69 910	70 475	70 070	70 242
2. Zahl der untersuchten Lokomotiven	49 471	60 812	64 354	63 657
3. Zahl der dabei als schadhaft befundenen Lokomotiven	25 529	30 207	30 978	41 150
4. Ebenso in % der untersuchten Lokomotiven	52	50	48	65

	Berichtsjahr			
	1920	1921	1922	1923
5. Zahl der infolgedessen aus dem Dienst gezogenen Lokomotiven	3 774	3 914	3 089	7 075
6. Zahl der Unfälle allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	843	735	622	1 348
7. Zahl der Getöteten allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	66	64	33	72
8. Zahl der Verletzten allgemein infolge von Lokomotiv- oder Tenderschäden	916	800	709	1 560
9. Zahl der Unfälle im besonderen infolge von Kesselschäden	439	342	273	509
10. Zahl der Getöteten im besonderen infolge von Kesselschäden	48	41	25	47
11. Zahl der Verletzten im besonderen infolge von Kesselschäden	503	379	318	594

R. D.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

### Amerikanische Gleichstrombahnen (3000 Volt).

#### Chilenische Staatsbahnen.

Die Arbeiten für Einführung des elektrischen Betriebes auf der 187 km langen Strecke Valparaiso—Santiago nebst der 45 km langen Zweiglinie nach Los Andes stehen vor dem Abschlusse. Auf der Teilstrecke Santiago—Til—Til haben die Probefahrten stattgefunden. Bereits 90 v. H. des Tragwerkes und der Leitungsanlage ist fertiggestellt. Zwei Wasserkraftwerke, von denen das Werk Meintenes der Cia Chilena Electricidad das wichtigere ist, liefern Drehstrom von 44 bzw. 12 kV an 5 Unterwerke, die ihn in Gleichstrom umformen.

Für 100 Dampflokomotiven sollen 39 elektrische Lokomotiven Ersatz bilden. Diese zerfallen in:

Bestimmt für	Zahl der Lok.	Bauart	Zahl der Motoren	Leistung PS	Gewicht t	Größte Geschwindigkeit km/Std.
Schnellzüge	6	1-CC-1	6	2250	130	100
Nahpersonen-züge	11	O-BB-O	4	1500	80	90
Güterzüge	15	C + C	6	1680	115	65
Verschiebedienst	7	BB	4	480	67	—

(Electric Railway Journal 1923, Bd. 62, S. 132.)

## Mexikanische Bahnen.

In Heft 22 vom 1. Dezember 1923, S. 1021 u. ff., des „Railway Age“ beschreibt Glen H Walker die Bauart der von der General Electric Co. für die Mexikanische Eisenbahn-Gesellschaft zu liefernden zehn Gleichstrom-Lokomotiven (3000 Volt).

Die genannte Gesellschaft ist im Begriffe, auf ihrer von Vera Cruz (Golf von Mexiko) nach Mexiko-Stadt führenden Hauptlinie den elektrischen Betrieb einzuführen. Zunächst soll damit auf dem 48,3 km langen Teilabschnitt zwischen Orizaba und Esperanza begonnen werden. Dieser Streckenteil wurde gewählt mit Rücksicht auf die ungünstigen Streckenverhältnisse, welche unter dem Namen „Maltrata-Steige“ bekannt sind; auf die Länge von 48,3 km wird hier ein Höhenunterschied von 1220 m überwunden (25,4 ‰).

Die Hauptangaben für die Lokomotiven sind:

Spurweite . . . . .	1435 mm
Achsanordnung . . . . .	AA-AA-AA
Zahl der Treibachsen . . . . .	6
Treibraddurchmesser . . . . .	1168 mm
Gesamt-Achsstand . . . . .	12350 „
Größter fester Achsstand . . . . .	2790 „
Größte Breite des Aufbaues . . . . .	3088 „
Länge über Mittel-Kupplung . . . . .	16100 „
Gewicht des mechanischen Teiles . . . . .	78,5 t
Zahl der Motoren . . . . .	6
Zahnradübersetzung . . . . .	18/90
Gesamt-Dauerleistung und Dauerzugkraft . . . . .	2500 PS, 20900 kg
Stundenleistung und Stundenzugkraft . . . . .	2700 PS, 24400 kg
Geschwindigkeit bei Dauerleistung und bei Stundenleistung . . . . .	33 km/Std., 32,5 km/Std.
Gewicht der elektr. Ausrüstung einschl. Druckluftbremse . . . . .	61,3 t
Gesamtgewicht . . . . .	139,8 t
Treibachslast . . . . .	23,3 t

Die Lokomotiven haben drei zweiachsige Drehgestelle; letztere bestehen aus Seitenrahmen von Stahl, die mit Querrahmen verschraubt sind, an denen das Triebwerk angebracht ist. Der ungeteilte Kasten-aufbau ruht auf zwei Ausgleichrahmen, die auf Drehpfannen gelagert sind, die auf dem Drehgestell-Querriegel aufliegen. Von den sechs nach Straßenbahnbauart gebauten Motoren arbeiten je zwei in Reihe; das Ritzel des Läufers hat 18, das Zahnrad der Treibachse 90 Zähne.

Bemerkenswert ist die Schaltung der Hilfsantriebe. An solchen sind vorhanden: Ein „Dynamotor“ für 3000/1500 Volt, der einen 4 kW starken Stromerzeuger mit 65 Volt Spannung für Licht, Heizung, Steuerstrom usw. fliegend antreibt, ein Erregersatz, zwei mit 1500/3000 Volt betriebene Bläser und zwei mit den gleichen Spannungen arbeitende Luftverdichter. Bläser und Verdichter-Antriebe sind gewöhnlich in Reihe bei 3000 Volt geschaltet, doch können sie bei verminderter Leistung auch mit 1500 Volt in Reihe arbeiten. Der Erregersatz für die Rückgewinnungsbremse liegt zwischen dem Mittelpunkt des Dynamotors und der Erde. Diese Schaltung kann auch für die Bläser und Verdichter-Antriebe angewendet werden, wenn der eine von den in Reihe geschalteten Motoren schadhaft wird. Die Lokomotiven sind mit nicht selbsttätiger Zugsteuerung ausgerüstet.

Die Steuerwalze ermöglicht, alle sechs oder je drei oder je zwei Motoren in Reihe zu schalten; dies führt zu neun Fahrstufen. Für die Rückgewinnungsbremse sind 15 Stufen auf jeder Steuerwalze für jede der drei Motorgruppen vorhanden.

Die Stromabnehmer beherrschen einen Höhenbereich der Fahrleitung von 4,70—7,32 m. Die Widerstände für die Fahrstufen sind getrennt von dem Raum für die übrige Ausrüstung untergebracht. Zwei am Dache angebrachte Lüfter besorgen die Abfuhr der in den Widerständen erzeugten Wärme. Naderer.

## Bücherbesprechungen.

**Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven von W. Bauer und X. Stürzer.** 2. neubearbeitete Auflage, C. W. Kreidels Verlag Berlin.

Die 2. Auflage des Buches ist nach dem Tode des Dipl.-Ing. Stürzer von Dipl.-Ing. W. Bauer allein bearbeitet. Gegen die vor 12 Jahren erschienene 1. Auflage zeichnet sich die Neuauflage aus durch Verringerung der Entlehnungen aus der inzwischen ziemlich veralteten „Eisenbahntechnik der Gegenwart“ und durch einige Verbesserung des Stiles. Neu hinzugekommen ist vor allem ein Abschnitt über die Elektromotiven. Die Gliederung des Hauptstoffes ist die übliche. Auf die Besprechung der Widerstände und die Art der Bestimmung der kennzeichnenden Größen der Lokomotiven im ersten Kapitel folgen die konstruktiven Abschnitte über das Triebwerk, den Kessel, den Rahmen und die Steuerungen. Die weiteren Teile behandeln Sonderausrüstungen wie Bremsen, Anfahrnrichtungen, Überhitzer, Vorwärmer und sonstige Ausrüstung. Eingeschoben ist in diesen Teil ein Kapitel „Kurveneinstellung“, in dem jedoch nicht nur dieser Gegenstand, sondern auch die störenden Bewegungen der Lokomotiven behandelt sind, und das wohl infolge seines mehr theoretischen Charakters, wie dies meist geschieht, an früherer Stelle einzureihen gewesen wäre. Im Anhang über Elektromotiven werden die Vor- und Nachteile der Dampflokomotiven und der elektrischen Zugmaschinen gewürdigt, sowie eine für die rasche Einführung in dieses Gebiet geeignete Darstellung des mechanischen Teils der elektrischen Lokomotiven, der mannigfachen Motoranordnungen und Antriebsarten gegeben. Die Berechnung der Triebwerksteile kommt mit 2 Seiten allerdings zu kurz weg. Die bauliche Ausbildung dieser Teile ist gar nicht erörtert.

Bei aller Anerkennung des aufgewendeten guten Willens enthält auch die 2. Auflage eine große Zahl von Irrtümern, die auf verhältnismäßige Unerfahrenheit des Verfassers schließen lassen. Schon in dem wiederholten Vorwort zur 1. Auflage ist ein schiefes Urteil enthalten. Woher weiß denn der Verfasser, daß „im Lokomotivbau die Konstruktion und Ausführung nach bewährten Mustern ohne Rücksicht auf die Anforderungen, die an die zu bauende Maschine gestellt werden und ohne auf möglichste Ausnutzung des Materials bedacht zu sein, vielfach in Anwendung gebracht wird“? Durch eine solche Behauptung wird einem hochentwickelten Industriezweig das Ansehen, welches er in der ganzen

Welt genießt, recht unberechtigt geschmälert. Der Verfasser hat in Zahlentafeln bis zu 63 Spalten die Abmessungen und Verhältniszahlen von 268 Lokomotiven zusammengetragen. Sollen das nicht gerade die mit Recht verpönten „bewährten Muster“ sein? Leider findet man solche Kartotheken auch in anderen Büchern über den Lokomotivbau. Im sonstigen Maschinenbau ist mir diese Methodik nicht begegnet.

Auf S. 25 steht: Während also die Rostbelastung um das Dreifache gestiegen ist, nahm die Dampferzeugung nur um etwa das Doppelte zu, statt auf das Dreifache bzw. Doppelte. Auf S. 31 fehlt für die verwendeten Zeichen Hd und Hi die Angabe der Bedeutung; auf S. 40 sind in der Formel  $\psi =$  die Buchstaben F und R zweimal mit verschiedener Bedeutung gebraucht. Auf S. 43 ist die Zahl 0,5 einmal als Verhältnis der durch die direkte Heizfläche erzeugten Dampfmenge zu dem von den Rohren erzeugten Dampf, dann zur gesamten Verdampfung angegeben. Die auf S. 51 angegebenen Füllungszahlen liegen noch nicht an der Reibungsgrenze. Bei den Vorteilen des Heißdampfes S. 26 muß es unter a) heißen „Wasserverbrauch“ statt „Dampfverbrauch“. Der Schlufs unter b), daß die Heißdampfmaschine weniger Dampf braucht, da dieser infolge der Überhitzung ein bedeutend größeres Volumen besitzt, ist abwegig, ebenso daß die dampferzeugende Heizfläche „im Verhältnis der Volumina von Heißdampf zu Nafsdampf bei gleicher Leistungsfähigkeit verringert werden kann.“ Die Feststellung unter c) daß „aus demselben Grunde auch die Abmessungen der gesamten Lokomotive bei hochüberhitztem Dampf kleiner als bei gleichwertiger Nafsdampflokomotive werden“ ist mir unverständlich. Nicht nur werden die Zylinder größer, was Verfasser a. a. O. selbst erwähnt, sondern die Heizfläche vergrößert sich, da der Überhitzer auch dazuzählt, und Triebwerk, Rahmen, Reibungsgewicht usw. können doch dem Heißdampf zuliebe nicht schwächer gehalten werden. Der Absatz d) wird eingeleitet: „Infolge der dem überhitzten Dampf innewohnenden Wärmemenge ist eine größere Arbeitsleistung im Zylinder möglich eben wegen des größeren Wärmegefälles“. Nun sind Wärmemenge und Wärmegefälle ganz verschiedene Dinge und ihre Verquickung wirkt verwirrend. Unter e) meint der Verfasser „die bessere Dampfausnutzung hat auch eine Verminderung des Kohlenverbrauches zur Folge, da die sonst in die Rauchkammer entweichende Wärme der Heizgase wenigstens

zum Teil noch zur Überhitzung ausgenutzt wird“. Auch hier wieder eine doppelte Begründung mit einem Kausalsatz. Was hat die bessere Dampfausnutzung mit der Abwärme der Heizgase gemein? Übrigens ist die letzte Begründung auch falsch, da sich Heißdampfessel sehr wohl sogar mit besserer Ausnutzung der Heizgase bauen lassen als Heißdampfessel. Oberflächliche Logik und falsche Auffassung begegnen dem Leser leider noch oft in diesem Buche. Auf der nächsten Seite glaubt der Verfasser, daß die Heizfläche der Drillingslokomotive gegenüber dem Zwilling „jedenfalls wird vergrößert werden müssen“. Er übersieht dabei die viel bessere Art der Zugerzeugung durch den Auspuff des Drillings. Die Heizfläche kann im Gegenteil höher belastet werden. Ebenda heißt es, die Dampfausnutzung sei bei der Verbundmaschine eine wesentlich bessere, „namentlich bei Heißdampf“. Auch dies ist ganz verkehrt; es muß heißen: namentlich bei Sattdampf. Warum die Vierzylinderverbundmaschine „für Strecken mit viel Steigung und dabei langer Fahrt ohne Aufenthalt besonders am Platze“ ist, muß näher begründet werden. In dieser Fassung ist die Behauptung recht mißverständlich, weil im allgemeinen gerade die Lokomotiven mit einfacher Dampfdehnung auf steigungsreichen Strecken mehr am Platze sind. Nur für Gebirgsbahnen mit gleichbleibender Steigung trifft die angeführte Behauptung zu. „Auf die Größe der Heizfläche“ heißt es S. 27, „ist der Dampfdruck insofern von Einfluß, als mit steigendem Druck auch die Erzeugungswärme des Dampfes steigt, also mehr Wärme durch die Heizfläche übertragen werden muß“. War sich der Verfasser bewußt, daß diese Zunahme zwischen 13 und 16 at Überdruck ganze 0,15 v. H. beträgt, oder glaubt er die Kesselheizfläche so fein abzustufen zu können? Ist der Dampfverbrauch infolge des höheren Anfangsdruckes nicht um vieles geringer als die Zunahme der Erzeugungswärme beträgt? Der Kohlenverbrauch der Lokomotiven wird auf S. 31 pro PSI und Stunde zu 1,0 kg bis 2,0 kg angegeben, auf S. 377 steht, daß der Dampfverbrauch pro PSe/Std. bei Lokomotiven „selten unter 4 kg sinkt“. Diese Zahlen sind nicht miteinander vereinbar, statt 4 muß es etwa 8 kg heißen. Desgleichen ist es ein großer Irrtum auf S. 377, daß in Kraftzentralen der Dampfverbrauch pro PSe/Std. auf 1 bis 1,2 kg herabgedrückt werden kann. Selbst mit modernsten Großdampfmaschinen werden bei vorzüglichem Vakuum und günstigster Belastung 3,5 kg nicht unterschritten. Der Verfasser verrät auf diesem Gebiet große Unkenntnis.

Diese Proben von Unrichtigkeiten, welche noch vielfach vermehrt werden könnten, mögen hier genügen. An vielen Stellen läßt der Stil noch recht zu wünschen übrig, z. B. S. 39, wo „der Wärmeübergang dem Temperaturgefälle an den einzelnen Stellen nicht im Quadrat direkt proportional ist“. Was steht im Quadrat, der Wärmeübergang oder das Temperaturgefälle? Oder S. 53: „die Expansion erstreckt sich auf die ganze Dampfmenge vom absoluten Druck an gerechnet“. Wo geht der absolute Druck an? Der Abschnitt „Kurveneinstellung“ S. 92 schließt: „Näheres über das Roysche Verfahren und Kurveneinstellung siehe Kapitel Kurveneinstellung“. Wirklich gibt es S. 281 noch einen Abschnitt betitelt „Kurveneinstellung“. „Die Schieber des Hochdruckes“, S. 83 ist keine schöne Bezeichnung.

Fig. 53 ist eine deutliche Kopie, der Fig. 511 aus „Eisenbahntechnik der Gegenwart“ 1. Bd. 1. Teil, enthält aber einen störenden Zeichenfehler, der das Triebwerk von Klose unverständlich macht und der im Original nicht vorhanden ist.

Zur Bearbeitung des Stoffes habe ich noch zu bemerken: Die Berechnung der Platten S. 99 bis 102 gehört nicht in ein Buch über Lokomotivbau; übrigens gibt es darüber bessere Abhandlungen. Bei der Lenz-Ventilsteuerung gibt Verfasser 19,5 v. H. Wassersparnis und 30 v. H. Kohlenersparnis an. Dazu gehört schon mehr Optimismus, als ein Ingenieur haben darf. Die Gleichstrommaschine von Stumpf wird nach den Erfahrungen Preußens nicht mehr gebaut und hätte kürzer behandelt werden dürfen. Die Abschnitte über Funkenfänger und den Dom sind zu wenig eingehend. Bei der Kesselausrüstung hätten die im Auslande ziemlich verbreiteten Heißwasserinjektoren Erwähnung verdient. Daß der Barrenrahmen „ein in sich starres Gebilde darstellt“, ist unrichtig. Gerade die Elastizität macht einen seiner Hauptvorteile aus. Bei den Steuerungen halte ich die Trennung in einen theoretischen Teil und in die „praktische Durchführung der Steuerungen“ (soll wohl heißen: praktische Ausführung!) für nicht günstig, da sie unübersichtlich

wirkt. Flach- und Kolbenschieber werden S. 103, dann wieder S. 114 in eigenen Abschnitten behandelt. Ein Grund zur Trennung liegt nicht vor. Abb. 285 zeigt Geschwindigkeits-Beschleunigungsverhältnisse einer Heusingersteuerung. Es wird aber nicht gesagt, für welchen Teil oder welches Gelenk die Darstellung gilt. Heute noch die Vorteile des Piellock-Überhitzers ausführlich aufzuzählen, hätte sich erübrigt, da diese Bauart verlassen ist. Sie hat sich nicht „sehr gut bewährt“, wie der Verfasser behauptet. Im Abschnitt Vorwärmer vermisst man die Mischvorwärmer Bauart Dabeg oder Worthington. In einem Werk, das sich an Ingenieure und Studierende wendet, wirkt die Erklärung des Drehstromes auf S. 378 sonderbar: „Beim Drehstrom schwankt während einer Periode die Spannung von einem positiven Größtwert durch Null hindurch zu einem gleich großen negativen Wert. Es sind also zur Fortleitung 3 Fernleitungen erforderlich, von denen die eine der Nulleiter ist, während die beiden anderen für die positive und negative Spannung gebraucht werden.“

Auffallend ist, daß an verschiedenen Stellen vom Bezirk Bayern, Bezirk Sachsen, Bezirk Baden gesprochen wird. Ich möchte unmaßgeblich vorschlagen „Reichsbahn, bayerisches Netz“ zu sagen; auch „frühere badische Staatsbahnen“ wäre nicht falsch, sondern manchmal sogar zutreffender.

Man steht bei der Lektüre des Buches unter dem Eindruck, daß die Arbeit die Kräfte eines Verfassers, der nur verhältnismäßig kurze Zeit im Dampflokomotivbau tätig war, beträchtlich übersteigt. Der Fachmann findet in dem Buch nichts Neues, dem Anfänger vermittelt es wohl mehr oder minder bewährte Muster, aber auch zahlreiche schiefe, irriige und falsche Ansichten und Zahlen. Der Verlag hat sein Bestes aufgeboten um das Buch gut auszustatten.

Dr.-Ing. L. Schneider, München.

**Unterbau**, von W. Hoyer, Prof. a. d. Techn. Hochschule Hannover, II. Teil, 3. Band der Handbibliothek für Bauingenieure, herausgeg. von Rob. Otzen. Berlin 1923, Verlag Springer, geb. 8.00 Goldmark.

Der Vorzug des gediegenen Buches besteht in der treffsicheren Auswahl des Stoffes vom gesicherten Erfahrungsbesitze an bis zu den neuesten Erkenntnissen herauf. Schon daß auf dem knappen Raume von 185 Seiten der gewöhnliche Unterbau und daneben noch der Tunnelbau so tiefgehend behandelt werden konnte, beweist die hohe Darstellungskunst des Verfassers. Dabei versteht er es besonders, Zusammenhänge herzustellen und neue Ausblicke zu schaffen, auch wo er vielbegangene Wege geht. Die enge Bindung geologischer Fragen mit der Behandlung der Erdarbeiten gibt dem Buche sein besonderes Gepräge. Gleich der einleitende Abschnitt „Beschaffenheit der Erdrinde“ bietet dem Bauingenieur einen geradezu mustergültigen, bei aller Kürze lichtvollen, überall auf die praktische Verwertung gerichteten Abriss der Geologie. Man wird sich deshalb auf ein Sonderwerk des Verfassers über „Ingenieurgeologie“, das er an einer Stelle des vorliegenden Buches ankündigt, aufrichtig freuen dürfen. Dasselbe aufschlußreiche Zurückgehen auf geologische Ursachen findet sich dann auch in anderen Abschnitten des Buches, z. B. bei den Rutschungen.

Wo der knappe Rahmen des Buches den Verfasser zur gedrängten Darstellung zwang, führt eine Übersicht über das Schrifttum den Suchenden weiter. Ohne den selbstgesteckten, ökonomischen Rahmen des Buches irgendwie antasten zu wollen, seien aber einige Anregungen gegeben, wo der Verfasser bei einer 2. Auflage doch etwas freigebiger sein könnte. Das Massenprofil und der Massenausgleich verträge eine eingehendere Behandlung, namentlich bezüglich der Abbildungen. Beim Tunnelbau würde manchem Leser die Darstellung des geodätischen Dreiecksnetzes eines großen Alpentunnels erwünscht sein, ebenso eine Erläuterung der Absteckung eines Kehrtunnels, die ihrem Wesen nach nur kurz zu sein brauchte. Für die Tunnelarbeiten empfiehlt es sich vielleicht, das Bild eines Werkplatzes außerhalb des Tunnels zu geben. Die nördliche Baustelle des Lötschbergtunnels mit ihrer Werkbahn böte ein treffendes Beispiel. Endlich könnten neben den senkrechten Schächten auch die Seitenschächte erwähnt werden, von denen die Jungfraubahn Gebrauch machte, die aber unter besonderen Verhältnissen auch im Mittelgebirge vorkommen können.

Alles in allem handelt es sich um ein Buch, das für den Bauingenieur in den Werdejahren einen vorzüglichen Führer bildet, das aber auch der Erfahrene mit Genuß und Gewinn lesen wird.

Dr. Bl.