

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLVIII. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich.  
Alle Rechte vorbehalten.

2. Heft. 1911. 15. Januar.

### Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Zugförderungsdienstes auf Grund von Versuchen mit Lokomotiven im Betriebe der preussisch-hessischen Staatsbahnen.

Von R. Anger, Regierungsbaumeister im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.

(Fortsetzung von Seite 1.)

Solche Versuche sind auf den preussischen Staatseisenbahnen schon im Jahre 1885/6 von allen Eisenbahn-Direktionen in großem Umfange mit den damaligen »Normal«-Lokomotiven, 1 B-Personenzug-, C-Nebenbahn-Tender- und C-Güterzug-Lokomotiven, ausgeführt worden. Zu den im gewöhnlichen Betriebe gemachten Versuchen wurden zahlreiche Lokomotiven in verschiedenem Abnutzungs- und Unterhaltungs-Zustande herangezogen. Die Ergebnisse wurden im Ministerium der öffentlichen Arbeiten gesammelt, rechnerisch ergänzt und in Belastungstafeln und Leistungsschaubildern nach Art der Textabb. 1, S. 3 zusammengestellt\*). Auch später wurden noch zahlreiche Versuche zur Bestimmung der Belastungsfähigkeit der Lokomotiven ausgeführt, die als durchaus geeignete Grundlage für eine zweckmäßige Fahrplanaufstellung anerkannt werden können. Jedoch sind nur einzelne dieser Versuche veröffentlicht worden\*\*). Bei manchen neueren Lokomotiven, namentlich den Heißdampflokomotiven, wurden die Versuche indes zum Teil nicht genügend durchgeführt. Sie beschränkten sich zuweilen auf einige Fahrten mit einzelnen Lokomotiven der neuen Gattung. Es blieb den einzelnen Eisenbahn-Direktionen überlassen, sich auf Grund von weiteren Sonderversuchen selbst die Belastungstafeln für diese Lokomotiven zu entwerfen. Einheitliche Vorschriften für Umfang, Durchführung und Auswertung dieser Versuche wurden nicht gegeben. Die Folge war, daß die Leistungsfähigkeit der neueren Lokomotivgattungen sehr verschieden bewertet wurde. Wie weit die in den Fahrplangebüchern der verschiedenen Bezirke benutzten Leistungswerte neuer Lokomotivgattungen von einander abwichen, geht daraus hervor, daß beispielsweise die Auslastung der 2 B-Heißdampf-Schnellzuglokomotive der Gattung S 6 in einem Bezirke bei einer Grundgeschwindigkeit von  $85 \text{ km/St}$  zu 474 t, in einem andern Bezirke für fast gleichwertige Steigungs- und Krümmungs-Ver-

hältnisse bei  $80 \text{ km/St}$  Grundgeschwindigkeit zu nur 398 t angenommen wurde.

Auch sind die in den Fahrplangebüchern benutzten Belastungsvergleichszahlen gegenüber den als Einheiten angenommenen 1 B-Personenzuglokomotiven der Gattung P 3 und den C-Güterzuglokomotiven der Gattung G 3 nicht einwandfrei. Sie weisen zum Teil erhebliche Unterschiede auf, beispielsweise bis  $57 \%$  für die 2 B-Heißdampf-Schnellzuglokomotive S 6, und bis etwa  $20 \%$  für die D-Heißdampf-Güterzuglokomotive G 8. Dazu kommt, daß die einheitlich für die Berechnung der Belastungsvergleichszahlen benutzten Leistungsschaulinien der verschiedenen Lokomotivgattungen für die Steigung  $m = 0$  zum Teil nicht zutreffen; wurden doch bei Festsetzung dieser Vergleichszahlen für Lokomotiven von erheblich verschiedenem Leistungsvermögen, so für 2 B 1-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotiven der Gattung S 7, 2 B-Heißdampf-Schnellzuglokomotiven der Gattung S 6 und 2 C-Heißdampf-Personenzuglokomotiven der Gattung P 8, dieselben Leistungslinien zu Grunde gelegt. Auch dürfte es, wie noch näher erörtert wird, nicht zulässig sein, beim Vergleiche aller vorhandenen Lokomotivbauarten feste, das heißt für verschieden hohe Geschwindigkeiten gleich große Belastungsvergleichszahlen anzuwenden, da das Anwachsen der Kesselleistung mit der Geschwindigkeit nicht für alle Lokomotivarten nach demselben Gesetze erfolgt.

Mit der Beseitigung der erwähnten Unterschiede und Unrichtigkeiten hat der Minister der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1909 das Königliche Eisenbahn-Zentralamt und den preussischen Lokomotivauschuß beauftragt, die für die einzelnen Lokomotivgattungen die von den verschiedenen Eisenbahn-Direktionen ermittelten Belastungswerte zusammenstellen, nachprüfen und nötigenfalls durch weitere Versuche ergänzen sollen. Diese Arbeiten sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen. Doch ist zu erwarten, daß bald auch für die neueren preussischen Lokomotivbauarten einwandfreie Belastungstafeln allgemein eingeführt werden können.

Der preussische Lokomotivauschuß ist gleichzeitig beauf-

\*) Organ 1887, S. 103 und Tafel XV.

\*\*\*) So die von Leitzmann, Organ 1906, S. 131, 335, mit 2 B- und 2 B 1 - Vierzylinder - Schnellzuglokomotiven der Bauart Grafenstaden.

tragt worden, die Richtigkeit der für die Ergänzung der Belastungstafeln so wichtigen Widerstandsformeln nachzuprüfen. Nach den im Betriebe gewonnenen Erfahrungen sind nämlich die zur Zeit benutzten Widerstandsformeln für die jetzigen Verhältnisse nicht oder nur noch in sehr beschränktem Maße brauchbar. Beispielsweise liefert die häufig für Lokomotiven und Wagenzüge benutzte Formel  $w^{kg t} = 2,4 + \frac{(v_{km/St})^2}{1300}$

allenfalls brauchbare Durchschnittswerte für ganze Personenzüge, die aus Lokomotive und zwei- oder dreiachsigen Wagen bestehen, aber auch bei solchen Zügen nur für mäßige Geschwindigkeiten und mittelgroße Zuglasten. Dagegen ist die Formel unbrauchbar zur Bestimmung der Widerstände von einzelnen Lokomotiven sowie von Personenzügen aus vier- und sechsachsigen Wagen und namentlich von Güterzügen bestimmter Art und Zusammensetzung. Beispielsweise wird im Güterzugbetriebe, namentlich auf Strecken mit geringen Steigungen, häufig beobachtet, daß dieselben Lokomotiven bei Förderung eines nur aus beladenen Wagen bestehenden Güterzuges nicht voll ausgelastet, bei Förderung eines aus leeren Wagen gebildeten Zuges desselben Gewichtes hingegen überlastet sind\*).

Nach zahlreichen Messungen im Betriebe\*\*) scheint es deshalb unerläßlich, besondere Widerstandsformeln für die Lokomotiven und den Zug zu verwenden. Da eine einwandfreie Formel für Lokomotiven aller Art bis jetzt noch nicht besteht, wird man wohl für jede Lokomotivgattung eine besondere Widerstandslinie aufstellen müssen\*\*\*).

Dagegen scheint die Widerstandsformel †) von Frank für Wagenzüge brauchbare Ergebnisse zu liefern. Sie berücksichtigt nicht nur Zahl und Gewicht der einzelnen Wagen, sondern auch ihre mit der Wagenbauart verschieden zu bewertenden Luftwiderstandsflächen und den erhöhten Luftwiderstand des ersten Wagens. Aus dieser allgemeinen Formel können besondere Widerstandsgleichungen für die verschiedenen hauptsächlich vorkommenden Zug-Arten und -Zusammensetzungen abgeleitet werden.

Sie haben alle die allgemeine Form  $w = 2,5 + b \cdot \left( \frac{v_{km/St}}{10} \right)^2$  und unterscheiden sich nur durch die verschiedenen Werte von b††).

Trotzdem dürfte es sich empfehlen, die Richtigkeit dieser Sonderformeln gelegentlich der zur Bestimmung der Belastungstafeln auszuführenden Versuchsfahrten nachzuprüfen, was bei Einschaltung eines zuverlässigen Zugkraftmessers zwischen Tender und Zug leicht möglich ist. Die Ergebnisse werden

\*) Beträgt beispielsweise der mittlere Fahrwiderstand eines nur aus beladenen Wagen bestehenden Kohlenzuges von etwa 500 t auf der geraden ebenen Strecke bei 40 km St Fahrgeschwindigkeit etwa 1430 kg, so ist der Widerstand eines Leerzuges derselben Art und Last etwa zu 2400 kg anzunehmen.

\*\*) Vergleiche Sanzin „Zugwiderstände“ im Handbuche des Eisenbahnmaschinenwesens v. Stockert, Band II, S. 53.

\*\*\*) Für einzelne preußische Lokomotivbauarten sind solche Widerstandsformeln bereits ermittelt, so für 2 B-Heißdampf-Schnellzuglokomotiven und 2 B 1-Vierzylinder-Schnellzuglokomotiven. Organ 1906, Taf. XLIV, Abb. 11 und 12.

†) Vergleiche Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1907, S. 96.

††) Für Durchgangszüge mit Faltenbälgen muß der Wert von b noch ermittelt werden.

zweckmäßig zur Ersparung wiederholter zeitraubender Ausrechnungen in Schaulinien oder Zahlenreihen zusammengestellt. Nach Bedarf können aus ihnen auch Widerstandslinien für ganze Züge bestimmter Art und Zusammensetzung einschließlich der Lokomotiven ermittelt werden. Bei Benutzung solcher Widerstandsformeln muß stets beachtet werden, daß sie nur für gewöhnliche Durchschnittsverhältnisse gelten, da sie den Einfluß starken Windes, großer Kälte oder anderer ungewöhnlicher Umstände nicht berücksichtigen können.\*)

Hiernach muß man bei Berechnung der Belastungstafeln für einzelne Lokomotivgattungen nicht nur die ihnen eigentümlichen Lokomotivwiderstandslinien zu Grunde legen, sondern auch die Widerstände von Zügen der Art und Zusammensetzung, wie sie von der Lokomotive in der Regel befördert werden sollen. Es wird sogar zu prüfen sein, ob es nicht vorteilhaft ist, zu einzelnen Lokomotivbauarten mehrere Schaulinienscharen und Belastungstafeln zu ermitteln, von denen jede für einen Zug von bestimmter Art und Zusammensetzung sowie für ein innerhalb gewisser Grenzen liegendes Zuggewicht gilt. Auf einigen amerikanischen Bahnen werden solche die Zugart berücksichtigenden Belastungstafeln, beispielsweise für beladene und für leere Güterzüge, bereits mit Vorteil benutzt.

Ein weiterer Grund für die großen Unterschiede in den für neuere Lokomotivbauarten benutzten Leistungswerten liegt darin, daß die zu Grunde gelegten Versuchsfahrten in den meisten Fällen mit Lokomotiven ausgeführt wurden, die entweder neu geliefert oder erst kurze Zeit im Betriebe waren. Häufig wurden zu den Fahrten noch besonders geschickte und zuverlässige Führer herangezogen; auch wurden sorgfältig alle an den Lokomotiven etwa vorhandenen kleinen Mängel beseitigt. Solche Versuchsfahrten geben ein zu günstiges Bild. Die dabei erzielten Höchstleistungen sind wesentlich verschieden von den Durchschnittsleistungen, die tatsächlich im gewöhnlichen Betriebe erreicht werden, und die von dem Lebensalter der Lokomotive, der Länge der Zeit seit der letzten bahnamtlichen Untersuchung oder größeren Ausbesserung, von dem Maße der bei den Ausbesserungen und der Unterhaltung angewendeten Sorgfalt, ferner von der Güte der verwendeten Kohlen und des Speisewassers sowie von der Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Mannschaften abhängen.

Ermittelt man die Fahrpläne nach zu günstigen Versuchsergebnissen, so werden die Lokomotiven im Betriebe überanstrengt, namentlich bei ungünstiger Witterung und starkem Seitenwinde. Eine Überlastung der Lokomotive ist in wirtschaftlicher Hinsicht oft ungünstiger als eine zu geringe Belastung. Sie hat zunächst eine zeitweise Erschöpfung des Kessels, also Fahrzeitüberschreitungen und eine Unsicherheit in den von der Lokomotive zu erwartenden Leistungen zur Folge. Auch erhöht die Überanstrengung die Gefahr des Funkenauswurfes, was zu Entschädigungen für Brandschäden Anlaß geben kann. Vor allem aber verursacht sie eine un-

\*) Auch ist es eine im Betriebe häufig beobachtete Tatsache, daß der Widerstand eines aus leeren und beladenen Wagen bestehenden Güterzuges bei Durchfahren längerer Krümmungen sehr verschieden groß ist, je nachdem die beladenen Wagen vorwiegend am Zuganfang oder am Ende laufen.

gleichmäßige und vorzeitige Abnutzung der Lokomotive, daher starkes Anwachsen der Kosten für die Unterhaltung. In vielen Fällen wird sie auch Anlaß zum Mitnehmen einer für die Wirtschaftlichkeit der Zugförderung so ungünstigen Vorspannlokomotive geben. Falls man die Überanstrengung rechtzeitig erkennt, werden die Leistungswerte für die betreffende Lokomotivgattung herabgesetzt; dabei wird aber leicht über das für diese Gattung unter gewöhnlichen Umständen erforderliche Maß hinausgegangen, da deren durchschnittliches Leistungsvermögen nach den durch Überanstrengung ungleichmäßig abgenutzten Einzellokomotiven zu niedrig eingeschätzt wird.

Zu den Versuchsfahrten für die Ermittlung der Belastungstafeln müssen hiernach Lokomotiven von verschiedenem Abnutzungszustande herangezogen werden, wie dies bei den auf S. 21 erwähnten Versuchen in den Jahren 1885/6 der Fall war. Ist dies nicht geschehen, oder ist es zunächst nicht möglich, weil von einer neuen Gattung nur unabgenutzte Lokomotiven vorhanden sind, so müssen die durchschnittlichen Leistungswerte vorläufig abgeschätzt werden. Ob dabei richtig verfahren ist, muß durch sorgfältige Beobachtungen der Lokomotiven dieser Gattung im Betriebe festgestellt werden. Zur Nachprüfung der Belastungstafeln dürfte es genügen, wenn bei einzelnen Versuchsfahrten im gewöhnlichen Betriebe die Leistungen in tkm, der Heizstoffverbrauch und die reinen Fahrzeiten aufgeschrieben werden und daraus nach dem später erörterten Verfahren der Verbrauch für die Pferdekraftstunde ermittelt wird. Dabei erhält man zugleich einen zuverlässigen Anhalt dafür, in welchen Grenzen die Leistungsfähigkeit einer Lokomotivgattung im Betriebe, beispielsweise in dem Zeitraume zwischen zwei bahnamtlichen Untersuchungen, schwankt. Die Kenntnis dieser Grenzen ist von Wert für die Bemessung der »kürzesten Fahrzeiten« in den Fahrplanbüchern.

## I. 2. Bestimmung der Fahrzeiten.

Neben der Ermittlung der Lokomotivbelastungstafeln ist die Bestimmung der Fahrzeiten für den Entwurf der Fahrpläne eine der wichtigsten Aufgaben des Eisenbahnmaschinen dienstes. Die Lokomotive wird nach den Ausführungen auf S. 4 nur dann vollkommen ausgenutzt, wenn von ihr in jedem Zeitpunkte der Fahrt eine Leistung entsprechend der ihrer Bauart eigentümlichen  $N_i$ -Linie (Textabb. 3) verlangt wird, wenn also Belastung und Fahrgeschwindigkeit oder Fahrzeit in möglichst strenger Anlehnung an die Belastungstafeln der in Frage kommenden Lokomotivgattung und Zugart bestimmt sind. Für Streckenteile, auf denen die Zuglast unverändert bleibt, jedenfalls also zwischen zwei Stationen, auf denen der Zug hält, muß bei wechselnden Steigungs- und Krümmungsverhältnissen\*) die Fahrgeschwindigkeit für jeden Streckenabschnitt mit nahezu gleich bleibender Steigung gesondert ermittelt werden, was am schnellsten mit Hilfe der Schaulinien in Textabb. 2 geschieht.

\*) Dabei können die Krümmungswiderstände in Steigungswiderstände umgerechnet und als solche behandelt werden. Auch kann man einzelne Krümmungswiderstände durch Zeitzuschläge für Geschwindigkeitserniedrigung berücksichtigen.

Wird die Fahrzeit nicht auf Grundlage der Leistungstafeln, sondern etwa zu lang bemessen, so würde bei der Zugförderung unnötig viel Zeit verloren: auch würde die Lokomotive auf einzelnen Streckenabschnitten nicht voll ausgenutzt werden. Der Wirkungsgrad der Zugförderung erreicht dabei nicht den nach Textabb. 3, Schaulinie  $\eta$ , zu bestimmenden günstigsten Wert, und der Kohlenverbrauch für die Leistungseinheit wird unnötig hoch. Nimmt man dagegen die Fahrzeit auf Steigungen für ein bestimmtes Zuggewicht zu kurz an, so kann der Fahrplan nur unter Einstellung einer Vorspannlokomotive eingehalten werden. Nur ein auf Grund einwandfreier Belastungstafeln entworfener Fahrplan ermöglicht die wirtschaftlich gute Ausnutzung der Lokomotiven und gibt dem Lokomotivführer einen brauchbaren Anhalt für die vorteilhafteste Regelung der Fahrgeschwindigkeit.

Bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen wird schon seit langen Jahren auf die Anpassung der Fahrzeiten an das Leistungsvermögen der Lokomotiven großer Wert gelegt. Die Bemühungen haben im Personenzugdienste bessern Erfolg gehabt als im Güterzugdienste, obwohl aus den auf S. 2 angegebenen Gründen grade im Güterzugdienste viel leichter eine dauernd gute Auslastung der Lokomotiven erreicht werden kann als in dem an feste Züge mit wechselnder Belastung gebundenen Personenzugdienste. Begründet ist dieser Unterschied hauptsächlich durch das Fehlen einwandfreier Belastungstafeln, wenigstens für die neueren Lokomotivgattungen, ein Mangel, der nur im Personenzugdienste durch Anwendung des im folgenden beschriebenen Verfahrens zur Bestimmung der Fahrzeiten zum Teil ausgeglichen wird.

Bei Festsetzung der Güterzug-Fahrzeiten und -Zuglasten für die neueren Lokomotivgattungen sind meist vereinzelte Versuchsfahrten auf den in Frage kommenden Strecken ausgeführt worden. Dafs man hierbei nicht zu einwandfreien Ergebnissen kommen kann, wurde bereits begründet. Gerade für den Güterzugdienste ist deshalb die Ermittlung einwandfreier, allgemein verwendbarer Lokomotiv-Belastungstafeln sowie die Einführung eines einheitlichen Verfahrens für die Ermittlung der Fahrzeiten dringend zu empfehlen.

Bei der Berechnung der Fahrzeiten für Personen- und Schnellzüge benutzt man auf den preussisch-hessischen Staatsbahnen allgemein »Grundgeschwindigkeiten« und »Betriebslängen«. Unter Grundgeschwindigkeit  $V_0$  ist die planmäßige Fahrgeschwindigkeit des Zuges in der ebenen geraden Strecke zu verstehen. Man nimmt bei Ermittlung der Fahrzeiten an, daß der Zug auch auf ansteigenden Streckenteilen mit dieser Grundgeschwindigkeit befördert wird, indem man nicht die wirkliche Länge  $l$  der geneigten Strecke, sondern deren »Betriebslänge«\*)  $l_m$  einführt. Dementsprechend ist unter der Betriebslänge einer Steigungstrecke die Weglänge  $l_m$  zu verstehen, die der Zug mit der Grundgeschwindigkeit  $V_0$  auf ebener Bahn in derselben Zeit durchfährt, wie die wirkliche Länge  $l$  der geneigten Strecke mit der auf ihr tatsächlich erreichten Geschwindigkeit  $V$ .

Zur Berechnung der Betriebslängen von Steigungstrecken bedient man sich der Weg-Zuschlagzahlen  $s$ , die aus  $V_0$  und  $V$

\*) Es ist  $\frac{l}{V} = \text{Fahrzeit} = \frac{l_m}{V_0}$ , also Betriebslänge  $l_m = l \cdot \frac{V_0}{V}$ .

ermittelt werden\*). Für Fahrten in Gefällen sind an Stelle der Streckenzuschläge Abzüge zu machen, soweit eine Erhöhung der Geschwindigkeit mit Rücksicht auf die bestehenden Sicherheitsvorschriften zulässig ist.

Bei einer Berechnung der Fahrzeiten mit Hilfe von Betriebslängen wird angenommen, daß der Zug auf jedem Streckenabschnitte von bestimmter Neigung dauernd mit derselben Geschwindigkeit fährt. Deshalb müssen die Fahrzeiten noch durch Zeitzuschläge zur Berücksichtigung der allmählichen Geschwindigkeits-Erhöhung und -Ermäßigung beim Anfahren und Anhalten berichtigt werden.

Damit die Lokomotive auf allen Streckenabschnitten von

verschiedener Neigung voll ausgenutzt wird, muß bei Ermittlung der Betriebslängen nach den Grundsätzen verfahren werden, die für die Bestimmung der Belastungstafeln angegeben wurden. Dies geschieht bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen mit Hilfe eines von v. Borries angegebenen zeichnerischen Verfahrens zur Bestimmung der Streckenzuschlagzahlen. Dabei werden Schaulinienscharen nach dem in Textabb. 5 angegebenen Beispiele für verschiedene Grundgeschwindigkeiten benutzt. Aus ihnen können für jede Steigung  $m$  die zugehörige Zuschlagszahl  $s$  und auch die tatsächlich auf dem Streckenabschnitte zu erreichende Fahrgeschwindigkeit  $V$  abgelesen werden.

Abb. 5.

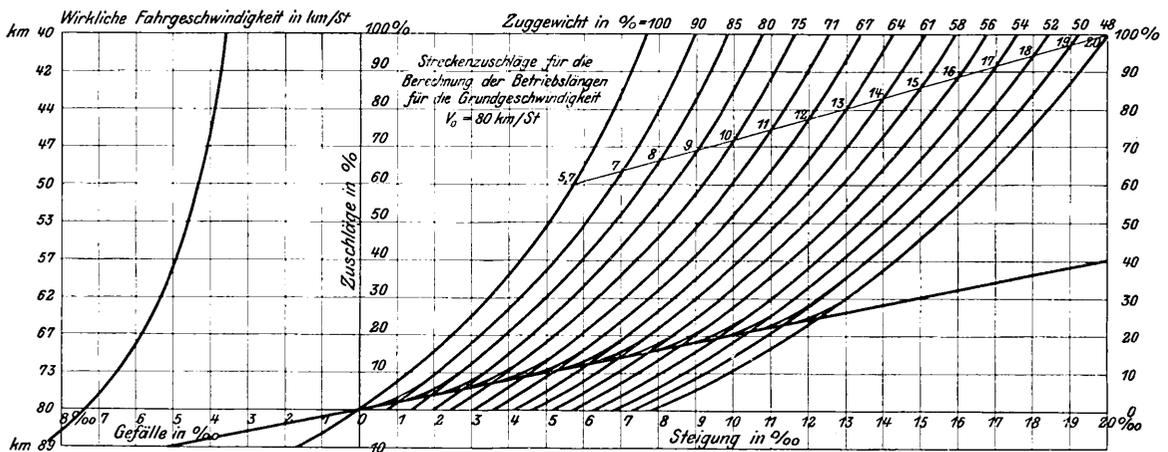
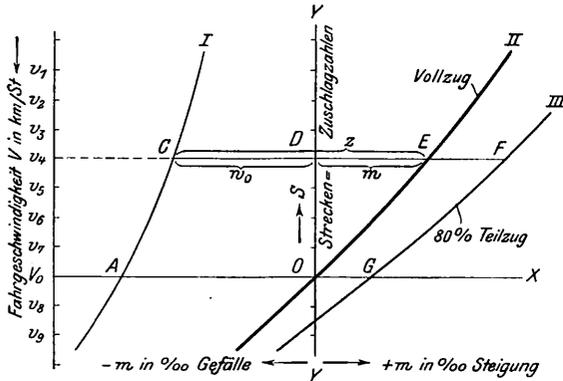


Abb. 6.



Zur Erläuterung dieser Schaulinien\*\*) möge hier nur hervorgehoben werden, daß die Linie I, bezogen auf die  $y-y$ -Achse in Textabb. 6, die Widerstandslinie des Zuges einschließlich der Lokomotive auf gerader ebener Bahn darstellt, daß also die Länge  $AO$  den Zugwiderstand in  $kg/t$  bei der Grundgeschwindigkeit  $V_0$ , die Länge  $CD$  dagegen diesen Widerstand bei der Fahrgeschwindigkeit  $V_1$  angibt. Die Länge  $CE$  ist der ganze Zugwiderstand  $z$  für  $1 t$  des Zuggewichtes, den die Lokomotive entsprechend ihrem größten Leistungsvermögen bei der Geschwindigkeit  $V_1$  überwinden kann;  $z$  ist  $= \frac{\text{Zugkraft } Z^{kg}}{\text{Zuglast } Q^t}$ . Die Länge  $DE = CE - CD$  stellt demnach den Steigungs-

\*) Es ist  $l_m = 1(1 + s)$ , also Streckenzuschlagzahl  $s = \frac{l_m - 1}{1}$  oder  $= \frac{V_0 - V}{V}$ .

\*\*) Näheres über die Entstehung der Schaulinien, Organ 1887 S. 150; 1893 S. 85; 1905. S. 149. 180.

widerstand oder die Steigung  $m$  in ‰ dar, die bei der Geschwindigkeit  $V_1$  überwunden werden kann. Die Linie II, bezogen auf die  $y-y$ -Achse, zeigt hiernach die bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten zu nehmenden größten Steigungen an. Aus der Schaulinie II kann für jeden Streckenabschnitt von bestimmter Steigung  $m$  die auf diesem Streckenteile einzuhaltende Geschwindigkeit  $V$  und die zugehörige Streckenzuschlagzahl  $s$ \*) zur Ermittlung der Betriebslänge abgelesen werden.

Wird die Lokomotive nicht mit einer der Linie II entsprechenden Last  $Q$ , das heißt mit dem Vollzuge, belastet, sondern mit einer geringern Last, etwa  $0,8 Q$  einschließlich Lokomotivgewicht, so kann sie, da ihre Zugkraft  $Z$  unverändert bleibt, bei der Geschwindigkeit  $V_1$  einen größern Widerstand für jede  $t$  Zuggewicht, nämlich  $z' = \frac{Z}{0,8 Q} = C F$ , also eine größere Steigung  $DF$  überwinden. Die so erhaltene Linie III gilt somit für den Teilzug von  $80\%$ . Er kann nach Textabb. 6 schon bei der Steigung  $OG$  mit der Grundgeschwindigkeit  $V_0$  befördert werden.

Hiernach sind die Schaulinien der Textabb. 5 nichts anderes als Belastungslinien nach Art der Textabb. 2 S. 3, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, daß sie für das ganze Zuggewicht einschließlich der Lokomotive und nur für die einzelne Grundgeschwindigkeit  $V_0 = 80$  km/St gelten. Ähnliche Schaulinien sind für andere Grundgeschwindigkeiten  $V_0 = 100, 90, 70, 60$  und  $50$  km/St aufgestellt.

\*)  $V$  und  $s$  stehen zu einander in dem in Fußnote\*) auf S. 24 angegebenen Verhältnisse.

(Fortsetzung folgt.)

## Die neuen Kesselschmieden in den Hauptwerkstätten Leinhausen und Stendal.

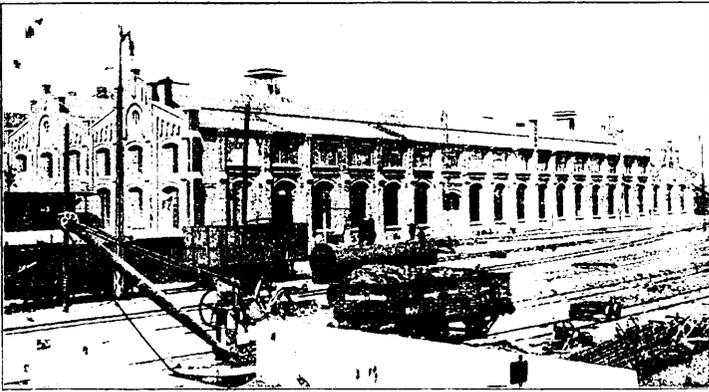
Von Simon, Regierungs- und Baurat in Hannover.

(Schluß von Seite 5.)

### II. Kesselschmiede Stendal.

In der Hauptwerkstätte Stendal ist die neue Kesselschmiede zusammen mit der Tenderwerkstätte in einem ebenfalls zweischiffigen Hallenbaue von 96,5 m Länge, 33,85 m Breite und 14,95 m Höhe bis zum Firste untergebracht, der dem vorhandenen zweistöckigen Drehereigebäude vorgelagert wurde. (Textabb. 1 bis 3 und Abb. 1 bis 4, Taf. II.) Die Längswand und die

Abb. 1.



Giebelwände sind aus Ziegelmauerwerk und unter sparsamer Verwendung von weißem Sandsteine in gefälliger Gliederung aufgeführt. Um die Räume der alten Dreherei nicht zu verdunkeln ist ein Zwischenschiff von 4,6 m Breite mit niedrigem Glasdach eingelegt, so daß das obere Stockwerk des alten Gebäudes das Tageslicht wie bisher frei empfängt, während die im Erdgeschoße liegende Hauptdreherei durch das in ganzer Breite durchgehende Glasdach erhellt wird. Die anstoßende Längswand der Haupthalle ist dementsprechend in den Eisenbau mit einbezogen. Ihre Hauptsäulen aus Eisenfachwerk stehen wie die Mittelsäulen zwischen beiden Schiffen in 11 m Teilung und tragen wie diese die Kranlaufbahnen in 8 m Höhe, die Dachbinder in 10,5 m Höhe über Fußboden. Das Dach ist mit Ruberoid auf Holzschalung abgedeckt. Der östlichen Giebelwand ist ein etwas niedrigerer Anbau quer vorgelegt, der die Kümpelei und, durch eine Zwischenwand vollständig getrennt, den Raum für die kleineren Werkzeugmaschinen enthält. Das Innere der Haupt- und Neben-Hallen wird durch reichlich bemessene Fensterflächen in der Vorderwand und durch Sattelloberlichter in der ganzen Länge des Firstes erhellt. Die Lüftung kann durch Klappen in den Seitenfenstern erfolgen. Besonders wirksam erweisen sich jedoch vier Lüftungsaufbauten auf den Dachfirsten, die mit einer Grundfläche von 5 qm den Dunst unter dem Dache rasch abführen und durch je zwei Klappen verschließbar sind. Eine kräftige Holzwand von 2 m Höhe trennt die Halle derart, daß für die Kesselschmiede der nördliche Teil von 43,75 m Länge bleibt. Der

Fußboden der Hallen besteht aus Beton, die Kümpelei hat Lehmeshtrich, der Werkzeugmaschinenraum Holzklotzpfaster. Von dem der Längswand vorgelagerten Hauptgleise werden die Kessel über eine Drehscheibe von 6 m Durchmesser auf dem rechtwinkelig zur Hallenlängsachse liegenden Zufuhrgleise eingebracht, durch die in den beiden Schiffen laufenden Kräne vom Kesselwagen abgehoben, über die vorhandenen Tender und Kessel hinweg zur Arbeitstelle verfahren und auf niedere Rollenböcke abgesetzt. Die Kräne haben mit Rücksicht auf die großen Tender von 31 cbm Wasserinhalt eine Tragfähigkeit von 28 t erhalten. Sie werden mit Gleichstrom von 220 V aus dem eigenen Kraftwerke betrieben, vom geräumigen Führerkorbe aus gesteuert und arbeiten bei der Höchstlast mit Geschwindigkeiten von 3 m/Min für Heben, 50 m/Min für Kranfahren und 15 m/Min für Katzenfahren, während bei geringerer Last noch eine Steigerung der Geschwindigkeiten eintritt, da durchweg Hauptschluftriebmaschinen verwendet sind. Endausschalter begrenzen Hub- und Kranfahrbewegung. Im Gegensatz zu den Laufkränen der Kesselschmiede in Leinhausen haben diese beiden Hebezeuge je zwei Katzen, da sie auch die

Abb. 2.

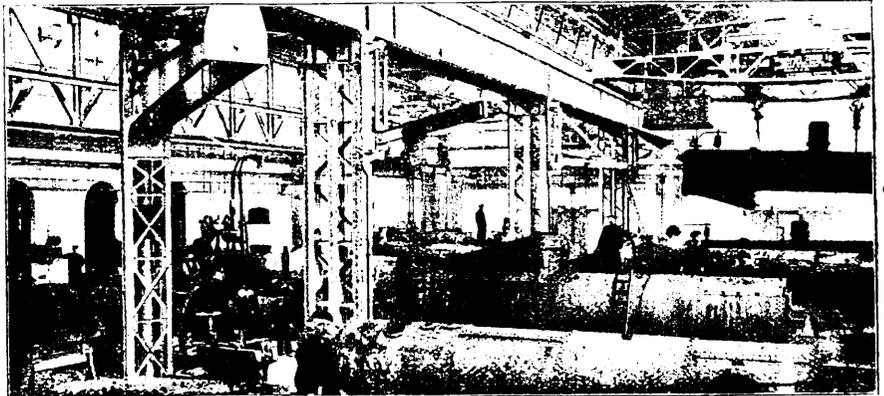


Abb. 3.



Tenderwerkstatt bedienen sollen. Jede Katze trägt an zwei Seilrollenzügen einen kräftigen Tragbalken, der an den Unterflaschen mit Bolzen lösbar befestigt ist. Wie Textabb. 2 und 3 erkennen lassen, werden die Tragbalken zum Anheben von Tendern unter den vordern Zugkasten und die hintere Brustschwelle oder unter den Rahmen geschoben; die Kessel werden ebenfalls unmittelbar auf den Querbalken angehoben oder mit Schlingbändern in kräftige Doppelhaken eingehängt, die in Balkenmitte abnehmbar befestigt sind. Bei 5 m regelmäßigem Abstände gestattet der Raum Aufstellung von 14 der großen Kessel von 2 C 1-Lokomotiven neuester Bauart und bietet außerdem für den Zusammenbau einzelner Schüsse und ganzer Feuerkisten genügend Platz. Ein längs der Mittelsäulen laufender Einschienenkran mit 2 t Tragfähigkeit und 4,5 m Ausladung befördert Baustoffe und Bauteile in der Längsrichtung der Halle, von einem Kranschiff in das andere und unterstützt im Bedarfsfalle die zahlreich angebrachten Auslegerkräne. Diese leichten Hebezeuge von 1 t Tragfähigkeit sollen hauptsächlich zum Aufhängen der Niet- und Bohr-Maschinen dienen, an den Säulen zwischen Haupt- und Neben-Schiff auch die Beförderung der Werkstücke vor die Bohrmaschinen erleichtern. Die beiden Säulenbohrmaschinen haben einen im Kreise drehbaren Ausleger von 2,5 m größter Ausladung und allseitig einstellbare Bohrspindel. Sie sind so aufgestellt, daß auch ganze Kessel bei größeren Bohrarbeiten an den Feuerkisten mittels der Laufkräne leicht in ihren Arbeitsbereich gebracht werden können. Nach Verschwenken des Auslegers können im Nebenschiff Feuerkisten, oder auf besonders aufgestellten Arbeitstischen Rohrwände gebohrt werden. Neben den Bohrmaschinen ist eine große Fräsmaschine mit senkrechter Spindel, verschiebbarem Doppelständer und schräg verstellbarem Tische von  $3,8 \times 2,5$  m Arbeitsfläche aufgestellt, die zur Bearbeitung der Feuerbüchse Grundringe, zum Fräsen der Stemmkanten großer Rohrwände und ähnlichen Fräsarbeiten an großen Stücken dienen soll. An der Giebelwand steht, von beiden Schiffen aus zugänglich und von einem Wandauslegerkrane bedient, die Stanze und Blechschere mit hufeisernem Körper.

Die Verbindung mit den anliegenden Nebenräumen, Kümpelei und Werkzeugmaschinenraum, ist durch weite, mit Schiebetüren dicht verschließbare Tore möglich. Schmalspurgleise, mehrfach durch Drehscheiben und Quergleise verbunden, ermöglichen die Weiterbeförderung der von den Kränen der Kesselschmiede herangebrachten Gegenstände unter die Laufkräne der beiden Nebenräume.

Der mit elektrisch betriebenen Hebe- und Kranfahr-Werke arbeitende Laufkran in der Kümpelei bedient Blechglühofen, Richtplatte und Blechbiegewalze und ist mit 3 t Tragfähigkeit kräftig genug, um auch die Walzen der Biegemaschine von 3,05 m Länge und 400/360 mm Durchmesser und die Richt- und Kumpel-Platten anheben und versetzen zu können. Die beiden Kumpelfeuer haben Rauchhauben mit weiten Rohransätzen, die in den über Dach führenden gusseisernen Abzugschornsteinen von 500 mm Weite auf- und niedergeschoben werden können und durch einen an drei Drahtseilen hängenden gusseisernen Ring ausgewichtet sind. Die Hauben können vollständig herausgezogen und an Wandauslegerarmen zur Seite

geschwenkt werden, wenn der die Feuer und Platten bedienende Schwenkkran die Kumpelbleche auf den Herd bringt. Der Blechglühofen ist im Gegensatz zu dem in Leinhausen aufgestellten Vorwärmofen nur mit Halbgasfeuerung versehen, die außerhalb des Gebäudes liegt und durch ein leichtes Dach geschützt ist. Diese Art der Feuerung hat sich bei dem häufiger unterbrochenen Betriebe unserer Kümpeleien als sparsamer an Kosten und Zeit erwiesen, als ein Vorwärmofen, dessen Vorteile nur bei Dauerbetrieb ausgenutzt werden können.

Der Werkzeugmaschinenraum wird ebenfalls von Schmalspurgleisen durchzogen, die die Verbindung mit der Kümpelei und den Haupthallen herstellen. Ein besonderer Verschlag umschließt die von eigener Gleichstrommaschine angetriebene PrefsLuftpumpe mit einer Prefs-Leistung von 5 cbm/Min Ansaugeluft auf 8 at. Die Luft wird über Dach angesaugt und geht durch ein Filter zur Pumpe. Der zugehörige Windkessel ist in der angrenzenden alten Wagenhalle aufgestellt. Das Windrad für die Schmiede- und Niet-Feuer und die Prefswasserpumpe mit dem Speicher sind in demselben Raume abgetrennt, werden jedoch von der Hauptwellenleitung angetrieben, die einer Gruppe von Stehbolzen-, Deckenanker-, Schrauben-Dreh-Bänken und Bohrmaschinen Kraft zuführt. Diese Arbeitsmaschinen sind unter einem Trägergerüste aufgestellt, an dem sich die Vorgelege in einfacher Weise befestigen lassen. Die andere Hälfte des Raumes nehmen Werkzeugmaschinen mit elektrischem Einzelantriebe ein, darunter eine Auslegerbohrmaschine und eine Fräsmaschine mit gelenkigem, an der Wand befestigtem Arme zum Bohren und Befräsen der aus der Kümpelei kommenden Rohrwände und gekümpelten Kesselplatten.

Das Seitenschiff längs der alten Dreherei bietet Raum für kleinere Kesselarbeiten, für Aufstellung von Werkbänken und nötigenfalls später für Werkzeug-, insbesondere Bohr-Maschinen. Der Teil neben dem Hauptzugange ist unter Mitbenutzung von Räumen des angrenzenden Gebäudes zum Waschraume und Verbandzimmer ausgebaut. Ersterer ist mit Kippwaschbecken und eisernen Kleiderschränken ausgestattet und enthält außerdem vier Brausebadzellen zur Entlastung der Badeanstalt.

Die angrenzende Tenderwerkstatt mit 14 Arbeitständern ist mit Werkbänken und eisernen Stützböcken für bequeme Auflagerung der Tender reich versehen. Ein zweistöckiger Anbau an der westlichen Giebelwand enthält zu ebener Erde eine kleine Nebenschmiede, einen Prüfraum für die Brems-einrichtungen, eine Werkzeugausgabe für beide Werkstätten und den Waschraum für die Tenderschlosser, im obern Stocke, von einem breiten Stege aus erreichbar, Zimmer für die Aufsichtsbeamten, die von dem Stege aus gute Übersicht haben, und einige Nebenräume für Lagerzwecke.

Die Ausrüstung der Kesselschmiede umfaßt noch zwei Schmiedefeuer mit dicht schließenden Rauchklappen, eine Anzahl Schalennietfeuer mit Schläuchen für den Anschluß an die in Fußbodenkästen liegenden Hähne der Windleitung, eine fahrbare Kessel-Bohr- und Gewindeschneid-Maschine, PrefsLuft-Niethammer und -Meißel, sowie elektrische Handbohrmaschinen. Für Nietarbeiten an den Grundringen und Feuerlöchern ist eine Prefswasser-Nietmaschine mit 43 t Prefsdruck bei 100 at

Betriebwasserdruck, 400 mm Maulweite und 150 mm Maultiefe von Haniel und Lueg und eine elektrische Nietmaschine von C. Flohr vorhanden. Beide Maschinen lassen sich bequem in die vorhandenen Hebezeuge einhängen, nach allen Seiten einstellen und haben besondere Döpper zum Nieten von Feuertürlöchern nach Webb.

Die Kraft- und Lichtleitungen erhalten aus dem eigenen Werke Gleichstrom von 220 V Spannung. Die Allgemeinbeleuchtung erfolgt durch Intensiv-Flammenbogenlampen, die zwischen den Dachbindern an Seilentlastungsvorrichtungen aufgehängt sind: für die Arbeitsmaschinen und Werkplätze an den Schraubstöcken sind Glühlampen mit Schirm und Schutzkorb vorgesehen. Steckdosen gestatten überall den Anschluss von Handlampenkabeln beim Arbeiten im Kesselinnern. Ebenso zahlreich und gut verteilt sind nach Abb. 4, Taf. II die Anschlüsse für elektrische Kraft, die Doppelhähne für Prefsluft, die Standrohre der Wasserleitung und die Anschlussähne der Windleitung für die Nietfeuer.

Die Heizung erfolgt durch Hochdruckdampf in Rippenheizkörpern über Flur und in Rippenrohrsträngen, die an den Längswänden der Halle unter den stark abkühlenden oberen Fensterflächen verlegt sind. Die weitgehende Unterteilung der Heizflächen ermöglicht rasche und gleichmäßige Beheizung. Die Rippenheizkörper sind dicht vor den Säulen und Pfeilern aufgestellt und durch kräftige Schutzgitter aus Streckmetall vor Beschädigungen bewahrt. Der meist überhitzte Hochdruckdampf wird erst nach Eintritt in die Tenderschmiede auf 2,5 at abgespannt. Das Niederschlagwasser aus den Heizkörpern fließt durch ein Rohrnetz in Fußbodenkanälen dem Behälter im Kesselhause wieder zu. Die Kanäle sind mit Riffelplatten in eisernen Zargen abgedeckt und so angeordnet, daß sie Beschädigungen durch Lagerung oder Aufwerfen schwerer Teile möglichst entrückt sind.

Zur Vornahme der Druckprobe sind vier Arbeitsplätze mit Gruben bestimmt, die das Ablaufwasser durch einen Senkschacht dem Abwassernetze zuführen.

Die bauliche Ausführung der Kesselschmiede zusammen mit der Tenderwerkstatt und einschließlic der Anbauten für

Kümpelei und Werkzeugmaschinen, des Glühofens und Schornsteines kostete 243 300 *M*, die ganze Ausrüstung 241 700 *M*.

Wie in Leinhausen soll auch in Stendal ein besonderer Schuppen errichtet werden, in dem die Schmutz und besonders durchdringenden Lärm verursachenden Vorarbeiten, wie Ausklopfen des Kesselsteines, Abbohren und Ausheben der Feuerkisten vorgenommen werden können. Der Schuppen wird in passendem Abstände vom Glühofen mit der Längsachse rechtwinklig zu den Gleisen des Werkstättenhofes errichtet. Ein vorhandener Laufkran von 20 t soll auf besonderm Eisengerüste durch den Schuppen und über einige der Gleise so geführt werden, daß hier auch das Abheben der Kessel vom Rahmen oder das Beladen von Wagen mit Kesseln und schweren Bauteilen erfolgen kann.

Mit den beiden Neuanlagen für Kesselausbesserung konnten schon unmittelbar nach der Inbetriebnahme erhebliche Vorteile für den Betrieb und den flotten Gang der Ausbesserungsarbeiten erzielt werden. Dazu trug weniger der Umstand bei, daß in den vergrößerten Räumen mehr Kessel gleichzeitig in Arbeit genommen werden konnten, denn die Arbeiterkopffzahl war nur unwesentlich erhöht worden; die Mehrleistungen werden hauptsächlich dadurch erreicht, daß nun schwere und leichte Hebezeuge in ausreichender Anzahl und guter Verteilung und zahlreiche für die Beschleunigung der Handarbeit wichtige, leicht bewegliche Werkzeuge mit Kraftantrieb zur Verfügung stehen, zugleich die Leistungsfähigkeit der neu beschafften und durchweg mit Schnellstahl arbeitenden Werkzeugmaschinen gegen früher bedeutend gestiegen ist und endlich hoher Wert darauf gelegt wurde, die Beförderungswege der Kessel, Bauteile und Baustoffe möglichst einfach und kurz zu gestalten. Mit der fortschreitenden Gewöhnung der Beamten und Arbeiter an die neuen Betriebseinrichtungen erhöhen sich die Leistungen nach den bislang in Leinhausen gemachten Erfahrungen weiter, und nicht zuletzt kommt auch der Aufenthalt in den hohen, gut gelüfteten und hellen Räumen und das Fernhalten gröbern Schmutzes den Arbeitern, letzteres auch den Werkzeugmaschinen, und damit der Leistungsfähigkeit der Werkstätte zugute.

## Über das Verdampfungsgesetz des Lokomotivkessels.

Von O. Köchy, Professor in Aachen.

(Fortsetzung von Seite 8.)

### II. Das Verdampfungsgesetz für Zwillings-Lokomotiven.

Wegen der verhältnismäßig geringen Zahl der beobachteten Lokomotiven, von denen für die Hauptuntersuchung noch zwei ausgeschaltet werden mußten, war es nötig, für diese letztere alle Zwillings-Lokomotiven, gleichgültig ob Personen- oder Güterzug-Lokomotiven, zu vereinigen. Das ist wohl aus verschiedenen Gründen nicht ganz richtig und die Abweichungen, die die Beobachtungswerte von den Werten des aufgestellten Verdampfungsgesetzes zeigen, dürften wenigstens teilweise auf diesen Umstand zurückzuführen sein. Besonders dürfte die

verschiedene Länge der Heizrohre, die sich hieraus ergibt, das Ergebnis etwas beeinträchtigen.

Da man annehmen kann, daß ähnliche Lokomotiven, das heißt solche, bei denen die für die Verdampfung in Betracht kommenden Werte von  $H:R$ ,  $H:f$ ,  $H:H_f$  dieselben sind, (Zusammenstellung III) gleiche Verdampfungszahlen  $\vartheta$  ergeben, so ist ersichtlich, daß bei Änderung dieser Verhältnisse auch  $\vartheta$  sich verändert, daß diese Verhältnisse also auch in das Verdampfungsgesetz eingehen werden. In Zusammenstellung III sind diese Werte in einer für die weitere Behandlung angemessenen Form aufgeführt.

Zusammenstellung III.

Lokomotive Nr.	$\vartheta$ beobachtet	$\frac{H}{R}$	$\frac{10^4}{\frac{H}{R}}$	$\frac{H}{f \cdot 60^2} = B$	$B \vartheta = Q$	$\frac{R}{f}$	$q = \frac{173}{\frac{R}{f}} = \frac{173 f}{R}$	$\frac{H}{H_f}$
8	31,65	64,5	155,2	2,69	85,1	150,3	1,150	13,75
9	33,10	77,8	128,6	3,22	106,6	148,8	1,164	15,85
3	37,68	51,7	193,3	2,69	101,5	187,5	0,925	13,30
2 g	41,02	60,3	165,9	3,13	128,4	186,6	0,930	12,75
1 g	42,04	64,0	156,5	3,26	136,8	183,4	0,945	13,63
4	42,47	53,5	187,2	2,68	114,0	180,8	0,960	14,00
1	44,14	54,4	184,0	2,62	115,5	173,3	1,000	13,75
2	45,86	54,4	184,0	2,62	120,0	173,3	1,000	13,75
6	47,06	61,5	162,5	3,08	144,8	179,9	0,965	12,50
5	47,37	51,0	196,1	2,34	109,9	165,3	1,045	15,85
7	38,17	70,43	142,0	4,22	161,2	216,9	0,800	14,85
3 g	37,20	81,56	122,6	2,61	94,3	115,3	1,500	16,05

Die Reihenfolge der Lokomotiven ist hier geändert, indem zur Erlangung einer ersten Übersicht die Ordnung nach steigendem Werte von  $\vartheta$  erfolgt ist. Der Wert von  $\vartheta$ \*) ist das arithmetische Mittel der für die verschiedenen Geschwindigkeiten berechneten Werte der Zusammenstellung II, wobei die Werte für die niedrigen Fahrgeschwindigkeiten ausgeschieden sind, bei Personenzug-Lokomotiven die Werte bis 30 km/St, bei Güterzug-Lokomotiven bis 20 km/St. Neben dem Werte von  $H : R$  ist der umgekehrte Wert, und zwar seiner Kleinheit wegen mit  $10^4$  vergrößert, eingetragen. Der Wert  $B = \frac{H}{f \cdot 60^2}$  ergibt mit  $\vartheta$  multipliziert den Wert  $B \vartheta = Q$ , die in der Sekunde aus der Flächeneinheit des Blasrohrquerschnittes ausströmende Dampfmenge, die zur mittlern Ausströmgeschwindigkeit des Dampfes in geradem Verhältnisse steht, und als Maß für diese gelten soll. Weiter enthält die Zusammenstellung noch den Wert  $\frac{R}{f} = \frac{H}{f} : \frac{H}{R}$ . Der Wert  $q^{**}) = \frac{173}{R : f}$  stellt das Verhältnis des Mittelwertes 173 der Werte  $R : f$  der ersten zehn Lokomotiven der Zusammenstellung III zum einzelnen Werte  $R : f$  dar. Auf das Verhältnis  $H : H_f$  wird später eingegangen werden.

Am Schlusse der Zusammenstellung III sind die beiden Lokomotiven 7 und 3 g aufgeführt. Sie sind für die folgenden Untersuchungen ausgeschaltet worden, da sich für sie schon bei den vorläufigen Untersuchungen ein stark abweichendes Verhalten ergab. Von vornherein fällt auf, daß sie hinsichtlich der Werte  $R : f$  und damit auch  $q$  an den äußersten Enden der Reihe stehen und in verhältnismäßig sehr weitem

\*) Der als „beobachtet“ bezeichnete Wert von  $\vartheta$  ist zwar in Wirklichkeit aus den Beobachtungen mit Hilfe der Grundgleichungen der Lokomotive berechnet, ist aber der Kürze wegen als Beobachtungswert bezeichnet da er sich unmittelbar aus diesen Gleichungen ergibt.

\*\*\*) Daß dem Werte  $q$  eine eigentümliche Bedeutung für die vorliegende Frage zukommt, wurde von meinem Kollegen, dem Professor für Vermessungskunde Schumann schon zur Zeit der ersten Versuche zur Aufstellung des Gesetzes aus rein mathematischen Erwägungen geschlossen. Herrn Schumann, dessen große Erfahrungen in der Ausgleichsrechnung mir vielfach von Nutzen gewesen sind, sage ich hier meinen verbindlichsten Dank. Der Verfasser.

Abstände von den nächst benachbarten Lokomotiven. In der Tat hat die eine der beiden Lokomotiven das engste, die andere das weiteste Blasrohr der ganzen Reihe bei gleicher Rostfläche beider.

In Abb. 3, 4 und 5, Taf. III sind die Werte von  $\vartheta$ ,  $10^4 : \frac{H}{R}$  und  $Q$  als Höhen aufgetragen. Die zugehörigen Längen sind zunächst willkürlich nach Maßgabe der Stellung der zugehörigen Lokomotive in der Reihe angenommen, so daß die Höhen in gleichem Abstände auf einander folgen. Für jede Wertreihe oder Linie ist mit Hilfe der Ausgleichsrechnung die mittlere Linie berechnet, deren Gleichung sich also in der Form

$$y = a + bx$$

darstellt, wenn man die Höhen der drei Linien allgemein mit  $y$ , die Längen mit  $x$  bezeichnet. Diese mittlern Geraden sind gleichfalls in Abb. 3 bis 5, Taf. III eingetragen. Man ersieht nun aus Abb. 4 und 5, Taf. III ein eigentümliches Verhalten der Werte  $10^4 : \frac{H}{R}$  und  $Q$ . Wenn man von zusammengehörigen Punkten beider Linien letztere in der gleichen Richtung verfolgt, so findet man, daß beide Linien in der Höhenrichtung in Bezug auf einander stets entgegengesetzte Richtung einschlagen, dem Aufsteigen der einen entspricht ein Fallen der andern. Dies läßt auf ein gesetzmäßiges Verhalten der Werte beider Linien zu einander und zu  $\vartheta$  schließen.

Die Gleichungen der drei geraden Mittellinien lauten:

Gl. 1) . . . . .  $\vartheta = 31,6 + 1,76 x$

Gl. 2) . . . . .  $10^4 : \frac{H}{R} = 150 + 3,9 x$

Gl. 3) . . . . .  $Q = 99,0 + 3,162 x$ .

Schafft man je aus den Gl. 1) und 2) und Gl. 1) und 3) den willkürlichen Wert  $x$  fort, so erhält man zwei Werte von  $\vartheta$ , von denen der eine nur von  $H : R$ , der andere nur von  $Q$  abhängig ist, nämlich

Gl. 4) . . . . .  $\vartheta' = 4500 : \frac{H}{R} - 35,9$

Gl. 5) . . . . .  $\vartheta'' = 0,555 Q - 23,3$ .

Die Werte dieser beiden Gleichungen sind in Abb. 6, Taf. III

aufgetragen. Die beiden Linien zeigen einen ähnlichen Verlauf, wie die in Abb. 4 und 5, Taf. III, aus denen sie hervorgegangen sind. Bildet man aus  $\vartheta'$  und  $\vartheta''$  das arithmetische Mittel  $\vartheta$ , so ergibt sich

$$\text{Gl. 6) } \dots \vartheta_1 = \frac{\vartheta' + \vartheta''}{2} = 2250 : \frac{H}{R} + 0,2775 Q - 29,6.$$

Die Linie dieser Werte von  $\vartheta_1$ , die gleichfalls in Abb. 6, Taf. III mit der Linie der beobachteten  $\vartheta$  Werte, sowie deren Mittellinie eingetragen ist, zeigt nun einen ganz ähnlichen Verlauf, wie diese  $\vartheta$ -Linie, nur erscheinen die Abweichungen von der geraden Mittellinie verzerrt gegenüber denen der letztern. Man erhält aber befriedigende Übereinstimmung, wenn man die  $\vartheta_1$  Werte aus Gleichung 6) mit  $\varrho$  multipliziert, also setzt

$$\vartheta_2 = \varrho \vartheta_1 = \varrho (2250 : \frac{H}{R} + 0,2775 Q - 29,6).$$

Setzt man in diese Gleichung den Wert von Q nach Zusammenstellung III ein, so erhält man

$$\vartheta_2 = \varrho (2250 : \frac{H}{R} + \frac{0,2775}{60^2} \frac{H}{f} \vartheta - 29,6)$$

und da  $\varrho = 173 : \frac{R}{f}$  ist, so wird endlich

$$\text{Gl. 7) } \dots \vartheta_2 = \varrho (2250 : \frac{H}{R} - 29,6) + \frac{1}{75} \frac{H}{R} \vartheta.$$

Die Werte  $\vartheta_2$  aus 7) zeigen gemäß Zusammenstellung IV befriedigende Übereinstimmung mit den beobachteten Werten von  $\vartheta$ .

Zusammenstellung IV.

Lokomotive Nr. . .	8	9	3	2g	1g	4	2	1	6	5
$\vartheta_2$ . . . . .	33,40	33,49	38,93	40,06	41,76	42,54	43,70	45,00	45,30	47,45
$\vartheta$ beobachtet . . . . .	31,70	33,10	37,70	41,00	42,00	42,50	44,10	45,90	47,10	47,40
$\frac{\vartheta_2}{\vartheta}$ . . . . .	1,055	1,011	1,033	0,977	0,995	1,001	0,990	0,982	0,945	1,001
$\vartheta_3$ . . . . .	44,20	21,40	41,80	36,70	40,00	40,70	42,80	42,80	38,00	47,70

Der mittlere Fehler  $\varphi_2 = \sqrt{\frac{\sum \varphi^2}{m-i}}$  berechnet aus den Einzelfehlern  $\varphi = \frac{\vartheta_2}{\vartheta} - 1$ , wobei  $m = 10$  die Zahl der Beobachtungen und  $i = 3$  die Zahl der Festwerte in Gl. 7) bedeutet, beträgt nur

$$\varphi_2 = 0,0352 = 3,52\%.$$

Stimmte  $\vartheta_2$  mit  $\vartheta$  genau überein, wäre also der Einzelfehler in jedem Falle Null, so würde die Auflösung der Gl. 7) nach diesem Werte von  $\vartheta$  ein anscheinend richtiges Verdampfungsgesetz ergeben. Dieser neue Wert von  $\vartheta$ , der zur Unterscheidung  $\vartheta_3$  heißen möge, ergibt sich nach einigen Umformungen aus Gl. 7) zu

$$\text{Gl. 8) } \dots \vartheta_3 = \varrho \cdot \frac{2250}{\frac{H}{R}} \left( 1 + \frac{\frac{0,4}{2250} \frac{H}{R}}{1 - \frac{1}{75} \frac{H}{R}} \right).$$

Die Werte von Gl. 8) ergeben sich ebenfalls aus Zusammenstellung IV, und man sieht, daß die Übereinstimmung mit den Beobachtungswerten  $\vartheta$  eine nichts weniger als befriedigende ist. Der mittlere Fehler der Werte  $\vartheta_3$  beträgt 22,9% (\*). Hierzu kommt, daß die Gl. 8) für  $H : R = 75$  unstetig wird, nämlich durch  $\infty$  geht, so daß sie in dieser Form kaum zu verwenden ist. Auch der Versuch einer Verbesserung der Festwerte mittels Ausgleichsrechnung führt nicht zum Ziele, beseitigt auch die erwähnte Unstetigkeit nicht.

Dennoch enthält die Gleichung einen richtigen Kern, so daß sie wenigstens zu dem wahren Gesetze hinüberleiten kann. Schreibt man sie folgendermaßen:

$$\text{Gl. 9) } \dots \vartheta = \frac{a}{H : R} F$$

worin  $a$  ein noch zu bestimmender Festwert,  $F$  aber ein Ausdruck ist, der zunächst nach Gl. 8) zu setzen sein würde

$$F = \varrho \left( 1 + \frac{\frac{0,4}{2250} \frac{H}{R}}{1 - \frac{1}{75} \frac{H}{R}} \right),$$

so bedingt dieser Ausdruck die Unstetigkeit der Gl. 8) und wäre der Verbesserung bedürftig. Für diejenigen Werte von  $H : R$ , die der Stelle der Unstetigkeit nicht zu nahe liegen, ergibt  $F$  Werte, die um 1 herum liegen, so daß als erste Annäherung der Gl. 9) gesetzt werden soll

$$\text{Gl. 10) } \dots \vartheta = \frac{a}{H : R},$$

also  $\frac{\vartheta H}{R} = a.$

Setzt man die Beobachtungswerte von  $\vartheta$  in diese Gleichung ein, so erhält man folgende Werte von  $a$ :

Zusammenstellung V.

Lokomotive	8	9	3	2g	1g	4	2	1	6	5
a . . . . .	2040	2570	1950	2480	2690	2270	2400	2490	2900	2420

Der Mittelwert von  $a$  beträgt 2420, und man sieht, daß von den Einzelwerten von  $a$  vier diesem Werte fast entsprechen, 2 bis 3 ihm wenigstens nahe kommen. Wir erhalten also als erste Annäherung für  $\vartheta$  nach Gl. 10):

$$\text{Gl. 10 a) } \dots \vartheta_4 = \frac{2420}{H : R}.$$

In Abb. 9, Taf. III sind die Werte von  $\vartheta_4$  mit den beobachteten Werten von  $\vartheta$  als Höhen aufgetragen, jedoch sind als Längen die Werte von  $H : R$  gewählt. Gl. 10 a) stellt

\*) Vergleiche übrigens auch Abb. 7 und 8, Taf. III.

also eine Hyperbel dar. Der mittlere Fehler der Werte dieser ersten Näherungsgleichung beträgt 11,6 ‰.

Ein Versuch, diesen Wert mittels Ausgleichsrechnung durch eine etwas flacher verlaufende Linie von  $\vartheta_4$  zu verbessern, führte zu

$$\text{Gl. 10b) } \dots \vartheta_5 = \frac{H}{R + 19,4} \quad (\text{Abb. 10, Taf. III}).$$

Der mittlere Fehler dieser Linie beträgt immerhin noch 11,4 ‰, so dass 10a) und 10b) nahezu gleichwertig sind. Wird dieser letztere Wert  $\vartheta_5$  nun zunächst weiter benutzt, so lautet die genauere Gl. 9) des gesuchten Gesetzes

$$\vartheta = \vartheta_5 \cdot F = \frac{3220}{R + 19,4} \cdot F.$$

Der Wert von F beträgt hiernach

$$F = \frac{\vartheta}{\vartheta_5}$$

und folgt aus Zusammenstellung VI.

Zusammenstellung VI.

Lokomotive	8	9	3	2g	1g	4	2	1	6	5
F . . . . .	0,826	1,00	0,832	1,015	1,087	0,960	1,010	1,050	1,180	1,035

Aus verschiedenen Untersuchungen, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, ergab sich, dass F nur von  $\varrho$  abhängt. In Abb. 11, Taf. III sind zur Ermittlung dieser Abhängigkeit die Werte von F als Höhen zu  $\varrho$  als Längen aufgetragen. Der stark gebrochene Linienzug von F wurde durch eine Linie zweiten Grades, eine Hyperbel, ersetzt, deren Festwerte mittels Ausgleichung aus den Werten von F bestimmt wurden. Die Gleichung der Hyperbel ergab sich zu

$$\text{Gl. 11) } \dots F = 1,0678 - \frac{1,276 \psi^2}{\psi + 0,133}$$

worin

$$\text{Gl. 12) } \dots \psi = \varrho - 1$$

ist.

Aus der Benutzung dieser Werte folgt

$$\text{Gl. 13) } \vartheta = \frac{3220}{R + 19,4} \left( 1,0678 - \frac{1,276 \psi^2}{\psi + 0,133} \right).$$

Benutzt man den Wert von F aus Gl. 11) in Verbindung mit Gl. 10a), so erhält man

$$\text{Gl. 14) } \vartheta = \frac{2420}{H : R} \left( 1,0678 - \frac{1,276 \psi^2}{\psi + 0,133} \right).$$

Streng genommen müsste der Wert F in diesem Falle aus den Werten  $F = \vartheta : \vartheta_4$  besonders bestimmt werden, mit Rücksicht auf die geringen Abweichungen zwischen  $\vartheta_4$  und  $\vartheta_5$  ist auf diese Bestimmung indes verzichtet worden.

Durch Herausziehen des ersten Gliedes der Klammer folgt aus Gl. 13) und 14)

$$\begin{aligned} \text{Gl. 13a) } \vartheta &= \frac{3440}{H + 19,4} \left( 1 - 1,195 \frac{\psi^2}{\psi + 0,133} \right) \\ &= \frac{3440}{H + 19,4} F_1 \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 14a) } \vartheta = \frac{2580}{H : R} \left( 1 - 1,195 \frac{\psi^2}{\psi + 0,133} \right) = \frac{2580}{H : R} F_1$$

wenn der neue Klammerausdruck mit  $F_1$  bezeichnet wird.

Die Werte  $\vartheta$  dieser Gleichungen sind mit den beobachteten Werten in Zusammenstellung VII vereinigt und in Abb. 9 und 10, Taf. III eingetragen.

Zusammenstellung VII.

Lokomotive Nr.	8	9	3	2g	1g	4	2	1	6	5
$\vartheta$ beobachtet	31,70	33,10	37,70	41,00	42,00	42,50	44,10	45,90	47,10	47,40
$\vartheta$ nach Gl. 13a)	37,05	31,55	42,80	39,05	39,40	46,15	46,60	46,60	42,00	48,30
$\vartheta$ . . . 14a)	35,25	29,60	44,20	38,85	38,50	47,40	47,50	47,50	41,45	50,00

Der mittlere Fehler von  $\vartheta$  beträgt nach Gl. 13a) rund 11,6 ‰, nach Gl. 14a) rund 12 ‰. Diese Fehler sind allerdings recht hoch, höher als die der ersten Näherung 10a) und 10b). Hierzu kommt, dass die Einzelfehler in beiden Reihen bis zu 17 ‰ bei je einem Werte gehen. Doch geht aus Abb. 9 und 10, Taf. III hervor, dass die Gleichungen das Bestreben zeigen, sich ihrer Art nach den Beobachtungswerten anzuschließen, worauf es vorerst mehr ankommt, als auf Kleinheit des mittleren Fehlers. Noch mehr aber spricht der Umstand für den richtigen Bau der Gleichungen, dass sie eine vernünftige technische Deutung gestatten. In dieser Hinsicht soll zunächst die einfachere Gl. 14a) untersucht werden. Sie lautet in unbestimmter Form:

$$\vartheta = \frac{a}{H : R} \left( 1 - a \frac{\psi^2}{\psi + \beta} \right).$$

1) Für  $\psi = \varrho - 1 = 0$  oder  $\varrho = \frac{173}{R : f} = 1$  wird  $\vartheta$  ein

Größtwerth, die Gleichung lautet dann

$$\text{Gl. 15) } \dots \vartheta = \frac{a}{H : R} \text{ oder } \frac{\vartheta H}{R} = a.$$

Die durch die Flächeneinheit des Rostes verschiedener Lokomotiven in der Zeiteinheit erzeugte Dampfmenge ist unveränderlich.

Um die Bedeutung dieses Ergebnisses zu verstehen, muss man auf die von Zeuner für das Lokomotivblasrohr ermittelte Gleichung zurückgehen\*). Diese lautet in der Gestalt, die ihr Grove für kegelförmige Schornsteine gegeben hat,\*\*) in etwas vereinfachter Schreibweise

$$L = \vartheta H \sqrt{\frac{\frac{f_s}{f} - c}{\frac{1}{\mu} \left( \frac{f_s}{f_r} \right)^2 + c}} \quad \text{worin } c = 1 + \left( \frac{f_s}{f_a} \right)^2 \text{ ist.}$$

Hierin bedeutet

- L das Gewicht der Verbrennungsluft, das vom Dampfgewichte  $\vartheta H$ , also in der Stunde, gefördert wird,
- f den Blasrohrquerschnitt wie bisher,
- $f_s$  den engsten } Schornsteinquerschnitt,
- $f_a$  den weitesten }
- $f_r$  den Querschnitt des Heizrohrbündels,

\*) Zeuner, das Lokomotivblasrohr. Zürich 1863.

\*\*\*) Heusinger von Waldegg. Spezielle Eisenbahntechnik. Band III, Lokomotivbau.

$\mu$  einen Wert, der von dem Widerstande abhängt, den die Gase vom Roste bis zur Rauchkammer überwinden müssen. Bei der einzelnen Lokomotive ist der Wurzelaustruck unveränderlich, wenn man ihn nicht künstlich zur Regelung des Feuers verändert, das angesaugte Luftgewicht steht also zum Gewichte des verbrauchten Dampfes in geradem Verhältnisse. Es wird sich fragen, wie sich der Ausdruck beim Vergleich verschiedener Lokomotiven stellen wird.

Der Schornsteinquerschnitt  $f_s$  wird vielfach zum Blasrohrquerschnitt  $f$  in gerades Verhältnis also,  $f_s : f$  unveränderlich gesetzt, ebenso dürften die Verhältnisse  $f_s : f_r$  und  $f_s : f_n$  wenigstens nicht unzweckmäsig unveränderlich gehalten werden. Der Wert  $\mu$  wird allerdings besonders mit der Länge der Heizrohre etwas veränderlich sein. Nimmt man den immerhin möglichen Fall an, dafs der Wurzelaustruck auch bei verschiedenen Lokomotiven nicht allzu sehr von einem Mittelwerte  $C$  abweicht, so wird

$$L = C \cdot \partial H$$

und dann lautet Gl. 15)

$$\frac{\partial H}{R} = \frac{1}{C} \frac{L}{R} = a$$

und hieraus folgt

$$L : R = a \cdot C.$$

Bei der grössten Leistung des Lokomotivkessels, also für  $q = 1$ , ist demnach das der Flächeneinheit des Rostes in der Zeiteinheit zuströmende Luftgewicht bei den verschiedenen Lokomotiven dasselbe, oder: die Geschwindigkeit der Verbrennungsluft ist unveränderlich. In diesem Falle ist aber auch der Kohlenverbrauch für die Flächeneinheit des Rostes unveränderlich und da, wie oben gefunden, auch die Dampfmenge, die auf derselben Flächeneinheit in der Stunde erzeugt wird, unveränderlich ist, so steht die Dampfmenge in geradem Verhältnisse zu der in der Stunde auf dem Roste verbrannten Kohle, oder, wie bereits Almgren\*) bei seinen Versuchen fand, in geradem Verhältnisse zum Gewichte der auf dem Roste erzeugten Feuergase.

\*) Reuleaux. Konstrukteur, 1895, S. 1092.

(Schluß folgt.)

## Entstäubungsanlagen für Personenwagen.

Von C. Guillery, Baurat in München.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel V.

Seit dem ersten Auftreten der »Vakuum-Reinigergesellschaft« vor etwa fünf Jahren ist die Aufmerksamkeit der Eisenbahnverwaltungen auf eine gründliche Beseitigung des unschönen und gesundheitschädlichen Staubes aus den Personenwagen, insbesondere aus den Polstern der Sitze und Rücklehnen, sowie aus den Teppichen und Vorhängen, gerichtet. Das bis dahin allein übliche Reinigungsverfahren durch Klopfen und Bürsten bewirkt keine gründliche Reinigung, schädigt die Polster, belästigt die mit der Reinigung beschäftigten Bediensteten und gefährdet ihre Gesundheit.

Durch Klopfen und Bürsten wird keine gründliche Reinigung erzielt, weil sich der dadurch aufgewirbelte Staub nachher zum grössten Teile wieder absetzt. Der Gesundheit ist der Staub nicht nur als Fremdkörper für die Atmungsorgane nachteilig, sondern vor allem deshalb, weil er gefährliche Krankheitskeime enthält.

Während in Frankreich und Italien das Verfahren der »Vakuum-Reinigergesellschaft« und ähnliche eingeführt sind, hat die preussisch-hessische Staatsbahnverwaltung eine Reihe grösserer Anlagen der Bauart Borsig mit Prefsluftsaugern errichtet. Zu erwähnen ist auch die für kleine Anlagen ihrer geringen Beschaffungskosten wegen empfehlenswerte Anordnung der Pfälzischen Eisenbahnen in Ludwigshafen mit Strahl-saugern\*).

Vollständige Entstäubungsanlagen mit Prefsluftsaugern von Borsig sind seitens der preussisch-hessischen Staatsbahnverwaltung ausgeführt oder im Bau begriffen auf den Bahnhöfen in Köln-Gereon, Halle a. d. S., Essen-Ruhr\*\*), Magdeburg, Düsseldorf, Kattowitz, Grunewald, Danzig, Frankfurt a. M., Eydtkuhnen, Breslau, Berlin-schlesischer Bahnhof, Myslowitz,

Hannover, Homburg v. d. Höhe, Cottbus, Erfurt, Eisenach, Gotha, Duisburg, Mainz, München-Gladbach, Giessen, Geestmünde, Bebra, Insterburg, Anhalter Bahnhof Berlin, Grunewald-Eichkamp, Westend Berlin, Breslau-Freiburg, Hamburg B., Coblenz, Bremen, Neunkirchen, Trier, Langerfeld, Limburg und in den Hauptwerkstätten in Salbké und Dortmund. Ausserdem ist eine große Anzahl von Saugwerkzeugen für Werkstätten beschafft, die schon mit einer Prefsluftanlage versehen waren. Folgende sonstige Verwaltungen im In- und Auslande haben vollständige Anlagen dieser Bauart eingerichtet: die schwedischen Staatsbahnen für eine Werkstätte bei Stockholm, die Allgemeine Lokal- und Strafsenbahn-Gesellschaft in Berlin für die Strafsenbahn in Chemnitz, die italienischen Staatsbahnen für den Bahnhof in Neapel, die russische Südwest-Bahn in Kiew, die Strafsenbahn in Lodz, die Weichselbahn in Warschau, die badische Staatsbahn für den Bahnhof Basel, die Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen für die Bahnhöfe in Metz, Mülhausen i. E., Bischheim und Montigny, die Direktion Oldenburg für Bahnhof Wilhelmshaven, die westfälische Landeseisenbahn-Gesellschaft in Lippstadt, die Staatsbahndirektion Wien für den Westbahnhof Wien, die Magistrate in Mailand und Wiesbaden für Reinigung der Strafsenbahnwagen, die Wladykawas Eisenbahn in Rostow am Don und andere Bahnen. Saugwerkzeuge für Luftdruckbetrieb sind unter anderen an die schweizerischen Bundesbahnen, nach Budapest an die Südbahn-Gesellschaft und nach Konstantinopel an die anatolischen Bahnen geliefert.

Eine Entstäubungsanlage der Bauart Borsig besteht aus einer elektrisch oder sonstwie angetriebenen Prefspumpe für 6—7 at Überdruck, nebst Windkessel und der erforderlichen Ausstattung der Luftdruckleitung mit einer Anzahl Entnahmestellen und den an diese anzuschliessenden Gummischläuchen mit Saugwerkzeugen und Stofffiltern.

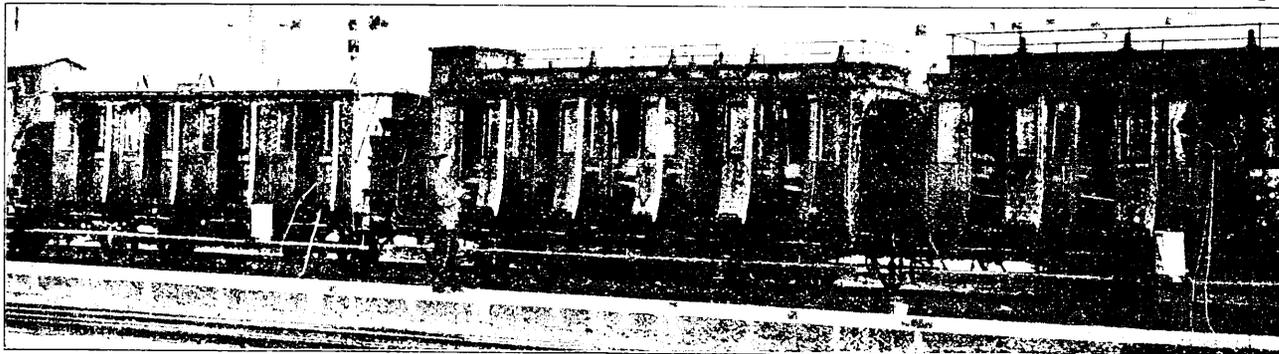
\*) Organ 1907, S. 89.

\*\*) Zentralbl. d. Bauverw. 1908, No. 35.

Die Wirkungsweise der Prefsluftsauger von Borsig ist folgende (Abb. 1, Taf. V): Die Prefsluft wird durch das Rohr a dem Staubsauger zugeführt und in diesen mittels des Dreiweghahns b hineingeleitet. Durch die feine Düse c tritt die Prefsluft aus und erzeugt so den erforderlichen Luftunterdruck innerhalb des Mundstückes. Ein kleiner Teil der Prefsluft wird mittelst des Dreiweghahns b und des Rohres d nach der Öffnung f des Mundstückes geführt und tritt dort durch die feinen Bohrungen e aus, um den Staub in den Polstern zu lockern. Durch das Rohr g wird die mit dem Staube be-

ladene Luft weggeleitet und durch einen Gummischlauch zu einem beweglichen kleinen Stofffilter geführt, innerhalb dessen der Staub zurückgehalten wird. Mittels einer einfachen Rüttelbewegung läßt sich das Stofffilter von dem anhaftenden Staube befreien, der auf den Boden des Filters fällt und mittels einer Schieblade abgezogen wird. Die Saugmundstücke sind zur Schonung der Polster ganz aus Metall angefertigt, es steht aber nichts im Wege, zur Reinigung des Fußbodens und der Wände andere, mit kurzen dichten und nicht zu harten Borsten besetzte Mundstücke zu verwenden.

Abb. 1.



Textabb. 1 zeigt die Handhabung der Entstäubungseinrichtung auf dem Hauptbahnhofe Düsseldorf.

Die Hauptvorteile der Entstäubungsanlagen mit Prefsluftsaugern bestehen darin, daß die ausführbare Länge der Leitungen so gut wie unbegrenzt ist und daß die Prefsluft nach Auswechslung der Saugmundstücke gegen einen Bläser, auch zum Ausblasen von Staub und Schmutz verwendet werden kann. Das letztere ist stets auf das Nötigste zu beschränken, ist aber nicht ganz zu umgehen. Zunächst kann man mit den Saugmundstücken nicht gut hinter die Heizkörper unter den Sitzen gelangen. Hier ist die Zuhilfenahme des Ausblasens unerlässlich. Bei Sauganlagen anderer Anordnung hat sich denn auch schon die Notwendigkeit ergeben, noch eine besondere Prefsluftanlage zum Ausblasen neben der Sauganlage zu errichten. In wärmeren Ländern, wo in den Fußboden vor den Sitzen eingelassene Fußwärmer genügen, so daß der Raum unter den Sitzen frei von Heizkörpern bleibt, wird das Bedürfnis zum Ausblasen des Staubes weniger hervortreten. Aber auch zum Reinigen der Teppiche ist das Blasen nicht ganz zu entbehren. Der in feuchtem Zustande auf die Teppiche gebrachte Schmutz haftet vielfach so fest, daß er durch Absaugen nicht zu entfernen ist. Die Teppiche müssen deshalb von Zeit zu Zeit aus den Wagen genommen, auf Tische gelegt und mittels darunter geführter Bläser ausgeblasen werden.

Die Möglichkeit der Ausführung beliebig langer Leitungen ist ein weiterer großer Vorteil der Entstäubungsanlagen mit Prefsluftbetrieb. Bei Anlagen mit Saugpumpen, die von einer Stelle aus wirken, darf die Entfernung von dem Saugmundstücke bis zum Filter nicht über 200 m betragen, damit der Staub noch hinreichend sicher durch die strömende Luft befördert wird. In Magdeburg beträgt aber die Länge der Leitungen im ganzen 1090 m, in Düsseldorf 1700 m, in Kattowitz 2050 m und in Frankfurt a. M. über 3000 m. Hier wäre bei

Anwendung einer Sauganlage der älteren Anordnung entweder Teilung in mehrere gesonderte Gruppen, oder wenigstens der Einbau mehrerer großer Filter zwischen den Gleisen erforderlich gewesen.

Außerdem machen sich an einer Prefsluftleitung Undichtigkeiten leichter bemerkbar, als an einer Saugleitung und das Eindringen von Wasser in eine Prefsluftleitung durch undichte Stellen ist ausgeschlossen.

Die Entnahmestellen für Prefsluft werden in 30 — 35 m Teilung angeordnet, um nicht zu lange und darum unhandliche Schläuche verwenden zu müssen, deren übliche Länge 25 m beträgt. Die Kuppelung der Schläuche erfolgt durch einen einfachen Handgriff mittels einer Schnellkuppelung. Kleine, an den Entnahmestellen in die Leitung eingebaute Ölabscheider verhindern, daß durch die Prefsluft aus der Prefspumpe mitgeführte Ölteilchen in die Schläuche und von dort in die Saugwerkzeuge gelangen.

Abb. 2 und 3, Taf. V zeigen die Anordnung der Entnahmestellen für Prefsluft in Kattowitz für eine der neuesten Anlagen, Abb. 4, Taf. V den Lageplan der Leitungen, Abb. 5, Taf. V die Prefspumpe und die Anordnung der ganzen Maschinenanlage.

Die Anlage in Kattowitz hat einschließlic der betriebsfähigen Aufstellung, aber ausschließlic der Erd- und Maurerarbeiten und der elektrischen Zuleitungen 14 904 M gekostet. Hierfür ist geliefert:

1. eine liegende doppelwirkende einzylindrige Prefspumpe von 200 mm Zylinderdurchmesser und Kolbenhub, mit selbsttätigen, federbelasteten Ringventilen leichtester Bauart, Kühlmantel, rund 40 m Kühlwasserleitung und einer selbsttätigen Regler Vorrichtung, mit der der Gang der Pumpe dem Luftbedarfe angepaßt wird;
2. ein stehender, schweißeiserner Prefsluftbehälter von 650 mm

- Weite und 1700 mm Höhe für 7 at Überdruck mit Spannungsmesser, Sicherheitsventil, Luftabsperrrahn und einem Ablaufshahne für niedergeschlagenes Öl;
3. ein großer Prefsluftbehälter von 1500 mm Weite und 3500 mm Länge mit derselben Ausrüstung;
  4. eine elektrische Triebmaschine von 15 PS Dauerleistung für dreiwelligen Wechselstrom von 210 Volt Spannung mit Schalttafel und den erforderlichen Mels- und Schaltvorrichtungen;
  5. die Prefsluftleitung vom Maschinenhause nach den einzelnen Verwendungstellen aus einer unterirdischen schweißeisernen Rohrleitung von 25 und 37 mm Weite, zusammen rund 2050 m lang mit 56 Entnahmestellen für Prefsluft, Hähnen, Kuppelungen und sonstigem Zubehör;
  6. vier Staubsauger nach Abb. 1, Taf. V, je ein zugehöriger Gummischlauch von 25 m Länge, Staubfänger, Kuppelungen und Dichtungen in Vorrat, ferner je ein

Gummischlauch nebst Stofffilter zur Fortleitung und Ausscheidung des Staubes:

7. ein ähnlich, aber besonders flach und niedrig gebauter Sauger zum Reinigen unter den Sitzen und Heizrohren;
8. ein Teppichstaubsauger sonst gleicher Anordnung, wie unter 6 und 7 aber mit breit geformten Mundstück nach Abb. 6, Taf. V.

Die Rohre der Prefsluftleitung sind unmittelbar in den Erdboden gelegt, nur an den Stellen der Absperrhähne und der Entnahmen sind gemauerte Gruben und gusseiserne Kästen nach Abb. 2 und 3, Taf. V vorgesehen.

Die Anlage in Kattowitz hat sich bisher, wie die übrigen von Borsig gelieferten, nach Leistung und Einrichtung bewährt. Gleichzeitig werden vier Staubsauger betrieben, jedoch können auch sechs angeschlossen werden. Die Zeitdauer für die gründliche Reinigung aller Polster eines Abteiles beträgt durchschnittlich zehn Minuten.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### B a h n - U n t e r b a u , B r ü c k e n u n d T u n n e l .

#### Frosttunnelung eines Leitungsganges in Paris.

(Engineering Record, 16. Juli 1910, S. 57. Mit Zeichnung.)

Bei der Herstellung des hauptstädtischen Leitungsganges, der Paris in nord-südlicher Richtung durchzieht und die beiden Arme der Seine kreuzt, kam auf einer kurzen Strecke in der Nähe des Platzes St. Michel in einem sehr wasserhaltigen Boden Frosttunnelung zur Anwendung. Das Versenken von Senkkästen war hier nicht möglich, da über dem geplanten Kanale die Gleise der Orleans-Linie lagen und der Verkehr hier nicht unterbrochen werden durfte.

Die Bahn mußte man zunächst gegen das Setzen der umliegenden Erdmassen schützen und stellte zu diesem Zwecke auf acht Pfeilern, die in 12 m Tiefe unter Schienenhöhe reichen, aus eisernen Trägern einen Fahrbahnrost her. Zwischen zwei Hauptträger auf den Pfeilern wurden Querträger und auf sie Längsträger genietet, die die Schienen trugen, so daß Schwellen und Bettung ersetzt waren und eine Bewegung der Erdschichten ohne Einfluß blieb.

Der Plan für die Frosttunnelung sah zwei Anlagen vor. Die eine, an dem einen Ende der 60 m langen Strecke auf dem St. Michel-Platze sollte eine Kältemischung durch 24 wgerecht angelegte Rohre treiben, die längs der ganzen Strecke am Umfange des Kanales angeordnet werden sollten. Die zweite Anlage am Ufer sollte durch senkrechten Umlauf der Frostmischung einen gefrorenen Erdblock bilden und so den durch die erstere Anordnung entstehenden zylindrischen Mantel abschließen.

Die wgerechteten, etwa 60 m langen Löcher begann man von zwei Schächten an den Enden der Strecke mit zwei besonders hierfür gebauten Maschinen von 30 PS und 1100 Umdrehungen in der Minute zu bohren. Die Rohre hatten 15 cm

äußern Durchmesser und wurden durch Druck vorgetrieben. Innerhalb dieser Rohre drehte sich die Bohrstange, ein Zylinderrohr von 9 mm Dicke und 12,8 cm äußern Durchmesser, durch das Prefswasser von 30 cbm zum Wegspülen des gelockerten Bodens getrieben wurde. Dieser Arbeitsvorgang wurde für die ersten 20 bis 30 m, wo der Boden aus festem Kalkstein und Kreide bestand, ohne große Schwierigkeiten durchgeführt. Dann jedoch wurde Kies mit Quarz angetroffen, wodurch der Bohrer sehr schnell abgenutzt wurde und zahlreiche Diamanten verloren gingen, so daß das Verfahren zu kostspielig wurde, da ein Bohrer 8000 M kostete. Nun gelang der Versuch, den Tunnel in gewöhnlicher Weise durch Stollen vorzutreiben. Man führte die Frosttunnelung nun nur im gefährlichsten Teile am Seine-Ufer auf etwa 9 m Länge durch.

Das fließende Wasser wurde durch einen Kistendamm abgehalten und dahinter Erde aufgefüllt, um bessere Frostwirkung zu erzielen. Sodann wurden ohne besondere Schwierigkeiten im Abstände von 1,2 m mit zwei gewöhnlichen Bohrmaschinen 60 17 m tiefe Löcher hergestellt und in diese zum Schutze genietete Rohre gesteckt. Die Rohre für die Lösung von Chlorkalzium, die durch Verdampfung flüssigen Ammoniakgases auf  $-24^{\circ}$  Celsius gebracht wurde, wurden in die Bohrlöcher hineingehängt und bestanden aus einem unten geschlossenen Rohre von 13,4 cm innerm Durchmesser, in dem ein unten offenes Rohr von 3,5 cm Durchmesser steckte. Die Salzlösung floß durch das innere Rohr mit 70 cm Geschwindigkeit nach unten und stieg in dem äußern mit 5 cm wieder nach oben, sie erwärmte sich bei diesem Umlaufe auf  $-20$  bis  $-22^{\circ}$ . Nach Verlauf von 40 Tagen waren 2145 cbm gefroren, wovon etwa 750 cbm Wasser waren. Die Erdausschachtungen gingen jetzt ohne Wasserandrang vor sich. Schr.

## Maschinen und Wagen.

**Beweglicher Niete mit elektrisch angetriebener Prefswasserpumpe.**  
(Engineering. April 1909, S. 592. Mit Abb.; Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Juli 1909, Nr. 769, S. 16. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel V.

Die Maschinenbauanstalt Oerlikon in Zürich hat eine bewegliche Nietmaschine auf den Markt gebracht, die das zum Betriebe erforderliche Prefswasser in einer am Gestelle eingebauten und unmittelbar elektrisch angetriebenen Prefspumpe selbst erzeugt. Die Maschine kann also an jedem Orte hochwertige Arbeit mit allen Vorzügen der Prefswassernietung leisten, ohne von den bislang erforderlichen Anlagen, Prefswasserpumpe mit Antrieb, Prefswasserspeichern und Hochdruckleitungen abhängig zu sein. Die ganze Einrichtung baut sich nach Abb. 7, Taf V auf einem Stahlgußgestelle auf, das entweder auf einem Fuße stehen, oder mittels eines Stahlgußbügels mit besonderm Drehwerke für alle möglichen Lagen aufgehängt werden kann. Bei der Regelausführung beträgt die Maulweite des Gestelles 750, die Maulhöhe 400 mm, das ganze Gewicht 1300 kg. Eine mit Stecker und Kabelleitung beliebig anzuschließende elektrische Triebmaschine von 4 bis 6 PS arbeitet ohne Unterbrechung unter Zwischenschaltung eines Schneckengetriebes auf eine im Gestellkörper liegende zweistufige Kolbenpumpe mit nur zwei einfach zu steuernden Ventilen. Das Betriebwasser ist zum Schutze gegen Einfrieren mit 40 bis 45 % Glycerin versetzt und beschreibt einen fortwährenden Kreislauf zwischen dem luftdicht abgeschlossenen Sammelbehälter, dem Prefszylinder und dem Arbeitzylinder. Der Prefskolben hat 160 mm Durchmesser, 70 mm Hub und übt einen Höchstdruck von 40 bis 42 t aus, der zum Schließen von Niete bis zu 25 mm Schaftdurchmesser genügt. Die Steuerung gestattet, den Prefsdruk beliebig lange auf dem Nietkopfe ruhen zu lassen: durch ein am Steuerkörper angebrachtes Einstellventil kann der Arbeitsdruck nach dem Nietschaftdurchmesser geregelt werden. Der Niete leistet im regelmäßigen Betriebe 1000 bis 1200 Niete von 20 bis 25 mm Durchmesser in 10 Stunden und erfordert zur Bedienung hierzu je einen Niete, Nietewärmer und Gehülfen. A. Z.

### Die elektrischen Lokomotiven der Wengernalpbahn.

(Schweizerische Bauzeitung. Mai 1910, S. 285. Mit Zeichnungen.)

Der im vorigen Sommer auf einigen Strecken der Wengernalpbahn eingeführte elektrische Betrieb wird zur Zeit mit acht Lokomotiven geführt, die bei einer Fahrgeschwindigkeit von 8,5 km/St je zwei Personenwagen mit 48 Plätzen auf Steigungen bis 25 % und je drei solcher Wagen auf Steigungen bis 18 % befördern. Dabei ist die Leistung der Gleichstrom von 1500 bis 1800 Volt gespeisten, hinter einander geschalteten beiden Triebmaschinen zusammen 300 PS im ersten, 280 PS im letzten Falle. Jede dieser beiden Triebmaschinen arbeitet für sich mit doppelter Zahnradübersetzung unter Zwischenschaltung der auf beiden Triebwellen vorhandenen Gleitkupplungen auf ein Triebzahnrad von 70 cm Durchmesser, wobei der größte auftretende Zahndruck 4500 kg beträgt.

Auf den den Kuppelungen gegenüber liegenden Enden der Triebwellen sind die Bremscheiben der selbsttätigen Bremse angebracht, die bei Überschreitung der für die Talfahrt zulässigen größten Fahrgeschwindigkeit von 9 km/St in Gefällen über 15 %, und von 10 km/St in Gefällen unter 15 % in Tätigkeit tritt. Durch einen besonders angeordneten Schleuderegler wird erreicht, daß diese Bremse nur bei der Talfahrt in Wirksamkeit tritt, nicht aber bei der Bergfahrt, so daß hier der Leistungsfähigkeit der Triebmaschinen entsprechend schnell gefahren und an Zeit und Strom gespart werden kann.

Außer dieser Bremse sind zwei als vereinigte Band- und

Klotzbremsen ausgebildete Handbremsen vorhanden, die auf die beiden Triebzahnäder wirken. Bei der Talfahrt gelangt die gewöhnliche Kurzschlußbremse zur Anwendung. Ein mit einer Hauptstrommaschine unmittelbar gekuppelter Bläser sorgt für künstliche Kühlung der Bremswiderstände.

Die beiden Triebzahnradachsen sind durch eine Vorrichtung miteinander verbunden, die bewirkt, daß bei einer Bremsung beide Zahnäder sicher anliegen und die Bremskraft auf beide gleichmäßig verteilt wird.

Zur Verminderung der Radreifenabnutzung in den Gleisbogen, die bis 60 m Halbmesser herabgehen, ist bei beiden Laufradachsen je ein Rad drehbar auf der Welle befestigt.

Der Lokomotivkasten besteht aus Eisen, nur das Dach aus Holz mit Segeltuchüberzug.

Die Stromzuführung geschieht von der Oberleitung durch Doppelbügel mit besonders ausgebildeten Schleifstücken, die der Gleichstrom-Spannung von 1800 Volt genügen. Schr.

### 2 B 1-Personenzug-Tenderlokomotive der englischen großen Zentralbahn.

(Engineer 1910, Mai, S. 521. Mit Zeichnungen und Lichtbild.)

Die kräftige, mit seitlich liegenden Wasserbehältern ausgerüstete Zwilling-Lokomotive wurde von der Vulcan foundry Co. in Newton-le-Willows gebaut.

Sie hat mit 1:13 nach hinten geneigte Innenzylinder und darüber liegende entlastete Flachschieber.

Der Feuerbüchsmantel zeigt Belpaire-Bauart, die Feuerkiste besteht aus Kupfer.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinder-Durchmesser	457 mm
Kolbenhub	660 "
Kesselüberdruck	11,25 at
Außerer Kesseldurchmesser im Vorder- schusse	1270 mm
Höhe der Kesselmitte über Schienen- Oberkante	2375 "
Feuerbüchse, Länge	1683 "
» Weite	1067 "
Heizrohre, Anzahl	185
» Durchmesser außen	45 mm
» Länge	3435 "
Heizfläche der Feuerbüchse	10,22 qm
» » Rohre	88,72 "
» im ganzen H	98,94 "
Rostfläche R	1,84 "
Triebraddurchmesser D	1702 mm
Triebachslast G <sub>1</sub>	30,48 t
Betriebsgewicht G	68,84 "
Wasservorrat	6,59 cbm
Fester Achsstand	2769 mm
Ganzer »	9106 "
Ganze Länge	12433 "
Zugkraft $Z = 0,5 p \frac{(d_{em})^2 h}{D}$	4556 kg
Verhältnis H : R	53,8
» H : G <sub>1</sub>	3,2 qm/t
» H : G	1,4 "
» Z : H	46,0 kg/qm
» Z : G <sub>1</sub>	149,5 kg/t
» Z : G	66,2 "

—k.

### Lokomotiv-Kopflicht.

(Engineering News 1910, 21. April, Band 63, Nr. 16, S. 476.)

Unter Leitung des Professors C. H. Benjamin, Vorstehers der Ingenieurschule der Purdue-Universität zu Lafayette in Indiana, sind im Oktober und November 1909 Versuche ausgeführt, um die Wirkung von Öl- und elektrischen Kopflichtern der Lokomotiven auf das Erkennen von Signallichtern und Hindernissen festzustellen. Die Versuche hatten folgende Ergebnisse.

Ein elektrisches Kopflicht verursacht Zurückstrahlungen von Glasscheiben und Linsen, wodurch scheinbare Signale hervorgerufen werden. Dies beruht nicht nur auf einer Eigenart des elektrischen Lichtes, sondern auch auf seiner großen Stärke gegenüber gewöhnlichen Signallampen.

Hindernisse auf dem Gleise können bei einem elektrischen Kopflichte gewöhnlich nicht auf genügende Entfernung gesehen werden.

Ein entgegen kommendes elektrisches Kopflicht in der Nähe von Blocksignalen verdunkelt diese so, daß sie auf Entfernungen über 300 m schwer richtig zu erkennen sind, ein Öl-Kopflicht läßt solche Signale auf Entfernungen bis 1200 m richtig erkennen.

Das elektrische Kopflicht einer sich nähernden Lokomotive verdunkelt die an ihr befindlichen Zuggattungssignale, besonders grüne merklich: diese werden durch den Glanz des elektrischen Lichtes fast ganz ausgelöscht, während ein Öl-Kopflicht weiße und grüne Signale auf eine Entfernung von 120 m und weiter erkennbar läßt. B—s.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Holztränk-Anlage der Eppinger- und Russell-Gesellschaft in Jacksonville, Florida.

(Engineering News, Mai 1910, Bd. 63, Nr. 19, S. 545. Mit Bildern.)

Die am St. John-Flusse auf einer Fläche von 90 000 qm errichtete Anlage liegt günstig für die Beförderung des Holzes mit der Eisenbahn und zu Wasser.

Ein ausgedehntes dreischieniges Gleisnetz von 750 und 1435 mm Spur ermöglicht schnelle Abfertigung der ankommenden und abgehenden Wagen. Beim Verschieben der beladenen Rollwagen wird zwischen sie und die Tenderlokomotive ein besonderer Stofswagen mit Windtrommel eingefügt, da eine Kuppelung nicht möglich ist. Mehrere Lokomotivkräne mit langen Hebebäumen dienen zum Be- und Entladen der Wagen.

Die Gebäude sind am Ufer auf Pfahlrost errichtet und bestehen aus dem Hauptgebäude aus Eisenfachwerk mit drei Aufbereitungszylindern, den Pumpen, Presspumpen und Kesseln, dem Maschinenhaus, den in Eisenbeton hergestellten Schuppen für Heizstoff und Werkzeug und aus einem Dienstgebäude, Versuchsanstalt und Speicher.

Ein Behälter von 18 900 hl und zwei von je 5680 hl dienen der Ölspeicherung. Sie sind mit Dampfheizungsrohren ausgerüstet, die das Öl auf 93° C erwärmen können. Die regelmäßige Wärme ist nur 55° C. Durch Schwimmer wird der jeweilige Vorrat angezeigt.

Ein Wasserbehälter von 1700 hl versorgt die Kessel, den Dampfnierschlag und die Feuerlöschleitung.

Die drei Aufbereitungszylinder haben bei 40 m Länge 2,13 m Durchmesser und 90 at Arbeitsdruck. Sie sind gleichfalls mit Heizrohren und Schwimmern versehen und tragen die für Öl-, Luft- und Dampf-Leitungen nötigen Flanschanschlüsse und Ventile. Die beladenen Rollwagen können auf beiden Seiten eingebracht werden.

Zwei auf 3 m hohen Eisentürmen ruhende Behälter von 1590 hl dienen zum unmittelbaren Versorgen der Zylinder mit Öl. In sie wird auch das nicht verbrauchte Öl durch Luft zurückgedrückt. Mehrere Pumpen erzeugen die in den Zylindern für die Behandlung des Holzes erforderliche Luftver-

dichtung und Luftverdünnung und saugen das Wasser aus mehreren Quellen in den Behälter.

Drei mit einem gemeinsamen Rauchfange versehene Röhrenkessel liefern den nötigen Dampf. Der Abdampf dient zum Vorwärmen des Kesselspeisewassers und zum Erwärmen des Öles.

Die Beleuchtung der Anlage leistet eine 22,5-KW Lichtmaschine.

Ein über die ganze Anlage verzweigtes Rohrnetz von 30 cm Stärke bildet die Feuerlöschleitung und wird von einer 39 hl/Minute liefernden Pumpe versorgt, die im regelmäßigen Betriebe beständig langsam läuft und den Dampfnierschlag besorgt.

Den Heizstoff für die Kessel bilden die Abfälle einer etwa 2 km entfernt liegenden Sägemühle, die durch ein Förderband nach dem Kesselhaus geschafft werden und selbsttätig in die Feuerung fallen.

Die Rohrleitung ist leichter Zugänglichkeit halber oberhalb des Fußbodens angeordnet, und zwar so, daß jedes der neueren Verfahren zur Anwendung kommen kann.

Je nach der Trockenheit können an einem Tage in jedem Zylinder drei bis fünf Füllungen von durchschnittlich 800 Schwellen mit 18×23 qcm Querschnitt und 2,6 m Länge behandelt werden. Eine solche Anlage kann im Jahre etwa 2 000 000 Schwellen und 10 000 000 Schiffsplanken liefern.

Das Öl wird an der atlantischen Küste gewonnen und durch besondere Dampfer mit 55° C Wärme nach der Anlage gebracht. Die Schiffsmaschine pumpt es unmittelbar durch ein 16 cm starkes Rohrnetz in die Vorratbehälter. Schr.

### Kräne, insbesondere solche für Eisenbahnbetriebe.

(Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1910, Nr. 794, Band 67, Heft 2, Juli, S. 30. Mit 31 Abbildungen.)

In dem ausführlichen Aufsatz werden die verschiedenartigen Kräne für Hand- und namentlich elektrischen Betrieb beschrieben, auch die Selbstgreifer zum Löschen von Kohlen, Sand und ähnlichen Stoffen. — k.

## Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

### Seitlich ausschwenkbares Weichenschloß.

D. R. P. 222 283. L. Berhörster in Rath bei Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 10 auf Tafel V.

Dieses für alle gebräuchlichen Schienen und Weichen passende seitlich ausschwenkbare Weichenschloß kann in seiner Schließstellung von unberufener Hand weder in seiner Lage verändert, noch abgenommen werden und gewährleistet zugleich die für die Betriebssicherheit nötige Anpressung der Zunge an die Backenschiene. Der Sperrkörper wird durch einen Riegel sowohl gegen seitliche wagerechte, als auch gegen senkrechte Bewegung nach oben gesichert.

Um einen Bolzen a ist ein Sperrkörper b drehbar gelagert, der an seinem einen Ende eine verstellbare Schraube d mit einer kuppelförmigen Erhöhung f und einem seitlichen Ansatz g trägt. Die Sicherung der Schraube d gegen Verdrehen erfolgt durch eine Hilfsschraube d<sup>1</sup>. In den Körper b ist die Schließvorrichtung eingebaut. Diese besteht aus einem Riegel h, der durch einen Schlüssel i bewegt wird. Das Ende h<sup>1</sup> des Riegels greift in eine Aussparung a<sup>1</sup> des Bolzens a. Neben dem Riegel h ist ein Winkelhebel k angeordnet, der durch den Riegel h dadurch verstellt wird, daß ein Ansatz k<sup>1</sup> in eine Aussparung h<sup>2</sup> des Riegels eingreift. Das abwärts gebogene

Ende des Armes  $k^2$  greift in einen Schlitz l einer Unterlagplatte m (Abb. 10, Tafel V), in die die Achse a eingeschraubt ist. Das eine Ende  $m^1$  der Platte m ist hakenförmig umgebogen und legt sich in eine Öffnung der vorhandenen Weichenplatte n ein. Um es in seiner Lage zu sichern, ist ein Schließstück o vorgesehen, das durch eine Schraube  $o^1$  mit der Platte m verbunden ist. Zur weitem Befestigung der Vorrichtung auf der Weichenplatte dient ein T-förmiger Keil p, dessen Steg unter der Weichenplatte liegt und in eine Nut  $a^2$  des zurückspringenden Bolzenkopfes  $a^3$  eingreift.

Der Sperrkörper b befindet sich bei geöffneter Stellung in der in Abb. 9, Tafel V gestrichelten Lage. Beim Verschließen der Weichenzunge dreht man den Körper b um die Achse a, bis er an dem Anschlag 9 liegt. Die Schraube d wird für immer so eingestellt, daß sie die Zunge fest an die Schiene x anpreßt. Der Angriff der Schraube d erfolgt dabei je nach der Zungenform entweder mit dem Kopfe f oder dadurch, daß sich der Ansatz g gegen die untere Kante der Zunge c legt. In dieser Stellung des Körpers b kann der Riegel h bewegt werden. Sein Ende  $h^1$  legt sich dabei in die Aussparung  $a^1$  des Bolzens a, während der Winkelriegel k so verstellt wird, daß sein Ende  $k^2$  in den Schlitz l eingreift, und so die ganze Vorrichtung gegen Verdrehung sichert. Der Schlüssel kann nun abgezogen werden. Es ist dabei aber unmöglich, die Schließvorrichtung abzuschrauben, da einerseits die Schraube  $o^1$  unter dem Körper b unzugänglich ist, andererseits der Körper b selbst nach Abnahme der die Achse a verdeckenden Kappe, sowie nach Abschrauben der Mutter nicht nach oben abgehoben werden kann, da der Riegel h in die Nut  $a^1$  der Achse a eingreift.

Wird das Schloß geöffnet, so verschiebt sich der Riegel h, und sein Ende  $h^1$  tritt aus der Nut  $a^1$ . Beim Schwenken des Körpers b gleitet dieses Ende dann stets auf dem Umfange der Achse, ohne daß es dem Riegel h möglich ist, in die Schließstellung zu gelangen. Hierdurch wird erreicht, daß sich der Schlüssel, der gleichzeitig mit dem Riegel verdreht wurde, nicht zurückbewegen kann, da der Bart nicht aus der Aussparung in den Riegel h zu treten vermag. Es ist also bei geöffnetem Schlosse unmöglich, den Schlüssel abzuziehen. G.

#### Quecksilber-Stromschliesser.

D. R. P. 222097. Siemens und Halske Akt.-Ges. in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 11 bis 15 auf Tafel V.

Bei Quecksilber-Stromschließern, besonders bei durch Schienenbiegung wirkenden, wird in der Regel das Quecksilber aus einer Druckkammer in ein Leitungsgefäß gepreßt, aus dem es langsam in einen Ersatzbehälter zurückfließt, der wieder mit der Druckkammer in Verbindung steht. Wichtig ist dabei, daß beim Hochsteigen des Quecksilbers möglichst wenig davon aus der Druckkammer unmittelbar in den Ersatzbehälter gelangt, jedoch bei abnehmendem Druck möglichst schnell Quecksilber aus dem Ersatzbehälter in die Druckkammer nachfließen kann, um in dieser das in das Leitungsgefäß geschleuderte Quecksilber sofort zu ersetzen. Eine Einrichtung zur vollkommenen

Erfüllung beider Bedingungen muß leicht herstellbar, bequem zugänglich, leicht zu erhalten und zu reinigen, daher auswechselbar sein.

Diesen Anforderungen soll die in Abb. 11 bis 15, Taf. V dargestellte Drosseleinrichtung entsprechen. Das in der Richtung von der Druckkammer nach dem Ersatzgefäß strömende Quecksilber stößt in der Rückflußöffnung auf Widerstände, die seine Geschwindigkeit verringern. Abb. 11 bis 15, Tafel V zeigen mehrere Beispiele der Einrichtung in der Anwendung für Schienendurchbiegung.

In Abb. 11 bedeutet 1 die nach oben durch eine Biegehaut abgeschlossene Druckkammer, aus der ein Kanal 2 und das Steigrohr 5 nach dem Leitungsgefäß 7 führen. Der Kanal 2 ist außerdem durch einen Kanal 16 und eine Öffnung von ringförmigem Querschnitt 17 unmittelbar mit dem Ersatzbehälter 8 verbunden. In diese Rückflußöffnung ist ein schraubenförmig gewundener Eisendraht eingebaut, der so dick ist, daß er mit wenig Spiel an den Wänden der Öffnung anliegt. Wird nun auf das Quecksilber in der Kammer 1 ein kräftiger Druck von geringer Dauer ausgeübt, so steigt ein Teil des Quecksilbers durch die obere Öffnung 6 des Steigrohres 5 in das Leitungsgefäß 7, während ein anderer durch den Kanal 16 in den Ersatzbehälter 8 gelangt. Dieser Teil wird dadurch auf ein Mindestmaß beschränkt, daß das Quecksilber dem die Öffnung versperrenden Drahte ausweichen, oder seinen Windungen folgen muß. Die Geschwindigkeit, mit der das Quecksilber aus dem Ersatzbehälter 8 in die Druckkammer nachfließt, ist im Vergleich zu der Geschwindigkeit, mit der es vorher im Kanale 2 hochgestiegen war, so gering, daß für diesen Rückfluß die Schraubenwindungen der Rückflußöffnung keinen nennenswerten Widerstand bieten.

Abb. 12, Tafel V zeigt eine Ausführungsform, bei der das Steigrohr 5 stärker und außen mit einem flachgängigen Gewinde 4 versehen ist. Die Vorrichtung ist außerdem unmittelbar in den Kanal 2 eingebaut. Der Vorteil dieser Ausführung besteht in der geringen Anzahl der Teile.

Abb. 13, Tafel V zeigt, daß das Schraubengewinde auch in die Bohrung des Gehäuses selbst geschnitten sein kann.

Bei der Darstellung der Drosseleinrichtung nach Abb. 14 und 15, Tafel V, bei der die Teile 1 und 2 weggelassen sind, enthält das Steigrohr 5 zwei ringförmige Rillen 11, 12 und ist mit einem Mantel 15 umgeben. Der zwischen den beiden Rillen stehengebliebene feste Ring 9 ist an einer Stelle mit einem Schlitz 10 versehen, der die Rillen verbindet. Dem Schlitz 10 gegenüber führt aus der untern Rille 12 eine Öffnung 13 in den die Verlängerung des Kanales 2 bildenden Raum des Steigrohres. Der Mantel 15 besitzt in der Höhe der Rille 11 eine Öffnung 14, die gleichfalls dem Schlitz 10 gegenüber liegt. Der geschlitzte Ring 9 bewirkt hierbei die Geschwindigkeits-Drosselung, denn er zwingt das aus dem Kanale 2 der Öffnung 14 zustrebende Quecksilber zu einem viermaligen Richtungswechsel, das die halbkreisförmige Bahn in der untern Rille aus der Öffnung 13 bis zum Schlitz 10 und darauf dieselbe Bahn in der obern Rille vom Schlitz 10 bis zur Öffnung 14 zurücklegen muß. G.

## Bücherbesprechungen.

**Staatsminister Albert von Maybach.** Ein Beitrag zur Geschichte des preussischen und deutschen Eisenbahnwesens. Von F. Jungnickel, Königlich Preussischem Eisenbahndirektionspräsidenten a. D., Wirklichem Geheimem Oberbaurat, mit Bildnis und drei Brieffaksimiles. Stuttgart und Berlin, Cotta, 1910.

Mit der lebendigen Schilderung des Lebenslaufes eines der Männer, die am meisten zur heutigen Ausgestaltung des deutschen Eisenbahnwesens beigetragen haben, wird hier einer der wichtigsten Abschnitte dieser Entwicklung selbst in reizvoller Weise vorgeführt. Die Verfolgung der Geschicke dieses willensstarken, klaren und weitschauenden Mannes ist zugleich lehrreich und fördernd, enthalten sie doch die Grundlagen und

leitenden Anschauungen für die heutige Gestalt unseres großartigen Eisenbahnnetzes, des größten, das auf der Erde unter einheitlicher Leitung steht. Ein Schatten wird durch den Umstand in das Bild eines erfolgreichen Lebenslaufes geworfen, daß auch dieser starke Geist, wie so viele andere, schließlich zum Teil kleinliche und auf Nichterkennen seines Wertes beruhende nicht zu überwinden vermochte, und nicht mit dem Gefühle der Befriedigung schied, das einem so fruchtbaren Förderer des Staates gebührte. Der Leser wird sich eines Gefühles der Wehmut nicht erwehren können, wenn er den Abschied und seine Gründe nach dem großen Streben in dem Buche miterlebt; auch hierin ist die Schilderung eine warme und lebensvolle.