

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang

15. Januar 1924

Heft 1

## An unsere Leser!

Wir treten mit diesem Hefte in das 2. Jahr unserer Geschäftsführung ein. Bei diesem Anlaß möge es gestattet sein, aus den Ausführungen, die der Schriftleiter Dr. Uebelacker auf der letzten Tagung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen im Dezember vorigen Jahres in Dresden über Aufgaben und Ziele des Organs machte, das Folgende wiederzugeben:

Als Hauptaufgabe erscheint die Veröffentlichung von Aufsätzen über theoretische und praktische Fragen der Technik des Eisenbahnwesens in ihren verschiedenen Zweigen. Der wirtschaftlichen Seite, die der Zeit ihren Stempel aufdrückt, wird dabei die gebührende Berücksichtigung zu Teil werden. Diese Veröffentlichungen sollen, soweit es sich um Neuland handelt, zur Mitarbeit anregen, Unerforschtes und Unbekanntes zur Klärung bringen, zündend neuen Ausblicken die Wege öffnen. Feststehende Erfahrungen, gesicherter Besitz, sollen einem weiteren Kreis zur Kenntnis gebracht werden, um zu erreichen, daß an einer Stelle erzielter Vorteil auch an anderen Stellen wirksam werde, und auch dort Wurzel schlagend, vielfältige Früchte bringe. Die Veröffentlichung durch den Druck ist hierzu das einfachste und beste Mittel.

Die Verhältnisse der verschiedenen im Verein vertretenen Länder sollen dabei gleichmäßig Berücksichtigung finden.

Daß die Veröffentlichungen des Organs auch der im Vereinsgebiet hoch entwickelten Industrie Nutzen bringen können, sei hier mit erwähnt.

Aber auch wo nicht sofort greifbarer, in Geldwert sich ausdrückender Nutzen aus den Berichten gezogen werden kann, wird das Organ eine Aufgabe erfüllen: Hat doch jeder, der an seinem Beruf Freude hat — und diese ist zur rechten Berufserfüllung die Voraussetzung — das Bedürfnis, Anteil an dem lebendigen Fluß der Technik zu nehmen und die Fortschritte seines Faches zu verfolgen. Von diesem Gesichtspunkt aus hat das Organ auch eine Chronistenpflicht zu erfüllen und es werden gelegentliche Veröffentlichungen aus der Geschichte des Eisenbahnwesens sicher Freunde finden.

Was in anderen Zeitschriften die Technik des Eisenbahnwesens Berührendes veröffentlicht wird, insbesondere was das Ausland an Bemerkenswertem bietet, wird in dem Abschnitt: „Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ in möglichst vollständiger Weise aus einer großen Zahl von Zeitschriften zusammengestellt. Auch hierdurch wird in müheloser Weise manches bekannt, was zur Nachahmung, wenn auch in veränderter Form, anregt oder eine befruchtende Kritik der eigenen Verhältnisse auslöst. Die Berichte, insbesondere aus ausländischen Zeitschriften, enthalten das Wesentlichste und sind, wo nötig, auch mit Abbildungen versehen, so daß sich vielfach das Zurückgehen auf die oft schwer zugängliche Quelle erübrigt.

Das Organ ist das amtliche technische Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Es bringt daher die Niederschriften über die Sitzungen des technischen Ausschusses des Vereins (im Auszug). Aber über diese, naturgemäß nur kurzen Informationen hinaus werden die im Verein behandelten technischen Fragen mehr als bisher Gegenstand eingehenderer Veröffentlichungen sein, um Zeugnis von der Tätigkeit des Vereins abzulegen.

Wenn der abgelaufene Jahrgang in unseren Lesern den Eindruck hervorgerufen hat, daß die angedeuteten Bestrebungen in die Erscheinung treten, so wird dies der Schriftleitung eine Ermunterung sein, ihre Kräfte auch fernerhin dafür einzusetzen. Sie bittet auch den Leserkreis um eine geneigte Förderung der angegebenen Ziele durch Einsendung von Beiträgen.

Für gediegene Ausstattung des Organs wird der Verlag wie bisher so auch künftig sein Bestes tun.

Dr.-Ing. Uebelacker.

Dr.-Ing. Bloss.

## 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.)

Im Kessel einer Dampflokomotive üblicher Bauart wird im Gleichgewichtszustand der Lastfahrt bei siebenfacher Verdampfung und 14 at Kesselüberdruck aus Wasser von etwa 15° Heißdampf von 350° und einem Wärmehalt von etwa 760 W.E. erzeugt. Aus einem Kilogramm deutscher Steinkohle von 7100 W.E. unterem Heizwert werden somit an das

Treibmittel, den Dampf, abgegeben  $7 \times 745 \cong 5200$  W. E., d. h. der Wirkungsgrad des Kessels und Überhitzers ist  $\cong 73$  v. H. Im Betriebsdurchschnitt bedeutet das einen Kesselwirkungsgrad von 60—65 v. H., wie er ständig bei Nachprüfungen gefunden wird. Der für 1 PS und 1 Sek. erforderliche Wärmehaufwand ohne Berücksichtigung aller Ver-

luste ist auf Grund des mechanischen Wärmeäquivalents  $\frac{75}{427} = 0,176$  W. E. Die Auspuffkolbenlokomotive verbraucht erfahrungsgemäß für die PS<sub>i</sub>-Stunde rund 7 kg Dampf von 745 W. E. Erzeugungsaufwand, also für eine PS<sub>i</sub> in der Sekunde  $\frac{7 \times 745}{3600} = 1,45$  W. E.; der thermische Wirkungsgrad der Maschine ist somit  $\approx 12,2$  v. H.

Die gegen Atmosphärendruck arbeitende Lokomotivmaschine spannt nun den Dampf bei ordnungsmäßigen Bauverhältnissen bis 1,2 at abs. hinter dem Kolben, d. h. bis auf einen Wärmeinhalt von 641 W. E. ab. Dieser geht, falls kein Abdampfvorwärmer vorhanden, restlos verloren. Würde man die Lokomotive mit Dampfniederschlagung ausrüsten und mit einem Enddruck von 0,2 at arbeiten, dann ginge die Ausnutzung weiter bis zu  $\sim 622$  W. E. Ist, was vorausgesetzt werden soll, ein Abdampfvorwärmer vorhanden, in dem das Speisewasser auf 100° erwärmt wird, so verringert sich der Verlust von 641 auf 556 W. E. und von 622 auf 537 W. E. Bei Annahme von etwa 15 v. H. Kraftmehrbedarf für die Nebenmaschinen der Niederschlagslokomotive kann also mit genügender Genauigkeit gesagt werden, daß die thermischen Geshungskosten eines Kilogramm Dampf in beiden Fällen etwa gleich sind.

Der dritte maßgebende Lokomotivwirkungsgrad ist der mechanische Wirkungsgrad des Triebwerkes, der den Laufwiderstand der Lokomotive und des Tenders auf der Wage rechten einschließt. Dieser liegt je nach der Größe und Zahl der Zylinder, die durch die Kolbenreibung viel Arbeit aufzehren, je nach der Vielteiligkeit des Triebwerks und der Zahl der gekuppelten Achsen zwischen 65 und 70 v. H. und scheint, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, abweichend von den Formeln von Strahl, Sanzin u. a. für dieselbe Lokomotive, abgesehen vom reinen Lauf- und Luftwiderstand, im wesentlichen nur von der übertragenen Leistung abzuhängen, weder allein von der Zugkraft noch allein von der Geschwindigkeit.

Betrachtet man nun die für die Lokomotivwirtschaft maßgebenden drei Wirkungsgrade mit dem Bestreben, sie zu verbessern, so bieten sich folgende Wege zuerst dar:

Der Kesselwirkungsgrad, wenn auch bei weitem nicht der schlechteste der drei, ist unbefriedigend. Man wird bestrebt sein müssen, durch weitere Verringerung der Abgaswärme und durch völlige Verbrennung des Heizstoffes ihn zu verbessern. Jenes wird zu erreichen sein durch den Einbau von Abgaswärmern für Speisewasser und Verbrennungsluft, dieses sollte angestrebt werden durch Einführung der Staubverbrennung.

Der thermische Wirkungsgrad der Kolbendampfmaschine mit Auspuff ist der schlechteste der drei; er vergedet am meisten Wärme und erheischt dringend Besserung. Der Wasserdampf ist zwar ein bequemes, aber sehr unwirtschaftliches Treibmittel, da das nutzbare Wärmegefälle ein kleiner Bruchteil der bisher verlorenen Verdampfungswärme bildet. Es erscheint daher unerlässlich, daß die Theoretiker weiterforschen einmal bei Anwendung des Niederschlagsverfahrens nach einem Treibmittel, welches für alle Maschinenteile unschädlich ist, aber wesentlich geringere Verdampfungswärme bei mindestens gleichem Wärmespeichungsvermögen aufweist, ferner nach Kreisprozessen ohne Änderung des Aggregatzustandes, bei denen der Aufwand für Verdichtung des Treibmittels in mäßigen Grenzen bleibt. Der Mann der Praxis aber sieht sich gezwungen, vorerst unter Beibehaltung des Wasserdampfes die Mittel anzuwenden, die eine bessere Ausnutzung des Brennstoffes erlauben. Das Nahe- liegendste ist, wie oben schon angedeutet, die Anwendung des Dampfniederschlages auch für Schienenfahrzeuge.

Bei einer Niederschlagsmaschine mit 0,2 at abs. Enddruck ist die Arbeitsfläche der Schaulinie etwa 40 v. H. größer als bei einer Auspufflokomotive, während, wie eingangs gezeigt,

die thermischen Geshungskosten für 1 kg Dampf etwa die gleichen sind, wenn man die Nebenanlagen berücksichtigt. Das bedeutet, daß die gleiche Menge des Treibmittels bei Anwendung des Niederschlages bis 40 v. H. äußerer Arbeit mehr leisten kann als ohne sic. Hierdurch wird also der thermische Wirkungsgrad der Maschine von 12 auf 16—17 v. H. zu bringen sein.

Daneben erscheint es dringend erforderlich, das Problem des Hochdruckdampfes weiter zu verfolgen, da einmal bei hohen Drücken die Verdampfungswärme selbst sinkt, ferner eine größere Arbeitsmenge durch die Gewichtseinheit des Treibmittels geleistet wird.

Der dritte, der mechanische Wirkungsgrad der Lokomotive, ist ebenfalls verbesserungsbedürftig, bei der jetzigen Durchbildung der Kolbenmaschine jedoch nicht ohne weiteres verbesserungsfähig. Fest steht, daß die Reibungsverluste bei einer Dampfturbine wesentlich geringer sind als bei gleitenden Kolben; wie sich die Verhältnisse stellen, wenn man die durch die hohe Turbinendrehzahl bedingte Übersetzung ins Langsame ebenfalls in den mechanischen Wirkungsgrad einschließt, wird weiter unten erörtert werden.

Die Lokomotive in ihrer jetzigen Form, die das Spiegelbild einer rund hundertjährigen, wenig planmäßigen Weiterentwicklung der Landdampfmaschine ist, jedoch bisher sich des Dampfniederschlages grundsätzlich enthalten hat, hat in der Vollkommenheit ihrer Nachbildung und der Betriebssicherheit eine ziemlich hohe Stufe erreicht. Es dürfte kaum möglich sein, Maschinenzentralen für 2000—3000 PS zuverlässiger und betriebssicherer auszugestalten als eine neuzeitliche Heißdampflokomotive.

An dem großen Fortschritt, den der Landdampfmaschinenbau mit der Einführung des Dampfniederschlages machte, ist bisher, wie gesagt, der Lokomotivbau vorübergegangen.

Bisher waren die üblichen Lokomotivbrennstoffe, voran die Steinkohle, zu billig und die Ausgleichmöglichkeiten auf der Erde zu vollkommen, um einen wesentlichen Anreiz zur Aufgabe der bisherigen einfachen klaren Gliederung der Lokomotive zu bieten. Das Stocken der Kohlenausfuhr aus den kriegführenden Ländern hat in zwei Staaten, die darunter sehr stark litten, der Schweiz und Schweden, zu Versuchen geführt, die Niederschlagslokomotive in die Praxis einzuführen und zwar unter bewußter Aufgabe der bisherigen Einfachheit und vielleicht — Betriebssicherheit. Dieselbe Not liegt in dem zur Zeit kohlenarmen Deutschland vor und hat auch die Reichsbahn bewogen, die Frage der Niederschlagslokomotive ernstlich zu studieren und Versuche zu unternehmen. Auch England beschäftigt sich z. Z. mit dem Gegenstand, wie später gezeigt werden wird; der Grund dazu dürfte darin liegen, daß einerseits die Kohlenpreise durch das Verschwinden der deutschen Kohlenausfuhr stark gestiegen sind, andererseits zwischen den englischen und amerikanischen Erdölgesellschaften seit einigen Jahren ein gigantischer Unterbietungskampf im Gange ist, der die Verbrennungslokomotive besonders in den Hochvalutaländern zu einer ersten Gefahr für die Dampflokomotive macht. Wer dort diese auf lange Zeit erhalten will, muß sich zu wirtschaftlichen Verbesserungen bequemen. In diesem Sinne dürfte wohl das englische Interesse an der Frage zu deuten sein.

Der schwedische, der schweizer und der englische Konstrukteur haben unabhängig voneinander gearbeitet und sind zu gänzlich verschiedenen Lösungen gelangt; allen jedoch ist gemeinsam, daß sie die Kolbenmaschine als ungeeignet verließen, um sich der Dampfturbine zuzuwenden. Das ist umso bemerkenswerter, als die Einführung des Niederschlagsbetriebes auf der Lokomotive unter Beibehaltung der Kolbenmaschine der natürliche Weg schrittweiser Entwicklung gewesen wäre.

Aber gerade hier treten Schwierigkeiten auf, die es als aussichtslos erscheinen lassen, mit der Kolbenlokomotive zum

Ziel zu gelangen. Soll die Niederschlagskolbenlokomotive einen günstigen Dampfverbrauch erzielen, so müssen die Zylinder mit kleiner Füllung arbeiten. Dadurch werden aber derartig große Zylinderinhalte nötig, daß selbst da, wo ihre Unterbringung baulich möglich wäre, ihre Anwendung betrieblich unmöglich wird, weil beim Anfahren, wo sich Volldruck über einen beträchtlichen Teil des Kolbenwegs nicht umgehen läßt, der Reibungswert der gekuppelten Achsen weit überschritten wird. Andererseits müssen, um die Dehnung bis zum wirtschaftlichen Enddruck treiben zu können, die schädlichen Räume auf weniger als 3% herabgesetzt werden. Dies ist bei der Lokomotive mit ihrer weitgehenden Lagernachstellung praktisch nicht erreichbar und verbietet außerdem für die Mehrzahl der Fälle die Anwendung einer einfachen Schwingensteuerung. Dazu kommt, daß die für die Kondensation nötigen Apparate einen beträchtlichen Raum für sich beanspruchen und daß vor allen Dingen der Abdampf der Maschine, der durch das Zylinder- und Stopfbuchsenöl stark verunreinigt wird, von diesen Ölbeimengungen wieder befreit werden müßte, um das Kondensat in vollem Umfange zur Kesselspeisung verwenden zu können. Der Beseitigung all dieser Schwierigkeiten treten derartige Hindernisse entgegen, daß der Versuch, eine Kolbenlokomotive mit Kondensation zu bauen, bis jetzt noch nicht gemacht worden ist, und so ist es auch zu erklären, daß sich bis heute alle Versuche, Kondensationslokomotiven zu bauen, auf Turbolokomotiven beschränken.

Daß die Anwendung der Dampfturbine die bauliche Durchbildung des Fahrzeuges wesentlich beeinflusst, ist verständlich; außer ihr sind es zwei weitere Faktoren, die der Niederschlagslokomotive ihren Charakter aufdrücken: die Art der Arbeitsübertragung von der Turbinenwelle auf die Fahrzeugachsen und die Bauart des Rückkühlers. Den größten Einfluss von allen übt die letzte auf die grundsätzliche Fahrzeuganordnung aus, und ihre Wahl legt den Konstrukteur in weitem Maße fest, wie im folgenden gezeigt wird.

Die Vorteile des Reinwasserkreislaufes der Niederschlagsdampfmaschine, d. h. die Reinhaltung des Kessels von Kesselstein, sind zu augenfällig, um nicht bei der Turbolokomotive ebenfalls zur Wahl eines Reinwasserkreislaufes zu drängen. Die einfachste Art das Kondensat zurückzukühlen und dabei rein zu halten, ist die Anwendung eines geschlossenen Oberflächenkühlers, der zugleich Kondensator ist. Verwickelter wird die Anordnung, wenn man einen Einspritzkondensator vorsieht, der mit reinem Kühlwasser gespeist wird. Das abfließende reine Gemisch muß dann in einem geschlossenen Rückkühler heruntergekühlt werden. Den zuerst genannten Oberflächenkühler kann man ferner mit Rohwasser berieseln, um einerseits die Wärmeübergangszahl zu verbessern, andererseits die Verdunstung mit auszunutzen.

Grundsätzlich hiervon unterschieden ist die Anordnung, wenn man einen offenen Verdunstungskühler wählt. Beim Durchlauf durch diesen wird das Wasser stark verschmutzt und verdunstet zum Teil, man muß also diesen Kreislauf mit Rohwasser durchführen und, um diese vom Kesselwasser fern zu halten, geschlossene Röhrenkondensatoren verwenden.

Fast alle genannten Wege sind bei den bisher gebauten Turbolokomotiven beschritten worden; jeder hat sein Anwendungsgebiet, wo er den andern überlegen ist. So z. B. kann der Betrieb in wasserarmer Gegend einen geschlossenen Oberflächenkühler oder schwacher Oberbau leichte Einspritzkondensatoren o. ä. fordern.

Hingegen sind die erwähnten Kühlerbauarten bei gleichem Gewicht keineswegs gleichwertig bezüglich ihrer Kühlleistung. Es ist bekannt, daß durch Anreicherung der Luft mit Wasserdampf ein Mehrfaches der Wärmeeinheiten gebunden wird, die dem Temperaturgefälle entsprechen. Vergleicht man nun zwei geschlossene Kühler miteinander und setzt voraus, daß beide

gleich große Oberflächen haben, so ergibt die Rechnung, daß ein benetzter Kühler wesentlich mehr Wärme umsetzt als ein trockener, während das Netzwasser verdunstet. Die Leistung steigt jedoch nicht in das Ungemessene, sondern ist nach oben begrenzt durch die Wärmeübergangszahl der Metallwand. Die Begrenzung durch die Übergangszahl läßt sich vermeiden durch Anwendung eines offenen Kaminkühlers. Durch feine Verteilung kann die Gesamtoberfläche der herabrieselnden Tropfen fast beliebig vergrößert werden; die obere Grenze wird in diesem Falle gebildet von der Sättigung der Kühlluft mit Wasserdampf, d. h. sie verschiebt sich bei gleichbleibendem Temperaturgefälle und gleichbleibendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft proportional zu der vorbeistreichenden Luftmenge. Da hier Rohwasser umläuft, ist das verfügbare Temperaturgefälle unterteilt, einmal für den Wärmeabfluß im Oberflächenkondensator, zweitens für den Abfluß von Kühlwasser zur Luft. Die umzuwälzende Luftmenge ist hingegen bei gegebener Leistung klein, also der Ventilator-Kraftbedarf gering. Bei reinen trockenen und geschlossenen Oberflächenkühlern ist, da der Kühler gleichzeitig Kondensator ist, das ganze Temperaturgefälle ungeteilt an der Kühloberfläche verfügbar: da man aber Wärmeabfluß nur durch trockene Übermittlung an die Außenluft erzielt und die spezifische Wärme der Luft gering ist, müssen sehr große Luftmassen unter großem Kraftverbrauch umgewälzt werden. Um diese Luftmassen in wirkliche Berührung mit der Kühloberfläche zu bringen und wegen der starren Beschränkung durch die Wärmeübergangszahl bei gegebenem Temperaturgefälle ist eine sehr große Oberfläche erforderlich.

Man muß also den geschlossenen Oberflächenrückkühler einmal in Beziehung setzen zum Kondensator, das andere Mal zum offenen Rückkühler, da er beide Funktionen in sich vereinigt. Von luftgekühlten Kondensatorrohren gehen je Quadratmeter, Stunde und Grad nicht mehr als höchstens 40 W.E. an die Luft über, während beim wassergekühlten Kondensator je Quadratmeter, Stunde und Grad in das Kühlwasser wenigstens 2400 W.E. übergehen. Wenn man nun selbst annimmt, daß das Wärmegefälle beim luftgekühlten Kondensator doppelt so groß ist, als beim wassergekühlten, so ergibt sich für ihn eine Kühlfläche, die

$$\frac{2400}{2.40} = 30 \text{ Mal größer ist}$$

als die des gleich leistungsfähigen wassergekühlten Kondensators.

Während man also gegen die Verwendung des wassergekühlten Kondensators mit Verdunstungsrückkühler das geringere Temperaturgefälle und die größere Vielseitigkeit ins Feld führen kann, spricht für ihn geringeres Gewicht und voraussichtlich leichtere Unterhaltung. Denn der eigentliche Kondensator kann bei dem bekannten hohen Wärmeübergang zwischen Dampf und Wasser klein gehalten werden und macht bezüglich der Dichtung, Luftentfernung usw. keinerlei Schwierigkeiten, während das übrige System unter atmosphärischem Druck steht und keine anderen Störungen erwarten läßt als irgend eine Wasserringleitung mit zwangläufiger Umwälzung.

Die Größe der im Rückkühler erforderlichen Wasseroberfläche, d. h. der Fläche, auf der das Kühlwasser mit der Luft in Berührung treten muß, um intensiven Wärmeaustausch zu erzielen, ist zahlenmäßig nur durch Erfahrungswerte zu erfassen: es leuchtet jedoch ohne weiteres ein, daß, wenn man die fallenden Tropfen klein hält und sie durch eine porige Masse großer Oberfläche hindurchrieseln läßt, das Kühlergewicht niedrig gehalten werden kann, sofern dafür gesorgt ist, daß die Luft während der ganzen Zeit im Gegenstrom am Wasser entlang streichen kann.

Der Verbrauch von Kühlluft errechnet sich wie folgt:

Eine Turbolokomotive von 2000 PS<sub>2</sub>-Leistung mit einem unter Verwendung üblicher Kesseldrücke und äußerster Ausnutzung der Abwärme erreichbaren Dampfverbrauch von 4 kg

für 1 PS/Std. Kesselleistung und 0,15 at absolutem Enddruck hat eine stündlich im Rückkühler abzuführende Wärmemenge von 4.565.2000 = 4520000 W. E. Die dem Enddruck entsprechende Dampftemperatur ist + 54° über Gefrierpunkt, die Temperatur der Außenluft sei im Jahresdurchschnitt + 15°, dann ist das gesamte verfügbare Wärmegefälle 39°. Bei einigermaßen ausreichender Bemessung des wassergekühlten Kondensators und mäßiger Reinhaltung von Öl und anderem Belag entfällt auf ihn höchstens der dritte Teil dieses Gefalles = 13°. Wenn also die (günstig wirkende) Abkühlung des Kühlwassers in der Leitung zum Rückkühler vernachlässigt wird, steht in diesem mithin ein Gefälle von 26° zur Verfügung. Nimmt man nun nach vorsichtiger Schätzung an, daß die Luft wegen vorheriger Sättigung und unvollkommener Berührung nur zu 50 v. H. gesättigt werden kann, und setzt man die spez. Wärme der Luft mit 0,24 ein, so wird 1 kg Luft an fühlbarer Wärme aufnehmen  $26 \cdot 0,24 = 6,22$  W. E. Hinzu kommt bei der mittleren Temperatur des Gefalles (Anfang 54 — 13 = + 41, Ende = + 15, Mitte = + 28) eine Wärmeaufnahme durch Verdunstung von ~ 13 W. E./kg bei voller und 6,5 W. E. bei 50 v. H.-Sättigung. 1 kg Luft führt also bei Verdunstungskühlung ~ 12,7 W. E. ab; es sind mithin umzuwälzen  $\frac{4520000}{12,7} = \sim 356000$  kg Luft stündlich. Bei der im

Kühlerbau üblichen Rechnungsart, die obere Temperaturgrenze des Gefalles als maßgebend für die Verdunstung anzusehen, würde die Wärmeaufnahme schon auf ~ 20 W. E./kg steigen, ebenso bei höherer Sättigung als 50 v. H. Der errechnete Wert darf also als denkbar vorsichtig und als Mindestmaß bezeichnet werden. Im Betriebe wird er oft ein Vielfaches erreichen und die Luftmenge auf einen Bruchteil der errechneten sinken.

Einem geschlossenen und vereinigten Kondensator- und Kühlersystem stehen bei Annahme derselben Betriebswerte 39° Temperaturgefälle zur Verfügung. Jedes kg Luft wird also an fühlbarer Wärme abführen  $39 \cdot 0,24 = 8,95$  W. E. Es werden also erforderlich  $\frac{4520000}{8,95} = 505000$  kg Luft stündlich.

Nimmt man nun als Wärmeübergangszahl für die Wandung bei trockner Übertragung 40 W. E./m<sup>2</sup>/Std. an, so ergibt sich eine Kühleroberfläche von  $\frac{4520000}{40 \cdot 39} = 2900$  m<sup>2</sup>.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß eine solche Kühlerfläche auf einem der bisherigen Fahrzeuge schwerlich unterzubringen ist, mithin diese Bauart der Entwicklung der Lokomotivleistung ins Große sehr enge Grenzen zieht, wenn man von erschwerenden Bauelementen wie z. B. der Mitführung besonderer Kühlerfahrzeuge absehen will. Daneben ist der Kraftbedarf für die Luftumwälzung erheblich größer als beim Verdunstungskühler.

Bezüglich der Kühlerleistung steht der geschlossene, außen mit Wasser benetzte Rückkühler oder Kondensator zwischen beiden genannten Bauarten. Da er eine Metallwand zwischen beide Medien einschiebt, kann in ihm der Dampf unmittelbar gekühlt werden: ihm kommt also das höhere Wärmegefälle zugute. Andererseits bedarf er einer sorgfältigen Regelung der Benetzung, da bei zu geringer Benetzung das Wasser zu früh verdampft, d. h. ein Teil der Oberfläche trocken gekühlt wird: bei zu starker Benetzung nimmt die zu dicke Wasserschicht einen Teil der Abwärme auf und erwärmt sich zu stark, ohne die Wärme an die umgebende Luft abführen zu können. Nach oben hin ist die Leistung durch die bei dünnen Messingrohren allerdings sehr große Wärmeleitfähigkeit begrenzt; immerhin wird sich bei normalen Betriebsverhältnissen die Leistung des offenen Verdunstungskühlers, allerdings bei größerem Gewicht, erzielen lassen.

Die schwächsten Teile einer gut durchgebildeten Niederschlagsdampfmaschine sind in der Regel die schwer dicht zu haltenden Vakuumleitungen. Undichtigkeiten an ihnen setzen den Enddruck der Maschine unter starker Einbuße an Wirtschaftlichkeit und Leistung hinauf und lassen Außenluft in den Kondensator eintreten. Von dort muß sie unter erheblichem Arbeitsaufwand wieder entfernt werden. Setzt man nun eine Niederschlagsmaschine auf ein aus mehreren unabhängig beweglichen Wagen zusammengesetztes Triebfahrzeug wie die Streckenlokomotive mit Tender, so ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, entweder die Turbine und den Kondensator auf dasselbe Fahrzeug zu setzen oder unter Vakuum stehende Dampfleitungen gewaltiger Abmessungen zwischen beiden Fahrzeugen gelenkig zu kuppeln.

Der letzte Weg ist einmal beschritten worden: er ergab für eine kleine Lokomotivleistung schon eine Abdampfleitung von mehr als 850 mm Durchmesser. Um die gelenkige Kuppelung nicht allzu vielteilig zu machen, mußten beide Fahrzeuge in ihrer Achsanordnung genau symmetrisch durchgebildet und so miteinander gekuppelt werden, daß jede seitliche Relativbewegung an der Kupplungsstelle vermieden wurde. Das ergibt starkes Zwängen der Fahrzeuge bei der Ein- und Ausfahrt in Krümmungen und besonders bei Durchfahren von Weichen: außerdem engt es den Konstrukteur bei der Durchbildung beider Fahrzeuge so ein, daß von restloser Ausnutzung des Reibungsgewichtes keine Rede mehr sein kann.

Aus diesem Grunde wird im allgemeinen die Turbine und der Kondensator auf dasselbe Fahrzeug zu setzen sein. Da es nun aussichtslos ist, auf das ohnedies schwer belastete Kesselfahrzeug auch noch den schweren Kühler setzen zu wollen, muß dieser auf dem Tenderfahrzeug untergebracht werden. Hieraus ergibt sich zwangsläufig, daß man bei vereinigt luftgekühltem Kondensator und Kühler auch die Turbine auf dem Tenderfahrzeug unterbringen muß. Bei wassergekühltem Kondensator und Verdunstungsrückkühler hingegen kann die Turbine und der wenig Raum beanspruchende Kondensator auf dem Kesselfahrzeug angeordnet werden, während der Rückkühler auf dem Tender Platz findet und das Kühlwasser unmittelbar in seinen Behälter zurücklaufen kann. Bei dieser Anordnung kann das Kesselgewicht für die Reibungslast voll nutzbar gemacht werden. Zwischen beiden Fahrzeugen sind im allgemeinen nur zwei bewegliche Kupplungen für die unter atmosphärischem Druck stehende Kühlwasserleitung zwischen Kühler und Kondensator erforderlich. Diese können leicht in erträglichen Durchmesser (250—300 mm) gehalten werden; Undichtigkeiten an den Kupplungen bedeuten nur einen Verlust von Rohwasser und verringern den Aktionsbereich der Lokomotive, beeinträchtigen aber ihre Leistung und Betriebsbereitschaft nicht wesentlich. Es ist also leicht zu verstehen, daß dieser Weg bisher den ersten praktischen Erfolg ergab, und es ist anzunehmen, daß er sich in Zukunft mehr und mehr durchsetzen wird.

Die äußere Arbeit wird erzeugt in der Dampfturbine, die auf das treibende Fahrzeug gesetzt werden muß und durch die Art ihrer Arbeitsübertragung auf die Treibräder die bauliche Durchbildung der Turbolokomotive in annähernd demselben Maße beeinflusst wie die Wahl des Kühlers.

Die Dampfturbine ist bekanntlich eine Maschine, deren Leistung sich aus einem verhältnismäßig kleinen Drehmoment und hohen Drehzahlen zusammensetzt; das Lokomotivtriebwerk hingegen verlangt große Drehmomente bei niedrigen Drehzahlen: demnach wird der Kraftübertragungseinrichtung besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden sein.

Eine erfreuliche Eigenschaft der Dampfturbine für den Lokomotivkonstrukteur ist ihr geringer Raumbedarf, der ihre Unterbringung erleichtert. Hier macht allerdings die Parsonsturbine eine gewisse Ausnahme: ihre Hauptmerkmale sind wesentlich geringere Drehzahl als bei den anderen Hauptbau-

arten, dementsprechend größeres Drehmoment und größerer Raumbedarf. Immerhin liegen auch die Drehzahlen der Parsons-Turbine noch so hoch, daß die Frage der Kraftübertragung eine ebenso große Rolle spielt wie bei anderen Bauarten. Man kann wohl sagen, daß so ziemlich alle heute gangbaren Dampfturbinenbauarten, sowohl Reaktions- wie Aktionsturbinen mit Ausnahme der Laval-Turbinen grundsätzlich zum Einbau in Lokomotiven geeignet sind, wenn auch bei den im Lokomotivbau üblichen Kesseldrücken und der unbedingt zu fordernden Anpassung an wechselnde Verhältnisse, d. h. niedrige Drehzahlen bei starker Kraftentfaltung und hohe Drehzahlen bei mässi-ger Zugkraft, wesentliche Unterschiede bezüglich der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Bauarten vorhanden sind.

Leider ist zur Zeit der Konstrukteur noch nicht in der glücklichen Lage, frei unter den Turbinen- und Übertragungssystemen wählen und diejenigen Bauelemente zusammenstellen zu können, die er für bestimmte Zwecke vereinigen möchte, da die Pionierfirmen des Turbolokomotivbaues sich die Frucht ihrer Arbeit in sehr weitreichendem Maße durch Patente gesichert haben. Vorerst wird also bei der Bauausführung für den Konstrukteur weniger die technische Eigenart der Turbine als die Möglichkeit, eine Lizenz zu erhalten, oder die Zugehörigkeit zu einem Syndikat bestimmend sein. Andererseits werden die ersten Jahre regelmäßigen Betriebsdienstes der ersten Turbolokomotiven noch vielerlei neuartige Anforderungen an die Bauart der Triebmaschine stellen, so daß anzunehmen ist, daß ihre Bauart noch in mehr als einer Richtung der Wandlung unterworfen sein wird.

Die Arbeit kann nun von der Turbinenwelle auf drei grundsätzlich verschiedene Arten auf die Lokomotivtreibräder übertragen werden, durch Zahnräder- oder ähnliche Vorgelege, durch Zwischenschaltung eines amorphen Übertragungsmittels, etwa einer Flüssigkeit oder eines Gases oder endlich auf elektrischem Wege.

Der naheliegendste und dem Ingenieur vertrauteste Weg ist der erste. Zahnräder sind von jeher dazu verwendet worden, eine bestimmte Leistung zu geringen Drehmoments soweit umzuformen, bis das ausreichende Moment erreicht war. Dabei war in der Regel die absolute Größe der übertragenen Leistung gering, da bei der alten klassischen Verzahnung infolge der unvermeidlichen Fehler in der Bearbeitung der Zähne der Zahnverschleiß und damit der Arbeitsverlust ziemlich erheblich war. Große Umfangskräfte waren schlecht zu übertragen, da die Flächenpressung und Biegebbeanspruchung des einzelnen Zahnes hoch wurde und hohe Drehzahlen andererseits führten zu Resonanz- und anderen Störungserscheinungen.

Diese Verhältnisse, die früher die Übertragung von 2—3000 PS unter Herabsetzung der Drehzahl im Verhältnis 1:30 ganz unmöglich gemacht hätten, sind nun durch die neuartige Zahnradkonstruktion und Bearbeitung nach Maag und Krupp, wie bekannt, derart verbessert worden, daß die Übertragung der genannten Leistungen mit hohem Wirkungsgrade unter gewissen Vorsichtsmaßregeln ohne weiteres möglich wird. Feine Teilung der Zähne, gleichmäßigste Verteilung des Zahndruckes und sorgfältige Bearbeitung der Triebe auf Maschinen, die ihre Werkzeuge selbst auf Verschleiß kontrollieren, gewährleisten einen Wirkungsgrad von 97—98 v. H. bei einem sehr geringen Verschleiß. Solche Zahntriebe arbeiten unter Drucköl, das durch eine Hilfspumpe in den Eingriff gespritzt wird.

Eine Hauptbedingung derartiger Triebe ist die genaue Innehaltung des Mittenabstandes beider Wellen; aus diesem Grunde ist es nicht zu empfehlen, die für eine Lokomotive unvermeidliche Anpassung an Fahrgeschwindigkeit und Fahrtrichtung in das Getriebe zu verlegen. Die Turbine kann nur in einer Richtung laufend Arbeit erzeugen; zur Umkehr wäre also die Zwischenschaltung eines Wechselrades im Getriebe erforderlich. Ebenso wäre die Erzielung wechselnder Geschwindig-

keiten an der Triebachse nur durch Umschalten von Getrieben während des Ganges zu erreichen, ähnlich dem Straßenkraftwagen.

Bei einer Turbolokomotive ist der Fahrtrichtungswechsel durch Wechselrad ausgeführt worden, aber eben diese Ausführung zeigt, welche Schwierigkeiten sich ergeben, wenn in ein Pfeilrad zwei Verzahnungen entgegengesetzter Richtung geschnitten werden. Es ist daher bei mechanischer Kraftübertragung unbedingt zu empfehlen, die Turbine und ihre Vorgelege den Betriebsgeschwindigkeiten der Lokomotiven so anzupassen, daß sie von höchstens 10 km/Std. ab innerhalb wirtschaftlicher Drehzahlen arbeitet, daß ihre Leistung durch Teilung der Beaufschlagung weitgehend regelbar gemacht wird und daß für die Rückwärtsfahrt eine besondere, gegebenenfalls einfachere und weniger wirtschaftlich arbeitende Rückwärtsturbine beigegeben wird.

Damit nicht die jeweils der Fahrtrichtung entgegenlaufende Turbine als Pumpe arbeitet, die Nutzleistung herabsetzt und sich unzulässig erhitzt, läßt man sie zweckmäßig im Vakuum mitlaufen.

Der Anforderung der Dampfturbine an möglichst gleichbleibende Drehzahl wird scheinbar ein flüssiges oder luftförmiges Übertragungsmittel in höherem Maße gerecht, allerdings unter Aufgabe der wünschenswerten Einfachheit. Ein Flüssigkeitsgetriebe z. B. setzt sich zusammen aus einer Pumpe, deren Elementenzahl sich nach der Zahl der Schaltstufen richtet und dem durch die Flüssigkeit getriebenen Motor. Ein gemeinsames Kennzeichen aller dieser Drucköl- und ähnlichen Getriebe ist es, daß sie zur Vermeidung großer Spaltverluste mit mässi-geren Drücken arbeiten müssen. Dann aber werden sie bei größeren Leistungen in ihren Abmessungen ebenso unbequem wie Elektromotore. Sie werden außerordentlich schwer und sind innerhalb der Lokomotivrahmen nicht unterzubringen.

Zwar ist die Entwicklung der Druckölgetriebe, die eine Zeitlang in Stillstand geraten war, von neuem in Fluß gekommen, so daß vielleicht auf diesem Gebiete noch Gutes erwartet werden darf; vorerst aber ist innerhalb des für die Lokomotive verfügbaren Raumes an eine Übertragung von 2—3000 PS noch nicht zu denken.

Die Zwischenschaltung eines unter Druck stehenden gasförmigen Übertragungsmittels, etwa Luft, hätte der Flüssigkeit gegenüber den Vorzug, daß einmal die Treibräder durch langsamlaufende Kolbentriebwerke üblicher Art angetrieben werden könnten und daß bei Zwischenschaltung eines Windkessels Geschwindigkeitsschwankungen der Turbine fast gänzlich entfielen. Die Hauptschwierigkeiten verursacht hier das Primärtriebwerk, der Kompressor. Ein üblicher Kolbenkompressor könnte von der Turbine ebensowenig unmittelbar angetrieben werden wie das Lokomotivtriebwerk, er würde also außerdem noch Vorgelege nötig machen und ein Turbokompressor von gleicher Drehzahl wie die Turbine würde bei dem geringen spezifischen Gewicht der Luft eine sehr große Stufenzahl erfordern. Daher wäre der Arbeitsverlust durch Reibung in ihm groß und sein Wirkungsgrad gering.

Die genannten Gründe machen es verständlich, daß bisher weder Flüssigkeits- noch Gasgetriebe bei Turbolokomotiven zur Umformung benutzt worden sind. Die eleganteste Art der Arbeitsumformung und Übertragung ist unstreitig die elektrische. Hier treibt die Turbine einen Generator, mit dem sie auf einer Fußplatte vereinigt werden kann, entweder mit dauernd gleicher Drehzahl oder mit möglichst wenig Abweichung von der wirtschaftlichsten Drehzahl. Der erzeugte Strom fließt Motoren zu, deren Drehzahl entweder der des Lokomotivtriebwerkes entspricht oder ihr durch ein einfaches Vorgelege angepaßt werden kann. Durch geeignete Wahl der Stromart und Schaltung (etwa Gleichstrom mit Leonardschaltung) kann die Fahrgeschwindigkeit bei unveränderter Turbinendrehzahl völlig stufen- und stoßlos verändert werden.

Die Forderungen, die bezüglich Regelung und Anpassung an die verschiedenen Betriebsanforderungen gestellt werden, werden von dieser Lokomotive ohne Zweifel voll erfüllt. Jedoch wird sie nicht nur sehr teuer und schwer sein, sondern auch bezüglich der Instandhaltung ganz außergewöhnliche Anforderungen stellen. Der Gesamtwirkungsgrad bei wechselnden Betriebsverhältnissen wird nicht sehr hoch einzusetzen sein.

Interessant ist es, daß schon in dem jetzigen frühen Stadium der Entwicklung der Turbolokomotive fast sämtliche beschriebenen Wege der Durchbildung beschränkt worden sind. Bis zum Vorliegen zahlenmäßiger vergleichender Versuchsergebnisse wird man es verstehen, wenn der Konstrukteur gern sich der verhältnismäßig einfachen und vollkommenen Zahnradübertragung bedient.

Bei Einheiten über 1500 bis 2000 PS wird es sich im allgemeinen nicht umgehen lassen, die Turbolokomotive als zweiteiliges Fahrzeug, d. h. mit besonderem Tender, auszuführen, solange die heute noch vielfach üblichen Weichen von 140 bis 160 m Halbmesser durchfahren werden müssen. Der größte Radstand eines derartigen Doppelfahrzeuges wird dabei durch die Rücksichtnahme auf die üblichen Drehscheibenlängen bereits empfindlich beeinflusst.

Legt man nun dem Entwurf einer solchen Maschine die vermutlich günstigste Bauart zugrunde, d. h. eine Turbine mit Zahnradübertragung, mit Oberflächenkondensator und mit Verdunstungskühler, dann ergibt sich von selbst, daß die Turbine zweckmäßig in der Rauchkammergegend des Kesselfahrzeuges, in einem starren Kasten mit ihren Vorgelegten zusammen angeordnet wird, jedoch so, daß alle diese Teile leicht untersucht und ausgebaut werden können. Um das Federspiel der angetriebenen Achsen auszuschalten, muß dann die letzte Vorgelegewelle eine Blindwelle sein, die möglichst in gleicher Höhe mit den Lokomotivachsen liegt und die Arbeit auf diese durch beiderseitige Kuppelstangen überträgt. Der Platz hierfür wird durch den Fortfall der Zylinder der Kolbenmaschine frei.

Nach diesen Gesichtspunkten ist die Versuchslokomotive von Escher Wyss im Verein mit der Lokomotivfabrik Winterthur gebaut worden.

Entschließt man sich aber zur Verwendung eines unmittelbar durch Luft gekühlten Kondensators, so hat dies zur Folge, daß die Antriebsturbine und der Kondensator auf demselben Fahrzeug untergebracht werden sollten. Da nun aber auf dem Kesselwagen für die Rückkühlung kein Platz vorhanden ist, bleibt bei luftgekühltem Kondensator nichts anderes übrig, als die Turbine auf dem Tender anzuordnen und ihn als eigentliches Triebfahrzeug zu benutzen. Dies gibt die Bauart der Ljungström-Lokomotive.

Wenn die Hauptbauart der Lokomotive festliegt, ist noch die Notwendigkeit und zweckmäßige Bauart der Nebenmaschinen zu prüfen.

Da der Abdampf der Turbine niedergeschlagen wird, entfällt die übliche Feueranfischung durch Blasrohr und Schornstein und der Zug für die Feuerung muß durch ein Gebläse erzeugt werden. Am einfachsten und wirtschaftlichsten wäre dieses zu gestalten als Unterwind-Druckgebläse unter gleichzeitiger Ausnutzung des natürlichen Luftzuges während der Fahrt. Da aber während des Beschickens des Feuers die Flamme zur Feuertür herauschlagen würde, müßte ein solches Gebläse mit einer selbsttätigen, mit der Feuertür gekuppelten, Abstellvorrichtung versehen sein. Das Gebläse muß also die Luft durch Rost und Kessel hindurchsaugen, seine Leistung muß also wegen des größeren Volumens der heißen Rauchgase etwas größer sein, als die eines Unterwindgebläses. Um nicht unnötige Luftmengen umzuwälzen, erscheint die Anwendung unmittelbaren Saugzuges zulässig, zumal wenn die Gase das Gebläse mit einer Temperatur von nicht über 250° erreichen. Als Antrieb wird eine kleine Dampfturbine verwendet.

Um die in den Rauchgasen enthaltene fühlbare Wärme möglichst weitgehend auszunutzen, ist es unbedingt erforderlich, sie nach dem Verlassen der Rohre durch einen Abgasvorwärmer zu senden, um ihnen einen Teil ihrer Wärme zu entziehen. Dieser Abgasvorwärmer wird zweckmäßig hinter einen weiter unten zu erwähnenden Abdampfvorwärmer geschaltet. Was er an Wärmegewinn bringt, soll ermittelt werden.

Zugrunde gelegt sei wiederum die Turbolokomotive von 2000 PS<sub>i</sub>-Leistung und 4 kg Dampfverbrauch für 1 PS<sub>i</sub>/Std. Bei dem üblichen etwa 1,5 fachen Luftverbrauch des theoretisch erforderlichen Gewichtes = (15 kg Rauchgas für 1 kg Kohle) und siebenfachen Verdampfung erzeugt der Kessel

$$\frac{2000 \cdot 4 \cdot 15}{7 \cdot 60 \cdot 60} = 4,75 \text{ kg Rauchgase/sec von der spez. Wärme } 0,24.$$

Diese Gase mögen die Rohre mit der gewöhnlichen Temperatur von 300° verlassen. Der Kessel verbraucht nun  $\frac{2000 \cdot 4}{60 \cdot 60} =$

$= 2,23 \text{ kg Speisewasser/sec.}$  Mithin könnte bei verlustloser Übertragung das dem Abgasvorwärmer mit 100° zuzufliessende Speisewasser auf 167° erwärmt werden. Wenn man nun mit Verschmutzung der Vorwärmerheizfläche durch Flugasche usw. und infolgedessen mit einem nicht ausnutzbaren Wärmegefälle von ~ 20° rechnen muß, so ist immerhin noch eine Speisewassertemperatur von ~ 145° zu erwarten, während die der Abgase auf ~ 212° herabgezogen ist.

Unter Umständen, falls die Gesamtanordnung und das Lokomotivgewicht es zulassen, wird also zu erwägen sein, ob die Abgase nicht durch Vorwärmung der Verbrennungsluft weiterhin auszunutzen sein werden. Mit dem Rest der verfügbaren Wärme wird diese auf 110°, bei strengem Gegenstromprinzip vielleicht auf 150° zu erwärmen sein.

Neben dem Feuerungsgebläse ist ein weiteres Gebläse erforderlich für die Umwälzung der Kühlluft auf dem Tender. Um die Antriebsmaschine dieses Gebläses im Reinwasserkreislauf zu erhalten, ohne eine Vakuumdampfleitung zum anderen Fahrzeug zu führen, muß sie bei Lokomotiven mit Turbine und Kondensator auf dem Kesselfahrzeug gegen atmosphärischen Druck arbeiten; ihr Abdampf kann dann auf einfachste Art den Speisewasser-Abdampfvorwärmer beheizen, während das Kondensat einer höheren Stufe der Speisepumpe zufließt. Bei Lokomotiven der Ljungströmschen Art hingegen kann die Gebläsemaschine des Kühlers ihren Abdampf bei vollem Vakuum in den großen Kondensator abführen.

Neben den genannten Hilfsmaschinen, für die schon wegen ihrer hohen Drehzahl kleine Dampfturbinen die gegebenen Antriebsmaschinen sind, empfiehlt sich zur Reinhaltung des Kondensators die Verwendung kleiner Turbinen auch für die übrigen Hilfsmaschinen wie Speisepumpe, Kühlwasserumwälzpumpe, Kondensatorluftpumpe und Bremsluftpumpe. Bei geschickter Anordnung wird man viel Kraft sparen können, wenn man diese alle zusammenfaßt und von den verschiedenen Geschwindigkeitsstufen eines mehrfachen Vorgelegtes aus antreibt.

Die nicht besonders erwähnten Bauteile der Lokomotive wie Kessel, Achsen, Rahmen usw. werden durch die Verwendung von Dampfturbinen nicht unmittelbar berührt und können in der üblichen bewährten Bauart durchgebildet werden.

Über die Größenanordnung der einzelnen Bauteile ist auf die grundlegende Arbeit von Dr. Lorenz (Glaser's Annalen, Band 92, Heft 5) zu verweisen, die eine wohlgegründete wärmetechnische Durchrechnung gibt. Bezüglich der Abstimmung der Hauptteile zu einander bleibt noch einiges zu erwähnen.

Ebenso wie bei der Kolbenlokomotive muß der geforderten Lokomotivleistung in erster Linie die Kesselleistung angepaßt werden, und zwar können unter Berücksichtigung der zu erwartenden Brennstoffersparnis Heiz- und Rostfläche nach den

üblichen Grundsätzen bemessen werden. Es wäre vorerst falsch, etwa auf Grund der stoffsreien Feueranfandung durch ein Gebläse und Dampfentnahme durch eine Turbine einen höheren Kesselwirkungsgrad vorauszusetzen. Wie sorgfältige Untersuchungen an Kolbenmaschinen gezeigt haben, herrscht sowohl im Dampfentnahmerohr wie auch in den Heiz- und Rauchrohren bei üblichen Abmessungen und mindestens 2 Triebbrumdrehungen in der Sekunde völlig gleichmäßige Strömung.

Bei der Bemessung der im Überhitzer zu erzielenden Dampftemperatur könnte an sich weit über die bisherige Grenze (350—375°) hinausgegangen werden, da die Schmierung gleitender Flächen wie bei Schiebern und Kolben nicht mehr in Frage kommt. Hier wird vorerst jedoch die obere Grenze noch gezogen durch die Bauart des Schmidtschen Rauchrohrgrößrohrüberhitzers. Es ist durch Versuche und im Vergleichsbetriebe nachgewiesen worden, daß die genannten Temperaturen sich eben noch erreichen lassen, wenn man die Umkehrenden der Überhitzerelemente bis auf etwa 400 mm an die Feuerbüchsenwand heranschiebt. Hierbei ist durch die Art der Glühfarbe festgestellt worden, daß in dampfleerem Zustande die Elementrohre Temperaturen hoher Grauglut oder vielleicht auch gelegentlich Dunkelrotglut erreichen. Wenn auch bei diesen Temperaturen eine Herabsetzung der Festigkeit oder Lebensdauer der Rohre nicht zu bemerken ist, dürfte damit doch annähernd die obere Leistungsgrenze des üblichen Überhitzers gegeben sein. Eine Vergrößerung der Überhitzerheizfläche über ein gewisses Maß (etwa 1/3 der Verdampfungsheizfläche) hinaus bringt, wie neueste Versuche gezeigt haben, ebenfalls keinen der Vergrößerung entsprechenden Gewinn mehr, da die verringerte Dampfgeschwindigkeit im einzelnen Element bei Parallelschaltung aller Elemente oder das geringe Wärmegefälle im zweiten Element bei Reihenschaltung den Wärmeaustausch für die Einheit der Heizfläche verringern.

Eine gewisse Verbesserung ist dadurch zu erzielen, daß die Rauchgasgeschwindigkeit in den Rauch- und Heizrohren möglichst gleich gemacht wird; das bedeutet besonders bei langen Kesseln, wie sie große Leistungen erforderlich machen, eine Vergrößerung des bisher einheitlichen Rauchrohrdurchmessers. Dies ist vermutlich eine wirksame Verbesserung, findet aber ihre Grenze an dem Punkte, wo die Abgangstemperatur der Gase aus den Rauchrohren bei mittlerer Betriebsanstrengung wesentlich über 300° steigt.

Der Schmidtsche Kleinrohrüberhitzer bedeutet keine Beseitigung der Schwierigkeit, obwohl mit ihm unter bestimmten Verhältnissen kleine Verbesserungen in der Überhitzung zu erzielen sind. Die erhebliche Verringerung der Verdampfungsheizfläche bei Besetzung fast aller Rohre, die schwierige Reinigung der Rohre von Flugasche und der besonders erschwerte Ausbau einzelner Elemente oder Elementreihen machen ihn zu einem vom Betriebsstandpunkt wenig erwünschten Bauteil. Es darf also gesagt werden, daß die Entwicklung des Lokomotivkessels bezüglich der Überhitzerbauart noch den Anforderungen des Turbinenbetriebes anzupassen ist.

Bei der Durchbildung der Turbine muß bis auf weiteres auf die Erfahrungswerte der Konstrukteure von ortsfesten und Schiffsturbinen zurückgegriffen werden. Die Stufenzahl ist durch die Fahrzeugbreite begrenzt, wenn man mechanische Arbeitsübertragung wählt, und im Falle der Zahnradübertragung noch durch die Breite der Zahnräder weiter eingeengt. Um bei gegebenem Kesseldruck den Schaufelkreisdurchmesser nicht für den verfügbaren Raum zu groß halten zu müssen, sind hohe Drehzahlen anzuwenden; die wirtschaftliche obere Grenze für diese Drehzahlen ergibt sich durch die steigende Zahl der Vorgelege. Die gekuppelten Lokomotivachsen sollten bis zur endgültigen Regelung des Bremsproblems keine wesentlich höheren Drehzahlen erhalten als bei Kolbenlokomotiven (~ 300

in der Minute), da bisher die Schwungmassen der Turbinen und Vorgelege am Radumfang abgebremst werden müssen und die Radreifen elektrischer Lokomotiven unter ähnlichen Verhältnissen durch zu große Wärmeaufnahme locker werden. Für die Turbine ergeben Drehzahlen von 6000—10000 in der Minute die günstigsten Werte. d. h. das Vorgelege wird in den Grenzen 1:20 bis 1:33 zu halten sein. Dieses Verhältnis ist mittels zweier Vorgelege, d. h. einer Zwischenwelle zwischen Turbinen- und angetriebener Welle, am leichtesten zu erreichen. Angetrieben wird nicht die Treibachse, da diese dem Federspiel unterliegt, sondern eine Blindwelle. Das ganze Getriebe von der Turbine bis zur Blindwelle wird zweckmäßig unverrückbar gegeneinander in einem gemeinsamen Gehäuse gelagert, um, wie weiter vorn gezeigt, den unbedingt erforderlichen genauen Eingriff zu sichern, daneben aber auch, um die in Öl laufenden Teile gemeinsam nach außen abzuschließen und den ganzen Antriebsmaschinensatz leicht im Lokomotivrahmen ein- und ausbauen zu können. Das ist einmal wichtig für die Unterhaltung, da wohl keine Eisenbahnwerkstatt der ganzen Erde für die Ausbesserung so genau hergestellter Teile eingerichtet ist, der Maschinensatz also ausgebaut und Sonderwerkstätten zugeführt werden muß, ferner aber auch für die Ausbildung möglichst einheitlicher Antriebssätze für verschiedene Lokomotivgattungen. So z. B. wird es zu erreichen sein, daß Güterzug- und Schnellzugmaschinen gleicher Leistung den gleichen Maschinenantriebssatz erhalten ohne Rücksicht auf die Lokomotivgeschwindigkeit. Soweit irgend möglich wird man mit gleicher Blindwelledrehzahl auszukommen suchen und die Geschwindigkeitsunterschiede in den Triebbraddurchmesser legen. Erst wenn unter diesen Umständen die günstigsten Drehzahlen nicht zu erreichen sind, wird man auch eines der beiden Vorgelege ändern. Auf diese Art wird man dem Einheitsantrieb weit näher kommen, als es bei Kolbenlokomotiven je möglich und bei elektrischen Lokomotiven bisher erreicht ist.

Die Drosselung der Dampfzufuhr der Turbine zur Leistungsregelung gestaltet sich bei Druckturbinen bekanntlich sehr viel einfacher als bei Überdruckturbinen. Bei jenen, die ohnedies auf jeden Fall mit Eintrittsdüsen versehen sind, übt eine einseitige Beaufschlagung kein starkes Biegemoment auf die Welle aus; es genügt also, wenn in jedem Belastungszustand die arbeitenden Düsen einigermaßen gleichmäßig auf beide Seiten jeder Symmetrieebene verteilt sind. Anders bei der Überdruckturbine. Soll diese eine Lokomotive mit ihrem stark wechselnden Arbeitsbedarf mechanisch antreiben, so muß sie ebenfalls Eintrittsdüsen erhalten, da anderenfalls der Eintrittsdruck in manchen Fällen zu weit abgedrosselt werden müßte. Diese Düsen aber müssen sorgfältig so eingeteilt werden, daß je zwei gegenüberliegende gleichzeitig an- und abgestellt werden, um der Turbinenwelle das Biegemoment zu ersparen.

Auf jeden Fall wird die künftige Entwicklung der Lokomotivturbine dahin abzielen müssen, daß möglichst kleine Düsenzahlen unabhängig ab- und zugeschaltet werden können, um bei gleichbleibender Dampfeintrittsspannung die Leistung fein zu regeln. Vorerst ist kein anderer Weg abzusehen als die feine Leistungsregelung der Kolbenlokomotive durch die Veränderung des Schieberhubes dergestalt nachzunehmen.

Die Durchbildung der Rückwärtsturbine derart, daß sie ein Mindestmaß von Schwierigkeiten und Arbeitsverlust verursacht, wird ein Hauptaugenmerk des Konstrukteurs sein müssen. Dennoch wird man sie, wie oben gezeigt, einer Umschaltvorrichtung vorzuziehen haben. Der Umstand, daß die Rückwärtsturbine bisher wie auch auf Schiffen, sofern sie stets mitläuft, möglichst einfach gestaltet werden muß, bedeutet für eine so ausgerüstete Lokomotive, daß sie bei langen Rückwärtsfahrten mit voller Last wesentlich weniger wirtschaftlich arbeitet als bei Vorwärtsfahrt. Demnach besitzt die Turbo-

lokomotive bis auf weiteres nicht die betriebliche Annehmlichkeit der Tenderlokomotive, ohne Drehen in beiden Richtungen Züge fördern zu können.

Die Leistung des Rückkühlers ebenso wie des Kondensators hängt von der betrieblichen Verwendung der Lokomotive ab. Auf jeden Fall muß sie groß genug sein, um während aller in Frage kommenden Betriebsgeschwindigkeiten mit den geforderten Zuglasten dem Dampfverbrauch der Turbine, d. h. der Kesselleistung im Gleichgewichtszustand zu entsprechen. Kommt jedoch, wie z. B. bei Personen- und Güterzugmaschinen, häufiges Anfahren oder Rangieren auf Unterwegsbahnhöfen in Frage, dann würde beim Anfahren, solange es aus der Kesselreserve heraus geschieht, das Vakuum sinken, wenn nicht die Kondensator- und Kühlerleistung größer als die Kesselleistung bemessen werden.

## 1 E-Heißdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotive der österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. J. Rihosek, Wien.

Hierzu Abb. 1 bis 10 auf Tafel 1.

Die erste dauernd erfolgreiche Verbesserung der Dampflokomotive hinsichtlich Leistung und Wirtschaftlichkeit ist zweifellos die Einführung der Verbundanordnung bei der Lokomotivdampfmaschine gewesen. Die Anwendung der Vorwärmung des Kesselspeisewassers im Tender, durch Einleitung von Abdampf in den fünfziger Jahren, z. B. nach den Angaben Kirchwegers und Rohrbachs hat zwar die Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven bedeutend gehoben, doch verschwand diese Anordnung bald nach dem Siegeszug der Dampfstrahlpumpe, die die Fahrpumpen vollständig verdrängte. Die Strahlpumpe war nicht befähigt, warmes Wasser anzusaugen; hiermit schwand die Möglichkeit, stark vorgewärmtes Tenderwasser in den Kessel zu drücken.

Die Anwendung der zweistufigen Dehnung bei der Lokomotivdampfmaschine dagegen, fing nach anfänglichen schüchternen Versuchen etwa zu Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts an, bei den Eisenbahnen der ganzen Welt Fuß zu fassen. An die Einführung und Vervollkommnung der Verbundlokomotive erinnern Namen hervorragender Techniker wie Mallet, v. Borries, Gölsdorf, Lindner, de Glehn, Vauclain, Webb, Wordell, Plancher und viele andere\*).

Die Verbundanordnung umfaßte Zwei-, Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven. Als durch Schmidt der Heißdampf die Dampflokomotive zu beherrschen begann, verließen viele Bahnverwaltungen die Zweizylinder-Verbundlokomotive und wandten sich wieder der Zwillingslokomotive, jedoch mit Heißdampfwirkung zu, da die einfachere Zwillingslokomotive durch Anwendung des Heißdampfes in der Wirtschaftlichkeit der Nafsdampf-Verbundlokomotive nicht nur nicht nachstand, sondern sie manchenorts sogar überbot. Auch die vielfach bei den Zweizylinder-Verbundlokomotiven angewendeten sehr vielteiligen und verwickelten Anfahrvorrichtungen förderten die Rückkehr zur Zwillingslokomotive. Doch die Anwendung des Heißdampfes bei der Zweizylinder-Verbundlokomotive war geeignet, diese noch wirtschaftlicher im Betriebe zu machen. Manche Bahnverwaltungen wie z. B. die österreichischen Staatsbahnen bauten noch lange Zeit neben Zweizylinder-Heißdampflokomotiven mit einfacher Dehnung auch Zweizylinder-Heißdampf- u. Nafsdampf-Verbundlokomotiven weiter, die sich im Betriebe sehr wirtschaftlich erwiesen\*\*).

Im allgemeinen behauptete sich die Verbundwirkung jedoch nur bei der Vierzylinderanordnung weiter, wobei ihr die Anwendung überhitzten Dampfes sehr zu statten kam. Versuche mit Vierling- und Drilling-Heißdampflokomotiven führten bei manchen Bahnen wieder zur Rückkehr zur Verbundlokomotive.

\*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1896, Heft Nr. 1. Brückmann: „Die Entwicklung der Verbundlokomotiven“.

\*\*) Siehe Monatsschrift für den öffentlichen Baudienst, Wien 1921, Heft 5, Dr. Sanzin: „Versuche mit Lokomotiven der österr. Staatsbahnen“.

Bei der Durchbildung des Rückkühlers hat sich der Einfluß des natürlichen Zuges als äußerst nützlich herausgestellt, und es sollte bei künftig zu bauenden Turbolokomotiven keinesfalls auf ihn verzichtet werden. Sofern der Kühlerventilator von einer Hilfsturbine angetrieben wird, ist es ohne ein lästiges Wechselgetriebe nicht möglich, die Richtung des Luftstromes im Kühler umzukehren. Die Richtung muß der des natürlichen Zuges entsprechen. Bei Rückwärtsfahrt mit Volllast, die allerdings, wie oben gezeigt, schon des Turbinenwirkungsgrades wegen, vermieden werden sollte, wird der Ventilator nicht nur nicht vom natürlichen Zuge unterstützt, sondern muß ihm noch entgegenarbeiten. Das bedeutet einen unwirtschaftlichen Arbeitsaufwand und wird, falls das Problem der Rückwärtsfahrt zufriedenstellend gelöst wird, zu neuen Kühlerformen führen.

(Forts. folgt.)

In den heutigen sehr schwierigen Zeitläuften, die die Eisenbahnverwaltungen zwingen, an Betriebsstoffen sehr zu sparen, wäre meines Erachtens wieder die Zeit gekommen, der Zweizylinder-Verbundlokomotive mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Durch die sich immer mehr verbreitende Anwendung der Kesselspeisewasservorwärmung hat die Wirtschaftlichkeit des Dampferzeugers, unter Hebung seines Wirkungsgrades sehr gewonnen; für die Hebung des Wirkungsgrades der Lokomotivdampfmaschine ist die Anwendung der zweistufigen Dehnung jedenfalls das geeignetste Mittel.

Die österreichische Bundesbahnverwaltung hat aus diesen Erwägungen bei der letzten großen, 99 Lokomotiven umfassenden Bestellung von 1 E-Großgüterzuglokomotiven 27 Stück von der Wiener Neustädter Lokomotivfabrik wieder als Heißdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotiven, Reihe 181 (Textabbildung und Abb. 1 bis 3 auf Tafel 1), bauen lassen. Die übrigen 72 Stück Heißdampf-Zwillingslokomotiven Reihe 81, erhielten verschiedene Einrichtungen\*\*). Die Lokomotive Nr. 81.02 bis 81.55 geliefert von den Lokomotivfabriken Floridsdorf, Wiener Neustadt und Krauss & Co., Linz erhielten Kolbenschieber mit schmalen Ringen, davon wurden 5 Stück Nr. 81.17, 81.20, 81.22, 81.24 und 81.31 mit einem Abgas-Speisewasservorwärmer\*) ausgerüstet, eine Lokomotive Nr. 81.23 bekam den Abdampf-Injektor von Davies & Metcalfe, zwei Lokomotiven Nr. 81.51 und 81.52 die Fahrpumpe Bauart »Dabeg«.

Eine andere Gruppe der Zwillingslokomotiven Nr. 81.400 bis 81.415, gebaut von der Fabrik der Staatseisenbahngesellschaft und Nr. 81.450 bis 81.451, geliefert von der Lokomotivfabrik Floridsdorf erhielt die Lentz-Ventilsteuerung mit wagrechter Anordnung. Bei der ersten Gruppe ist die Steuerung nach der Regelausführung Lentz mit unmittelbarem Antrieb von den Nocken, bei der zweiten Gruppe ist zwischen Ventilspindel und Antriebsnocke ein Zwischenhebel eingeschaltet. Ferner sind die Lokomotiven 81.406 bis 81.415 mit der Fahrpumpe Bauart »Daheg«, Lokomotive Nr. 81.450 mit dem Abgas-Vorwärmer und schließlic Lokomotive Nr. 81.412 bis 81.415 überdies mit dem Schmidtschen Kleinrohrüberhitzer ausgerüstet.

Alle diese Einrichtungen, einschließlic der Verbundanordnung, geben für Vergleichsversuche reiche Auswahl.

Es ist selbstverständlich möglich, die Abdampf- und Abgasvorwärmung auch bei der Verbundlokomotive anzuwenden. Für die Abgasvorwärmung ist die Rauchkammer der Verbundlokomotive nach vorn verlängert und mit den für eine künftige Einschlebung des Abgasvorwärmers notwendigen Schlitzen versehen, wie aus den Abbildungen ersichtlich. Der Kessel ist

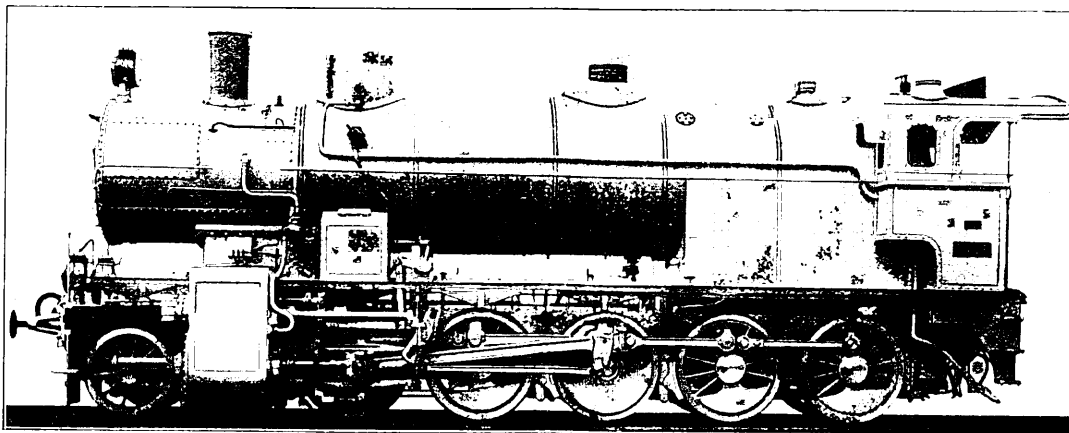
\*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1921, Heft Nr. 38.

\*\*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1924, Heft Nr. 10.



mit jenem der Zwillingslokomotiven vollkommen gleich, nur ist bei den Verbundlokomotiven die Dampfspannung 16 at gegen 15 bei den Zwillingslokomotiven. An den Stehkessel mit runder Decke, senkrechten Seitenwänden und kupferner Feuerbüchse, schließt sich der aus drei Schüssen bestehende Rundkessel an. Der mittlere Schufs ist kegelförmig, geht von einem lichten Durchmesser von 1800 mm hinten auf einen solchen von 1660 mm vorn über. Die Stehbolzenteilung an den Stehkesselseitenwänden ist nach Vorschlag des ehemaligen Chefkonstruktors der Wiener Neustädter Lokomotivfabrik Dr.-Ing. Ritter, so ausgemittelt, daß die Stehbolzen in den Reihen überall in gleicher Anzahl ohne Stufen durchlaufen, so daß jedes von vier Stehbolzen begrenztes Feld ungefähr gleichen Flächeninhalt hat. In den wagrechten Reihen wird die Stehbolzenteilung von vorne nach hinten immer größer, so daß die Felder vorne stehende, in der Mitte quadratische, hinten liegende Vierecke bilden. Die Stehbolzen bestehen aus gelochtem Stangenkupfer. Die Deckenanker sind in den zwei äußersten Reihen rechts und links, oben und unten, zum Anzeigen von Brüchen angebohrt. An der Rohrwand sind Überlegeisen, die sich vorne an den Rohrwandumbug, hinten auf die erste Deckenankerreihe stützen, angeordnet. Beiläufig oberhalb der Mitte der Feuerbüchse sitzen zwei Vierzoll-»Pop«-Sicherheitsventile.

1 E-h 2 Güterzuglokomotive der österreichischen Bundesbahnen.



In der Feuerbüchse mit Webbschen Türring ist das Feuergewölbe, Bauart Madeyski, angeordnet, welches bekanntlich aus zwei von der Rohrwand zur Türwand führenden Wasserrohren und zwischen denselben aufgebautem Gewölbe aus feuerfesten Steinen besteht. Der Rost hat ein kippbares Feld nach Bauart Reszny. Der Aschkasten hat außer zweien vom Führerhaus aus zu betätigenden Luftklappen eine Putzklappe am tiefsten Punkt, die durch einen an der linken Rahmenseite gelegenen Hebel bewegt wird.

Im Dampfdom sitzt ein Ventilregler Bauart Zara, der vordere Dom dient als Kesselsteinabscheider, die Druckrohre der beiden Stahlpumpen münden in diesen Dom und leiten das Wasser gegen ein Prallblech. Dieser Dom ist mit dem Langkessel verbunden, durch ein rechts gelegenes Loch von 100 mm Durchmesser im Domboden, an welches eine im vorderen Kessel-schufs gelegene Rinne anschließt, und durch ein Zweizollrohr, durch welches Dampf zum Dom Zutritt hat. Behufs Entfernung des in den Kessel in Schlammform gelangenden Kesselsteins sind fünf Abschlammschieber, nach Bauart Friedmann, angebracht und zwar zwei am Kesselbauch an den Auswaschflanschen, zwei am Stehkessel und einer links unterhalb des vorderen Domes, mit welchem er durch ein innen liegendes Rohr verbunden ist. Soll das Abschlammen des Kessels seinen Zweck erfüllen, dann muß es täglich vor und nach jedem

Dienstabschnitt vorgenommen werden. Begonnen soll werden mit dem Abschlammen zuerst am vordersten Schieber und zuletzt am Stehkessel, um zu verhindern, daß Kesselsteinschlamm aus dem Langkessel sich in den Stehkessel zieht. Durch das Abschlammen können die Zeiten zwischen dem Auswaschen bedeutend verlängert werden. So konnte in einem Heizhause die Vornahme des Auswaschens von je 14 Tagen auf je drei Monate verlängert werden, was natürlich große Ersparnisse mit sich bringt. Das beim Abschlammen entstehende heftige Geräusch kann fast ganz beseitigt werden, wenn an den Enden der an die Abschlammschieber angeschlossenen Rohre Töpfe, nach Bauart Günther, angebracht werden.

Der Kessel hat den Schmidtschen Großrohrüberhitzer mit 24 Elementen. Der Überhitzerkasten ist so durchgebildet, daß immer zwei benachbarte Elemente eine gemeinsame Nafsdampf- und Heißdampfkammer besitzen, dadurch ist die Zahl der Kammern auf die Hälfte verringert worden. In der Mitte trägt der Überhitzerkasten einen Krümmer, an den das zum Hochdruckzylinder führende Dampfrohr anschließt.

Das Blasrohr ist fest und hat auswechselbare Mundstücke für vier verschiedene Durchmesser. Ein Teil der Lokomotiven hat einen Korbfunkenfänger, der andere den Funkenteller, Bauart Langer (s. Abb. 4 und 5, Taf. 1).

Der Kessel ist in vier Punkten unterstützt. Die Rauchkammer wird von dem Sattelstück getragen, den zweiten Kessel-

schufs stützt eine kräftige Rahmenverbindung in der Gegend des Führungsträgers, vorne beim Krebs und an der Feuerbüchshinterkante sind Blechpendelträger angeordnet.

Für die Speisung des Kessels sind vorgesehen zwei saugende Strahlpumpen, Bauart Friedmann, und zwar rechts eine solche Klasse R S T Nr. 9 mit im Kesselinnern liegenden Dampf- und Druckrohr (letzteres mündet, wie schon bemerkt wurde, in den vorderen Dom), links eine neuartige Doppelstrahlpumpe Klasse V mit Düsen von 6 bis 8 mm. Diese Doppelstrahlpumpe, aus zwei in einem Gehäuse zusammengebauten Strahlpumpen bestehend, hat ein gemeinsames Dampf-Saug- und Druckrohr. Das letztere führt außen am Rundkessel zu dem vorderen Dom (s. Textabbildung). Der Zweck dieser Doppelstrahlpumpe ist, ein ununterbrochenes Speisen, je nach dem Dampfverbrauch, zu ermöglichen. Die Düse von 6 mm liefert 85 l, die Düse von 8 mm 145 l, beide zusammen 230 l in der Minute. Die Dampfzuführung zu dieser Doppelstrahlpumpe wird durch einen Schieber, Bauart Neubauer, geregelt.

Bei den Lokomotiven Nr. 181.01 bis 181.22 sind versuchsweise noch angewendet worden: ein Doppelwasserstand, Bauart Klinger und ein Probierschieber, Bauart Friedmann.

Die Heiztür ist rund und doppelwandig aus Gulßeisen, ihr Griff kann in zwei Nuten eingeklinkt werden, für die ganz offene Stellung und für eine Stellung, in welcher die Heiztür ganz wenig geöffnet bleibt, um Oberluft für die Rauchminderung einzulassen.

Der Rahmen besteht aus zwei 28 mm starken Rahmenplatten mit kräftigen Horizontal- und Vertikalverbindungen. Zwischen den Zylindern liegt ein aus Zylinderguss angefertigtes kräftiges Zwischenstück, oben mit Sattel für die Rauchkammer. Durch dieses Zwischenstück führen die Ein- und Ausströmröhre hindurch. Der Hochdruckzylinder von 620 mm Durchmesser besitzt einen Kolbenschieber mit schmalen Ringen, wobei die steuernden Endringe einen L-förmigen Querschnitt haben. Der Niederdruckzylinder, mit einem Durchmesser von 870 mm, hat einen Flachschieber aus Rotmetall, da es sich gezeigt hat, daß Flachschieber auf der Niederdruckseite bei Heißdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotiven viel dichter bleiben als Kolbenschieber mit großen Durchmessern von etwa 400 mm. Das Zylinderraumverhältnis beträgt rund 1:2, was bei Anwendung des Heißdampfes entsprechend ist. Die Unterbringung des großen Niederdruckzylinders in Achsmitte wäre in der Vereins-Umgrenzungslinie nicht möglich gewesen. In Österreich ist jedoch eine unten erweiterte Umgrenzungslinie zulässig, so daß der Niederdruckzylinder innerhalb dieser Linie Platz findet. Der Verbinder, ein gußeisernes, zylindrisches Gefäß, liegt hinter den Dampfzylindern und ist mit diesen durch Rohrkrümmer verbunden. Ein »Pop«-Sicherheitsventil von 1½ Zoll verhindert einen zu hohen Druck im Verbinder. Jeder Dampfzylinder besitzt einen Druckausgleichkanal mit zylindrischem Hahn, der durch einen Zug von Hand umgestellt wird.

Als Anfahrinrichtung ist die bekannte Einrichtung von Gölsdorf gewählt, jedoch mit folgender Abänderung (Abb. 6, Taf. 1).

In dem von einer Heißdampfkammer des Überhitzerkastens zum Niederdruckschieberkasten führenden Dampfrohr ist ein Rückschlagventil eingebaut, welches nur dann sich öffnet, wenn die Steuerung ganz ausgelegt ist. Die Betätigung erfolgt von der Steuerwelle aus durch einen Hebel und eine Stange, die eine Nockenscheibe bewegt. An diese legt sich ein Hebel, der mit seinem vorderen Ende auf die Spindel des Rückschlagventiles drückt. Aus der Zeichnung Abb. 6 Taf. 1 ist die Arbeitsweise zu entnehmen. Dieses Rückschlagventil verhindert somit, daß Frischdampf bei Füllungen unter 80% in den Niederdruckzylinder gelangt.

Die Heusinger-Steuerung rechts und links ist so ausgeführt, daß folgende Füllungen auf der Hoch- und Niederdruckseite für die Vorwärtsfahrt zu einander gehören.

	Lok. Nr. 181.02 bis 181.22							Lok. Nr. 181.23 bis 181.27								
Hochdruck %	10	20	30	40	50	60	70	77	10	20	30	40	50	60	70	77
Niederdruck %	23	42	54	63	72	78	84	87	13	29,5	44	56	66,5	75	83	86

Bei der ersten Lokomotive Nr. 181.01 wurde zum Zwecke der Ausmittlung des günstigsten Füllungsverhältnisses, welches am einfachsten durch Veränderung der Lage des oberen Lagerpunktes des Hängeeisens der Niederdruckseite zu ändern ist, der im Umsteuerungswellenhebel liegende Bolzen des Hängeeisens auf der linken Seite nach Abb. 7 ausgeführt. Infolge der aufermittigen Lagerung dieses Bolzens rückt bei Verdrehung des Lagers der Aufhängepunkt des Hängeeisens nach oben oder unten und mit ihm wird der Kulissenstein gehoben oder gesenkt, die Niederdruckfüllung hierdurch verändert. Durch Indizierversuche wurde festgestellt, daß das bei der ersten Lokomotivgruppe gewählte Füllungsverhältnis ungleiche Arbeitsverteilung auf beide Zylinder ergibt und zwar ist die Arbeit des Niederdruckzylinders kleiner als jene des Hochdruckzylinders\*). Bei der zweiten Gruppe wurde daher auf der Niederdruckseite das Hängeisen um 12 mm gekürzt, was die in obiger Zusammen-

\*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1902, Nr. 30. „Neue Steuerungen für Verbundlokomotiven.“

stellung ersichtliche Füllungsänderung zur Folge hatte. Hierdurch wurde erreicht, daß die Verteilung der Arbeit auf beide Seiten annähernd gleich ausfiel. Im Betriebe ist bezüglich Gangart und Kohlenverbrauch beider Lokomotivgruppen kein auffallender Unterschied wahrzunehmen.

Die Schmierung der Kolbenschieber und Stopfbüchsen erfolgt durch eine Schmierpumpe Bauart Friedmann, Klasse FS mit acht Ausläufen. Ferner ist für Kolben- und Schieber-schmierstellen ein Ölzerstäuber angebracht. Die vorderen Kolben- und Schieberstangen laufen in Führungsbüchsen, an welche die Stangenenden umschließende Hülsen angeschraubt sind.

An den Dampfzylindern und Schieberkasten sind Luftsaugventile angebracht.

Das Trieb- und Laufwerk ist vollkommen gleich mit jenem der Zwillinglokomotiven. Die vordere Laufachse ist gegenüber den Zwillinglokomotiven um 100 mm weiter nach vorne geschoben, um das Herausbringen des großen Niederdruckkolbens nicht zu behindern. Zum zwanglosen Durchlauf der Maschine durch Kurven von 180 m Halbmesser, ist die erste Achse nach Adams im Kreisbogen verschiebbar nach jeder Seite um 65 mm, die zweite Achse ist fest, die dritte Achse hat ein seitliches Spiel von je 26 mm, die vierte Achse (Treibachse) hat keinen Spurkranz (Radreifen 150 mm breit), die fünfte Achse ist ebenfalls fest, die sechste dagegen um je 26 mm seitlich verschiebbar. Der feste Radstand beträgt 4500 mm. Die Kuppelstangen haben an den Kuppelachsen Büchsenlager, an der Treibachse einen mit zwei Keilen nachstellbaren Kopf.

Um die Muttern der Achsstellkeile (Abb. 8—10 Taf. 1) leicht zugänglich zu machen, sind im Rahmenblech Öffnungen (Abb. 1 Taf. 1) ausgeführt worden. Ausgleichhebel sind vorgesehen, zwischen der ersten und zweiten Achse, der dritten, vierten, fünften und sechsten. Der vordere lange Ausgleichhebel hat als Drehpunkt eine Schneide.

Die Lokomotive ist ausgerüstet mit der selbsttätigen Saugluftbremse für den Zug und die Lokomotive, welche auf die drei festen Achsen mit einem Klotzdruck von 79% des Achsdruckes dieser Achsen wirkt. Vom Gesamtgewicht der Lokomotive beträgt der Bremsdruck rund 41%. Die Lokomotivbremse ist von der Zug- und Tenderbremse gesondert, sie wirkt nur bei Schnellbremsungen mit, kann jedoch auch vom Lokomotivführer unabhängig von der Zugbremse in Tätigkeit gesetzt werden. Die Bremsklötze werden durch ein Gehänge nach Engels-Gander immer in gleichem Abstand von den Radreifen gehalten. Die Lokomotive besitzt ferner die Einrichtung für die Zugbeheizung mit Dampf.

Die 27 Lokomotiven der Reihe 181 sind zum Teil auf Hügellandstrecken, zum Teil auf Gebirgsstrecken in Verwendung. Auf letzteren sind sie auch im schwersten Schnellzugdienst verwendet worden, wobei der bestehende Fahrplan an diese kleinrädigen Lokomotiven bezüglich Geschwindigkeit sehr große Anforderungen stellte. Auf Strecken mit 10% Steigung nehmen diese Lokomotiven ein Zuggewicht von 1000 Tonnen, auf 26% ein solches von 320 Tonnen und auf 31% noch von 250 Tonnen. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit im Kohlenverbrauch schneiden die Verbundlokomotiven gegenüber den Zwillinglokomotiven mit Kolbenschiebern, Reihe 81, sehr gut ab. Im längeren Dauerbetriebe hat eine Heizhausleitung 17% Kohlenersparnis festgestellt, bei einer zweiten waren die Ersparnisse noch größer.

Durch die neuerliche Beschaffung und Verwendung von Zweizylinder-Verbundlokomotiven seitens der österreichischen Bundesbahnen, ist abermals der Beweis erbracht worden, daß die zweistufige Dehnung ein sehr einfaches und sicheres Mittel ist, den Kohlenverbrauch der Dampflokomotive herabzudrücken. Bedingung hierfür ist nur, daß die Lokomotiven in einem Dienst verwendet werden, für den sie beim Entwurf bestimmt wurden.

Die Hauptabmessungen dieser Lokomotive sind:	
Rostfläche . . . . .	4,46 qm
Feuerrohre . . . . .	194 Stück
» äußerer Durchmesser . . . . .	51 mm
Überhitzer-Rauchrohre . . . . .	24 Stück
» » äußerer Durchmesser . . . . .	133 mm
Wasserberührte Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	15,50 qm
» » » Feuerrohre . . . . .	146,10 »
» » » Rauchrohre . . . . .	47,10 »
Dampfberührte Heizfläche des Überhitzers (feuerberührte) . . . . .	39,60 (50,20) »
Wasserberührte Heizfläche der Wasserrohre (M a d e y s k i) . . . . .	1,80 »
Gesamt-Heizfläche . . . . .	250,10 »
Dampfspannung, Überdruck . . . . .	16 at
Treibrad-Durchmesser im Laufkreise bei 50-mm-Radreifen . . . . .	1258 mm
Laufgrad-Durchmesser im Laufkreise bei 50-mm-Radreifen . . . . .	994 »
Zylinder, Durchmesser, Hochdruck . . . . .	620 »
» » » Niederdruck . . . . .	870 »
» Kolbenhub . . . . .	632 »

Steuerung, Heusinger v. Waldegg . . . . .	—	mm
Hochdruck, Rohrschieber mit äußerer Einströmung, Durchmesser . . . . .	250	»
Niederdruck, Flachschieber, lichte Länge . . . . .	210	»
» » » äußere » . . . . .	358	»
Exzenterhub . . . . .	300	»
Schiebergesicht, Hochdruck, Einströmkanal, weit . . . . .	45	»
Schiebergesicht, Hochdruck, innere Überdeckung . . . . .	— 5	»
Schiebergesicht, Hochdruck, äußere Überdeckung . . . . .	44	»
Schiebergesicht, Niederdruck, Einströmkanal, weit . . . . .	40	»
Schiebergesicht, Niederdruck, innere Überdeckung . . . . .	0	»
Schiebergesicht, Niederdruck, äußere Überdeckung . . . . .	34	»
Gewicht, leer . . . . .	72,70 t	
» ausgerüstet: 1. Achse . . . . .	11,00 »	
» » 2. bis 6. Achse je . . . . .	14,00 »	
» » » gesamt . . . . .	81,00 »	
Höchstgeschwindigkeit . . . . .	60 km/Std.	

## Die Sahara-Eisenbahn. Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Unternehmens.

Von Geh. Oberbaurat a. D. Prof. F. Baltzer.

Der Plan der Sahara-Eisenbahn hat eine lange wechselvolle Vorgeschichte. Je mehr der Ausbau des großen französischen Kolonialreiches in Afrika seiner Vollendung entgegengeht, desto mehr befestigte sich der Plan, die gewaltigen Ländermassen von Französisch-Westafrika und Äquatorialafrika durch eine die menschenleere Wüste Sahara von Nord nach Süd durchquerende Eisenbahn mit den nordafrikanischen Besitzungen von Algier und Tunis zu verbinden. Der Gedanke wurde allmählich zu einem Lieblingwunsch der Franzosen; für seine Erfüllung sind seit Jahrzehnten Ströme von Tinte geflossen, unglaubliche Mengen Druckerschwärze aufgewendet worden, eine ganze Literatur ist über diese Frage entstanden. Schon 1868 hatte Prévost-Paradol ausgesprochen, es sei für das europäische Frankreich bei dem unaufhaltsamen Geburtenrückgang unerläßlich, sich durch ein afrikanisches Frankreich zu verdoppeln; diese Hilfe könne aber bei den Bedürfnissen und Zielen der heutigen Zivilisation nur wirksam sein, wenn sie auf machtvollen und wirksamen Verkehrsmitteln beruhe.

Die erste Anregung zu einer Schienenverbindung von Algier mit dem französischen Sudan gab 1879 der Ingenieur Duponchel\*), wobei er den Sudan als das künftige »Französische Indien« bezeichnete, das von Paris aus in fünf bis sechs Tagen erreichbar gemacht werden müsse. Der französische Minister Freycinet, der gerade sein umfassendes Programm für die Ausführung öffentlicher Arbeiten aufgestellt hatte, erkannte die Bedeutung des Planes und rief zu seiner Bearbeitung einen besonderen Ausschufs, die »Commission Supérieure du Transsaharien« ins Leben. Dieser Ausschufs untersuchte alsbald zwei Bahntrassen, die eine östlich, die andre westlich des mittleren Gebirgsstocks der Sahara, und veranlaßte die Ausrüstung und Entsendung von vier getrennten Erkundungsgruppen, die unter Choisy, Poujanne, Soleillet und Flatters im Jahre 1880 die verschiedenen Trassen bereisten; sie hatten zum Teil recht bescheidene Erfolge infolge des Widerstandes der kriegerischen Eingeborenen. Als aber Oberstleutnant Flatters im folgenden Jahr seinen Versuch wiederholte, wurde er am 16. Februar 1881 südlich des Gebirgs von Ahaggar bei Tadjenut, unmittelbar am Wendekreise, mit

\*) Duponchel, Le chemin de fer Transsaharien, jonction coloniale entre l'Algérie et le Soudan, Paris 1879, Libr. Hachette.

seinen sämtlichen europäischen Begleitern ermordet. Er wurde das Opfer der gefährlichen Wahnvorstellung von der »friedlichen Durchdringung«. Dieser verhängnisvolle Fehlschlag entmutigte für geraume Zeit Regierung wie Interessenten und tat dem Plane erheblichen Abbruch, wie sehr auch Rolland und Leroy-Beaulieu in Wort und Schrift für ihn eintraten. Erst nach Verlauf weiterer zwanzig Jahre, als nach der Einnahme von Insalah und Igli und der erfolgreichen Unternehmung Foureau-Lamy, Oberst Laperrine die Sahara endgültig erobert und befriedet hatte — 1904 —, wurde der Plan der Sahara-Eisenbahn mit verdoppeltem Eifer wieder aufgenommen. Es entstanden nun zahlreiche Entwürfe und Vorschläge für die Linienführung und viele Städte von Algier und Tunis wetteiferten um den Vorzug, Ausgangspunkt der Bahn zu werden. Die Linien entspringen in Oran oder Algier, Biserta, Tunis, Gabes, Bugrara oder Tripolis und endigen am Scheitel des großen Nigerbogens bei Timbuktu oder Gao, Ansongo oder bei Ngigmi am Tschadsee oder zwischen diesem und dem Niger bei Sinder oder Kano. Noch vor dem Weltkriege gewann besonders ein neuer Plan des »Transafricain« nach dem Vorschlage von André Berthelot greifbare Gestalt und wurde im Saharagebiet 1912 durch den Hauptmann Nieger erkundet. Die Linie führt, wie die Übersichtskarte veranschaulicht, von Oran über Colomb Béchar durch die Täler von Saura und Adrar nach der Oase El Aulef, folgt dann dem Tale des Ued Tesaret und erreicht mit südöstlicher Richtung am Ausläufer des Haggargebirges die Oase und Wasserstelle Silet. Hier soll sich die Linie gabeln: der südöstliche Zweig soll die Hochfläche von Tuareg—Ahaggar — des Tanezruft — durchschneiden und über In Gezzam und Agadès den Tschadsee bei Ngigmi erreichen. Die südwestliche Linie dagegen soll über Wallen und Timiauin bei Tosaye zum Niger gelangen. Die Ergebnisse der Erkundung Niegers wurden weiterbearbeitet von der Studiengesellschaft des »Transafricain«.

Während und nach dem Kriege lag die Verfolgung der Pläne im wesentlichen in den Händen des früheren Deputierten von Oran, Sabatier, des Obersten Godefroy, des Erbauers der Eisenbahn Biskra—Tuggurt, und des Ingenieurs Fontaneilles. Inzwischen wurden die Pläne emsig gefördert und der Reife nähergebracht durch die unablässige,

stille Arbeit von Ingenieuren und Offizieren des Saharagebiets, welche die einzelnen Trassen wiederholt bereisten. Die Angelegenheit trat aber in ein neues, entscheidendes Stadium dadurch, daß die Regierung ihre Bearbeitung dem Studienausschuß des Hohen Rats der Landesverteidigung (Conseil Supérieur de la Défense Nationale) in Paris übertrug, der vermöge seiner Zusammensetzung aus Mitarbeitern in allen beteiligten Ministerien vorzugsweise berufen schien, einen so wichtigen Plan zu begutachten, dessen Verwirklichung durch die inzwischen hervorgetretenen »Notwendigkeiten der Landesverteidigung« begründet werden konnte. Die Arbeit des Studienausschusses fand zunächst ihren Abschluß in einem Gutachten

Aushebung der schwarzen Soldaten und Arbeiter als auch bezüglich Ausbeutung der Bodenerzeugnisse aller Art.

2. Endpunkt in Nordafrika am Mitteländischen Meer möglichst nahe dem Mutterlande, bedient durch leistungsfähige Häfen, die in Kriegszeit dem Seetransport nach Frankreich möglichste Sicherheit gewähren.

3. Die Linie soll möglichst unzerstörbar sein, also entfernt liegen vom Meer und solchen Gebieten, die französischem Einflusse entzogen sind.

4. Die Bahn soll möglichst kurz sein, um die Fahrtdauer abzukürzen und möglichst niedrige Bau- und Betriebskosten zu erzielen.

5. Sie soll ferner eine Verlängerung zum Tschadsee und Kongo ermöglichen unter günstigen Bedingungen für Landesverteidigung und allgemeine Wirtschaft.

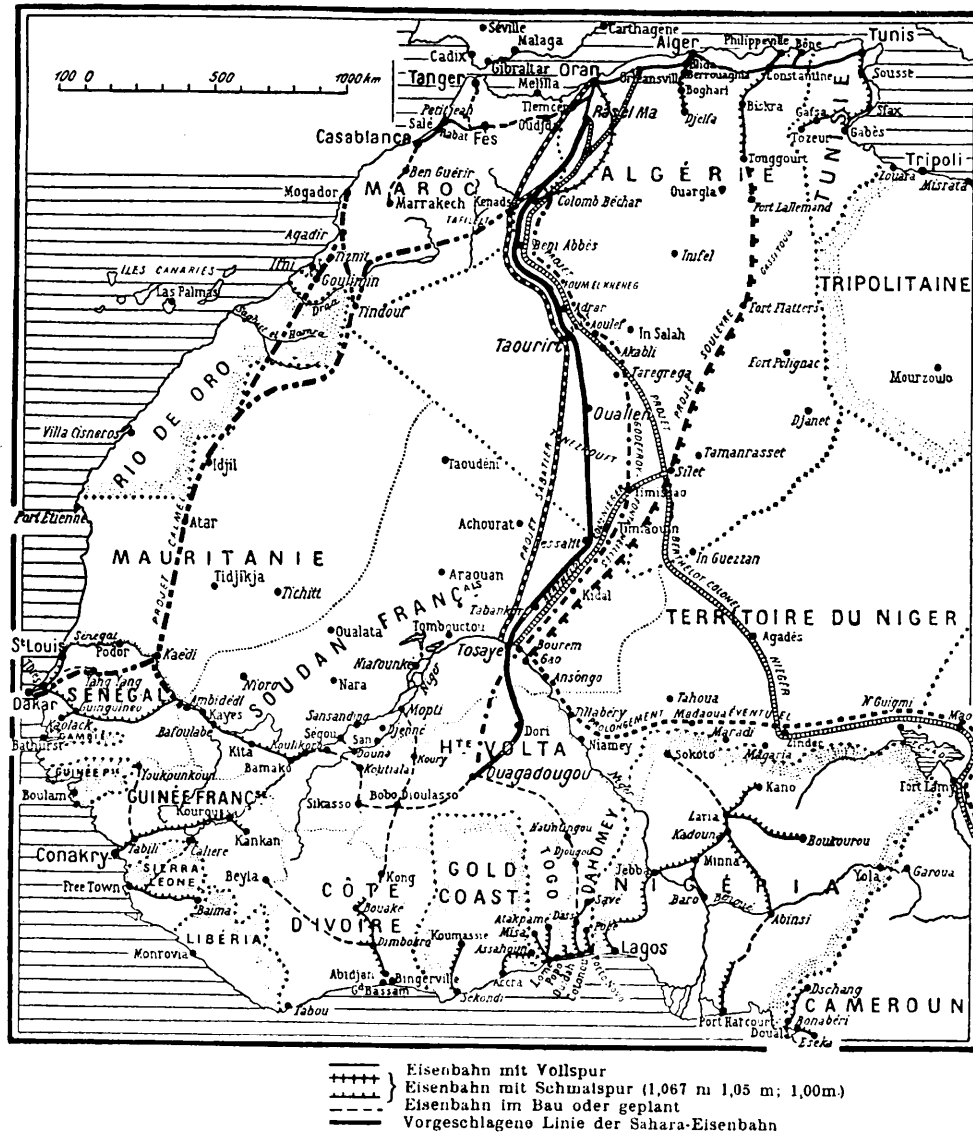
Der Studienausschuß hat sich nun in seinem Gutachten, wie die Zeitschrift L'Afrique française in einer ausführlichen Veröffentlichung ihres Septemberhefts 1923 mitteilt, für die Verbindung von Oran mit dem Nigerbogen und weiter für die Wahl des Ausgangspunktes der Bahn in Wagadugu, des Endpunktes am Mittelmeer in Oran entschieden. Oran wird bedient durch die Häfen von Oran, Mers el Kebir und Arzew. Wagadugu, nördlich der Goldküstenkolonie, im Schwerpunkt der Bevölkerung und Bodenschätze Französisch-Westafrikas gelegen, soll nach dem kolonialen Eisenbahn-Programm Sarraut's vom 12. April 1921\*) durch eine in westlicher Richtung auf Diulasso zu führende Stichbahn an die nach Norden zu verlängernde Hauptbahn Abidjean—Buake der Kolonie Elfenbeinküste angeschlossen werden, so daß damit für Wagadugu eine südwestlich gerichtete Schienenverbindung mit der Küste von Guinea entsteht.

Die vorgeschlagene Neubaulinie würde demgemäß (vergl. Textabb. 1) in Ras el Ma—Crampel, südlich Oran, beginnen, über Colomb Béchar, Beni Abbès, Adrar, Taurirt, Wallen, Tessalit in südwestlicher Richtung nach Tosaye, östlich Timbuktu, zum Niger führen und von da südlich nach Dori und südwestlich nach Wagadugu gehen. Crampel ist mit Oran durch eine vollspurige Strecke der West-Algerischen

Eisenbahn bereits verbunden. Die vorgesehene Verlängerung der Linie würde von Tosaye dem Nigerlaufe östlich bis Niamey folgen, den Tschadsee bei Ngigni erreichen, östlich um ihn herum nach Fort Lamy, weiter das Tal des Schari aufwärts bis Fort Archambault führen und nahe der Grenze von Belgisch-Kongo in Bangui, dem französischen Flufshafen des Ubangi, endigen.

Für die militärische Sicherheit der Linie bestehen günstige Bedingungen, auch bietet die neuzeitliche Technik für die Überwachung und Befriedung unruhiger Gebiete ein vorzügliches Mittel in den Raupenschleppern, wie sie die Expedition Citroën-Kégresse kürzlich im Dezember 1922

\*) Verkehrstechnische Woche 1922, Heft 49/50. Seite 505 u. 506 unter I, 3 und 7.



vom Januar 1923, in dem für die Sahara-Eisenbahn folgende Ziele aufgestellt waren: Möglichst innige Zusammenschweißung (Soudure) aller französischen Besitzungen in Afrika durch Sicherung wirksamster Verkehrsbeziehungen im Frieden; in Kriegszeiten möglichst unzerstörbare Verbindung des Mutterlandes mit dem Quellgebiet aller Hilfsmittel in seinen französischen Besitzungen in Afrika, so daß das Mutterland jederzeit seinen Einfluß auf die Gesamtheit seiner Kolonien in Afrika geltend machen und deren Kräfte wirksam zusammenfassen kann.

Dementsprechend soll die Trasse der Bahn nunmehr folgende Bedingungen erfüllen:

1. Ausgangspunkt in Französisch-Westafrika möglichst im Schwerpunkte der auszubeutenden Gebiete, sowohl bezüglich

und Januar 1923 in der Sahara auf der Probefahrt Tuggurt—Timbuktu und zurück mit großem Erfolge angewendet hat. Diese Kraftwagen, kriegsmäßig mit Maschinengewehren ausgerüstet, durchfahren mit eigener Kraft etwa 1200 km und können den Vorsprung von Räuberbanden leicht in wenigen Stunden einholen; sie bilden zweifellos ein sehr wirksames Hilfsmittel der Saharapolizei.

Durch Annahme einzelner Vergleichslinien von Godefroy und Fontaneilles wird die vorgeschlagene Linie voraussichtlich noch Verkürzungen erfahren.

Die Bahn soll in der europäischen Vollspur (von 1,44 m) hergestellt werden. Nach früheren Veröffentlichungen der Studiengesellschaft\*) sollte wegen der Schwierigkeiten der Wasserbeschaffung — auch die Kohlen müßten von Europa eingeführt werden — für die Zugförderung elektrischer Betrieb mit einphasigem Wechselstrom und 25 Perioden angewendet werden. Der Strom sollte in sieben Kraftwerken mit 70 000 Volt Spannung erzeugt und in Unterstationen entlang der Linie auf eine Arbeitsspannung von 16 500 Volt umgeformt werden. Nach der Mitteilung in L'Afrique française sollen dagegen jetzt Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren vorgesehen werden, die wenig Wasser verbrauchen und Pflanzenöl verbrennen, das im Lande hergestellt werden kann. Erst wenn der Verkehr größeren Umfang angenommen hat, würde elektrische Zugkraft einzuführen sein, die also als die Zugkraft der Zukunft zu gelten habe.

Bezüglich der Anlagekosten wird folgendes mitgeteilt: Gesteungskosten für das Kilometer Bahn Vorkriegspreis 100 000, also heute etwa 300 000, und einschließlich der Zinsen während der Bauzeit 380 000 Franken; dazu Kosten der Wasserbeschaffung im Wüstenbezirk 70 000 Franken, im Ganzen also 450 000 Franken für das Kilometer. Danach ergibt sich folgende Veranschlagung:

1. Von Ras el Ma bis Colomb Béchar	Millionen Franken
400 km je 400 000 Franken . . . . .	= 160
2. von Colomb Béchar bis Tosaye	
2279 km je 450 000 Franken . . . . .	= 1 025
3. von Tosaye bis Wagadugu	
670 km je 320 000 Franken . . . . .	= 215
	<hr/>
	zusammen: 1 400
	Millionen Franken.

Für die elektrische Streckenausrüstung mit 80 000 Franken für das Kilometer würde später noch eine Ausgabe von rund 268 Millionen Franken hinzutreten und sich die Gesamtausgabe für die 3349 km lange Bahn auf rund 1700 Millionen Franken erhöhen, wenn der elektrische Betrieb von vornherein zur Anwendung gelangt. Diese Gesamtsumme würde keinesfalls überschritten werden; sie würde sich auf Frankreich, Algerien und Französisch-Westafrika verteilen.

Hinsichtlich der Rentabilität des Unternehmens nimmt das Gutachten nicht an, daß der Wettbewerb der Schifffahrt das Erträgnis der Bahn beeinträchtigen werde: denn der Saharaweg sei kürzer und biete einen Gewinn von sieben Tagen; er sei billiger für den Reisenden, der im Schlafwagen 2979 Franken bezahlen werde, während er jetzt auf dem Seeweg von Paris nach Wagadugu 3166 Franken zahle. Die Ware habe bei Verfrachtung in Wagadugu über die Saharabahn einen Vorteil von 115 Franken die Tonne gegen den Seeweg; bei Verfrachtung in Tosaye aber betrage die Fracht über den Landweg 489 Franken gegen 613 auf dem Seeweg. Der voraussichtliche Betriebs-

\*) Vergleiche Archiv für Eisenbahnwesen 1919. Die Sahara-Eisenbahn, S. 451.

überschuß beruht auf einer geschätzten kilometrischen Roh-einnahme von 70 000 Franken bei einer kilometrischen Betriebsausgabe von 21 000 Franken. Unter Berücksichtigung aller sonstigen Lasten soll sich der jährliche Fehlbetrag des Unternehmens auf nur 70 Millionen Franken belaufen, die zwischen Frankreich, Algerien und Französisch-Westafrika zu teilen wären. Es soll, ähnlich wie in Marokko geschehen, für Bau und Betrieb der Bahn eine Konzession an eine Gesellschaftsgruppe erteilt werden, für die in erster Linie die französischen Gesellschaften der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und der Südbahn in Betracht kommen.

Auf Grund dieses Gutachtens hat der hohe Rat der Landesverteidigung nunmehr in seiner Sitzung vom 11. Juni 1923 die Herstellung der Sahara-Eisenbahn nach der vorgeschlagenen Trasse als »eine Notwendigkeit« anerkannt und zu dringlicher Ausführung empfohlen. Damit ist also für das Unternehmen in seinem ganzen Umfange von der maßgebenden Behörde ein amtliches Programm aufgestellt und man darf auf den nunmehr entbrennenden Kampf der Interessenten in Parlament und Öffentlichkeit gespannt sein. Dem siegestrunkenen französischen Imperialismus von Heute genügen für die Verwirklichung des Unternehmens die politischen und strategisch-militärischen Gründe um so mehr, je weniger sich ein wirtschaftliches Bedürfnis für die Bahn nachweisen und die finanzielle Berechtigung so hoher Aufwendungen glaubhaft machen läßt. Vereinzelt Warnungstimmen bleiben wirkungslos. In der Sitzung der Société d'Économie Sociale in Paris vom 1. Juni 1923 hatte die Transsaharabahn auf der Tagesordnung gestanden. Der Vizepräsident des Comité National du Rail Africain verbreitete sich in einem ausführlichen Vortrage über den Wert der Saharabahn, die Frankreich künftig von der Einfuhr ausländischer Rohstoffe und dem damit verbundenen Tribut an das Ausland befreien, das Mutterland von den ausländischen Märkten unabhängig und wirtschaftlich völlig selbständig machen werde. Oberst Monteil widersprach diesen Ausführungen mit dem Hinweis, daß das Sahara-Unternehmen bei den ungeheuren Baukosten und bei den wegen des Mangels an Frachten wenig ansichtsvollen Transportmöglichkeiten, vor allem aber wegen des Wettbewerbs der westafrikanischen Handelshäfen nur zu einem Mißerfolg führen könne. Auch vom militärischen Standpunkte sei das Unternehmen wenig zu empfehlen, weil beschleunigte Truppenversendungen wegen der Unzulänglichkeit des Fahrzeugparks undurchführbar sein würden.

Im Weltkrieg wurden nach amtlichen Quellen — Senatsbericht im Économiste français vom 17. August 1918 — bis August 1918 nicht weniger als 680 000 schwarze Soldaten und 238 000 schwarze Arbeiter, zusammen 918 000 Mann aus Afrika geholt und von Frankreich auf europäischen Kampfplätzen verwendet. Die Saharabahn wird es Frankreich ermöglichen, sich in der Zukunft in noch höherem Maße auf diese Quelle zu stützen.

Wie die Dépêche Coloniale et Maritime vom 5. November 1923 meldet, sollte ein Geschwader von acht Flugzeugen zur Aufnahme und Erkundung des Geländes der ersten 600 km der Strecke Colomb Béchar-Taurirt am 15. November das Gebiet der Senia verlassen. Fünf Raupenschlepper sollen die Flugzeuge mit Lebensmitteln versehen und ihnen bei vorkommenden Unfällen Hilfe leisten. Die erforderlichen Ausrüstungsgegenstände und Betriebsstoffe sind in Colomb Béchar und Beni-Abbès bereitgestellt. Die Arbeiten sollen etwa fünf Monate dauern und später im Winter 1924/25 bis zum Niger hin fortgeführt werden.

## Ersatz von Schmiedefeuern durch Flammöfen in Eisenbahnwerkstätten.

Von Oberregierungsbaurat **Georg Rau** †, München.

Hierzu Abb. 11 auf Taf. 1.

Einen nicht unbedeutenden Teil der in Eisenbahnwerkstätten ausgeführten Arbeiten stellen die Schmiedearbeiten dar. Um die Kosten des Schmiedens, die neben den Lohnkosten in hohem Maße aus den Brennstoffkosten gebildet werden, herabzusetzen, gehen die Eisenbahnwerkstätten von den bisher gebräuchlichen offenen Schmiedefeuern, wie sie früher fast allgemein in Schmieden verwendet wurden, zu vollkommeneren Einrichtungen über. Die in Eisenbahnwerkstätten bisher überwiegend gebrauchten offenen Schmiedefeuer nutzen den Brennstoff bekanntlich sehr schlecht, höchstens zu 1—1,5 % aus. Sie haben außerdem den Nachteil der Rauchbelästigung, der durch besondere Einrichtungen begegnet werden muß.

In einem der neuzeitlichen Ofenbautechnik entsprechenden Flammofen kann das Eisen besser, gleichmäßiger und rascher erhitzt werden, als in einem offenen Feuer, weil der geschlossene Raum die Hitze viel besser zusammenhält und die Abgase des Brennstoffs, die keine unverbrannten Kohletheilchen mehr enthalten, das zu erhaltende Eisen eng umspülen. Die Schlacken- und Zunderbildung auf dem erhitzten Eisen wird dadurch bedeutend geringer, besonders wenn man die Abgase im geschlossenen Schmiedeofen reduzierend wirken läßt. Man erreicht im Flammofen vollständige Entgasung und Vergasung der Brennstoffe und durch die weitgehende Regelungsmöglichkeit des Luftüberschusses eine vollkommener Verbrennung. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der Regelung und gleichmäßigen Einstellung der Temperatur. Durch die hohe Temperatur der Abgase wird das Eisen außerdem auf viel höhere Wärmegrade erhitzt, als dies bei offenen Feuern möglich ist. Die den Abgasen beim Abzug noch innewohnende Wärme kann vorteilhaft zur Vorwärmung der Verbrennungsluft oder zu irgendwelchen anderen Erwärmungsvorgängen verwendet werden. Zur Dampferzeugung eignet sich die Abwärme jedoch weniger, weil die Menge der abziehenden Gase nicht groß ist und der Einbau eines Dampfkessels derartig hohe Kosten verlangt, daß die Wirtschaftlichkeit sehr in Frage gestellt ist. Durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft erzielt man eine erhebliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, so daß der Wirkungsgrad eines neueren Schmiedeofens mit Halbgasfeuerung und Wärmerückgewinnung durch Vorwärmung der Verbrennungsluft (Rekuperativsystem) 15 % und mehr betragen kann.

Neben der durch die erhöhte Ausnutzung des Brennstoffes sich ergebenden besseren Wirtschaftlichkeit des Schmiedens lassen sich noch bedeutende Zeitersparnisse bei der Fertigung erreichen, da die Erwärmung in viel kürzerer Zeit vor sich geht. Das Aufachen und Ingluthalten der Feuer durch die Schmiede entfällt, so daß diese viel mehr hochwertige Arbeit leisten können.

Den mannigfachen Vorteilen des Flammofens stehen als Nachteile gegenüber, daß der Ofen zu Schweißarbeiten nicht geeignet ist, daß eine stellenweise Erhitzung der Schmiedestücke unmöglich ist und daß sperrige Stücke nicht in den Ofen eingebracht werden können. Der letztere Nachteil wird in der Praxis dadurch abgeschwächt, daß man lange Stäbe, die nur an den Enden bearbeitet werden sollen, z. B. Treibstangen, Steuerstangen usw., aus der Arbeitstüre herausragen läßt und die Öffnung mit Chamottesteinen möglichst verschließt. Die mit Hilfe des Flammofens nicht ausführbaren Arbeiten stellen nur einen geringen Teil der großen Zahl von Arbeiten dar, für die der Flammofen brauchbar ist. Im Eisenbahn-Ausbesserungswerk München werden, von den oben bezeichneten Arbeiten abgesehen, sämtliche Arten zu schmiedender

Teile von Lokomotiven und Wagen in Flammöfen erhitzt, z. B. Kolbenstangen, Pufferteile, Schieberrahmen, Zughaken, und zwar besitzt das Werk einen größeren und einen kleineren. Durch den größeren der beiden Flammöfen wurden acht offene Schmiedefeuer ersetzt. Welche bedeutende Ersparnisse dadurch erzielt wurden, läßt sich aus der folgenden Gegenüberstellung ersehen:

	Früher:	Jetzt:
	8 offene Feuer	1 Flammofen von 2,5 . 1,5 m Herdfläche
Leistung in 8 Stunden:	1700 kg Eisen	5000 kg Eisen
Verbrauch in 8 Stunden:	1800 kg Schmiedekohlen	800 kg etwas billigere Kohle
Arbeiterzahl:	25 Schmiede	25 Schmiede

Um die gleiche Leistung von 5000 kg Ausbringung täglich mit offenem Schmiedefeuer zu erzielen, wären benötigt:

$$25 \cdot \frac{5000}{1700} = 73 \text{ Schmiede, also } 48 \text{ Schmiede, d. i. } 66\% \text{ weniger}$$

$$\text{und } \frac{1800 \cdot 5000}{1700} = 5300 \text{ kg Kohlen, also } 4500 \text{ kg Kohlen, d. i. } 85\% \text{ weniger.}$$

Bei den meist gebräuchlichen Rekuperativ-Schmiedeflammöfen ist der Generator oder Gaserzeuger angebaut. Wenn in sehr großen Schmieden eine größere Anzahl von Schmiedöfen erforderlich ist, kann es von Vorteil sein, eine Zentralgas-erzeugungsanlage zu wählen und das Gas den einzelnen Öfen durch Rohre zur Verbrennung zuzuleiten. Welche Einrichtung wirtschaftlicher ist, ob Schmiedöfen mit angebautem Generator oder Schmiedöfen mit zentraler Gaserzeugungsanlage, kann nicht von vorneherein bestimmt werden, sondern muß von Fall zu Fall untersucht und entschieden werden.

Eine Zentralgasanlage kann nur für ganz große Schmiedöfen (Blockwärmeöfen) oder für eine größere Anzahl kleiner Öfen in Betracht kommen, oder auch dann, wenn nur geringwertige Brennstoffe vorhanden sind, da sich diese in den kleinen angebauten Generatoren nicht leicht vergasen lassen. Dagegen vergasen die großen zentralen Generatoren auch Brennstoffe von geringerer Qualität, z. B. Braunkohle, Braunkohlenbriketts, Torf mit nicht zu hohem Aschegehalt.

Bei den starken Erschütterungen, die durch die schweren Hämmer in Schmieden hervorgerufen werden, müssen natürlich die Rekuperatoren außerst kräftig gebaut sein, um dauernd gasdicht zu bleiben. Eine geräumige Grube soll dem Rekuperator vorgelagert sein, damit von ihr aus die Kanäle jederzeit gereinigt werden können.

Offene Schmiedefeuer werden natürlich nie entbehrt werden können, besonders nicht beim Verschmieden von langen oder sperrigen Stücken. Nur für solche Ausnahmefälle werden sie noch zuzulassen sein, in der Regel aber werden sie bei großen Betrieben durch Rekuperativschmiedeflammöfen ersetzt werden müssen. Die in München verwendeten beiden Öfen haben sich sehr gut bewährt und könnten nicht mehr entbehrt werden. Ohne sie wäre eine Erweiterung der Schmiede und Vermehrung der Arbeiterzahl notwendig gewesen, um den gesteigerten Anforderungen entsprechen zu können.

Die Bauart der beim Eisenbahn-Ausbesserungswerk München verwendeten Ruppman-Öfen zeigt Abb. 11 auf Tafel 1.

In einem dem Ofen vorgebauten Schrägrostgenerator wird das erforderliche Gas erzeugt und unter Zuführung hochohitzer

Sekundärluft in dem vor der Feuerbrücke liegenden Gasbrenner (8) entzündet, wodurch sich im Herdraum (9) eine volle, lange Flamme von großer Heizkraft entwickelt. Nachdem die Feuergase den Glühraum verlassen haben, gelangen sie in den Rekuperator (10).

Die Drosselung der Abgase wird durch einen eisernen Schamotteschieber im Kanal der abziehenden Feuergase bewirkt. Am Krümmer des Windkastens (3) ist ein Anschluss (4) für Dampf vorgesehen, durch welchen dem Gebläsewind trockener Dampf zugeführt wird.

## Hundert Jahre Lokomotivbau.

Eine seltene Jubelfeier konnte im vergangenen Jahre (1923) die Lokomotivfabrik Robert Stephenson u. Co. in Newcastle upon Tyne begehen: sie konnte unter den Lokomotivfabriken der Welt als erste auf ein 100jähriges Bestehen zurückschauen. Die ersten Lokomotiven in allen Ländern, deren Eisenbahnnetz in die Anfänge des Eisenbahnwesens zurückreicht, sind zum größten Teil aus dieser Fabrik hervorgegangen; auch die ersten deutschen Lokomotiven — so die Lokomotive »Adler« der Nürnberg-Fürther Eisenbahn — wurden von Robert Stephenson geliefert.

Von den Gründern der Fabrik weilt heute keiner mehr unter den Lebenden: ihre Werke und ihre Gedanken jedoch, die das Eisenbahnzeitalter damit begründen halfen, wirken noch heute weiter.

Die Gedenkfeier gab der Firma Veranlassung zur Herausgabe eines Buches, das den Titel trägt: »A Century of Locomotive Building by Robert Stephenson & Co.«. Wir entnehmen daraus, daß am 23. Juni 1823 vier Männer zusammentraten und unter dem Namen »Robert Stephenson & Co.« eine Fabrik gründeten, bei welcher technisches Genie, vertreten durch George Stephenson und seinen Sohn Robert, und finanzieller Wagemut und Weitblick in gedeihlicher Weise zusammenwirkten, so daß das Unternehmen im Laufe der Zeit immer mehr erstarken konnte.

Die ersten Anfänge der Fabrikanlagen waren sehr bescheiden. Es wurde ein Grundstück an der Ostseite der South Street, Ecke Forth Street in Newcastle erworben und eine kleine Werkstätte erstellt. Die ganze Ausrüstung bestand anfänglich aus einem Paar Schmiedebalgen, einigen Ambossen, Schraubstöcken usw. nebst 3 Drehbänken. Im Jahre 1825 wurde die Errichtung einer eigenen Gießerei beschlossen, um Zylinder für die Dampfmaschinen und Lokomotiven und andere Gußstücke in der eigenen Werkstätte herstellen zu können. Im Jahre 1837 war aber noch nicht einmal ein Hebekran vorhanden, obwohl die Fabrik um diese Zeit schon als größte Lokomotivfabrik der Welt betrachtet wurde.

George Stephenson wurde im Jahre 1781 als Sohn eines Kohlenarbeiters in Wylam-on-Tyne in Northumberland geboren. Schon im Alter von 8 Jahren mußte er Feldarbeiten verrichten, mit 14 bis 15 Jahren wurde er Hilfsheizer in einer Kohlengrube. Obwohl bis zum Alter von 18 Jahren des Lesens und Schreibens unkundig, zeigte sich schon in diesen jungen Jahren sein technischer Scharfblick: es gelang ihm eine Newcomen-Dampfmaschine erheblich zu verbessern, woraufhin er sofort in eine leitende technische Stellung berufen wurde. Mit 22 Lebensjahren (1803) wurde er leitender Ingenieur in den Killingworth-Kohlengruben. Er bekleidete diese Stellung bis zum Jahre 1813, dehnte späterhin sein Arbeitsgebiet auf benachbarte Gruben aus, indem er in weitem Umkreise neue Schienenbahnen für Pferde- oder Seilbetrieb baute und an bestehenden Anlagen Verbesserungen durchführte. Seit 1814 begann George Stephenson sich mit dem Bau von Dampflokomotiven zu befassen, nachdem vorher schon mehrfach von anderer Seite Versuche mit dem Bau von Dampfwagen oder Lokomotiven gemacht worden waren. Besondere Erwähnung verdienen hier die Versuche von Richard Trevithick, der schon 1804 damit begonnen hatte und der bereits den Abdampf der Hochdruckdampfmaschinen in den Schornstein leitete und zum An-

fachen des Feuers benützte. Auch hatte Trevithick bereits erkannt, daß besondere Mittel zur Erhöhung der Reibung der Räder auf den Schienen nicht erforderlich waren. Trevithick führte die Versuche jedoch nicht weiter; er wendete sich anderen Arbeitsgebieten zu und wanderte 1814 nach Peru aus. Auch verschiedene andere Dampflokomotiven z. B. von Blenkinsop und Murray, von Hedley und anderen konnten sich nicht durchsetzen und den Pferde- oder Seilbetrieb auf den Grubenbahnen verdrängen.

George Stephenson baute auf der Grundlage von Trevithick und Hedley mit zäher Ausdauer und bestem Erfolge weiter. Die Mängel seiner eigenen Ausbildung veranlaßten ihn, seinem im Jahre 1803 geborenen Sohne Robert eine gründliche theoretische Ausbildung angedeihen zu lassen in der ausgesprochenen Absicht, ihn zu seinem Nachfolger bei der weiteren Ausarbeitung seines Lebenswerkes zu erziehen. Diesen Zweck hat er voll und ganz erreicht. Schon mit 20 Jahren wurde der junge Robert Stephenson als Leiter des neu gegründeten Unternehmens aufgestellt, das bestimmt war, unter seiner Führung Weltruf zu erlangen. Trotz des mit seiner Jugend verbundenen Mangels an Erfahrung genoß er das Vertrauen seiner geschäftstüchtigen Teilhaber in so reichem Maße, daß er im Jahre 1824 zu einer dreijährigen Reise in Bergwerksangelegenheiten nach Columbien entsandt wurde. Wie schon hieraus ersichtlich, beschränkte sich die Tätigkeit Robert Stephensons nicht lediglich auf Eisenbahn- oder Lokomotivbau; er hat insbesondere auch hervorragende Erfolge im Brückenbau aufzuweisen. Es würde zu weit führen, im einzelnen über die zahlreichen Verbesserungen zu berichten, die die beiden Stephenson an den ersten natürlich noch sehr unvollkommenen Lokomotiven vornahmen. Sie hatten einen harten Kampf auf dem Felde der Technik im Wettbewerb mit anderen Fabriken, die sich ebenfalls dem Lokomotivbau zugewendet hatten, zu bestehen. Bis zum Jahre 1829 hatte Stephenson 18 Lokomotiven gebaut; in dieses Jahr fällt ein entscheidender Erfolg des jungen Unternehmens: Der Sieg der von Stephenson erbauten Lokomotive »Rocket« in der sog. Lokomotivschlacht von Rainhill bei Liverpool. Die Versuchsstrecke von 2,4 km Länge mußte auf Grund eines Preisausschreibens 20 mal in beiden Richtungen befahren werden. Die beiden mitbewerbenden Lokomotiven »Sauspareil« von Hackworth und »Novelty« von Braithwaite und Ericsson wurden schon nach wenigen Fahrten unbrauchbar, während die »Rocket« die verlangten 96 km ohne jeden Schaden zurücklegte und mäßigen Kohlen- und Wasserverbrauch zeigte.

Von nun an ging die Entwicklung der Dampflokomotive mit Riesenschritten vorwärts. Die beiden Stephenson genossen das seltene Glück, ihre Voraussagen über die Entwicklung des neuen Verkehrsmittels in reichster Weise erfüllt zu sehen. George Stephenson konnte in einem reich mit Arbeit und Erfolgen gesegneten Leben das »eiserne Kind seiner Träume« heranwachsen und erstarken sehen, während sein Sohn die eisernen Pfade durch Berge und über Flüsse und Ströme führte. George Stephenson starb im Jahre 1848 in seinem 66. Lebensjahre; sein Sohn Robert folgte ihm 1859 im Tode nach und wurde auf Wunsch der englischen Nation in der Westminster-Abtei beigesetzt. Das von ihnen gegründete

Unternehmen blüht jedoch noch heutigentags weiter und weist auch im modernen Lokomotivbau die besten Erfolge auf. Das von der Firma herausgegebene Werk gibt einen weiten

Überblick über die Entwicklung des Lokomotivbaues und bietet dem Forscher eine reiche Fundgrube bisher nicht veröffentlichter Dokumente. Pfl.

### Aus amtlichen Nachrichten.

#### Sammlung von Werkstattszeichnungen.

Beim Eisenbahnzentralamt der D. R. B. ist eine Sammlung von Plänen und Gebäudezeichnungen der Haupt- und Nebenwerkstätten angelegt worden, die für die Reichsbahndirektionen bei Entwürfen und Neubauten zur Verfügung gehalten wird. Außer den Gesamtanlageplänen sind vorhanden: Lokomotiv- und Wagenrichthalle, Kesselschmiede, Gießerei, Schmiede, Radreifenwerkstätte, Dreherei, Holzbearbeitung und Lackiererei.

Die Zusammenstellung dieser Pläne bildet ein wertvolles Material, aus dem für Neuanlagen großer Nutzen gezogen werden kann. Dieser Nutzen ließe sich vielleicht noch vergrößern, wenn die praktischen Erfahrungen, die mit den einzelnen Anlagen gemacht wurden, zusammengetragen und das Material in

kritischer Weise bearbeitet würde. Die Gestaltung der Anlagen ist freilich durch örtliche Verhältnisse beeinflusst, gleichwohl werden sich aber doch gewisse Richtlinien und Muster für den Bau neuer Werkstätten aus den bereits ausgeführten Anlagen entwickeln lassen.

Ähnliche Muster ließen sich wohl auch für die Lokomotivbahnhöfe aufstellen (Bahnbetriebswerke, Heizhäuser), wofür ja der Ausschuss für Lokomotivbehandlungsanlagen bereits nützliche Vorarbeit geleistet hat.

All diese Arbeit trägt dazu bei, die Verwaltungsarbeit zu vermindern, Erfahrungen in breitem Umfang zu verwerten und so stets vollkommeneren Einrichtungen mit kleinstem Aufwand zu schaffen.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeines.

#### Eisenbahn und Kraftwagen.

Vortrag von Oberregierungsrat Dr. Teubner im Verein für Eisenbahnkunde, Berlin.

(Verkehrstechn. Woche, 1924, Heft 1/2.)

Der Vortrag schildert einleitend die Entwicklung des Kraftwagenverkehrs und dessen Vorteile und behandelt dann die Einrichtung eines Kraftwagengüterverkehrs zwischen den Berliner Bahnhöfen. Seit April 1922 waren hier zunächst 12 Lastzugstrecken im Betrieb, die nach festen Fahrplänen Eilstückgüter von einem der Berliner Bahnhöfe zum andern beförderten; mit fortschreitender Verbesserung der Organisation konnte ihre Zahl auf 6 herabgedrückt werden. Zwischen den Fernbahnhöfen wird Durchgangseilgut und zwischen ihnen und den Innen- und Ringbahnhöfen wird das Eilstückgut jetzt statt auf der Eisenbahn auf der Straße befördert. Es ergeben sich so 222 mit Kraftwagen bediente Verkehrsbeziehungen. Wege von 11 bis 30 km auf Schienen werden bis herab zu 3 km auf der Straße abgekürzt; 2000 Eisenbahnwagenkilometer stehen 400 Lastzugkilometer gegenüber. Dadurch wird sehr erheblich an Eisenbahnbetriebsmitteln gespart. Der Kraftwagenverkehr wird von der Kraftverkehrsgesellschaft „Marken“ besorgt, die dabei als selbständiger Transport-Unternehmer auftritt.

Der gute Erfolg, der in Berlin mit dem Kraftwagen im Güterübergangsverkehr erzielt wurde, hat Anlaß gegeben, ihn auch im Nahverkehr zu erproben, der bekanntlich für die Eisenbahn unwirtschaftlich ist. Ein solcher Verkehr ist zwischen Berlin und Königswusterhausen eingerichtet worden, wo täglich 40 bis 50 t befördert werden. Die Lastzüge leisten täglich rund 220 km und ersparen 20 Eisenbahnwagen mit 690 Achskilometern. Beabsichtigt war, diesen Verkehr über Cottbus nach Dresden weiterzuführen, doch hat dieser Plan zunächst aufgegeben werden müssen, weil der Einbruch der Franzosen in das Ruhrgebiet die Kraftverkehrsgesellschaften vor andere Aufgaben stellte. Dort hat sich der Kraftwagen übrigens auch als Ersatz für die Eisenbahn als geeignet erwiesen; der Vortragende verspricht, darüber noch gelegentlich zu berichten.

Beim Auftreten des Lastkraftwagens auf der Straße wurde er zunächst von vielen Seiten als lästiger Wettbewerb für die Eisenbahn angesehen. Der Reichsverkehrsminister hat sich aber nicht auf den Kampf, sondern auf das Zusammenarbeiten zwischen Eisenbahn und Kraftwagen eingestellt. Er hat aber auch einen Studien-

ausschuss berufen, der gemeinsam mit sonstigen Sachverständigen prüfen soll, wie dieses Zusammenarbeiten möglich und zweckmäßig ist. Der Ausschuss wird wohl mittlerweile seine Arbeiten beendet haben; über das Ergebnis ist noch nichts bestimmtes bekannt, doch konnte der Vortragende bekanntgeben, daß der Ausschuss einstimmig zu dem Ergebnis gelangt war, sich für das Zusammenarbeiten zwischen Kraftwagen und Eisenbahn auszusprechen.

Im zweiten Teil des Vortrags wurde ein Überblick über die einschlägigen Verhältnisse in den Ländern außerhalb Deutschlands gegeben. An der Spitze steht hier Amerika. Dort wird der Stückgutverkehr im Zusammenhang mit der Eisenbahn namentlich in der Form gepflegt, daß die Stückgüter in Behälter geladen werden, die auf den Kraftwagen aufgesetzt werden. Während das Fahrgestell mit dem Motor unterwegs ist, wird der Behälter be- und entladen, so daß die Zeitverluste für den Motor durch das Warten während des Beladens vermieden werden. Stellenweise werden die Behälter auch im ganzen auf die Eisenbahnwagen übergehoben und umgekehrt. In England bemühen sich die Eisenbahnen schon seit geraumer Zeit, die Genehmigung zur Ausdehnung ihres Kraftwagenverkehrs zu erlangen. Die Kraftverkehrsunternehmen leisten diesen Bestrebungen heftigen Widerstand, und es scheint, als ob es ihnen gelungen wäre, den Angriff der Eisenbahnen auf ihr Verkehrsgebiet abzuschlagen; wenigstens liest man im englischen Fachschrifttum nichts mehr über diesen Gegenstand, der eine Zeitlang viele Spalten füllte. In Frankreich pflegt namentlich die Orléansbahn den Kraftwagenverkehr. In Italien werden große, gut befestigte Straßen zur Förderung des Verkehrs mit Kraftwagen, namentlich im Norden des Landes, gebaut. In der Schweiz, in Holland, Dänemark und der Tschecho-Slowakei klagen die Eisenbahnen stark über den Wettbewerb des Kraftwagens.

Zahlenmäßige Vergleiche zwischen den Kosten des Kraftwagenbetriebs und der Beförderung mit der Eisenbahn anzustellen, ist unter den heutigen Verhältnissen äußerst schwierig, wenn nicht unmöglich. Auch ist die Entwicklung in bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebs bei den Kraftwagen durchaus noch nicht abgeschlossen. Hier sind technische Verbesserungen noch möglich, zum Teil auch im Gange, so z. B. die Verwendung der billigeren Schweröle an Stelle der jetzt verwendeten Kraftstoffe. Es bedarf daher, sagte der Vortragende am Schluß, noch unermüdlicher Tatkraft und Arbeit, um dem Kraftwagen seinen richtigen Platz im Verkehrswesen anzuweisen. Wernecke.

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

#### Eine neue schwedische Schwellenstopfmaschine.

Den bekannten zeitgemäßen Bemühungen, die Bahnunterhaltung und dabei vor allem die Schwellenunterstopfung zu mechanisieren, dient auch eine mit Benzinmotor getriebene Schwellenstopfmaschine

mit zwei Stopfwerkzeugen, die die A.-G. Hässleholms Verkstäder in Hässleholm auf den Markt gebracht und im In- und Auslande patentiert erhalten haben. In ihrer ersten Form war die Schwellenstopfmaschine auf den Schwellenenden aufgelegt und sollte mit Fortschreiten der



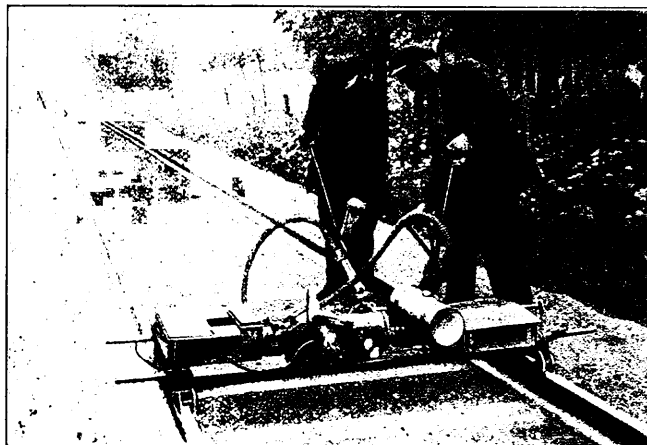
Arbeit verschoben werden. Sie war so niedrig gebaut, daß sie bei Vorbeifahrt des Zuges liegen bleiben konnte. Sie hatte in dieser Form nur ein Schlagwerkzeug und es war für einen zweckmäßigen Arbeitsbetrieb gedacht, immer zwei Vorrichtungen, je eine auf beiden Gleisseiten, anzuwenden. In der Ausübung stellte es sich jedoch heraus, daß das Bedürfnis bestand, die Maschinen schneller vorwärts zu bewegen, als dies bei ihrer Aufstellung auf den Schwellenenden überhaupt möglich war, zumal wenn beim Durchregulieren einer Strecke mehrere Schienenlängen ausgelassen werden können. Man ging daher bei dieser ersten Form immer mehr dazu über, die Maschinen nebeneinander auf einem Rollwagen aufzustellen. Das brachte weiter auf den Gedanken, eine Maschine zu erbauen, die mit der Arbeitsleistung von zwei Einzelmaschinen möglichst leichte Verschiebbarkeit von und zum Gleis, sowohl längs des Gleises als auch seitwärts verbindet. Diese Vorrichtung hat sonach zwei Schlagwerkzeuge mit zugehörigen Schläuchen, durch einen einzigen Benzinmotor getrieben, vereinigt in sich die Arbeitsleistung von zwei einzelnen Maschinen bei bedeutend geringerem Benzinverbrauch und stellt sich infolgedessen sowohl in den Anschaffungs- als Betriebskosten wesentlich billiger. Die Maschine ist in der neuen Form mit vier Laufrädern versehen, so daß sie bequem auf dem Gleis fortbewegt werden kann und sie ließ sich zugleich so leicht halten, daß das Gewicht der ursprünglichen Einzelmaschine nur um weniges überschritten wird. Die beiden Arbeiter, die die Schlagwerkzeuge handhaben, können daher, ohne den Motor zum Stehen zu bringen, mit der größten Leichtigkeit in einigen Sekunden vor Vorbeifahrt eines Zuges die Vorrichtung ausheben und sie ebenso schnell wieder einheben, so daß dabei kaum mehr Zeitverlust als bei der früheren Aufstellung der Maschine auf den Schwellenenden eintritt. Der Vorteil, der dadurch erreicht wird, daß die Vorrichtung leicht, schnell und bequem und ohne Erschütterung entlang dem Gleis fortbewegt werden kann, wobei die Schläuche bequem und handlich aufgelegt werden, wiegt unter allen Umständen diesen kleinen Zeitverlust mehrfach auf. Eine schnelle und bequeme Fortbewegungsmöglichkeit der Maschine hat sich nämlich bei wiederholter Maschinenstopfung auf der Strecke als nötig erwiesen, nachdem es sich unzweifelhaft herausstellte, daß die Maschinenstopfung merklich solider ist als die Handstopfung. Nach einer Maschinenstopfung können im nächsten Jahre viele Schienenlängen ausgelassen werden, da sich das Schwellenlager unverändert gehalten hat. Der mittelbare Gewinn, den die Maschinenstopfung sonach mit sich bringt, hat sich als recht ansehnlich erwiesen und spielt in der unmittelbaren Arbeits- und Kostenersparnis der Schotterunterstopfung eine bemerkenswerte Rolle. Die Luftschläuche für die Schlagwerkzeuge gehen, wie den Abbildungen zu entnehmen ist, von der Mitte des Gestells aus. Der Motor und der Luftverdichter mit dessen Kolben die Schlagwerkzeuge im Gleichtakt arbeiten, hat reichliche Ausmaße und erzeugt eine kräftige Schlagwirkung. Bei jedem Schlagwerkzeug wird eine Stopfhaue für Kiessand und eine für Grus mitgeliefert. Das Gewicht der Maschine ohne Schlagwerkzeuge ist etwa 105 kg; die Schlagwerkzeuge mit Schlauch wiegen zusammen etwa 35 kg.

Bei einem viermonatlichen Versuch mit dieser Schwellenstopfmaschine im Sommer 1922 auf den schwedischen Staatsbahnen hat sich die Maschine gut bewährt. Sie war während dieser vier Monate, abgesehen von einigen kurzen Pausen für Reinigung und kleinere Ausbesserungen, ununterbrochen im Betrieb. Die wirtschaftlichen Vorteile gehen am besten aus den folgenden Vergleichszahlen, die sich aus der genannten Sommerprobe ergaben, hervor.

Das Stopfen von Hand wird am besten durch eine Rotte von fünf Mann (vier Arbeiter und ein Vorarbeiter) besorgt. In einer achtstündigen Tagschicht unterstopfen diese im Mittel 170 Stück Schwellen, d. i. 34 auf den Mann. Bei den Arbeitslöhnen der schwedischen Staatsbahnen macht das 25,3 Öre für jede unterstopfte Schwelle aus.

Die Maschinenstopfung erfolgt am besten durch eine Rotte von sechs Mann (fünf Arbeiter und ein Vorarbeiter). Bei dem obengeschilderten Versuch wurden von diesen sechs Mann im Mittel 360 Schwellen im Tag unterstopft, sonach im Mittel für den Mann und den Tag 60 Schwellen. Bei den gleichen Arbeitslöhnen macht das 14,3 Öre auf die unterstopfte Schwelle. Die Ersparnis macht also 11,2 Öre für die Schwelle oder 40,32 Kr. im Tage aus.

Schwellenstopfmaschine.



Der Maschinenbetrieb erforderte für den achtstündigen Arbeitstag 11 l Benzin und 0,7 l Öl. Doch kann hier noch eingespart werden. Bei einem Preis von 0,47 Kr. für 1 l Benzin und 1,1 Kr. für den Liter Öl machen die Betriebskosten für eine Schwelle 1,65 Öre oder 5,94 Kr. für den Tag aus.

Berechnet man Tilgung und Verzinsung der Maschine zu 1200 Kr. im Jahr und Unterhaltung und Transport hoch mit 800 Kr. im Jahr und schließlich den Benzin- und Ölverbrauch bei 150 Arbeitstagen zu 900 Kr., so würden sich die Unkosten auf 2900 Kr. im Jahr belaufen. Die Maschine würde mit nicht geringem Überschufs schon in einem Arbeitsjahr sich bezahlt machen.

Dr. Saller.

#### Verlegung und Unterhaltung von Gleisen mittels Maschinen.

(Le Génie civil 1923, Bd. 83, Nr. 20.)

Nach einem im Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer veröffentlichten in der oben angegebenen Zeitschrift besprochenen Aufsatz können mittels verschiedener elektrisch betriebener Maschinen rasch und vollständig Gleisarbeiten ausgeführt werden, ohne den Zuglauf zu behindern. Die planmäßige Untersuchung der Gleise auf mechanischem Wege kommt nach der Quelle immer mehr in Anwendung. Auf Haupt- und Nebenbahnen wird sie je nach deren Bedeutung alle 2—5 Jahre vorgenommen, die Schwellenenden werden bis auf 20 cm innerhalb der Schienen freigelegt, um die Notwendigkeit der Schwellenerneuerung festzustellen. Das Festziehen der Schwellenschrauben erfolgt mit Maschinen. Das Kremen erfordert besondere Aufmerksamkeit. Anstelle von Krempern, die von Arbeitern gehandhabt werden, werden elektrische Gleisstoppmaschinen benützt. Dadurch wird der Schotter so fest und gleichmäßig gekrempt, daß sich das Gleis nach dem Kremen selten setzt und die Züge sofort wieder mit ihrer gewöhnlichen Geschwindigkeit fahren können.

Es sollen nun noch Versuche angestellt werden mit Bohrmaschinen zum Bohren der Schwellen, ferner mit dem Nachdeckseln der Auflegestellen der Schwellen an Ort und Stelle auf maschinellm Wege, mit dem Abschneiden der Schienen und dem Auflockern des Schotters.

Wa.

## Lokomotiven und Wagen.

### 2 D 1 - h 3 Lokomotive der New-York Central-Bahn.

(Railway Age 1923, 2. Halbj., Nr. 18.)

Die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebaute Lokomotive — die Quelle bezeichnet sie als Güterzug-

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXI. Band.

lokomotive, indessen dürfte ihre Bauart eher auf Verwendung im Personenverkehr hinweisen — soll als Versuchslokomotive mit gleichartigen Zwillinglokomotiven verglichen werden. Der Vergleich soll in erster Linie zeigen, ob die Drillingsbauart mit Anwendung größerer Dampfdehnung wirtschaftlicher arbeitet als die Zwillinglokomotive.

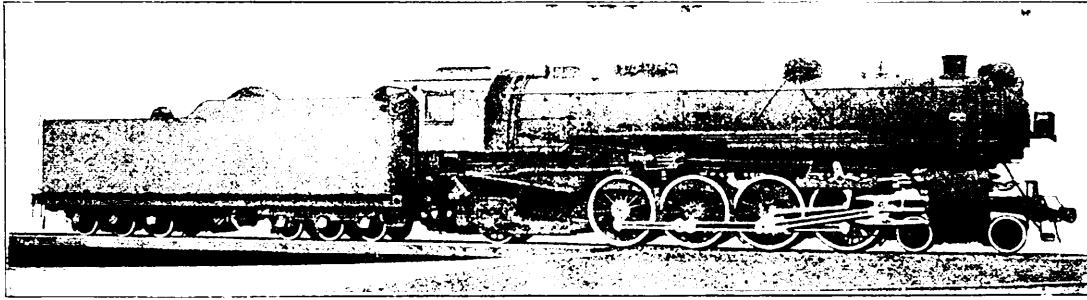
1. Heft. 1924.

Außerdem hofft man als Vorteile kleinere Lagerdrücke, ein gleichmäßigeres Drehmoment und damit bessere Ausnutzung der Reibung sowie günstigere Feueranfachung erzielen zu können.

Die beiden Außenzylinder liegen wagrecht, 50 mm über der Mitte der Kuppelachsen, der Innenzylinder ist unter  $8^{\circ} 30'$  geneigt. Um für ihn Platz zu schaffen, ist die Rauchkammer ähnlich wie bei der P10 Lokomotive der Deutschen Reichsbahn etwas eingezogen. Der rechte und der mittlere Zylinder samt Schiebern bilden ein Gußstück, das bis an die Innenfläche der linken Rahmenwange reicht: der linke Zylinder samt Schieber ist dort mit ihm verschraubt. Die Kropfachse ähnelt der deutschen Bauart; das Kurbellager hat 190 mm Durchmesser und 305 mm Länge und wird durch Bohrungen von außen her mit Fett geschmiert. Die Achslagerführungen erhalten Öl durch Rohre vom Laufflech aus. Bemerkenswert ist für Amerika die Ableitung der Bewegung des mittleren Schiebers von den äußeren Gestängen

durch wagrecht angeordnete Übertragungshebel. Die drei Schieber von je 280 mm Durchmesser liegen in einer Ebene; die Übertragung ist, wie aus der Textabbildung ersichtlich, nicht hinter den Schiebern, sondern vor denselben angebracht. Diese Bauart scheint nicht besonders glücklich: sie ist in Preußen bei der S10 Lokomotive seinerzeit wieder verlassen worden, weil dabei die Längenänderungen, die in den äußeren Schiebern infolge der hohen Dampftemperaturen auftreten, auf den inneren Schieber übertragen werden. Die Schleppachse hat besonderen Hilfsantrieb durch einen „Booster“. Der Kessel ist wegen des großen Zylinderinhalts gegenüber der Zwillinglokomotive vergrößert worden und hat Schmidtschen Kleinrohrüberhitzer erhalten; von den 216 Rauchrohren sind 176 besetzt. Vor dem Schornstein ist ein Speisewasservorwärmer angeordnet. Der Tender hat einen Stahlguß-Rahmen und ruht auf zwei dreiachsigen Drehgestellen.

2 D 1 - h 3 Lokomotive der New-York Centralbahn.



Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p . . . . .	14 at
Zylinderdurchmesser d (3 Zylinder) . . . . .	635 mm
Kolbenhub h . . . . .	711 "
Kesseldurchmesser innen vorn . . . . .	2032 "
Feuerbüchse, Länge . . . . .	2902 "
, Weite . . . . .	2146 "
Rauchrohre, 216 Stück von 89 mm Durchm. u. 7595 mm Länge	
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	22,5 qm
" Rohre . . . . .	456,0 "
" des Überhitzers . . . . .	200,5 "
" im Ganzen H . . . . .	679,0 "
Rostfläche R . . . . .	6,2 "
Durchmesser der Treibräder D . . . . .	1753 mm
" Laufräder vorn 838, hinten . . . . .	1143 "
Achsstand der Kuppelachsen (fester Achsstand) . . . . .	5486 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive . . . . .	12370 "
" (einschl. Tender) . . . . .	25146 "
Reibungsgewicht $G_1$ . . . . .	109,5 t
Achsdruck des Drehgestells 30 t, der hinteren Laufachse	27,0 "
Dienstgewicht der Lokomotive G . . . . .	166,5 "
" des Tenders . . . . .	121,5 "
Vorrat an Wasser . . . . .	57 cbm
" Brennstoff . . . . .	14,5 t
Zugkraft der Maschine nach der Quelle . . . . .	29300 kg
" des „Boosters“ . . . . .	5000 "
H : R = . . . . .	109
H : G = . . . . .	4,1 qm/t
H : $G_1$ = . . . . .	6,2 "
	R. D.

#### 2 D 1 - h 2 Schnellzuglokomotive der Great Northernbahn.

(Railway Age, 1923, 2. Halbj. Nr. 23.)

In den letzten Jahren ist auf nordamerikanischen Bahnen im Schnellzugverkehr neben der weit verbreiteten 2 C 1 („Pacific“-) Lokomotive auch die 2 D 1 („Mountain“-) Bauart vielfach in Verwendung gekommen. Gegen Ende des Jahres 1923 hat auch die

Great Northernbahn wieder 28 solche Lokomotiven beschafft, die von Baldwin in Philadelphia gebaut wurden und zu den schwersten Personen- und Schnellzuglokomotiven zu rechnen sind. Sie werden auf Gebirgs- und auch Flachlandstrecken bei ungünstigen Witterungsverhältnissen verwendet und sollen allmählich die bisher verwendeten 2 C 1 Lokomotiven ersetzen, um auf starken Steigungen Vorspannlokomotiven zu vermeiden. 18 Stück dieser Lokomotiven werden mit Öl gefeuert und im Felsengebirge und in den Cascadenbergen verwendet, die übrigen 10 brennen Kohle und sollen auf den Linien St. Paul-Breckenridge und Minot-Williston verkehren. Die Kessel weisen überhöhten Feuerbüchsmantel und überhöhten rückwärtigen Kesselschuß auf („extended wagon-top“-Bauart). Ungewöhnlich groß sind die „Vanderbilt“-Tender dieser Lokomotiven (Tender mit zylindrischem Wasserbehälter). Sie laufen auf 6 Achsen mit 2 dreiachsigen Drehgestellen und haben an Fassungsvermögen beiläufig 50% mehr als die der 2 C 1 Maschinen der Great Northernbahn, wodurch Aufenthalte für das Wasserfassen künftig vermieden werden sollen.

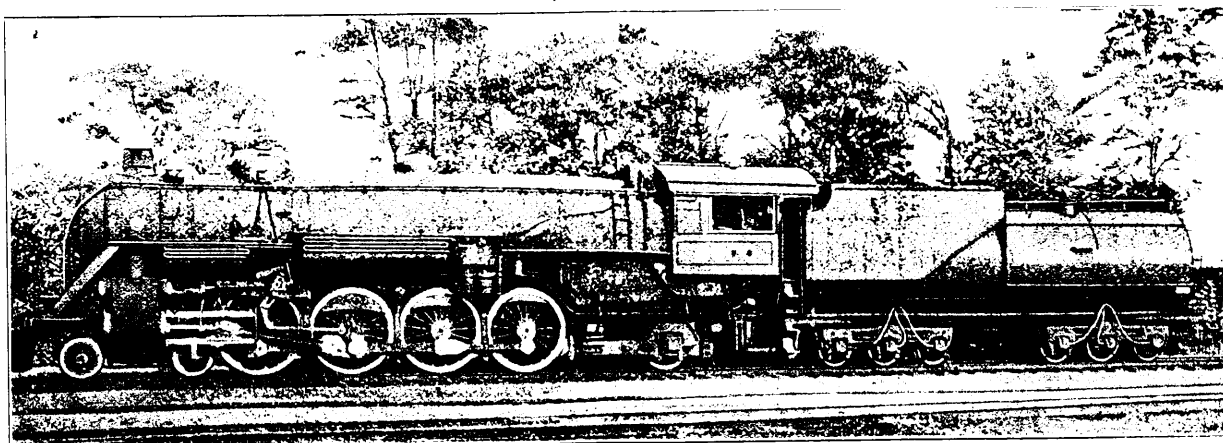
Die Textabbildung zeigt den wohl gelungenen Gesamtaufbau, die Übersicht die gewaltigen Abmessungen dieser neuen Lokomotiven:

Kesselüberdruck . . . . .	14 at
Zylinderdurchmesser . . . . .	736 mm
Kolbenhub . . . . .	711 "
Kesseldurchmesser (min.) . . . . .	2134 "
Feuerbüchse, Länge . . . . .	3353 mm
, Weite . . . . .	2438 "
Heizrohre, Anzahl . . . . .	232
" Durchmesser . . . . .	57 "
Rauchrohre: Anzahl . . . . .	50
" Durchmesser . . . . .	138 mm
Rohrlänge . . . . .	6705 "
Gesamtheizfläche	
bei Kohlenfeuerung 467 qm, bei Ölfeuerung	460 qm
Überhitzerheizfläche . . . . .	127 "
Rostfläche . . . . .	8,2 qm
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1854 mm
Fester Achsstand . . . . .	5791 "
Achsstand der Kuppelachsen . . . . .	5791 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive . . . . .	12675 "
" mit Tender . . . . .	25311 "

Achsdruck der Treibachsen . . . . .	108,9 t
des Drehgestells . . . . .	28,2 „
der Schleppachse . . . . .	27,4 „
Dienstgewicht der Lokomotive . . . . .	164,5 „

Dienstgewicht des Tenders . . . . .	113,5 t
Vorrat an Wasser . . . . .	54,0 cbm
Vorrat an Brennstoff . . . . .	20,3 t Kohle, 22,5 cbm Öl.

2 D 1. h 2 Schnellzuglokomotive der Great Northern Bahn.



**Vom amerikanischen Lokomotivbau.**

(Railway Age 1924, 1. Halbj. Nr. 2.)

Lange Zeit hat man in Amerika die Erhöhung der Lokomotivleistung fast ausschließlich durch Vergrößerung der Abmessungen zu erzielen gesucht. Neuerdings aber tritt immer mehr das Bestreben hervor, zur Vergrößerung der Leistung die Lokomotive besser durchzubilden und damit deren Wirkungsgrad zu verbessern. Bemerkenswert ist in dieser Richtung vor allem die stetig wachsende Verwendung des Speisewasservorwärmers. Bei Tenderlokomotiven hat sich damit im Vorortverkehr eine wesentliche Vergrößerung des Fahrbereichs erzielen lassen. Die ausgedehnte Verwendung der Zusatzdampfmaschine Borster ermöglicht es oft, mit weniger Kuppelachsen auszukommen. Er vergrößert die Zugkraft der Lokomotive durchschnittlich um 4000--5000 kg durch Ausnutzung des Reibungsgewichts der Schleppachse. In den letzten Jahren sind endlich auch Versuche mit der Dreizylinderbauart gemacht worden. Die New-York Centralbahn\*) und die Lehigh-Valleybahn haben je eine 2 D 1 - h 3 - Lokomotive in Dienst gestellt. Im Laufe der bisherigen Versuche haben diese Lokomotiven eine um 12--15% größere Zugkraft entwickelt als Zwillingslokomotiven derselben Bauart. Dies wird einerseits dem gleichmäßigeren Drehmoment der Drillingsmaschine und andererseits der besseren Auspuffwirkung zugeschrieben. Die Vergrößerung der Tendervorräte ist neben dem schon oben erwähnten Einbau des Vorwärmers das immer häufiger verwendete Mittel zur Erreichung langer Fahrstrecken ohne Maschinenwechsel. So befördert die 2 D 1 - Lokomotive der Union Pacific Bahn\*\*) mit einem Tenderinhalt von 45,5 cbm Wasser und 18,1 t Kohle Züge von 14 Stahlwagen ohne Lokomotivwechsel zwischen Cheyenne und Ogden auf eine Entfernung von 780 km ohne Aufenthalt mit einer Reisegeschwindigkeit von etwa 60 km/Std. Die genannte Strecke weist Steigungen bis 15‰ auf. Der Tender der 2 D 1 - Drillingslokomotive der New-York Centralbahn faßt 57, derjenige der 2 D 1 - Lokomotive der Denver und Rio Grandebahn sogar 63,5 cbm Wasser. Eine weitere Neuerung des amerikanischen Lokomotivbaus, die Bemessung der Zylinder für eine Höchstfüllung von 50%, verfolgt den Zweck, ähnlich dem europäischen Verfahren die Dampfdehnung mehr auszunutzen als dies seither üblich war. Die Pennsylvaniabahn hat von den Baldwin-Werken in der letzten Zeit über 400 Stück 1 E - Güterzuglokomotiven dieser Bauart beschafft. Die Kohlenersparnis betrug mit solchen Lokomotiven im schweren Güterzugdienst ungefähr 20%. Zu erwähnen ist endlich noch eine gesteigerte Anwendung des Kleinrohrüberhitzers, der sich ausgezeichnet bewähren soll, sowie der Übergang immer weiterer Bahnen von der 1 D 1 zur 2 D 1 - Loko-

motive auch für Güterzüge. Die 2 D 1 - Lokomotive ermöglicht eine Verkürzung der Fahrzeiten, ist überlastungsfähiger, erfordert gleichzeitig Dienst weniger Unterhaltungskosten als die 1 D 1 - Lokomotive mit vorderer Bisselachse und schont zugleich den Oberbau mehr als diese.

R. D.

**Neuer Dampfsammelkasten für Lokomotiven.**

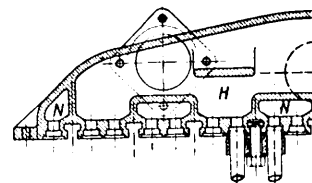
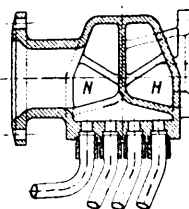
(Glasers Annalen 1923, 2. Halbjahr, Heft 1113.)

Der Schmidtsche Rauchrohrüberhitzer ist, so sehr auch seine allgemeine Verbreitung seine großen Vorzüge beweist, nicht ohne Mängel. Dies ist besonders vom Dampfsammelkasten (Abb. 1 und 2)

Dampfsammelkasten alter Bauart.

Abb. 1

Abb. 2.



Dampfsammelkasten neuer Bauart.

Abb. 3.

Abb. 4.

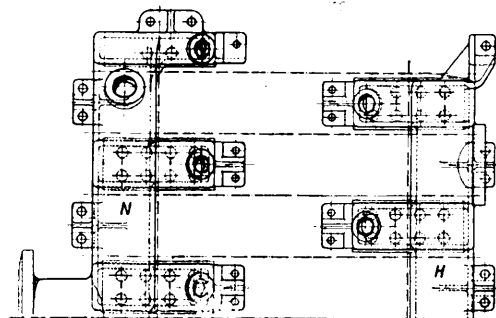
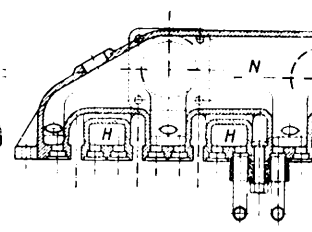
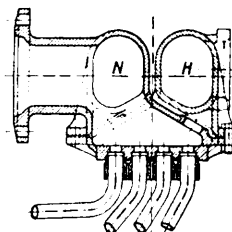


Abb. 5.

\*) Organ 1923,

\*\*) Organ 1922. S. 229.

zu sagen. In seiner Form ein Labyrinth von Kammern, die gußtechnisch reichlich Schwierigkeiten bietet, verhindert die Vereinigung der Heiß- und Nafsdampfkammer in einem Gußstück die größtmögliche Überhitzung. Denn bei dem bestehenden Wärmeunterschied zwischen beiden Kammergruppen von  $150 \div 200^\circ$  ist ein Wärmeaustausch unausbleiblich.

Eine neue Ausführungsweise (Abb. 3 bis 5) sucht diese Schwächen zu beseitigen. Der ungeteilte Dampfsammelkasten Schmidtscher Bauart wird hier aufgelöst in zwei für Heißdampf und Nafsdampf getrennte Kästen, so daß sowohl der Vorteil einer einfachen, abgerundeten Gußform erreicht als auch der Wärmeübergang vermieden wird. Die Kästen greifen mit Fingern zueinander über, die auch Fortsätze zur gegenseitigen Befestigung tragen. Im übrigen ist die konstruktive Durchbildung so gehalten, daß der Zusammenbau mit den übrigen Teilen der Schmidtschen Bauart ohne jegliche Abänderung derselben möglich ist. Als Material kann infolge der einfacheren Formgebung Stahlguß verwendet werden, so daß die Wandstärken geringer gehalten werden können und das Gewicht nur unwesentlich höher ausfällt als bei der alten Bauart. Ro.

### Die neuen eisernen Personenwagen der italienischen Staatsbahnen, (Rivista delle Industrie Elettroferroviarie e Lavori Pubblici 1924.)

Die bekannten Mängel der Personenwagen mit hölzernen Kasten und die Notwendigkeit, die Sicherheit der Reisenden auch bei schweren Eisenbahnunfällen zu erhöhen, ferner die ersten Schwierigkeiten, denen man heute bei der Beschaffung von ausgetrocknetem und gutem Holz begegnet, haben die Verwaltung der Italienischen Staatsbahn veranlaßt, einigen italienischen Wagenbaufirmen die neuen Wagen 1./2. Kl. zur Herstellung mit eisernem Wagenkasten zu übergeben. Diese Wagen haben 4 Endtüren und enthalten 2 große Vorräume, 2 Aborte, 3 Abteile erster Klasse und 4 ganze und ein Halbteil zweiter Klasse. Sie können 18 Reisende erster und 36 zweiter Klasse, im ganzen also 54 Fahrgäste aufnehmen.

Die Länge der Wagen zwischen den Puffern gemessen beträgt 22 m, das Gewicht im betriebsfertigen Zustand einschließlich der Akkumulatoren-Batterie für die Beleuchtung und mit aufgefüllten Wasserbehältern ungefähr 41 t, was einem Gewicht von 760 kg für einen Sitzplatz entspricht. Das Untergestell und der Kasten bilden ein vollständiges Ganzes.

Die mit 4 starken Eisenpfosten verstärkte Kopfwand bildet in Verbindung mit den der Kastenverbreiterung entsprechenden Kumpelblechen und mit den metallischen Trennungswänden zwischen den Aborten und den Vorräumen bei Eisenbahnunfällen einen doppelten und kräftigen Schutz gegen schwere Beschädigungen des mittleren Wagenteiles, der von den Abteilen eingenommen wird. Die Seitenwände bilden die Träger des Wagens.

Beim Bau der Wagen werden nur handelsübliche Formen von Walzeisen verwendet, unter Ausschluss jeder besonderen Querschnittsform und unter Beschränkung der verschiedenen Sorten auf das Mindestmaß, um Bau und Instandhaltung der Wagen zu erleichtern. Aus dem gleichen Grunde wird die Verwendung von gepressten Blechen auf die Seitenteile und die Wiegenquerträger der Drehgestelle beschränkt. Für alle übrigen Teile werden glatte oder einfach gebogene Bleche verwendet.

Die Zug- und Stofsapparate haben einige bemerkenswerte Eigenschaften. Es sind Zugvorrichtungen ohne durchgehende Zugstange verwendet, wie sie die italienische Staatsbahn vor einiger Zeit anstelle der früher allgemein verwendeten Vorrichtung mit durchgehender Zugstange eingeführt hat. Die durchgehende Zugstange hat neben ihren guten Eigenschaften doch einige ernstliche Übelstände im Gefolge, besonders den, daß die Kupplungen und Zughaken außerordentlich beansprucht werden.

Der „Castelletto“ (Zugapparat), der für diese neuen Wagen angewendet worden ist, ist in der Nähe jeder der beiden Kopfschwellen angebracht. Er besteht im wesentlichen aus 2 Kegelfedern, die in der ersten Hälfte des Hubes hintereinander, in der zweiten Hälfte dagegen parallel geschaltet sind; sie verhalten sich daher wie eine einzige Feder, welche im ersten Teil ihres Hubes die doppelte Einsenkung, im zweiten Teil jedoch nur die Hälfte der Einsenkung einer einzelnen Feder zeigt. In dem vorliegenden Fall, in welchem die beiden Federn ein Spiel von 25 mm für eine t aufweisen bei einer Anfangsbelastung von 2600 kg, durchläuft der Zughaken die ersten 30 mm Hub unter einer Beanspruchung, die in

gerader Linie von 2600 kg auf 3200 kg steigt. Wenn der Hub des Zughakens 30 mm übersteigt, so arbeiten die beiden Federn parallel und da sich dann ihre Kraft summiert, so erhöht sich die Beanspruchung des Hakens auf 8800 kg am Ende des Hubes bei einem Arbeitsverbrauch von ungefähr 300 mkg für den ganzen Hub.

Diese Zugvorrichtung ist ausgearbeitet worden, um zwischen der mittleren Beanspruchung des Hakens während des ersten Teiles seines Hubes und der Höchstbeanspruchung am Ende einen möglichst grossen Unterschied zu erreichen, dabei aber doch den Hub innerhalb der Grenze von 60 mm zu halten, welche aus eisenbahntechnischen Gründen nicht überschritten werden darf.

Bei der Ausschmückung der Innenausstattung und dem allgemeinen Aufbau der Abteile wurde auf eine leichte Reinigung der Wagen Bedacht genommen. Soweit als möglich wurden Staub-sammler vermieden; für die Wände wurde kein Lincrusta mit erhabenen Zeichnungen verwendet; die Gesimse, denen übrigens eine sehr einfache Form gegeben wurde, wurden auf ein Mindestmaß beschränkt. Die bei der Ausschmückung der Wagen eingeführten Vereinfachungen, die weit davon entfernt sind der Schönheit Einbuße zu tun, verleihen den Wagen eine ernste Eleganz, vollkommen angepasst den gegenwärtigen Zeiten, in denen jede unnötige Ausgabe vermieden werden muß.

In den Abteilen 1. Kl. befinden sich Lichtbilder; einige davon in farbiger Ausführung sind treue Wiedergaben der besten und bekanntesten Gemälde der italienischen Sammlungen.

Jedes Abteil ist mit 2 breiten beweglichen Fenstern aus Kristallglas ausgestattet; auch die Gangfenster sind aus solchem Glase. Der Ausführung der beweglichen Fenster wurde besondere Sorgfalt gewidmet.

Die schon im Jahre 1910 bei den Wagen der italienischen Staatsbahn eingebauten Fensterheber ausländischer Bauart haben nicht vollkommen befriedigt, da sie sehr häufig gebrauchsunfähig wurden. Dies war hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die beiden Federn, mit denen sie ausgestattet sind, zu schwach waren und daher häufig in ganz kurzer Zeit brachen; sie wurden daher erheblich vergrößert, so daß ihre Höchstbeanspruchung beträchtlich unter der zulässigen Grenze bleibt.

Die Zwischenräume der Aufsenswand, des Daches und der Fußböden sind vollständig mit Kork ausgefüllt. Neben dem Wärmeschutz trägt diese Korkmasse auch dazu bei, die Geräusche während der Fahrt zu verringern.

Jedes Abteil ist mit 2 Absaugern ausgestattet, welche nicht an der Decke, sondern an den Seitenwänden angebracht sind um Durchbrechungen der Decke des Wagens zu vermeiden. Die Aborte sind sehr geräumig gehalten und mit allen nötigen Zubehör wie Porzellanwaschbecken, Spiegel usw. ausgestattet. Der Fußboden der Aborte besteht aus Zement mit einem Rost aus Gußeisen. Der Wasserhahn der Waschbecken ist so gebaut, daß durch Drehen eines Handgriffes von einer Endstellung in die andere der Ausfluß von ungefähr 1 l Wasser bewirkt wird, worauf ohne weiteres Zutun der Wasserzufluß selbsttätig unterbrochen wird. Der Zeitraum bis zum Abschluss ist ausreichend, um sich zu waschen, außerdem kann auch der Handgriff des Hahnes neuerdings bedient werden und ein zweites Liter Wasser einlaufen. Durch diese Vorrichtung ist es unmöglich gemacht, daß die Reisenden aus Versehen oder Böswilligkeit den Hahn offen lassen, wodurch sich in kurzer Zeit der Wasserbehälter entleeren würde; ferner gestattet diese Anordnung den Reisenden, sich unter einem Wasserstrahl zu waschen, ohne daß das Wasser im Waschbecken angesammelt zu werden braucht, ein Vorteil, der aus hygienischen Gründen besonders schätzenswert ist.

Die Heizung der Wagen erfolgt mit Niederdruckdampf, der in einer Hochdruckanlage erzeugt wird.

Zur Beleuchtung der Wagen sind elektrische Stromspeicher vorgesehen. Ihr Fassungsvermögen gestattet eine Beleuchtung über 50 Stunden hinaus.

Die Wagen sind mit der selbsttätigen und mit der regelbaren Druckluft-Bremse, sowie mit der Umschalt-Luftsaugbremse ausgestattet. Sie entsprechen außerdem allen besonderen Bedingungen, welche für den Übergang auf die hauptsächlichsten europäischen Linien erforderlich sind.

Bis jetzt sind 150 Wagen dieser Art gebaut worden.

Die Rohstoffe sind mit Ausnahme eines Teiles der Holzbaustoffe alle in Italien erzeugt worden. Pf.

### Großkesselwagen.

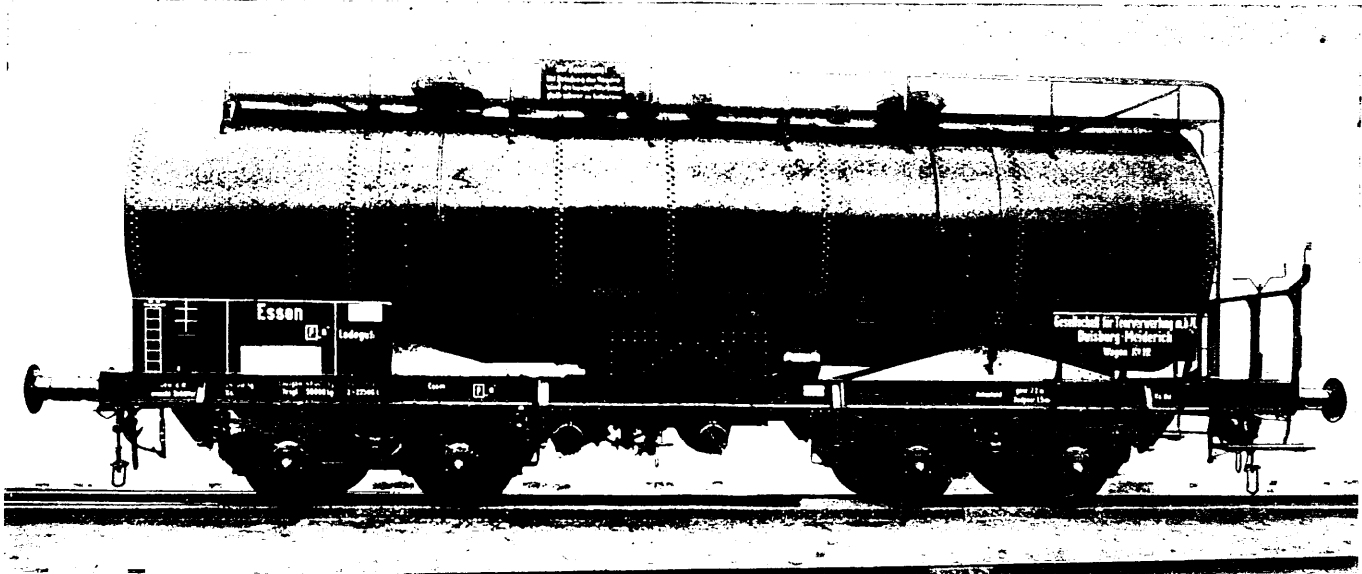
(Kruppsche Monatshefte, 4. Jahrg. v. Okt./Nov. 1923.)

Die Einführung von Großgüterwagen bei der Deutschen Reichsbahn hat auch die Privatindustrie veranlaßt, sich die Vorteile dieser Wagen zunutze zu machen. Einen Anfang in dieser Entwicklung bildet die Beschaffung mehrerer Großkesselwagen, die die „Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H., Duisburg-Meiderich“ bei Fr.

Großkesselwagen.

Krupp, A. G. in Essen in Auftrag gegeben hat. Die Wagen haben eine Tragfähigkeit von 50 t bei einem Fassungsraum von 45 cbm; sie sind zur Beförderung von Teer bestimmt.

Das Laufwerk ruht unmittelbar auf vier freien Lenkachsen; es sind also keine Drehgestelle vorhanden. Die Einstellung der Achsen in Krümmungen ist durch entsprechenden Spielraum der Achslagergehäuse zwischen den Gleitbacken ermöglicht. Bei den



Gehängen der Tragfedern ist ebenfalls auf Seitenbeweglichkeit Rücksicht genommen. Es können Krümmungen von 60 m Halbmesser befahren werden. Zur gleichmäßigen Verteilung der Last auf die Achsen sind zwei Längs- und ein mit Rückstellfedern versehener Querausgleichsmechanismus zwischen je 2 Radsätzen angeordnet. Als Achsenlager sind Gleitlager der Regelbauart der Deutschen Reichsbahn verwendet.

Das Untergestell besteht aus zwei äußeren und zwei inneren U-Eisen, die durch Kopfschwellen, Pufferstreben und genietete Querträger verbunden sind. Über jedem Radsatzpaar ist ein Sattel angebracht, in dem der Kessel, ohne die Untergestellträger auf Biegung zu beanspruchen, und ohne feste Verbindung, frei aufliegt, Spannbänder sichern ihn gegen Abheben.

Der Kessel ist durch eine öldichte Scheidewand in zwei Abteilungen unterteilt; für jede Abteilung ist ein Schwallblech, ein Mannlochdeckel, ein Füllstutzen, ein Rührstutzen, eine besondere Reinigungsöffnung auf der Unterseite und ein Ablassventil vorgesehen.

Die beiden Abteilungen können durch einen Umlaufschieber in der Kesselscheidewand in Verbindung gesetzt werden.

Neben der Zweikammerdruckluftbremse ist noch eine auf nur zwei Radsätze wirkende Handbremse für den Verschiebedienst vorgesehen. Die Hauptabmessungen des Wagens sind folgende:

Länge zwischen den Puffern	12 100 mm
Ganzer Radstand	7 200 "
Abstand der Achsen eines Radsatzpaares	1 500 "
Größte Höhe über S. O. K.	4 175 "
Kessellänge	10 250 "
Kesseldurchmesser	2 400 "
Kesselinhalt	45 cbm
Gewicht des Wagens	24 700 kg
Ladegewicht	48 000 "
Tragfähigkeit	50 000 t
Raddruck (beladen)	9,35 t
Gewicht auf 1 m Wagenlänge	6,2 tm Pfl.

### Werkstätten, Stoffwesen.

#### Arsenhaltiges Kupfer für Feuerbüchsen.

Nach einem Vortrag auf der Herbsttagung des „Institute of Metal“ können die durch Wegfressen und Oxydation entstehenden Stoffverluste an kupfernen Feuerbüchsen durch einen Zusatz von 0,35 bis 0,5 v. H. Arsen erheblich heruntergedrückt werden. Die auf die Anwesenheit von Sauerstoff zurückzuführenden Fehlerquellen lassen sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit feststellen. Erreicht der Sauerstoffgehalt bei Kupfer mit 0,35 bis 0,50 v. H. Arsen mehr als 0,15 v. H., so treten beim Biegen großer Widerstand und ernste Schwierigkeiten auf, was gerade im Lokomotivbau von großer Bedeutung ist. In dieser Beziehung werden zur Zeit wichtige Versuche von der Non-Ferrous Research Association in Verbindung mit einer großen Anzahl von interessierten Firmen durchgeführt. Viele Legierungen sind auf ihre Verwendbarkeit für Feuerbüchsen ausprobiert worden, ohne daß jedoch ein vollwertiger Ersatz für das Arsen-Kupfer gefunden wurde. Ue.

#### Kohlenstoffhaltiges Schweißmetall.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 6.)

Bei der Schweißung hochkohlenstoffhaltiger Stahlteile wie Puffergehäuse, Weichenherzstücke, Stahlreifen usw. hat sich der Mangel eines geeigneten Schweißmetalls bemerkbar gemacht. Von

der Page Steel & Wire Gesellschaft wird ein Schweißmetall mit etwa 1% Kohlenstoffgehalt hergestellt, das sich zum Schweißen mit der Sauerstoff-Azetylenflamme oder mit dem elektrischen Lichtbogen eignet. Das Metall wird hauptsächlich zum Aufschweißen abgenutzter Stellen verwendet, wo hoher Widerstand gegen Abnutzung erwünscht ist. Eine Versuchsschweißung hatte folgendes Ergebnis:

Kohlenstoffgehalt des zu schweißenden Stückes . . . . . 0,42%  
 Skleroskophärte " " " " amerik. Mafs 35;  
 Hierauf wurden zwei Lagen Schweißmetall aufgebracht; es ergab sich:

	Kohlenstoffgehalt	Skleroskophärte (in amerik. Mafs)
an der äusseren Oberfläche	0,63	38
in einer Tiefe von 1,6 mm (1/16")	0,56	37
" " " " 3,2 " (1/8")	0,57	33
" " " " 4,8 " (3/16")	0,46	34

Pfl.

## Betrieb in technischer Beziehung.

### Betriebsversuche zur Ermittlung des Brennstoffverbrauchs amerikanischer Lokomotiven. (Inst. El. Eng. 1923, Nr. 4.)

Über den Brennstoffverbrauch von Dampflokomotiven liegen vielfach wenig zuverlässige Angaben vor, weil derselbe meist im Betrieb geschätzt und ungenau gemessen oder aber auf Versuchsfahrten bestimmt wird, die mit ausgesuchtem Material und Personal besonders günstige Werte ergeben. Neuerdings tritt mit dem zunehmenden Übergang zur elektrischen Zugförderung immer häufiger das Bedürfnis nach genaueren, im Regelbetrieb gewonnenen Angaben hervor, weil ohne diese eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsrechnung und damit eine klare Gegenüberstellung des elektrischen Betriebs und des Betriebs mit Dampflokomotiven nicht möglich ist.

Dieser Grund hat auch die Southern Pacific Bahn veranlaßt, auf ihrer Strecke über den Tehachapi-Pafs, wo die Gelände- und Betriebsbedingungen sehr schwierig sind, eingehende Betriebsversuche zur Feststellung des Brennstoffverbrauchs vorzunehmen. Wegen der Sorgfalt, mit der sie vorbereitet und durchgeführt worden sind, verdienen sie allgemeinere Beachtung.

Der Verbrauch an Kohle läßt sich an und für sich schlecht messen. Man wählte deshalb eine Lokomotive mit Ölfeuerung. Die angegebene Bahnstrecke wurde in eine Reihe von Unterabschnitten zerlegt, die sich über gleichbleibende Geländebeziehungen erstreckten. An den mit Flaggen bezeichneten Endpunkten dieser Unterabschnitte konnte dann jeweils der Ölverbrauch mittels gut geeichter Meßgeräte abgelesen werden. Das Zuggewicht wurde während der Fahrt möglichst gleichmäßig gehalten, auch die Zusammensetzung des Zuges nicht geändert. Bei jeder Fahrt machte ein anderer Lokomotivführer Dienst. Dabei zeigte sich, daß fast alle Führer die Lokomotive ziemlich gleichmäßig bedienten, indem sie die Reglerstellung und den Füllungsgrad in der Nähe der aufgestellten Flaggen änderten. Zur Vornahme der Ablesungen fuhren besonders geschulte Beamte auf der Maschine mit. Eine 1E1 Heißdampf-Zwillings-Güterzuglokomotive in normalem Betriebszustand führte alle Züge.

Ihre Hauptabmessungen waren:

Kesselüberdruck p . . . . .	14 at
Zylinderdurchmesser d . . . . .	698 mm
Kolbenhub h . . . . .	813 "
Verdampfungs-Heizfläche . . . . .	413,5 qm
Überhitzungs-Heizfläche . . . . .	135,5 "
Heizfläche — im Ganzen — H . . . . .	549,0 "
Rostfläche R . . . . .	5,85 "
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1550 mm
Reibungsgewicht $G_1$ . . . . .	123,8 t
Dienstgewicht der Lokomotive G . . . . .	158,0 t
"    des Tenders . . . . .	78,6 t
Vorrat an Wasser . . . . .	38,0 cbm
"    Brennstoff (Öl) . . . . .	11,8 "
Zugkraft $Z = 0,6 \cdot p \cdot (d \text{ cm})^2 \cdot h : D$ . . . . .	= 21600 kg

Das Ergebnis der Versuche war eine vollständige Ermittlung des Ölverbrauchs für alle Betriebszustände der Lokomotive. Dabei konnte man drei Gruppen von solchen Betriebszuständen unterscheiden, bei welchen der Verbrauch jeweils von bestimmten Faktoren abhängig war. Die erste Gruppe umfaßte den Brennstoffverbrauch während des Anheizens als Funktion der Speisewassertemperatur. Er ist von dem Dienst, den die Lokomotive verrichtet, völlig unabhängig. In der zweiten Gruppe wurde die Brennstoffmenge bestimmt, die erforderlich war, um die Lokomotive auf den Endbahnhöfen oder während des Haltens auf der Strecke unter Dampf zu halten. Sie dürfte mehr von der Geschicklichkeit des Personals abhängen als vom Zuggewicht. In der dritten Gruppe endlich wurde der Ölverbrauch während der Fahrt, zur Beschleunigung, zur Ein- und Ausfahrt in Nebengleise usw. ermittelt, der von der Zuglast und der Geschwindigkeit abhängt. Bei bekannter Zuglast werden dabei die Verbrauchszahlen für den Tonnenkilometer unter den verschiedensten Bedingungen bekannt.

Zu den Untersuchungen der ersten Gruppe wurde der Kessel, solange die Lokomotive im Schuppen stand, mit Wasser von 48,5° C bis zu einer bestimmten Höhe gefüllt. Der Hilfsdampf für Zerstäuber und Bläser wurde zuerst aus einer Schuppenleitung entnommen bis der Kesseldruck 5 at zeigte. Durch einen besonderen Versuch wurde

bestimmt, daß die Erzeugung dieses Hilfsdampfes den Ölverbrauch um 14% vergrößert, bis zum Abstellen des Hilfsdampfes verbrauchte die Lokomotive 318 l Öl; dieser Verbrauch erhöht sich nach dem gesagten um 14% auf 363 l. Dazu kommt noch der Verbrauch, um den Druck von 5 auf 14 at zu bringen. Dieser war 132 l, so daß der Gesamtverbrauch vom Anheizen bis zur Dienstbereitschaft  $363 + 132 = 495$  l betrug. Da nach den Versuchen der Ölverbrauch innerhalb der gegebenen Grenzen dem Ansteigen der Temperatur proportional zu sein schien, so konnte damit auch der Verbrauch ermittelt werden, der zur Erhöhung der Kesseltemperatur um 1° C erforderlich war. Er betrug 3,6 l. Man kann daraus ohne weiteres ermesen, wieviel Brennstoff gespart werden kann, wenn man beim Anheizen von Lokomotiven den Kessel von Anfang an mit möglichst heißem Wasser füllt — etwa von anderen Lokomotiven, die abgestellt oder ausgewaschen werden sollen. Tatsächlich wird die Ersparnis noch größer, weil auch die dabei gewonnene Zeit noch Geldwert vorstellt.

Bei der zweiten Gruppe wurde der Ölverbrauch, der nötig war, um eine Lokomotive im Schuppen unter Dampf zu halten zu 66 l/Std. ermittelt. Dieser Verbrauch soll ziemlich gleichmäßig sein für schwere Lokomotiven, die ohne Fahrbewegungen in einem geschlossenen Schuppen stehen. Solange die Lokomotive im Freien stand, verbrauchte sie 138,5 l/Std., wobei die Lufttemperatur zwischen -7 und +10° C schwankte. Auch war dabei mitunter eine der Luftpumpen in Tätigkeit, weil für die Kraftumsteuerung mit Rücksicht auf etwa erforderliche Bewegungen Druckluft vorgehalten werden mußte. Der Mehrverbrauch an Brennstoff bei der Aufstellung im Freien betrug demnach  $138,5 - 66 = 72,5$  l. Ähnlich wurde der Verbrauch, wenn die Lokomotive auf einem Nebengleis vor dem vollen Zug stand, zu 162 l/Std. gefunden. Da in beiden Fällen keine Bewegungen ausgeführt wurden, stellt die Differenz von 162 - 138,5 l die Brennstoffmenge vor, die nötig war, um die Luftbremse in den Arbeitszustand zu bringen und darin zu erhalten.

Die Beobachtungen für die beiden ersten Gruppen waren verhältnismäßig einfach. Die dritte Gruppe dagegen, die Messung des Ölverbrauchs während der Fahrt vor dem Zug, erforderte eine Tätigkeit von mehreren Wochen. Es mußte dabei die Menge des verbrauchten Öles jedesmal auf eine bestimmte Normaltemperatur umgerechnet werden. An allen vorbezeichneten Punkten wurde die Zeit, die Geschwindigkeit, der Ölverbrauch, die Öltemperatur, der Brennstoff- und Wasservorrat im Tender gemessen. letzteres um das Zuggewicht immer völlig genau bestimmen zu können. Diese Aufzeichnungen wurden dann so ausgewertet, daß sich aus ihnen der gesamte Zugwiderstand für die einzelnen Streckenabschnitte, die Leistung am Radumfang, der Gesamtwirkungsgrad und endlich das Verhältnis der theoretisch nötigen Brennstoffmenge zur tatsächlich verbrauchten oder kürzer ausgedrückt, der Wirkungsgrad der Feuerbedienung ergab. Beispielsweise fand man in der Differenz des Ölverbrauchs über eine Strecke mit 20‰ Steigung und dem Verbrauch auf einer Strecke mit 10‰ Steigung diejenige Brennstoffmenge, die nötig gewesen wäre, um die Last reibungslos über eine Strecke von 10‰ Steigung zu befördern. Aus dem bekannten Steigungswiderstand liefs sich dann die erforderliche aus der gemessenen Brennstoffmenge die geleistete Arbeit feststellen und hieraus ergab sich wieder der Gesamtwirkungsgrad. Dieser betrug im Durchschnitt 5,57%, im Höchstfall 6,41%. Andererseits konnte mittels der Differenz des Brennstoffverbrauchs auf der Steigung von 10‰ mit und ohne Reibung wiederum der gesamte Zugwiderstand ermittelt werden. Er war 5,30 kg/t; da nun der nur die rollende Reibung enthaltende Wert zu 3,2 kg/t angenommen wurde, so mußte die Differenz von 2,10 kg/t die Maschinenreibung vorstellen. Dies bedeutete auf der größten Steigung von 23,1‰ etwa 9% der gesamten Zugkraft (nach der amerikanischen Zugkraftangabe von  $Z = 28800$  kg, die 85% Fällung voraussetzt). Im Gefälle nahm der Verbrauch ab bis zu einer bestimmten Neigung, die einen Kleinstverbrauch von 5,9 l/km aufwies. Dieser Kleinstverbrauch stellt dann nur noch den Verbrauch der Hilfsmaschinen dar und mußte sich etwa decken mit dem Verbrauch für die Zeit, während welcher die Lokomotive mit dem Zug auf einem Nebengleis steht. Dieser beträgt, wie oben angegeben, 162 l/Std. Hiermit würde dem angeführten Kleinstwert eine Geschwindigkeit von  $162 : 5,9 = 27,5$  km/Std. entsprechen, und da für die Talfahrten eine solche von 29 km/Std. vorgeschrieben ist, so herrscht tatsächlich

Übereinstimmung. Bei Fahrten über stärkere Gefälle nimmt der Brennstoffverbrauch wegen des Einsatzes der Luftdruckbremse wieder zu. Auch der Mehrverbrauch, den das Kreuzen zweier Züge auf eingleisiger Strecke erfordert, konnte ermittelt werden. Er ergab sich zu 62,8 l für einen Zug von 1000 t auf einer Steigung von 20‰ und mehr; auf leichten Steigungen war er gleich Null, weil der Mehrverbrauch für das Anfahren durch den Minderverbrauch beim Anhalten gedeckt wurde, vorausgesetzt, daß man den Zug genügend auslaufen ließ. Die hier gewonnenen Angaben ließen sich im Betrieb bei der Aufstellung der Fahrpläne sehr gut verwerten. Der Wirkungsgrad der Feuerbedienung endlich ergab sich im Durchschnitt zu 92,5%.

Besonderes Interesse erregt der Verbrauch an Öl für die PSI-Stunde unter verschiedenen Verhältnissen. Er ist in der Quelle selbst nicht angegeben, läßt sich aber aus den beigefügten Tabellen berechnen. Er ergibt sich zu 1,10 bis 1,13 l und ist wenig verschieden, ob nun eine Strecke von 11,6‰ Steigung mit 42 km/Std. Geschwindigkeit oder von 23,10‰ mit 19,3 km/Std. Geschwindigkeit befahren wird. Da für das verwendete Heizöl ein Heizwert von 10000 WE angegeben ist und das spezifische Gewicht mit rund 1 angenommen werden kann, so entspricht dieser Ölverbrauch einem Kohlenverbrauch von rund 1,5–1,6 kg zu 7000 WE, was für europäische Verhältnisse ziemlich hoch und wohl auf die großen Fällungsgrade zurückzuführen ist, die in Amerika üblich sind. R. D.

## Verschiedenes.

### Preis Ausschreiben über einen Funkenfänger für Braunkohlenbriketts.

Die Verwendung von Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven ist eine die Braunkohlenindustrie zur Zeit stark beschäftigende Frage. Daß Braunkohlenbriketts mit Erfolg auf Lokomotiven verfeuert werden können, hat der Braunkohlenbergbau schon seit Jahrzehnten bei seinen Abraum- und Anschlußgleislokomotiven bewiesen. Diese Tatsache hat dem Deutschen Braunkohlen-Industrieverein Veranlassung gegeben, beim Reichsverkehrsministerium anzuregen, Versuche mit Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven anzustellen. Die Versuche, die das Eisenbahnzentralamt daraufhin auf der Versuchsstrecke Grunewald–Wiesenburg inzwischen vorgenommen hat, ergaben, daß die Leistung einer auf Braunkohlenbrikettfeuerung umgestellten G 7-Zwillings-Güterzuglokomotive zufriedenstellend war, der verhältnismäßig starke Funkenauswurf jedoch einer Verwendung von Braunkohlenbriketts auf Staatsbahnlokomotiven mit Rücksicht auf die Brandgefahr vorläufig noch gewisse Schwierigkeiten bereitet. Um die Frage der Beseitigung des Funkenauswurfes zu klären, erläßt der Deutsche Braunkohlen-Industrieverein, Halle/S., zusammen mit dem Mitteldeutschen Braunkohlensyndikat, Leipzig, und dem Ostelbischen Braunkohlensyndikat, Berlin, ein Preis Ausschreiben, auf das wir hiermit hinweisen. Die näheren Bedingungen sind im Inseratenteil dieses Heftes Seite 2 bekanntgegeben.

### Werkwoche der Reichsbahn.

In Verbindung mit dem Reichsverkehrsministerium veranstaltet die Verwaltungs-Akademie Berlin in der Zeit vom 31. März bis 5. April 1924 einen eisenbahnwissenschaftlichen Sonderkursus, der den Werkstättenbeamten gewidmet ist und daher die Bezeichnung „Werkwoche“ tragen wird. Während im Herbst v. J. in dem Kursus mehr Wert darauf gelegt wurde, den Hörern eine allgemeine Übersicht über wichtige Gebiete der Deutschen Reichsbahn zu geben und dadurch in ihnen Anregung und Interesse für ihr besonderes Berufsgebiet zu wecken, sind in der für April in Aussicht genommenen „Werkwoche“ die Vorlesungen daraufhin abgestellt, daß die Hörer aus jeder Vorlesung möglichst viel in ihr Arbeitsgebiet mit nach Hause nehmen können, was unmittelbar praktisch verwendet werden kann: Der Grundgedanke der Vorlesungen ist also, sie möglichst produktiv zu gestalten. Aus diesem Grunde wird nach einer kurzen Einführung in ein Sondergebiet und nach Darlegung der führenden Grundgedanken die Vorlesung sofort auf bestimmte einzelne praktische Beispiele übergehen, an denen die wirtschaftliche Bedeutung der vorgetragenen Einrichtungen, Arbeitsverfahren und Maßnahmen klargestellt wird.

Einige Vorträge werden durch Vorführung von Lichtbildern besonders wertvoll sein.

Da neben den Einrichtungen der Werke und den Arbeitsverfahren der Mensch als Betriebsfaktor überragende Bedeutung für das Gedeihen eines Unternehmens hat, so versucht der Kursus, hierüber den Hörern grundlegende Gedanken zu übermitteln.

In Führungen durch einige Berliner Industriewerke werden einige Vorlesungen ergänzt werden, indem die vorgetragenen Sondergebiete dort in praktischer Durchführung studiert werden können.

Den Schluß der „Werkwoche“ wird eine Diskussionsstunde bilden, in der den Hörern Gelegenheit gegeben wird, sich über das Gehörte im Gespräch mit dem Leiter oder den Lehrern der Werkwoche frei zu äußern.

In Aussicht sind folgende Vorlesungen genommen:

Lfd. Nr.	Gegenstand der Vorlesung	Stunden-zahl	Vortragende
1.	Einleitender Vortrag	1	Ministerialrat Geh. Baurat Kühne
2.	Erkennen und berufliche Entwicklung von Beamten und Arbeitern in einem Großunternehmen auf psychologischer Grundlage	2	Ministerialrat Geh. Baurat Dr. Schwarze
3.	Lohntechnische Bestimmungen des neuen Gedingeverfahrens	1	Oberregierungsrat Trampedach
4.	Verbrauchswirtschaft und Statistik	3	Oberregierungsbaurat Dr. Martens
5.	Die Zeitaufnahmen	3	Oberregierungsbaurat Lüders
6.	Die Altstoffwirtschaft, ihre Bedeutung und Erfolge an einzelnen Beispielen erläutert	2	Oberregierungsbaurat Haas
7.	Betrieb der Pressluftanlagen	1	Regierungsbaurat Grahlf
8.	Wärmewirtschaft in Eisenbahn-Ausbesserungswerken an Einzelbeispielen	2	Regierungsbaurat Dr. Landsberg
9.	Die Auswertung der Fachliteratur an d. Besprechung des Buches „Henry Ford: Mein Leben und Werk“ gezeigt	2	Regierungsbaumeister Stinner
10.	Psychologie des Arbeiters	1	Ministerialrat Geh. Reg.-Rat Dr. Kühne Handelministerium Berlin
11.	Arbeitgeber u. Arbeitnehmer, psychologisch betrachtet	2	Professor Dr. Horneffer Universität Gießen
12.	Die Kunst des Vortrags als Vorbedingung des Erfolgs im Personalunterricht	2	Rektor Dr. Manz, Berlin
13.	Aussprache über die Vorlesungen	2	Leiter: Oberregierungsbaurat Dr. Martens.
		24	

### Ausflüge für 50 Teilnehmer.

1. A. Borsig, Berlin-Tegel, Statistisches Büro.
2. Lokfabrik A. E. G., Hennigsdorf, Statistisches Büro.
3. Knorr, A.-G. Berlin-Lichtenberg, Arbeitsprüfung.
4. Pressluft-Werkzeug- und Maschinenbau A.-G., Berlin, Prüfstand.
5. Meurer A.-G., Berlin, Spritzgußverfahren.

Die Kursusleitung hat Oberregierungsbaurat Dr. Martens auf Ersuchen der Verwaltungs-Akademie mit behördlicher Genehmigung übernommen.

Die Vorträge finden in der Berliner Universität im neuen Aula-gebäude statt. Die Kursusgebühr beträgt 12 Rentenmark. Anmeldungen sind an das Sekretariat der Verwaltungs-Akademie Berlin W 8, Charlottenstraße 50/51 (Fernspr.: Zentrum 178) zu richten. Bei der Anmeldung ist die halbe Kursusgebühr auf das Postscheckkonto der

Akademie Nr. 66635 Berlin unter der Bezeichnung „Werkwoche“ zu leisten. Der Restbetrag ist bis spätestens 12. März einzuzahlen. Eine Rückzahlung der Gebühren kann nur ausnahmsweise beim Nachweis besonderer Verhältnisse erfolgen. Jeder Anmeldung und jeder Anfrage ist ein Freiumschlag beizufügen. Der letzte Zeitpunkt für die Anmeldungen ist der 12. März. Es ist empfehlenswert, daß Anmeldungen bald vorgenommen werden, da die Teilnehmerzahl einer gewissen Beschränkung unterliegt.

Die Kursuskarte geht den Teilnehmern in der ersten Hälfte des März zu. Über den Kursus erteilt die Akademie eine Bescheinigung.

Unterkunft vermittelt nach Möglichkeit das Sekretariat der Akademie zu mäßigen Preisen in Hospizen.

Die Akademie hat an das Reichsverkehrsministerium die Bitte gerichtet, den Teilnehmern freie Fahrt und nach Möglichkeit Urlaub ohne Anrechnung auf den Erholungsurlaub zu gewähren.

## Bücherbesprechungen.

**Rüstungsbau.** Von Prof. H. Kirchner, Berlin-Steglitz. Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1924. Preisgrundzahl geh. 13.50, geb. 16.50.

Das Buch verdankt nach der Vorrede sein Entstehen einer Anregung der Verlagshandlung. Schon hiernach kann man annehmen, daß sein Erscheinen Bedürfnis ist. Dieses Urteil wird bestärkt, wenn man sich näher mit dem Inhalt des Buches vertraut macht. Es behandelt in 4 Abschnitten zunächst die grundlegenden Eigenschaften des Holzes und des Eisens, dann die Gerüste für eiserne Brücken, die Lehrgerüste und schließlich die Hilfs- und Arbeitsgerüste.

Ein reicher Stoff ist darin zusammengetragen, gesichtet und geordnet. Seinem Wesen nach ist also das Buch vorwiegend beschreibend. Folgerichtig stützt sich die Beschreibung auf die Abbildungen, die dem Buche in so reicher Fülle beigegeben sind, daß an mehreren Stellen auf 3 Seiten Abbildungen nur etwa 10 Zeilen Text entfallen. Überall sind die Abbildungen klar, deutlich und so mustergültig in der Ausführung, daß sie eben geradezu für sich selbst sprechen. Die ausgewählten Beispiele führen bis in die neueste Zeit herauf, auch Erfahrungen aus dem Kriege mit seinen besonderen baulichen Erfordernissen sind vielfach verwertet. Über die bloße Beschreibung hinaus enthält aber das Buch auch eine Fülle praktischer Winke, so daß es für Entwurf und Ausführung ein sehr schätzenswertes, arbeitsparendes Hilfsmittel darstellt.

Das Buch ist ganz auf die Bedürfnisse des Brückenbaues zugeschnitten. Es sei jedoch für spätere Auflagen angeregt, die Verhältnisse aus dem Hochbau, namentlich bei großen Eisenbetonbauten, sowie aus dem Talsperrenbau mit heranzuziehen, und sei es auch nur des Vergleiches wegen. Namentlich der Abschnitt über Förder- und Arbeitsgerüste würde dadurch gewinnen.

Die besondere Aufmerksamkeit des Eisenbahn-Ingenieurs werden die Abschnitte erregen, in denen die Verschiebungen von Brücken ohne Unterbrechung des Betriebes behandelt sind. Es dürfte dies die erste zusammenfassende Behandlung dieses Gegenstandes sein, der übrigens eine erweiterte Darstellung in einer Sonderschrift recht gut verträge und verdiente.

Dr. Bl.

1. **Hochenegg, Carl**, Prof. i. R., Beiträge zur Verbesserung der Wiener Verkehrsverhältnisse. Wien 1923, Verlag Wilhelm Frick, Preis 6,25 Schweizer Franken.

2. **Otto Schmidt**, Stadtbaurat in Essen, „Ruhrgebiet-Hauptbahnhof“, Aufsatz in Heft 35/36 der „Verkehrstechnischen Woche“, 1923.

Die Studie Hocheneggs geht von der bekannten Tatsache aus, daß die zahlreichen Kopfbahnhöfe Wiens ein Hindernis für den Durchgangsverkehr bilden. Von anderer Seite wurde früher darauf hingewiesen, daß dieses Hindernis gleich große Zeitverluste verursache wie die Überschreitung der Alpen. Den Gedanken, das Hindernis durch Schaffung eines Wiener Zentralbahnhofes mit der Wurzel zu beseitigen, lehnt Hochenegg ab. Vielmehr will er für die Hauptverkehrsrichtungen Gruppenbahnhöfe schaffen. Näher untersucht wird die Zusammenfassung der von Wien nach Norden führenden Bahnen, nämlich der Franz-Josefs-Bahn, der Nordwestbahn, der Nordlinie der St. E. G. und der Nordbahn. Im Zusammenhang damit wird die Ausgestaltung und Elektrisierung der Stadtbahn, dieses alten Schmerzenskindes von Wien, behandelt, weiter eine Unterstraßenbahn von der „Sezession“ bis zum Morzinplatz. Mit den Plänen hat sich die Wiener Bahnhofscommission bereits

eingehend befaßt. Für uns Deutsche ist die lesenswerte Untersuchung besonders bemerkenswert durch den Vergleich mit Berliner Verhältnissen, der sich von selbst aufdrängt. In Berlin ist ja im Gegensatz zur Auffassung Hocheneggs bereits der Plan aufgetaucht, in Flur Schöneberg einen Hauptbahnhof für ganz Berlin anzulegen.

Die kurze Zeitschriftenstudie Otto Schmidts weist fühlbare, grundsätzliche Verschiedenheiten mit den Darlegungen Hocheneggs auf, die es rechtfertigen, zwei so verschiedenartige Darstellungen in einer Besprechung zusammenzufassen. Aus Hochenegg spricht der vorsichtig tastende Verkehrsmann, Schmidt ist in erster Linie Städtebauer und geht mit stürmender Hand vor. Hochenegg empfiehlt Gruppenbildung auf der Grundlage gegebener Verhältnisse, Schmidt plant Grundsätzlich-Neues unter schärfster Zusammenfassung: Vollbahnen, Stadtschnellbahnen, Strafsenbahnen, alles ist bei Schmidt in einem einzigen Brennpunkt zusammengeballt, an den sich dann Kauf- und Geschäftshäuser, Gast- und Erholungsstätten ankrystallisieren: amerikanische Citybildung. Kein Wunder, daß Schmidt auch auf ein äußerst betontes, künstlerisches Wahrzeichen für die Anlage sinnt. Er findet es in einem Hochhaus, das sich mitten aus dem Bahnhofsgebäude erhebt. Aber daß dieses Hochhaus Geschäftszwecken dienstbar gemacht werden müßte, um es wirtschaftlich möglich, ja nur erwägenswert zu machen, zeigt deutlich die Grenzen hemmungslosen Gedankenfluges. Die Kupplung von Eisenbahnanlagen mit wesensfremden Dingen widerspricht der Selbständigkeit, die sich die Eisenbahn wahren muß, um künftige Anpassungs- und Veränderungsnotwendigkeiten nicht zu verbauen. In dieser Hinsicht wahr der neue Stuttgarter Hauptbahnhof natürliche Grenzen für dasselbe künstlerische Ausdrucksmittel. Kühnheit und Folgerichtigkeit ist Schmidt zweifellos nicht abzuspochen. Es ist ein schöner und hoher Gedanke, die blutstrotzenden Verkehrsadern des Ruhrgebietes in einem klopfenden Herzen zusammenzuführen. Und wenn auch nach einem Wettbewerbe die Sachen anfangen, „sich hart im Raume zu tolsen“, so wird sich der kühl wägende Verkehrsmann doch gern an dem hohen Wurf des Gedankens begeistern.

Dr. Bl.

**Der Autotriebwagen, sein Bau und Betrieb.** Von Oberingenieur Otto Barsch, Stettin. Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co., Berlin W. 62, 196 Seiten mit 83 Abbildungen im Texte. Preis brosch. 3,50 Gm.

Wieder steht der Verbrennungsmotor im Begriff, sich ein neues Arbeitsfeld zu erobern, und zwar handelt es sich um die Automobilisierung der Eisenbahn. Hierunter darf natürlich nicht etwa verstanden werden, daß das Ende der Lokomotive gekommen ist und wir am Vorabend der Verdrängung der Lokomotive durch den Verbrennungsmotor stehen. Dieser Fall wird wohl niemals eintreten. Dagegen wird bei dem Ausbau der Nebenstrecken, zur Verbesserung der Verbindungen auf Hauptstrecken, sowie teilweise im Vorort- und Sonntagsverkehr mittlerer Städte der Verbrennungsmotor als Antriebskraft der Triebwagen immer größere Verwendung finden. Bekanntlich haben neuerdings derartige Autotriebwagen verschiedentlich sowohl in Deutschland und noch mehr im Ausland Benutzung gefunden und zwar mit gutem Erfolge. Der sachkundige Verfasser behandelt also in seinem reich illustrierten und gut ausgestatteten Buche ein in jeder Beziehung aktuelles Thema und wir können das Buch jedem Techniker und Eisenbahnfachmann bestens empfehlen.