

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. L. Band.

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

11. Heft. 1913. 1. Juni.

Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika.*)

Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Neuyork, Boston, Philadelphia und Chicago.

F. Musil, Ingenieur in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel 19.

(Fortsetzung von Seite 173.)

C. Die Stadtschnellbahnen von Philadelphia, Pennsylvania.

C) I. Allgemeines.

Die Stadt breitet sich am rechten Ufer des auch für Seeschiffe befahrbaren Delaware-Flusses in einer Erstreckung bis zu 40 km nordsüdlich und bis zu 16 km westlich aus (Abb. 1, Taf. 19) und bedeckt 335 qkm mit wenig über 1,5 Millionen Einwohnern. In den Wohnvierteln herrscht fast ausnahmslos das kleine einstöckige Haus, zu dem sehr häufig ein Stück Garten gehört. Durchschnittlich entfallen auf 1 qm nur fünf Einwohner, so daß die Bezeichnung «City of homes» für Philadelphia durchaus zutrifft.

Außer den beiden Hauptstraßen, der nordsüdlich verlaufenden «Broad Street» und der ostwestlich streichenden «Market-Street», die 21,35 m breite Fahrbahnen haben, sind die übrigen sich rechtwinklig kreuzenden Straßen (Abb. 2, Taf. 19) zwischen den Baufluchten nur 15,25 m breit, so daß ihre Fahrbahnen von 8 m Breite nur zur Aufnahme eingleisiger Straßenbahnen ausreichen.

Die beiden Fahrrichtungen einer Straßenbahnlinie liegen daher in der Regel in benachbarten Straßen. Die eingleisige Anlage der meisten Straßenbahnen hat eine überaus weitgehende Vermehrung der Kreuzungen zur Folge, ein Umstand, der für die Abwicklung des Verkehrs in den schmalen

Abb. 32. Chestnut-Straße in Philadelphia.



Straßen der Geschäftstadt, die den Schnittpunkt jener beiden Hauptstraßen umgibt, höchst störend ist (Textabb. 32). Die Verkehrsstauungen erstrecken sich hierdurch auf ein verhältnismäßig großes Gebiet.

Bei dem Fehlen von schrägen Verbindungen war die Einführung von Umsteigefahrscheinen für 34 Pf. auf den Straßenbahnen eine frühzeitig empfundene Notwendigkeit.

Während früher mehrere Straßenbahngesellschaften bestanden, sind jetzt alle Linien in der Hand der «Philadelphia Rapid Transit Co.» vereinigt. Bei der Weitläufigkeit und dünnen Besiedelung des Stadtgebietes bringt der Betrieb vieler Straßenbahnlinien Verlust; die Gesellschaft wird erst in einigen Jahren im Stande sein, aus den Betriebseinnahmen alle festen Lasten der Anlagekosten von 126 Millionen M zu bestreiten. Von der Verteilung eines Gewinnes kann derzeit nicht die Rede sein.

Über die Verkehrsentwicklung gibt Zusammenstellung VI Aufschluß.

Zusammenstellung VI.

Jahr	Einwohnerzahl	Fahrgäste Millionen	Fahrten eines Einwohners
1870	674 022	59	87
1880	874 170	99	113
1890	1 046 964	164	157
1900	1 293 697	292	226
1904	etwa 1 392 000	391	288
1905	—	403	—

C) II. Untergrund- und Hoch-Bahnen.

In Anbetracht der dünnen Besiedelung ist in Philadelphia die Anlage wirtschaftlich arbeitender Schnellbahnen eine besonders schwierige Aufgabe. Die bestehende Untergrund- und

*) Sonderabdrücke dieses Aufsatzes können vom Juni 1913 ab von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden zum Preise von 3,60 M bezogen werden.

Hoch-Bahn in der östlichen und westlichen Market-Straße ist auf eine Genehmigung vom Jahre 1902 zurückzuführen, sie bildet nur einen Bruchteil des damals geplanten großzügigen Schnellbahnnetzes. Die Market-Straße, die wichtigste Geschäftsader, war mit Verkehrsmitteln überfüllt und die Geschwindigkeit der Straßenbahn von kaum 10 km/St sowie ihre Leistungsfähigkeit unzureichend, zumal der Verkehr in Philadelphia besonders starke Verkehrsschwankungen bis zum Vierfachen des Durchschnittes aufweist. Man begnügte sich nicht, einen Schnellbahntunnel zu erbauen, sondern führte gleichzeitig die Straßenbahnen des westlichen Abschnittes dieser Straße unterirdisch in die Geschäftstadt ein. Westlich des Schuylkill-Flusses und am Delaware-Flusse gehen die beiden Schnellbahngleise des streckenweise viergleisigen Tunnels zur Hochbahn über, während die unterirdischen Straßenbahngleise mittels einer Schleife um das Rathaus enden.

Der Betrieb. Auf den Straßenbahngleisen der Untergrundbahn verkehren einzelne Triebwagen mit Oberleitung in mäsig dichter Folge. In einigen Haltestellen kann man von den niedrigen Bahnsteigen der Unterstraßenbahn zu den hohen Bahnsteigen der Schnellbahn frei umsteigen. Die Bahnsteige der Unterstraßenbahn erlauben das gleichzeitige Anhalten von drei einzelnen Triebwagen, wobei für jede den Tunnel befahrende Linie ein bestimmter Bahnsteigabschnitt durch quer-gestellte Tafeln vorgeschrieben ist. Die Anlagen der Schnellbahnen sind für Züge von acht Wagen bemessen und ermöglichen eine Zugfolge von 90 Sekunden: gegenwärtig verkehren meist Züge von drei Wagen mit der kürzesten Folge von etwa 2 Minuten. Die Streckenblocksignale werden elektrisch gesteuert und durch Preßluft in der «Fahrt»-Stellung gehalten. Der Signalstrom ist Wechselstrom. Die Stellung der Signale erfolgt selbsttätig durch die Züge. Eine weitere Sicherheit gewähren die von den Signalen abhängigen Fahrsperrn, die die Zugbremsen beim Überfahren eines «Halt»-Signales selbsttätig anstellen.

In dem am 30. Juni 1911 endigenden Betriebsjahre beförderte die «Market-Street Elevated Passenger Railway» 37 745 000 Fahrgäste; die durchschnittliche Fahrgeldeinnahme betrug 17,5 Pf, die Reineinnahme nach Abzug der Betriebsausgaben und festen Lasten nahezu 2,3 Millionen M.

Die Schnellbahn in der Market-Straße ist gegenwärtig vereinzelt, ihre Ergebnisse können schon aus diesem Grunde nicht sehr günstig sein. Bei der geringen Wohndichte ist der Ausbau eines genügend engmaschigen Untergrund-Schnellbahnnetzes trotz der in Anbetracht der bedeutenden Entfernungen großen Dringlichkeit ein wenig aussichtsvolles Unternehmen. Verschiedene Versuche der letzten Jahre in dieser Richtung scheiterten. Besonders wünschenswert erscheinen nord-südliche Schnellbahnen, namentlich unter der Broad-Straße, die für den Straßenbahnverkehr bisher nicht freigegeben wurde. Weit ausgreifende Unterstraßenbahnen, deren Anlagekosten von denen der Schnellbahnen kaum wesentlich verschieden sein werden, und die weniger leistungsfähig sind als diese, wären am wenigsten am Platze, weil der einzige Vorteil, den sie unter diesen Verhältnissen bieten können, nur in der Erleichterung des oberirdischen Verkehrs in der Geschäftstadt liegt.

C) III. Bauausführungen.

Der Tunnel hat im östlichen Teile der Market-Straße einen zweigleisigen Kastenquerschnitt von 4,40 m lichter Höhe über Schienen-Unterkante, 8,04 m Breite und 3,80 m Abstand der Gleismitten (Abb. 4, Taf. 19). Die Stärke der Eisenbetonwände ist 61 cm, die der Decke 77 cm bis 108 cm. Zur Versteifung und zur Auflagerung der in Beton gehüllten, genieteten Mittelstützen dient eine Betonsohle, unterhalb deren eine Entwässerung durchläuft. Zwischen der Tunnelwand und den 2,76 m breiten Wagen bleibt ein freier Raum von 83 cm.

Die Kabel werden in Steinzeugrohrleitungen geführt, die der Tunnelwand beiderseits aufsen vorgelegt sind (Abb. 4, Taf. 19). Bei dem viergleisigen Tunnel liegen die Schnellverkehrsgleise innen, die Gleise für den Straßenbahnbetrieb aufsen (Abb. 3, Taf. 19). Die Bahnsteige für die ersteren sind in Höhe des Fußbodens der Schnellbahnwagen, die für die Straßenbahnwagen niedrig angeordnet. Der Zugang zu den Schnellbahnzügen erfolgt durch Unterführungen unter den Straßenbahngleisen (Abb. 3, Taf. 19). Der Strom wird der Schnellbahn durch eine dritte Schiene von Doppelkopfgestalt, der Straßenbahn durch Oberleitung zugeführt. Die dritte Schiene für Gleichstrom ist mit Ausnahme der Unterseite ganz in Holz gehüllt: der Stromabnehmer schleift an der Unterseite (Abb. 7, Taf. 19 und Textabb. 34). Den Oberbau der Untergrund-Straßenbahnen zeigt Abb. 6, Taf. 19.

Der viergleisige Tunnel wurde in Längsschlitzten ausgeführt, so daß zuerst die Tunnelstücke für die Aufsen-gleise vollendet, dann erst die Erdkerne für die Innengleise entfernt wurden.

Die Lüftung leistet viermalige Erneuerung der Luft in der Stunde. Seitlich in den Tunnel eingebaute Lüftungskammern erlauben die Aufstellung von Windrädern nach Bedarf. Für Lüftungszwecke sind überdies an geeigneten Stellen mehrere schornsteinartige Schächte angeordnet worden.

Eine Verwertung der Seitenwände der Haltestellen der Untergrundbahn wurde durch die Anordnung von Schaufenster erzielt.

Gut angelegt ist der Endbahnhof der Hochbahn an der 70. Straße (Abb. 5, Taf. 19). Für die Umkehr der Hochbahnzüge dient eine Schleife; außerdem sind Aufstellgleise, ein Schuppen zur Untersuchung der Wagen und die Werkstätten hierher gelegt. An dieser Stelle findet auch ein starker Umsteigeverkehr mit mehreren Straßenbahnlinien statt, für die in einer Halle fünf Aufstellungsgleise mit Zungenbahnsteigen verfügbar sind, weiter ist auch der Umsteigeverkehr mit den elektrischen Vorortzügen der Philadelphia- und West-Bahn vorgesehen, die im August 1912 den Vorortverkehr bis zu dem etwa 22 km entfernten Norristown aufgenommen hat. *)

Der Oberbau. Für den Straßenbahnbetrieb im Tunnel dienen Breitfußschienen (Abb. 6, Taf. 19) auf eisernen Stühlen in 1500 mm Teilung. Die Stühle werden durch eine auf den Sohlenbeton aufgebrachte Betonschicht gehalten. Die Breitfußschienen für die Schnellbahngleise des Tunnels wiegen 44,5 kg/m; sie werden mit Klemmplatten auf kurzen Querschwellenstützen befestigt (Abb. 7, Taf. 5). Die Querschwellen liegen in 61 cm Teilung auf U-Eisen, die längs in Beton verlegt sind.

*) Electric Railway Journal 1912, Band XL, 26. Oktober, Nr. 16, S. 906. Mit Abbildungen.

Bei der Ausführung wird Gewicht darauf gelegt, daß die Straßenbahnschienen der ganzen Länge nach auf dem Beton aufrufen und daß die durch die Stähle gehenden Schraubenbolzen ständig unter Spannung bleiben. Das Niederschrauben der Schienen erfolgt erst, nachdem der Beton abgebunden hat und kein Schwinden mehr zu befürchten ist. Es hat sich gezeigt, daß diese sehr fest gehaltenen Schienen keine Neigung zur Wellenbildung aufweisen (Textabb. 33 und 34).

Abb. 33. Tunnel der Untergrundbahn vor dem Verlegen des Oberbaues.

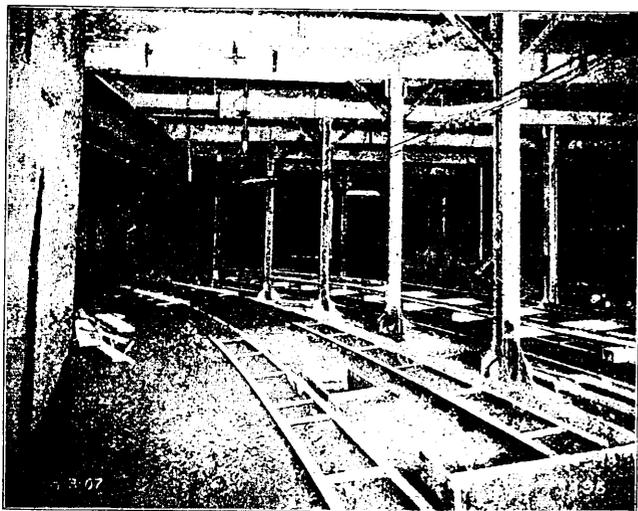


Abb. 34. Oberbau- und Stromschiene der Schnellbahn.



Die für die Schnellbahngleise gewählte Ausführungsart des Oberbaues vereinigt den Vorteil elastischer Gleislage mit dem als vorteilhaft empfundenen Fortfallen der Steinschlagbettung, die in allen Stadtbahntunneln überaus stark verschmutzt. Namentlich in den Haltestellen gibt gewöhnliche Steinschlagbettung, die sich rasch mit einer Staub- und Öl-Schicht überzieht und nicht mehr genügend entwässert, zu Klagen Anlaß.

Dies hat bei den neuen Röhrenbahnen in London, zu der in Abb. 10, Taf. 19 dargestellten Anordnung geführt, die sich gut bewährt. Die Schwellenenden kragen frei in Steinschlagbettung aus, wodurch genügende Federung gewährleistet ist, während der größte Teil der Schwelle auf unnachgiebigem Beton ruht, dessen glatte Oberfläche leicht rein gehalten werden kann. Für Entwässerung ist durch ein eingebettetes Rohr und durch Schlitz gesorgt. Bei der Hudson- und Manhattan-Tunnelbahn führte das Bestreben, die Bettung in den Stationen rein zu halten, zu der in Abb. 23, Taf. 10 gezeichneten Anordnung. Von den drei Lösungen dürfte die der Baker-Straße und Waterloo-Röhrenbahn in London den Vorzug verdienen, weil dort die durch die Schienen auf die Schwellenunterlage übertragenen Stöße nicht den Beton treffen, und daher dessen Zermahlen nicht zu befürchten ist.

Auf den Hochbahnstrecken (Abb. 8 und 9, Taf. 19) ist da, wo es die Schalldämpfung erforderte, ein Schotterbett durchgeführt (Abb. 9, Taf. 19); in diesem Falle wird die Fahrbahntafel aus Z-Eisen und Blechen gebildet, die mit Beton überdeckt sind; die Betonoberfläche ist mit Zementestrich versehen. Wo kein ausreichendes Längsgefälle vorhanden ist, wird in den Beton feldweise ein Gefälle gegen die Fahrbahnmitte eingelegt. Die Querschwellen haben bei 2,44 m Länge 16×20 cm Querschnitt. Bei offener Fahrbahn (Abb. 8, Taf. 19) liegen die Längsträger für die hölzernen Querschwellen etwas außerhalb der Schienen, um elastische Gleislage zu erzielen.

Die Wagen haben 15,11 m größte Länge und bieten auf Längssitzen Raum für 36, auf Quersitzen in Wagenmitte für 16 Fahrgäste. Drei seitliche Schiebetüren dienen dem Ein- und Aussteigen. Die Drehgestellwagen werden ganz aus Eisen gebaut. Ihre Gleichstrom-Triebmaschinen entwickeln je 125 PS. Mit der elektrischen Ausrüstung wiegt ein Triebwagen 31,2 t.

Der «Philadelphia Rapid Transit Co.», besonders deren Oberingenieur, Herrn H. B. Nichols, ist der Verfasser für die bereitwilligst erteilten Auskünfte zu Danke verpflichtet.

(Schluß folgt)

Das Eisenbahnverkehrswesen auf der Weltausstellung Turin 1911.

C. Guillery, Baurat in München-Pasing.

Hierzu Zeichnungen Abb. 129 und 130 auf Tafel 19.

(Schluß von Seite 161.)

VI. Verladeanlagen, Drahtseil- und Zahn-Bahnen, Förderbänder.

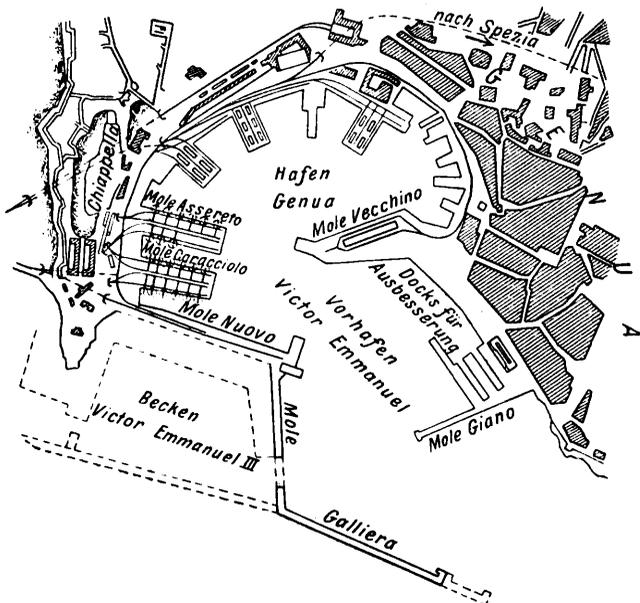
VI. 1) Deutschland war vor allem durch Schaustücke und Pläne von zwei großen, in Genua und Savona ausgeführten Verladeanlagen für Kohle mit elektrischem Betriebe vertreten.

Der Umschlag des Hafens von Genua ist seit 1874 auf rund das Zehnfache gestiegen, so daß dieser Hafen jetzt die

fünfte Stelle unter den festländischen europäischen Häfen einnimmt. Stark 80% des Umschlages von etwa 7 Millionen t kommen auf die Einfuhr, und annähernd die Hälfte der Einfuhr ist Kohle. Trotz der stetig zunehmenden Ausnutzung der natürlichen Wasserkräfte des Landes ist die Kohleneinfuhr fortgesetzt gestiegen. Vergrößerungen des Hafens und Verbesserungen seiner Einrichtungen sind die Folge und zum Teil

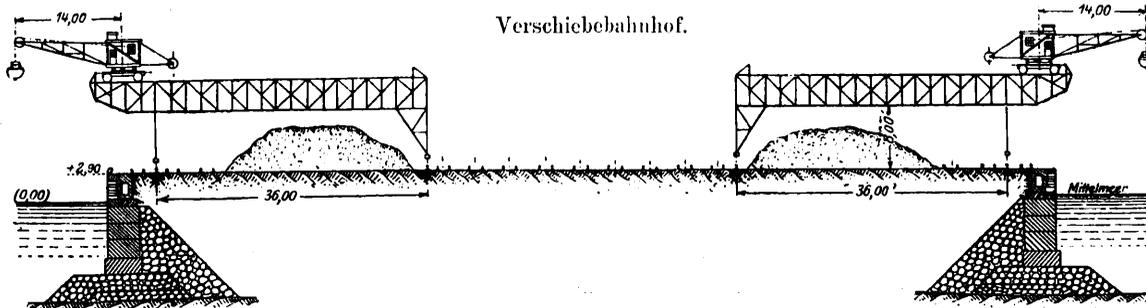
die Vorbedingung der Hebung des Verkehres gewesen. Die von der Mannheimer Maschinenfabrik Mohr und Federhaff in Verbindung mit den Siemens-Schuckert-Werken auf Grund eines Wettbewerbes gelieferte und im Jahre 1908 in Betrieb genommene Anlage bestand aus acht Verladebrücken auf der Mole Assereto (Textabb. 47) mit zugehörigem

Abb. 47. Hafen von Genua. Maßstab 1:30000.



Kraftwerke und ist jetzt unter Einbeziehung der Mole Caracciolo vergrößert worden. Nach Vollendung des neuen, der Mole Nuovo vorgelegten, nach dem regierenden Könige benannten Hafenbeckens soll der ganze Kohlenverkehr dorthin verlegt werden. Die Anlage besteht jetzt aus 21, teils von Hand, teils elektrisch verfahrbaren Verladebrücken (Textab. 48) mit oben laufendem, elektrisch bewegtem Drehkrane, deren jede in 10 Arbeitstunden 700t Kohle bewältigen kann. Die Länge der Verladebrücken beträgt 44,5 m, bei 36 m Stützweite der älteren und 40,8 m der neueren, und einer lichten Höhe über dem Erdboden von 8 m. Die Ausladung der je

Abb. 48. Verladebrücken im Hafen von Genua. Maßstab 1:1000.



fünf Eisenbahngleise und die Lagerplätze in 60 m Breite beherrschenden Drehkrane ist 14 m, der größte Hub 20 m, die Tragkraft 4 t. Die Greifer fassen je 2 cbm. Die Hubgeschwindigkeit ist etwa 0,7 m/Sek, die Laufgeschwindigkeit des Drehkrans 2,5 m/Sek, die Leistung der entsprechenden Triebmaschinen 50 und 24 PS und 7,5 PS für die Drehung. Bei einiger Übung können alle drei Bewegungen gleichzeitig ausgeführt werden. Die Trageile der Greifer sind der Sicherheit halber doppelt, ein drittes Seil dient zum Öffnen und Schließen

der Greifer. Mechanische und elektrische Bremsen, selbsttätige elektrische Auslösung bei zu großer Annäherung des Lasthakens an die obere Seilrolle, und selbsttätige elektrisch bediente Wägevorrückungen sind vorgesehen. Der Betriebsstrom von 550 Volt Spannung wird den Verladebrücken durch bewegliche, sich nach Bedarf selbsttätig auf- und abwickelnde Leitungen zugeführt. Die Leitung von dem Kraftwerke zu den in etwa 30 m Teilung angeordneten Entnahmestellen ist als Bleikabel ausgeführt und doppelt vorgesehen, so daß stets eine vollständige Leitung in Bereitschaft ist.

Das in dem Steinbruche La Chiappella, 500 m von dem weitest abliegenden Verladekran errichtete Kraftwerk enthielt bei der ersten Anlage drei Röhrenkessel mit je 74 qm Heizfläche, 3 Heißdampf-Verbund-Dampfmaschinen von je 150 PS mit Stromerzeugern von je 100 KW Leistung und einen Elektrizitätsspeicher mit einer Aufnahmefähigkeit von 324 A.St. Die tägliche Durchschnittleistung betrug etwa 1000 KWSt. Jetzt ist das Kraftwerk auf etwa die doppelte Leistung vergrößert worden.

Die Baukosten der ersten Anlage, mit acht Verladebrücken beliefen sich auf 1,12 Millionen M, wovon etwa 400000 M auf das Kraftwerk entfallen. Die reinen Betriebskosten ohne Verzinsung und Tilgung betragen rund 12,8 Pf/KWSt, nämlich für:

Löhne	6,21 Pf/KWSt
Kohle, Cardiff zu 25 M/t	5,11 »
Schmieren und Verpacken	0,15 »
Unterhaltung	1,22 »
Verschiedenes	0,11 »
Zusammen	12,80 »

Die ganzen Umladekosten für 1 t betragen 56 Pf/t, gegen etwa 1,6 M/t für die Umladung von Hand, nämlich für:

Strom	5,5 Pf/t
Löhne der Maschinenwärter und Unterhaltung der Maschinen	10,5 »
Aufseher und Kohlschauffer	40,0 »
Zusammen	56,0 »

Letztere Löhne werden durch das Arbeitersyndikat verhältnismäßig hoch gehalten. Durch bessere Anpassung der Bauart der Schiffe an den Greiferbetrieb wird die teure Schaufelarbeit auf den Schiffen voraussichtlich stark herabgemindert

werden. Ferner wird das Kraftwerk jetzt durch Übernahme des früher aus dem städtischen Leitungsnetze entnommenen Stromes für die rund 300000 KWSt jährlich beanspruchende Beleuchtung des Hafens besser ausgenutzt.

VI. 2) Wesentlich anderer Art sind die durch eine Drahtseil-Schwebbahn verbundenen, und mit dieser von der Aktiengesellschaft J. Pohlig in Köln gebauten Anlagen für Kohlenverladung zwischen Savona und San Giuseppe (Abb. 129 und 130, Taf. 19). Im Hafen von Savona wird die Kohle

aus den Seeschiffen, vorläufig von Hand, in Leichterkähe umgeladen, die je einen mit Bodenklappen versehenen Kübel von 38 cbm Inhalt tragen. Durch Bockkräne werden diese Kübel gehoben und in Speicherbehälter entleert, aus denen die Kohle nach Bedarf in die Wagen der Drahtseilbahn abgelassen und nach dem landeinwärts in den Secalpen liegenden San Giuseppe befördert wird. Hier werden die Wagen auf eine 800 m lange Hängebahn mit Seilbetrieb überführt und in Speicherbehälter oder auf einen Lagerplatz entladen. Letztere Entladung erfolgt mit fahrbaren Verladebrücken von im Ganzen $60 + 80 = 140$ m Länge, die rechtwinkelig zur Hängebahn so angeordnet sind, daß die auf dieser ankommenden Wagen durch Schleppweichen auf die Verladebrücken übergehen können. Zur Bedienung des 800×140 m messenden Lagerplatzes sind auf den Verladebrücken Laufkatzen mit Greifern von je 1,5 cbm Fassung vorgesehen.

Eine hohe Jahresleistung von 900 000 t ist bei der 17,5 km langen und mehr als 500 m Höhe ersteigenden Drahtseilbahn (Abb. 129, Taf. 19) vornehmlich durch Verwendung der Förderkübel von 1,4 cbm Inhalt mit vierräderigem Laufwerke der Bauart Pohlrig (Abb. 130, Taf. 19) erreicht. Unter den Laufrädern ist eine selbsttätige Klemmvorrichtung für die Drahtseil-Schwebbahn, über ihnen ein gabelförmiger Mitnehmer für die Hängebahnstrecke angeordnet.

Das Werk J. Pohlrig ist ferner mit dem Baue einer Drahtseil-Schwebbahn für Fahrgäste in Rio de Janeiro befaßt. Die Schrägaufzüge zur Begichtung von Hochöfen und die verschiedenen Ausführungsformen der Bogenkipper von Aumund*) desselben Werkes sind bekannt.

VI. 3) Seitens der Gesellschaft der Eisenwerke L. von Roll, Gießerei Bern, war eine Anzahl neuerer Bergbahnen mit Betrieb durch Drahtseile oder Zahnlokomotiven dargestellt. Bei letzteren sind durchweg Zahnstangen der Bauart Strub**) verwendet, deren neueste Gestalt mit den Kopfklaunen Text-

Abb. 49. Zahnstange Bauart Strub mit Sicherheitszangen. Maßstab 1:5.

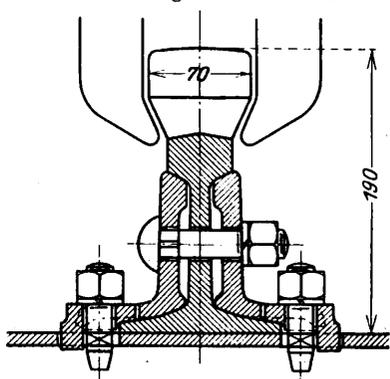


abb. 49 darstellt. Die Klauen werden auch als Notbremsen ausgebildet. Als Vorzüge der Zahnstange von Strub werden Einfachheit, geringes Gewicht bei hoher Festigkeit, billige Unterhaltung, leichte Verlegung und gute Anpassung an die Streckenverhältnisse angegeben. Bei den von dem Werke gebauten Drahtseil-Schienenbahnen, wie der Bergbahn in Heidelberg, der Niesenbahn***) und anderen sind ähnliche zangenförmige, den Kopf einer Fahrachse umklammernde Bremsen angeordnet. An-

*) Organ 1912, S. 414.

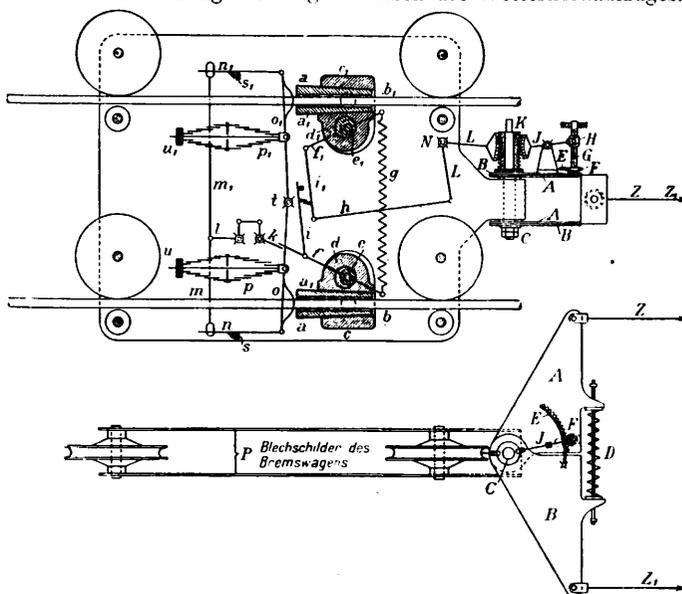
**) Eisenbahntechnik der Gegenwart. I. Auflage, Band IV, S. 44; Organ, 1897, S. 151; 1898, S. 140; 1901, S. 194. Münsterschluchtbahn, Organ 1909, S. 183.

***) Schweizerische Bauzeitung 1911. Band LVII; Organ 1911, S. 338.

gedrückt werden die Bremszangen an den Schienenkopf durch Schraubenspindeln mit Rechts- und Linksgewinde, die die oberen Enden der Zangen auseinander zwängen, wenn sie mittels eines Kettentriebes von einer Wagenachse aus gedreht werden. Die Kuppelung des Kettentriebes mit der Wagenachse erfolgt durch einen Gewichthebel, dem die Stützung bei Bruch oder Schlaffwerden des Triebseiles selbsttätig, oder auch durch den Wagenführer bei Entdeckung einer Gefahr auf der Talfahrt entzogen wird. Der Bremsweg beträgt dann selbst auf einem Gefälle von 68 ‰ bei regelmäßiger Fahrgeschwindigkeit nur etwa 1 m. Stöße sind durch entsprechenden Bau der Kuppelung vermieden. Die Bremszangen werden auch in Verbindung mit einer von dem Wagenführer bei eintretenden Behinderungen auf der Bergfahrt zu bedienenden Handspindel verwendet. Ferner wird die Einrichtung so getroffen, daß die selbsttätige Bremse, wie bei der Virgl-Bahn*) mit 66 und 70 ‰ Neigung schon bei Überschreitung einer gewissen Fahrgeschwindigkeit, beim Überfahren eines bestimmten Punktes der obern Haltestelle oder bei Unterbrechung des elektrischen Betriebsstromes in Wirksamkeit tritt.

Bei der durch die Kühnheit der Anlage auffallenden, unter der Bezeichnung «Wetterhornaufzug**») bekannt gewordenen Drahtseil-Schwebbahn für Fahrgäste sind zum Anziehen der Bremsen, schnellster Wirkung halber, Federn verwendet (Textabb. 50), die beim regelmäßigen Betriebe durch

Abb. 50. Anordnung der Wagenbremsen des Wetterhornaufzuges.



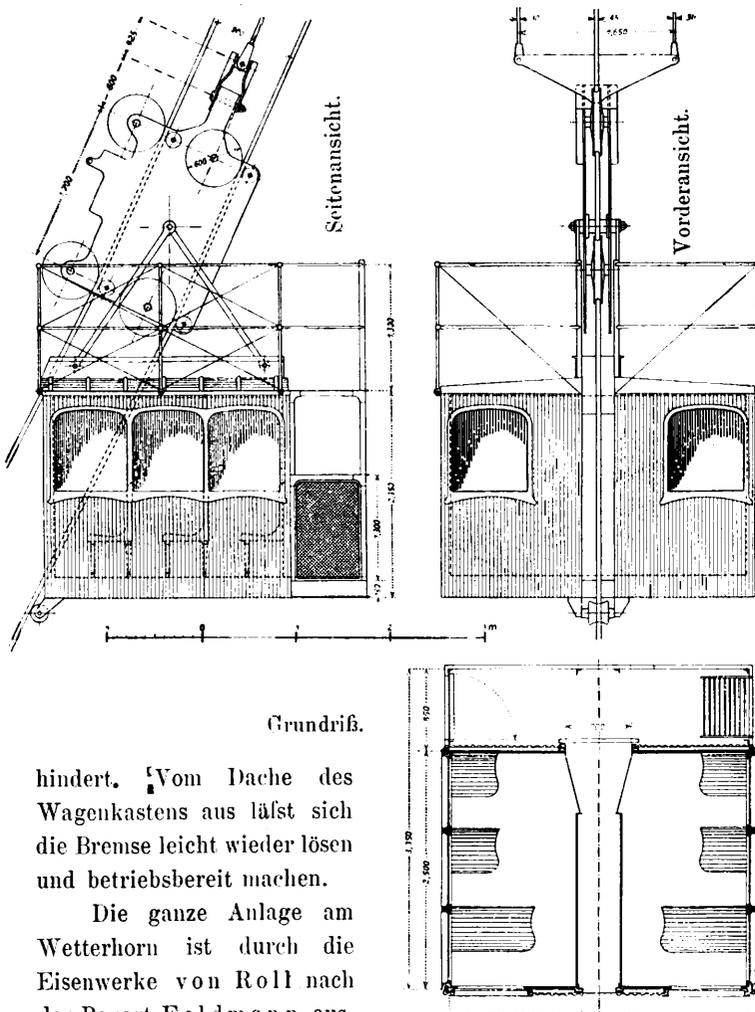
Sperrgestänge zurückgehalten werden, bei Bruch eines der beiden Zugseile selbsttätig, sonst auch von Hand durch den Wagenführer ausgelöst werden. Das erste Andrücken der Bremskeile a, a_1 an die Tragseile erfolgt durch die Feder g , das feste Andrücken durch die Federn p, p_1 . Eingeleitet wird die selbsttätige Bremswirkung durch die Feder D , die die Hebel A und B bei Bruch eines der beiden Zugseile Z, Z_1 dreht. Mittels des Getriebes $BFGH$ und des Gestänges JLh werden dann die Hebel i, i_1 ausgeklinkt.

*) Schweizerische Bauzeitung 1908. Band LII; Organ 1908, S. 407.

**) Organ 1909, S. 415.

Durch den Zug der frei werdenden Feder g drehen sich die Hebel f, f_1 um die zweimittigen Zapfen e, e_1 so, daß sich die Keile a, a_1 an die Tragseile legen und unter dem Gegendrucke der Keilflächen nicht wieder lösen. Fast gleichzeitig erfolgt Ausklinkung von n, n_1 , wodurch die Federn p, p_1 frei werden und die Bremskeile fest andrücken. Der Bremsweg beträgt nur 0,25 m. Trotzdem werden Stöße durch die Nachgiebigkeit der Tragseile und die frei schwingende Auflängung des Wagenkastens an dem Bremswagen (Textabb. 51) ver-

Abb. 51. Wagen des Wetterhornaufzuges. Maßstab 1:80.



hindert. Vom Dache des Wagenkastens aus läßt sich die Bremse leicht wieder lösen und betriebsbereit machen.

Die ganze Anlage am Wetterhorn ist durch die Eisenwerke von Roll nach der Bauart Feldmann ausgeführt. Die beiden auf 420 m Höhe mit 75,5% durchschnittlicher Steigung über einander frei durch die Luft laufenden Tragseile, auf denen der Bremswagen rollt, sind durch ein gemeinsames Belastungsgewicht gespannt. Die ebenfalls paarweise angeordneten Zugseile sind am oberen Ende der Bahn über wagerecht umlaufende, elektrisch angetriebene Seilscheiben geführt. An den beiden Enden des Zugseilpaares hängen zwei Bremswagen der beschriebenen Art mit zugehörigen, je acht Sitz- und acht Stehplätze enthaltenden Wagenkasten, die sich gegenseitig das Gleichgewicht halten und wechselweise auf- und niedersteigen. Der Betriebsstrom wird von Grindelwald als einwelliger Wechselstrom von 2400 Volt Spannung zugeleitet und in Gleichstrom von 800 Volt umgewandelt. Für den Fall

des Versagens der Zuleitung ist ein Speicher vorgesehen. Aus einem etwa unterwegs stecken gebliebenen Wagen können die Reisenden zu je vier bis fünf mit voller Sicherheit mit einem Hilfswagen abgeholt werden, der stets fahrbereit an einem elektrisch oder von Hand zu bewegenden Windwerke in der oberen Haltestelle hängt. Die ganze Bahn kann im Notfalle von Hand, nur erheblich langsamer, betrieben werden. Von der oberen Haltestelle zu den Wagen und von diesen zu der untern Haltestelle ist schriftlicher Verkehr möglich, beide Haltestellen sind durch Fernsprecher verbunden. Das Triebwerk der Maschinen ist durch Ausschalter und Bremsen gesichert, die bei zu hoher Fahrgeschwindigkeit oder bei Überfahren des Endpunktes der Bahn selbsttätig in Wirksamkeit treten*).

VI. 4). Schließlich sind zwei Drahtseil-Schwebebahnen und zwei auf einer Brücke eingebaute Förderbänder zu erwähnen, die durch das Werk Bellani und Benazzoli in Mailand im Ausstellungsgebiete zur Beförderung von Fahrgästen von einem Po-Ufer zum andern errichtet waren.

Die eine Drahtseilbahn beförderte im Ganzen 15 je vier Fahrgäste aufnehmende Wagen mit zweiräderigem Laufwerke auf je einem der beiden Tragseile mit 1 m/Sek Geschwindigkeit. Bei der Ankunft auf dem andern Ufer wurde die Kuppelung der Wagen an dem stetig umlaufenden Zugseile selbsttätig gelöst, die Wagen wurden von Hand auf Hängeschienen von dem einen zum andern Tragseile geschoben und hier wieder an das Laufseil gekuppelt. Die ganze Länge der Bahn betrug 260 m, die freie Spannung der Tragseile über dem Flusse 159 m, die Leistung 260 Fahrgäste/St in jeder Richtung.

Die je zwölf Fahrgäste aufnehmenden, mit vierräderigem Laufwerke versehenen Wagen der zweiten Drahtseilbahn, deren beiden Tragseile unmittelbar zwischen den Haltestellen auf 114 m Länge frei gespannt waren, blieben stets auf demselben Tragseile, indem die Triebseiben des mit den Wagen fest verbundenen, im geschlossenen Kreise geführten Zugseiles für jede Fahrt umgesteuert wurden. Mit dieser Bahn wurden bei 2 m, Sek Geschwindigkeit bis zu 360 Fahrgäste/St in jeder Richtung befördert.

Die beiden, stetig mit 1 m/Sek Geschwindigkeit in entgegengesetzten Richtungen bewegten Förderbänder bestanden je aus zwei durch Rollen auf Schienen geführten und durch einen Belag von schmalen Brettern aus Hartholz verbundenen Gelenkketten, die an den Enden der Bahn über Trieb- und Leit-Räder geführt waren. Das fest gelagerte Triebräderpaar wurde mittels Zahngetriebes in Umlauf gesetzt, während das am andern Ende eingebaute Leiträderpaar zur Anspannung des Förderbandes verschiebbar gelagert war. Zu beiden Seiten in handlicher Höhe angeordnete und mit gleicher Geschwindigkeit laufende Seile dienten als Geländer. Die nutzbare Länge der Förderbahn war 110 m, entsprechend dem Abstände der Achsen der Trieb- und Leit-Räder, die Breite 0,8 m. Als größte Leistung wird die Beförderung von 29 000 Menschen/St für beide Richtungen zusammen angegeben.

*) Organ 1909, S. 415.

Schaulinien der Dampfverteilung bei Verbundlokomotiven.

Dr.-Ing. O. Kölsch, Nürnberg.

I. Einleitung.

Die Frage, wie sich die Schaulinien der Dampfverteilung bei Mehrzylinder-Maschinen im Voraus ermitteln lassen, wurde von Schröter gelöst*).

Die vorliegende Arbeit, die in erster Linie bezweckt, die Verhältnisse der Dampfverteilung klar zu legen, wie sie unter den verschiedensten Fahrbedingungen bei Lokomotiven zu erwarten sind, sucht ihr Ziel auf einem Wege zu erreichen, der von dem von Schröter eingeschlagenen abweicht.

Will man bei einer Dampfmaschine von einer Leistung auf eine beliebige andere übergehen, so genügt es, die äußere Steuerung derart zu beeinflussen, daß nur der Dehnpunkt D (Textabb. 1) verlegt wird. Bei ortfesten Maschinen mit Doppelschiebersteuerung oder mit getrennten Gliedern der Dampfverteilung läßt sich dies ohne Weiteres durchführen. Bei Lokomotiven dagegen liegt im Allgemeinen für jeden Zylinder nur ein einziger Schieber vor, der in Verbindung mit der beliebig gewählten äußeren Steuerung die Aufgabe zufällt, zugleich beide Zylinderseiten zu steuern. Verlegen wir hier den Punkt D des Hochdruckzylinders, so wandern gleichzeitig auch die drei anderen Punkte der Schaulinie, nämlich Voreinströmen Ve, Vorausströmen Va und Pressung P und weiter alle vier Punkte der Schaulinie des Niederdruckzylinders, da die Steuerungen des Hochdruckzylinders und des Niederdruckzylinders durch einen gemeinsamen Stellhebel verbunden sind. Diese Veränderungen können derart einschneidend sein, daß bei einzelnen Kurbelstellungen gleichzeitig die beiden Seiten des Hochdruckzylinders durch den Aufnehmer mit dem Niederdruckzylinder in Verbindung stehen. Dies ist ein Fall, der bei ortfesten Maschinen ängstlich vermieden wird, bei Lokomotiven aber mit Rücksicht auf die Einfachheit der Steuerung und deren Regelung in Kauf genommen werden muß. Die großen Spannungsprünge, die durch diese Art der Steuerung auftreten, bedingen stets eine schlechte Wirtschaft. Diese Frage soll hier jedoch nicht behandelt werden: das Augenmerk ist nur auf die Dampfdruck-Schaulinien selbst zu richten, die je nach der Stellung des Steuerhebels ihre Gestalt völlig ändern. Mit den Schaulinien ändern sich auch die Vorgänge im Aufnehmer. Deshalb soll für jeden Fall neben die Dampfdruck-Schaulinien die entsprechende des Druckverlaufes im Aufnehmer gezeichnet werden.

Werden diese Bestimmungen der Schaulinien für mehrere Stellungen des Steuerhebels durchgeführt, so erhält man neben einer Kennlinie der Leistung der Maschine wertvolle Angaben für die Größenbemessung des Aufnehmers und einen Begriff von der Größe und Wirkung der Dampfmenge, die stets in den Räumen der Maschine zurückbleiben, um dem durchströmenden Arbeitsdampf den Weg zu möglichst verlustfreier Arbeitsabgabe zu ebnet.

Nach dieser Seite hin dürfte die vorliegende Arbeit die Darlegungen von Schröter ergänzen.

Die Dampfdruck-Schaulinien unserer Verbundmaschinen

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1884, S. 191.

werden wesentlich verschieden sein, je nachdem beide Zylinder auf um 180° oder um 90° versetzte Kurbeln arbeiten. Der Vollständigkeit wegen werden beide Fälle untersucht, für jeden werden Schaulinien entwickelt, die die Dampfverteilung bei gewöhnlicher und bei größter Füllung, bei der Mittelstellung des Steuerhebels und bei Gegendampf aufklären sollen.

Zunächst soll das Verfahren nur für den ersten Fall erörtert werden.

II. Verbundmaschine mit um 180° verstellten Kurbeln.

II. A) Gewöhnliche Füllung (Textabb. 1).

Untersucht wird eine Lokomotiv-Verbundmaschine mit Heufsinger-Steuerung und den nachstehenden Hauptverhältnissen:

Inhalt des Hochdruck-				
zylinders	H = 13,3	mm	der Textabb. 1	
Inhalt des Nieder-				
druckzylinders	N = 2,42	. H = 32,3	» » »	
Inhalt des Auf-				
nehmers	A = 1,6	. H = 21,3	» » »	
Inhalt des schäd-				
lichen Raumes des				
Hochdruckzylinders	s = 0,122	. H = 1,63	» » »	
Inhalt des schäd-				
lichen Raumes des				
Niederdruck-				
Zylinders	S = 0,137	. N = 4,4	» » »	
Spannung des Arbeits-				
dampfes	p = 14	at		
Spannung des Auspuff-				
dampfes	p ₁ = 1,2	»		

Von der Steuerung sind bekannt: Die Scheitellinien*) für Hochdruck- und Niederdruck-Seite, die in die Bilgram**) Schaulinie eingetragen sind (Textabb. 1a und 1b), sowie die äußere Überdeckung am Hochdruckschieber $e = 35$ mm
 » innere » » » $i = -4$ »
 » äußere » » Niederdruck- » $c = 35$ »
 » innere » » » » $i = -1$ »

Der Zusammenhang der äußeren Steuerung gibt uns noch Aufschluß, welche Punkte der beiden Scheitellinien jeweils einer bestimmten Stellung des gemeinsamen Stellhebels entsprechen. Man ist also in der Lage, für jede gewünschte Füllung des Hochdruckzylinders die vier Punkte der Schaulinie Ve, D, Va und P für die Hochdruck-, ebenso die zugehörigen Punkte für die Niederdruck-Seite anzugeben. Es würde zu weit führen, zu diesem Zwecke die äußere Steuerung mit in die Betrachtung herinzuziehen. Ich beschränke mich darauf, jedesmal in der Schieberschaulinie nach Bilgram die beiden einander entsprechenden Punkte der Scheitellinie zu benutzen.

*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band 1, 3. Auflage, S. 497, 498.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Band 1, 3. Auflage, S. 494, 496; Slide Valve Gears by H. Bilgram, Philadelphia.

Zur Gewinnung eines Einblickes in die Raumverhältnisse innerhalb der Maschine ver helfe die Schaulinie des Kolbenweges (Textabb. 1 c). In dieser sind die Räume, die dem Dampf nach einander zur Verfügung stehen, durch Strecken dargestellt. Über die wirklichen Grö ßen dieser Strecken, also über den Maßstab der Textabb. 1 muß man sich zunächst klar werden. In der ursprünglichen Zeichnung wurde der Inhalt des Hochdruckzylinders durch eine wagerechte Strecke II = 13,3 mm dargestellt. Hiervon ausgehend ergeben sich die Strecken für die übrigen Dampf räume, so wie sie weiter oben bei den Abmessungen der Maschine eingetragen, und in richtiger Reihenfolge und Grö ße in Textabb. 1 c zu finden sind.

Über den Strecken II und N werden für eine Umdrehung der Maschine die Kolbenwege abhängig vom Kurbelzapfenwege eingetragen. So ergeben sich zwei unter 180° versetzte Sinuslinien, deren Längen L mit je 5 cm beliebig gewählt sind.

Mit Hilfe der beiden gegebenen Scheitellinien (Textabb. 1 a und 1 b) und der Grö ßen e und i bestimmt man für beide Steuerungen die Dampfverteilungspunkte, die zu einer mittlern Füllung des Hochdruckzylinders von 29% gehören. Die Punkte sind in Textabb. 1 a und 1 b zahlenmä ßig festgelegt. Die endliche Länge der Schubstange ist hierbei vernachlässigt, sie lie ße sich jedoch ohne Umstände berücksichtigen.

Diese vier Dampfverteilungspunkte Ve, D, Va und P trägt man in die Kolbenweglinien ein, und zwar bei jedem Zylinder für die linke und für die rechte Zylinderseite, und zieht durch die eingetragenen Punkte Wagerechte, deren Längen Aufschluß über die Grö ße des Raumes geben, der im betreffenden Punkte ab- oder zugeschaltet wurde.

Man betrachtet von oben aus zunächst die rechte Hochdruckseite, für die die Bezeichnungen Ve bis P rechts von der Kolbenweglinie eingeschrieben sind.

Der Einfachheit wegen ist Ve bei dem ersten Beispiele in den Totpunkt der Kurbel gelegt, man beginnt also im Totpunkte mit der wagerecht überstrichelten «Füllung» des Zylinders. Im Punkte D ist die Füllung vollendet, die Dehnung im Hochdruckzylinder und seinem schädlichen Raume setzt ein und dauert, durch schräg links aufsteigende Überstrichelung hervorgehoben, bis zum Punkte Va. Hier gibt der Schieber dem Dampf den Weg nach dem Aufnehmer frei. Die durch Va gehende Wagerechte erstreckt sich deshalb bis an das Ende des Aufnehmers. Die so angebalnte schräg rechts aufsteigend überstrichelte Verbindung bleibt bis zum Punkte P bestehen. Hier schließt der Schieber eine gewisse Restdampfmenge im Zylinder ein, die nun vom Kolben auf dem Wege von der Stellung P bis zum Ende des Hubes geprefst wird, was durch senkrechte Überstrichelung bezeichnet ist. Im Punkte Ve der nächsten Umdrehung beginnt das Spiel von Neuem.

Für die linke Seite des Hochdruckzylinders sind die vier Punkte Ve, D, Va und P entsprechend links neben die Kolbenweglinien geschrieben. Vom Punkte Va links nach abwärts und dann von der obern Begrenzungslinie der Textabb. 1 bis P links geht die schräge Strichelung über den linken schädlichen Raum s hinaus zum Zeichen, daß der linke

Zylinderraum während dieser Zeit mit dem Aufnehmer in Verbindung steht.

Man erkennt aus der bisherigen Entwicklung von Textabb. 1, daß die beiden Hochdruckseiten sowohl zwischen Va links und P rechts, als auch zwischen Va rechts und P links durch den Aufnehmer verbunden sind, daß also in den drei Räumen: Hochdruckseite links, Hochdruckseite rechts und Aufnehmer während jeder Umdrehung zweimal Druckausgleich stattfinden muß.

Am Niederdruckzylinder trifft man von oben auf der linken Seite zunächst auf den Punkt Ve, der hier den Beginn der Füllung andeutet. Diese Seite, von der augenblicklich nur der schädliche Raum S zur Verfügung steht, wird also mit dem Aufnehmer verbunden, so daß sich der Dampf aus dem Aufnehmer mit dem im schädlichen Raume S vorhandenen und schon geprefsten Dampfe mischen kann. Diese durch schräg rechts aufsteigende Überstrichelung gekennzeichnete Verbindung bleibt bis zum Punkte D bestehen. Von hier ab leistet der im Zylinder und im schädlichen Raume eingeschlossene Dampf Dehnarbeit, der schräg links aufsteigender Überstrichelung entspricht. Im Punkte Va wird diese Dehnung dadurch beendet, daß der Schieber den Auslaß öffnet und der Dampf ins Freie entweicht: der Bereich ist gepunktelt. Erst bei P wird der Auslaß wieder geschlossen, und die noch im Niederdruck-Zylinder und im schädlichen Raume S eingeschlossene Restdampfmenge entsprechend lotrecht überstrichelung solange geprefst, bis das Spiel im Punkte Ve von Neuem beginnt. Auf der rechten Niederdruckseite ist das Verfahren dasselbe, zwischen den Punkten Ve und D steht der Zylinder mit dem Aufnehmer in Verbindung.

Schließlich ergibt sich in Textabb. 1 c ein Bild, aus dem der Zusammenhang der einzelnen Dampf räume für jede Stellung der Kurbel klar ersichtlich ist. Damit ist die Möglichkeit gegeben, durch Gleichungen alle die Vorgänge auszudrücken, die sich im Beharrungszustande bei jeder Umdrehung der Maschine abspielen. Zuvor sind hierzu noch einige Vereinbarungen nötig.

Schröter gibt an, daß der Mischvorgang bei Dämpfen verschiedener Pressung in Fällen, wie sie hier vorliegen, durch das einfachste Mischungsgesetz genügend genau gedeckt ist. Wird ein Dampfraum des Inhaltes V und der Spannung P mit einem Dampf räume des Inhaltes v und der Spannung p verbunden, so folgt die Spannung p_m des Gemisches aus

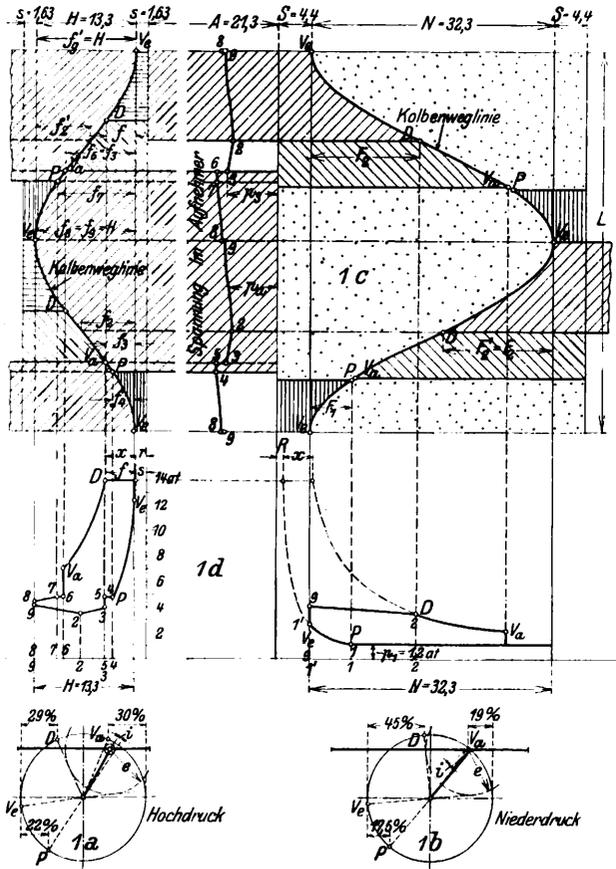
$$p_m = (P \cdot V + p \cdot v) : (V + v).$$

Auch spricht Schröter seine Erfahrung dahin aus, daß der Spannungsverlauf, auch wenn der Aufnehmer an der Dehnung oder Pressung beteiligt ist, genau nach der gleichseitigen Hyperbel erfolgt, also nach dem Gesetze $p \cdot v =$ einem Festwerte, das ja auch für die Dehnung im Dampfzylinder allein maßgebend ist, sobald trocken gesättigter Dampf wirkt.

Diese beiden einfachen Gesetze liegen den folgenden Rechnungen zu Grunde. Zur weitem Vereinfachung des Verfahrens wird noch angenommen, daß auch die Pressung in beiden Zylindern nach der gleichseitigen Hyperbel erfolge. Hier lie ße sich auch ein beliebiges, die Wirklichkeit streng deckendes Gesetz einführen, doch würde dadurch nur die

Übersichtlichkeit der Rechnung herabgesetzt und die Genauigkeit der zu ermittelnden Flächen der Schaulinien sehr wenig gesteigert. Durch Drosselung bei den einzelnen Mischvorgängen wird die vielzackige theoretische Schaulinie überdies so abgeschliffen*), daß der Wert übertriebener Genauigkeit schon aus diesem Grunde stark in Frage gestellt wird.

Abb. 1. Dampfverteilung bei gewöhnlicher Füllung.



Weiter bezeichnet: x die Dampfmenge, die bei einem Hube durch die Maschine geht und dort Arbeit verrichtet. x wird bei der Betriebsspannung $p = 14$ atn gemessen, die im Schieberkasten herrschen möge. Die Einheit von x wird im Einklange mit der Darstellung der Zylinderräume in Millimetern ausgedrückt.

r in derselben Einheit den Rauminhalt, den der beim Punkte P im Hochdruckzylinder eingeschlossene Restdampf einnehmen würde, wenn er auf die Spannung $p = 14$ at geprest wäre.

R unter gleichen Verhältnissen wie bei r den Inhalt des Restdampfes im Niederdruckzylinder.

A' auf die Spannung von 14 at umgerechnet den Inhalt des Restdampfes, der im Beharrungszustande der Maschine stets im Aufnehmer zurückbleiben muß, um die Arbeitsdampfmenge x mit tunlich hoher und unveränderter Spannung aus dem Hochdruckzylinder nach dem Niederdruckzylinder hinüber zu leiten. A' ist ein reiner Rechnungswert, der tatsächlich nicht erscheint, da der Aufnehmer bei den hier betrachteten

*) Siehe beispielsweise die Schaulinie bei Leitzmann: Versuche mit vierzylindrigen Maschinen. Eisenbahntechnik der Gegenwart I. Band, 2. Auflage, S. 336; Organ 1906, S. 131, 309, 335; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1898, S. 1188; 1899, S. 373.

Maschinen stets mit einem oder mehreren der Räume des Hochdruck- oder Niederdruck-Zylinders in Verbindung steht, also nie völlig abgeschaltet wird.

In den aufzustellenden Schaulinien erscheinen diese neuen Größen ebenfalls als wagerechte Strecken.

Für jede Stellung der Kurbel lassen sich nun der Reihe nach die Zustände in den dampferfüllten Räumen mit Hilfe der Größen x , R , r und A' ausdrücken. Man hat damit eine Probe, wie diese vier neben einander bestehenden Dampfmenge zu dem grade herrschenden Dampfdrucke beitragen, und kann aus den fertigen Dampfdruck-Schaulinien ersehen, welchen Spannungs- und Raumveränderungen die die Maschine durchströmende Dampfmenge x unterliegt. Sie tritt in den Hochdruckzylinder ein, mischt sich je in gegebenen Augenblicken mit den Restdampfmenge des Hochdruckzylinders, des Aufnehmers und des Niederdruckzylinders, läßt jede dieser Dampfmenge in unveränderter Gewichtsgröße für das nächste Arbeitspiel zurück und entweicht schließlich nach genügender Entspannung aus dem Niederdruckzylinder in das Freie.

Alle diese Vorgänge sollen nun in Gleichungen dargestellt werden, deren zahlenmäßige Auswertung sich zunächst auf Textabb. 1 bezieht, in der die Dampf Räume des Niederdruckzylinders mit F , die des Hochdruckzylinders mit f und den entsprechenden Zeigern 1, 2, 3 bezeichnet sind, die sich auf die mit den gleichen Ziffern benannten Kolbenstellungen beziehen.

Im Punkte P der Niederdruck-Schaulinie kennt man den Raum $F_1 + S$ (Textabb. 1c) und den Druck $p_1 = 1,2$ at des eingeschlossenen Dampfes, ist also in der Lage, die Restdampfmenge R zu ermitteln aus

$$\text{Gl. 1) } \dots R = (S + F_1) \frac{p_1}{p} \text{ zu}$$

$$R = (5,63 + 4,4) \cdot \frac{1,2}{14} = 0,86 \text{ mm.}$$

Die Endspannung der Pressung p'_1 beträgt

$$\text{Gl. 2) } p'_1 = p_1 \frac{F_1 + S}{S} = 1,2 \frac{10,03}{4,4} = 2,73 \text{ at.}$$

Ferner gilt gemäß dem von D nach oben verlaufenden gestrichelten Teile der Niederdruck-Schaulinie für $F_2 = 14,4$ mm

$$\text{Gl. 3) } \dots p_2 = \frac{R + x}{F_2 + S} \cdot p = 0,640 + 0,744 \cdot x \text{ at,}$$

denn wenn der Punkt D links durchlaufen ist, befindet sich auf der linken Seite des Niederdruckzylinders nur der Durchgangsdampf x und der Restdampf R .

Anderseits deutet die durch D links gehende Wagerechte an, daß kurz ehe das Ventil schließt, grade die Räume F_2, S, A, s und f'_2 in Verbindung stehen*).

Denkt man sich den Dampf in jedem dieser Räume von der Spannung p_2 auf $p = 14$ at verdichtet, so wird für $f'_2 = 7,3$ mm und $A = 21,3$ mm:

$$\text{Gl. 4) } \dots p_2 = \frac{x + A' + R + r}{F_2 + S + A + f'_2 + s} \cdot p = 0,246 + 0,286 (x + A' + r) \text{ at.}$$

*) Die im Raume A auf den Wagerechten eingeschriebenen Zahlen 2 bis 9 zeigen zunächst an, auf welchen Loten der Schaulinie des Kolbenweges die Drucke p_2 bis p_9 zu erwarten sind.

Zu der Spannung p_2 in den Räumen F_2 bis f'_2 tragen also bei: der Restdampf r der linken Hochdruckseite, der Restdampf A' des Aufnehmers, der Restdampf R der linken Niederdruckseite und der Durchgangsdampf x , der von der linken Hochdruckseite nach der linken Niederdruckseite gewandert ist.

Verfolgt man nun rückwärts die Niederdruck-Kolbenwegelinie bis zum Punkt Ve links, so kann man für den letzten unbekanntem Druck p_9 des Niederdruckzylinders mit $f'_9 = H = 13,3$ mm schreiben:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 5)} \quad p_9 &= \frac{F_2 + S + A + f'_2 + s}{S + A + f'_9 + s} \cdot p_2 \\ &= \frac{49,04}{40,63} p_2 = 1,207 \cdot p_2 \text{ at.} \end{aligned}$$

Die Niederdruck-Schaulinie ist hiermit erledigt. Geht man in der Schaulinie des Hochdruckkolbenweges von oben weiter, so findet man, nachdem der Arbeit- und der Rest-Dampf der rechten Hochdruckseite in den Verbindern strömen konnten, also nach Durchlaufen der Kolbenstellung Va rechts:

$$\text{Gl. 6)} \quad p_6 = \frac{x + 2r + A'}{H + 2s + A} \cdot p = 0,369 \cdot (x + 2r + A') \text{ at}$$

und, da inzwischen der ganze dampferfüllte Raum seine Größe nicht geändert hat, weil ja beide Seiten des Hochdruckzylinders mit dem Aufnehmer in Verbindung stehen:

$$\text{Gl. 7)} \quad p_7 = p_6.$$

Weiter gilt:

$$\text{Gl. 8)} \quad p_8 = \frac{f_7 + s + A}{f_8 + s + A} \cdot p_7 = \frac{33,23}{36,23} = 0,918 \cdot p_7 \text{ at.}$$

Nun mischt sich der Dampf des Punktes 8 mit dem auf p_1' gepressten Restdampfe der rechten Niederdruckseite und es wird:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 9)} \quad p_9 &= \frac{(f_8 + s + A) \cdot p_8 + S \cdot p_1'}{f_9 + s + A + S} \\ &= 0,295 + 0,892 \cdot p_8 \text{ at.} \end{aligned}$$

Der Dampf dehnt sich von hier ab in den gemeinsamen Räumen weiter, bis die rechte Niederdruckseite im Punkt D wieder abgeschaltet wird. Dort herrscht bei $f_2 = 7,1$ mm und $F'_2 = 14,5$ mm die Spannung:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 10)} \quad p_2 &= \frac{f_9 + s + A + S}{f_2 + s + A + F'_2 + S} \cdot p_9 \\ &= \frac{40,63}{49,13} p_9 = 0,827 \cdot p_9 \text{ at.} \end{aligned}$$

Die Richtigkeit dieses Wertes wird durch Gl. 5) bestätigt.

Der übrig bleibende Dampf wird bis zur Spannung p_3 im Augenblicke vor dem Hinzutreten der linken Hochdruckseite verdichtet.

Für $f_3 = 3,77$ mm ist

$$\text{Gl. 11)} \quad p_3 = \frac{f_2 + s + A}{f_3 + s + A} \cdot p_2 = \frac{30,03}{26,7} p_2 = 1,125 \cdot p_2 \text{ at.}$$

Öffnet nun der Schieber der linken Hochdruckseite den Auslaß, dann steigt sofort der Druck auf

$$\begin{aligned} \text{Gl. 12)} \quad p_5 &= \frac{p_3 (f_3 + s + A) + p \cdot (r + x)}{H + 2s + A} \\ &= \frac{x + 2r + A'}{H + 2s + A} \cdot p = 0,369 (x + A' + 2r) \text{ at} \end{aligned}$$

wie in Gl. 6). Dieser Druck besteht auch in Punkt 4, also ist weiter:

$$\text{Gl. 13)} \quad p_4 = p_5 = p_6 = p_7.$$

Im Punkte P der rechten Hochdruckseite verwandele man

den Restdampf von der Spannung p_4 in Dampf von der Spannung p , dann ist für $f_1 = 3$ mm:

$$\text{Gl. 14)} \quad r = \frac{f_1 + s}{p} \cdot p_4 = 0,331 \cdot p_4 = 0,331 \cdot p_6 \text{ mm.}$$

Endlich ist festzustellen, daß Restdampf r und Durchgangsdampf x einen Raum gleich dem schädlichen Raume s vermehrt um den durch den Dehnpunkt im Hochdruckzylinder abgegrenzten Raum f füllen, also

$$\text{Gl. 15)} \quad r = s + f - x \text{ mm.}$$

Unter diesen Gleichungen sind mehrere gleichen Sinnes, diese sollen jedoch nicht gestrichen werden, da sie zum Verständnis des auf den ersten Blick verwickelt erscheinenden Wechselvorganges wesentlich beitragen und zudem eine sehr erwünschte Nachprüfung der Richtigkeit der rechnerischen Auswertung in sich bergen.

Zur Ermittlung der unbekanntem Größen werden zunächst Gl. 4) und 6) zu

$$\text{Gl. 16)} \quad p_2 = 0,246 - 0,286 \cdot r + 0,775 \cdot p_6 \dots \text{ at}$$

zusammengefaßt und dann für $f = 3,86$ mm mit Gl. 3), 14) und 15) zu

$$\begin{aligned} \text{Gl. 17)} \quad 0,640 + 0,744 x &= 0,246 + 11,33 - 2,054 x \\ \text{vereinigt, dann folgt für Dampfmenge } x &\text{ der Wert:} \\ x &= 3,91 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Hiermit lassen sich auch die übrigen Werte ermitteln.

- Aus Gl. 1) . $R = 0,86$ mm.
- » » 15) . $r = 1,58$ » .
- » » 14) . $p_6 = 4,80$ at.
- » » 6) . $A' = 6,03$ mm.
- » » 3) . $p_2 = 3,55$ at.
- » » 13) . $p_7 = p_5 = p_4 = 4,80$ at.
- » » 8) . $p_3 = 4,40$ at.
- » » 9) . $p_9 = 4,21$ » .
- » » 11) . $p_3 = 4,00$ » .

Damit lassen sich die beiden Dampfdruck-Schaulinien (Textabb. 1 d) herstellen, die durchaus nicht auf sparsame Dampfwirtschaft schließen lassen.

Bemerkenswert ist bei diesen Ergebnissen, daß die Menge $x = 3,91$ mm des Durchgangsdampfes nicht mit dem Zylinder-raume $f = 3,86$ mm übereinstimmt, der nach den üblichen Ansichten über den Füllungsgrad leicht zur Ermittlung der stündlich in der Maschine verarbeiteten Dampfmenge herangezogen werden könnte. x ist um $1,3\%$ größer als f . Dieser Unterschied ändert sich bei anderen Füllungsgraden.

Der Grund, weshalb mehr Frischdampf in den Zylinder zu schicken ist, als dem Füllungsgrade f entspricht, liegt darin, daß die Spannung des Prefsdampfes im Punkte Ve niedriger ist, als die Spannung $p = 14$ at des Kesseldampfes.

Im Raume A wurden für alle Stellungen der Kurbel die Spannungen eingetragen, die grade im Aufnehmer herrschen. Die mit 2 bis 9 bezeichneten Punkte entsprechen den schon ermittelten Spannungen p_2 bis p_9 . Mit einigen Zwischenpunkten, nach dem Gesetze $p \cdot v = \text{einem Festwerte}$ ermittelt, erhält man einen geschlossenen Linienzug für den Verlauf der Aufnehmerspannung. Die Schaulinie läßt rückwärts schließen, ob die Größe des Aufnehmers den Bedingungen bester Druckverteilung entspricht.

(Fortsetzung folgt.)

Das Verdampfungsgesetz des Lokomotivkessels.

O. Köchy, Professor in Aachen.

(Schluß von Seite 177.)

Die Gleichungen gestatten einen Schlufs auf die wirksame Verdampfung gröfserer Lokomotiven, wenn derartige Aufschaltungen auch immer mehr oder weniger unsicher sind.

Beispiel 1*). Für eine Lokomotive mit $H = 204,5$ qm, $R = 3,23$ qm, $H : R = 63,5$ folgt $a = 5000 (1 - 0,228) = 3860$ also $\vartheta = \frac{3860}{20 + 63,5} = 46,2$; Busse gibt für die Verdampfung 45,9 an.

Beispiel 2. Amerikanische Mallet-Lokomotive**): $H = 616$ qm: $R = 9,28$ qm: $H : R = 66,4$. Für diese Lokomotive würde sich ergeben $a = 5000 (1 - 0,089) = 4550$ und $\vartheta = \frac{4550}{20 + 66,4} = 52,7$. Leider sind keine sichere Angaben über die Leistung der Lokomotive gemacht, so dafs eine Prüfung dieses Wertes nicht möglich ist. Der berechnete Wert von a würde, wenn wirklich richtig, beweisen, dafs die wirksame Verdampfung bei derartigen Riesenlokomotiven der ganzen so nahe kommt, dafs Verbundwirkung und Heifsdampf wenigstens zur Verhütung des Niederschlagverlustes kaum noch zu empfehlen ist. Die Zusammenstellung VI und Textabb. 1 zeigen den Verlauf des Verlustes ζ nach Gl. 6).

Zusammenstellung VI.

H qm	28	74	118	204	480	616	
ζ	68	45	33,6	22,7	11,1	8,9	%

Dafs bei solchen Lokomotiven Verhältnisse eintreten, die den Vergleich mit kleineren erheblich erschweren zeigt das folgende:

Beispiel 3. Amerikanische Mallet-Lokomotive***). $H = 480$ qm, $R = 7,0$ qm, $H : R = 68,6$; $P_a = 15,1$ at, $d_n = 0,99$; $l = 0,76$ m; $D = 1,45$ m; Reibungsgewicht $G_a = 163$ t.

Aus den in der Quelle angegebenen Leistungen ist Zusammenstellung VII berechnet.

Zusammenstellung VII.

V km/St	Z kg	P-p at	ϵ	ϑ	f
8,05	39000	9,5	0,42	25,5	1 : 4,2
16,10	39000	8,0	0,32	38,7	1 : 4,5

worin $f = Z : (1000 G_a)$ den Reibungsbeiwert bezeichnet. Aus der Gleichung

*) Busse, Organ 1906, S. 177. Übrigens findet Busse nach seiner Formel für eine Lokomotive mit $H = 88$ qm, $R = 1,77$ qm, $H : R = 49,6$ eine Verdampfung von 57,7 also entschieden zu hoch. Aus der Gleichung für die Lokomotiven der Direktion Erfurt folgt $\vartheta = \frac{3500}{20 + 49,6} = 50,3$.

***) Dierfeld, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. 1911, H. 9.

****) Engineering 1911, April, S. 484. Organ 1912, S. 74.

$$\vartheta = \frac{a}{b + (H : R)} = \frac{a}{20 + 68,6} = 38,7$$

ergibt sich der Wert $a = 3430$, also etwa übereinstimmend mit dem Werte für die Gruppe III der Lokomotiven der Direktion Erfurt. Aus Gl. 5) folgt $a = 4450$, also erheblich höher. Der Unterschied kann auf folgende Ursachen zurückgeführt werden.

1. Der Kessel der Lokomotive hat gegen solche gewöhnlicher Gröfse erheblich gröfsere Länge, von 7,3 m gegen 4,5 m gröfster Länge der Heizrohre bei den Lokomotiven der Direktion Erfurt.

Nach der üblichen Anschauung würde die Verlängerung der Heizrohre über das höchste übliche Mafs von 5 m die Verdampfung nur in geringem Mafse erhöhen. Es ist aber die Frage, ob diese Anschauung für alle Kessel zutrifft. In erster Linie ist für die Verdampfung das Verhältnis $H : R$ mafsgebend, was mit 68,6 nicht übermäfsig hoch ist, und zweitens werden derartige Lokomotiven wegen des gröfseren Widerstandes im Rohrbündel mit gröfserem Unterdrucke in der Rauchkammer arbeiten müssen, so dafs die Gase auch dem vordersten Kesselteile noch eine erhebliche Wärmemenge zuführen dürften.

2. Die angegebenen Zugkräfte erfordern eine Ausnutzung des Reibungsgewichtes, die nach europäischer Anschauung schon die Grenze des Zulässigen erreicht, wenn nicht überschreitet. Es ist also möglich, dafs die Verdampfung bei so hohen Kräften überhaupt nicht ausgenutzt wird. Hierauf weist auch der bei kleinerer Geschwindigkeit erheblich geringere Wert von ϑ hin.

3. Sollten diese Ursachen nicht zutreffen, so bliebe noch die Annahme über, dafs die für a in Textabb. 2 gezeichnete Linie erheblich flacher verläuft, so dafs auch für die gröfsten Lokomotiven der Wert $\vartheta = \frac{3500}{20 + (H : R)}$ der Lokomotiven der Direktion Erfurt nicht viel überschritten würde. Dann würden sich aber auch die Werte von a für die Gruppen I und II der kleinen Lokomotiven, und damit der Wert von b im Nenner der Verdampfungsgleichung dieser Lokomotiven ändern müssen, wenn die Angaben über ihre Leistung zutreffen. Hierüber aber könnten nur weitere genauere Mitteilungen Auskunft geben.

B. Die Gröfse des Lokomotivkessels in wirtschaftlicher Beziehung

Die in der Stunde erzeugte Dampfmenge Q steht annähernd in geradem Verhältnisse zur Rostfläche. Diese Beziehung ist schon im ersten Aufsätze durch Erfahrungen nachgewiesen worden, ergibt sich aber auch rückwärts aus dem Verdampfungsgesetze, aus welchem folgt

$$Q = \vartheta H = \frac{a H}{b + (H : R)} = a R \frac{1}{1 + b (R : H)} = a R \eta_H$$

$\eta_H = \frac{1}{1 + b (R : H)}$ stellt den Wirkungsgrad des Kessels dar.

Der Wert $H : R$ liegt bei Hauptbahn-Lokomotiven zwischen 50 und 80, demnach liegt bei $b = 20$ η_H etwa zwischen

0,70 und 0,80. Für den Mittelwert 0,75 bei $H : R = 60$ und $a = 3500$ wird

$$Q = 2620 R$$

und dieser Wert ändert sich für die angegebenen Grenzen der Heizfläche $H = 50 R$ bis $80 R$ nur um 6,7% nach beiden Seiten.

Wenn also auch die Rostfläche für eine geforderte Höchstleistung Q einer zu erbauenden Lokomotive annähernd sofort bestimmt werden kann, so darf H doch sehr verschieden genommen werden; es entsteht also die Frage, wodurch H und damit $H : R$ bestimmt ist. Dies wird mit Rücksicht auf die Sparsamkeit des Betriebes zu beantworten sein.

Große Heizflächen geben gute Ausnutzung der Wärme, also mäßige Kosten für den Kohlenverbrauch, dagegen höhere Beschaffungskosten und damit entsprechend höhere Kosten für Verzinsung und Tilgung. Bei kleinen Heizflächen kehrt sich das Verhältnis um. Den richtigen Wert für H und $H : R$ wird man erhalten, wenn die Summe beider Kosten den kleinsten Wert erreicht. Die Kosten für Öl, Ausbesserung und Erhaltung werden sich, wenn es sich nicht um sehr bedeutende Unterschiede der Heizfläche, also Fortfall oder Hinzukommen von Achsen, handelt, nicht in dem Maße ändern, wie die Beschaffungskosten, könnten aber nötigenfalls zum Teile zu den Kosten für Verzinsung und Tilgung der letzteren hinzugeschlagen werden, ebenso die Belohnungen für Ersparnisse an Kohlen und Öl. Im Folgenden sind sie nicht berücksichtigt. Gehälter oder Löhne für die Bedienung sind unveränderlich.

1. Kosten für Verzinsung und Tilgung des Beschaffungswertes.

Nimmt man, wie gebräuchlich, das Leergewicht G der Lokomotive in geradem Verhältnisse zur Heizfläche also zu $G = \nu H$, ferner den Preis von G zu $m M/t$ an, so sind die Beschaffungskosten der Lokomotiven $m \nu H$ und die Kosten für Verzinsung und Tilgung dieses Wertes $z \cdot m \cdot \nu H = \mu H$, worin μ diese Kosten für 1 qm von H angibt.

2. Kosten für den jährlichen Kohlenverbrauch.

Es bezeichne $\beta \frac{t}{qm \cdot St}$ den Kohlenverbrauch bezogen auf die Rostfläche im Jahresmittel, $V \frac{km}{St}$ die mittlere Fahrgeschwindigkeit, L^{km} die Jahresleistung der Lokomotive, dann ist der Jahresverbrauch an Kohlen $\beta R (L : V)$, beim Kohlenpreis von $k M/t$ sind die jährlichen Kosten

$$k \beta R (L : V) = \varrho R.$$

Demnach folgt aus der aufgestellten Bedingung

$$Gl. I) \dots \mu H + \varrho R = \min.$$

Hierzu kommt als zweite Bedingung die Gleichung für die Höchstleistung Q die in der Form

$$Gl. II) \dots (b : H) + (1 : R) = a : Q$$

geschrieben werden soll. Durch Differenzieren beider Gleichungen folgt

$$\frac{dH}{dR} = -\frac{\varrho}{\mu} = -\frac{1}{b} \left(\frac{H}{R}\right)^2$$

und hieraus

$$Gl. III) \dots \frac{H}{R} = \sqrt{-\frac{\varrho}{\mu} b} = \sqrt{\frac{k \cdot b}{\nu \cdot m \cdot z}} \sqrt{\frac{L}{V} \beta}.$$

Der Ausdruck $\frac{k \cdot b}{\nu \cdot m \cdot z}$ wird je nach den Zeitverhältnissen

etwas schwanken, kann aber für das einzelne Jahr als fest angenommen werden. Der Ausdruck $(L : V) \cdot \beta$ stellt den jährlichen Kohlenverbrauch auf 1 qm der Rostfläche dar. Man kann also sagen, daß der Wert $H : R$ im Verhältnisse zur Wurzel aus der Rostbeanspruchung der Lokomotive steht.

Nach den Angaben für preussische Lokomotiven*) kann man setzen

Für	ν t/qm	m M/t
S.- und P.-Lokomotiven.	0,36	970
G.-Lokomotiven . . .	0,31	920
Tender-Lokomotiven . .	0,38	1080

Ferner soll gesetzt werden:

$$z = 3,5 + 5,0 = 8,5\% = 0,085,$$

$$b = 20 \text{ nach dem Verdampfungsgesetze,}$$

$$k = 12,5 \text{ für 1908.**)}$$

Für die Höchstleistung kann der Kohlenverbrauch des Rostes nach dem zweiten Aufsätze auf 0,5 t/qm St gesetzt werden. Der Durchschnittsverbrauch sei nur halb so groß, also $\beta = 0,25 \text{ t/qm St.}$

Beispiel 1. D-Lokomotive Nr. 1 g des ersten Aufsatzes, $H = 144 \text{ qm}$; $R = 2,25 \text{ qm}$; $H : R = 64$;

$$Q = \frac{3500}{20 + 64} \cdot 144 = 6000.$$

Gl. III) ergibt

$$\frac{H}{R} = \sqrt{\frac{12,5 \cdot 20 \cdot 100}{0,31 \cdot 920 \cdot 8,5}} \sqrt{\frac{45000}{30} \cdot 0,25} = 62,$$

wenn man für G-Lokomotiven allgemein $L = 45000$ und $V = 30$ setzt.

Beispiel 2. 2 B.S.-Lokomotive, Nr. 1/2 des ersten Aufsatzes. $H = 125 \text{ qm}$; $R = 2,3 \text{ qm}$; $H : R = 54,4$;

$$Q = \frac{3500}{20 + 54,4} \cdot 125 = 5900.$$

Aus Gl. III) folgt

$$\frac{H}{R} = \sqrt{\frac{12,5 \cdot 20 \cdot 100}{0,36 \cdot 970 \cdot 8,5}} \sqrt{\frac{60000}{60} \cdot 0,25} = 46,$$

wenn für S.-Lokomotiven $L = 60000$ und $V = 60$ gesetzt wird. Für das gefundene Verhältnis 46 für $H : R$ würde

$$\text{folgen } H = \frac{5900}{3500} \cdot 66 = 111 \text{ qm und } R = 2,44 \text{ qm.}$$

Die Betriebskosten betragen für das Jahr nach Gl. III)

$$\mu H + \varrho R = z m \nu H + k \beta (L : V) R$$

demnach für die Lokomotive mit dem günstigsten Verhältnisse $H : R = 46 \cdot 0,085 \cdot 970 \cdot 0,36 \cdot 111 + 12,5 \cdot 0,25 (60000 : 60) \cdot 2,44 = 3400 + 7450 \dots = 10850 M$

für das Verhältnis $H : R = 54,4$ der Ausführung

$$0,085 \cdot 970 \cdot 0,36 \cdot 125 + 12,5 \cdot 0,25 \cdot (60000 : 60) \cdot 2,3$$

$$= 3830 + 7200 \dots = 11030 M$$

also für letztere Lokomotive mehr $\dots \dots \dots 180 M.$

*) Merkbuch für die Fahrzeuge der preussisch-hessischen Eisenbahnverwaltung.

**) Ebenda S. 81.

E h r u n g.

Dr.-Ing. Karl Wichert.

Dr.-Ing. Karl Wichert, Ministerial- und Oberbau-Direktor in den Eisenbahnabteilungen des preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten feierte am 10. Mai 1913 seinen 70. Geburtstag in unerschütterter körperlicher und geistiger Gesundheit und Frische.

Aus dem Lebenslaufe des nunmehr Siebzigjährigen, der mit seiner hohen ungebeugten Gestalt kaum den Eindruck eines Sechzigjährigen macht, sei Folgendes hervorgehoben.

Dr.-Ing. Wichert besuchte das Gymnasium seiner Geburtsstadt Königsberg, Preussen, und studierte das Maschinenbaufach in Berlin. Nach entsprechender Ausbildung trat er im Jahre 1872 mit der Ernennung zum Königlichen Eisenbahn-Maschinenmeister in seiner Vaterstadt in den höhern Staats-eisenbahndienst ein. In Erkenntnis seiner außerordentlichen Fähigkeiten wurde er schon frühzeitig, im Jahre 1875, nachdem er ein Jahr lang das maschinentechnische Bureau in Bromberg geleitet hatte, in das damalige Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten berufen. Nach seiner Ernennung zum Königlichen Eisenbahn-Maschineninspektor im Jahre 1879 zum Betriebsamte der Berliner Stadt- und Ring-Bahn übergetreten, leistete er während der Inbetriebsetzung dieser Bahn Hervorragendes. Mit der Ernennung zum Königlichen Eisenbahndirektor wurde Dr.-Ing. Wichert im Jahre 1883 Mitglied der Königlichen Eisenbahndirektion in Berlin, wo er sich besonders durch die mit vielem Geschicke geleiteten, umfangreichen Versuche mit verschiedenen Bremsarten, die einheitliche Regelung des Materialwesens und die Ermittlungen über die Gröfse der Reibung zwischen Rad und Schiene verdient machte. Im Jahre 1889 wurde Dr.-Ing. Wichert unter Ernennung zum Königlichen Geheimen Baurate und vortragenden Rate in das Ministerium der öffentlichen Arbeiten berufen, dem er nun schon 24 Jahre lang ununterbrochen angehört. Hier erhielt er 1894 die Ernennung zum Königlichen Geheimen Oberbaurate, 1904 zum Königlichen Oberbaudirektor und Dirigenten der maschinentechnischen Abteilung und am 28. März 1907 zum Ministerialdirektor. Der Aufschwung, den das Maschinenwesen der preussisch-hessischen Staatseisenbahnen unter seiner sachkundigen Leitung erfahren hat, ist jedem Fachmanne bekannt, muß aber auch von jedem Laien anerkannt werden, dem sich auf seinen Reisen der Fortschritt im Eisenbahnmaschinenwesen, vor allem in der Vervollkommnung der Personenwagen und in den gewaltigen Abmessungen der neueren Lokomotiven förmlich aufdrängt. Es wird davon abgesehen, hier auf die vielen Neuerungen einzugehen, deren Einführung in erster Linie das Verdienst Dr.-Ing. Wichert's ist. Es

sei nur auf die Verbesserung der Beleuchtung und Heizung der Personenwagen hingewiesen.

Trotz der Bürde seines verantwortungsvollen und schweren Amtes als höchster maschinentechnischer Beamter der preussisch-hessischen Staatseisenbahnen hat Dr.-Ing. Wichert noch Zeit gefunden, auch auferhalb seiner amtlichen Stellung sich mit Erfolg zu betätigen. Er ist Mitglied der Akademie des Bauwesens und des Königlichen Technischen Ober-Prüfungsamtes, sowie Vorsitzender des Vereines Deutscher Maschineningenieure.

Grofszügig sind seine Handlungen, weit ausschauend sein Blick, außerordentlich sein Wissen und Können und unerschöpflich seine Arbeitskraft. Hiervon hat er erst in jüngster Zeit bei den Beratungen über die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen beredtes Zeugnis abgelegt. Es wird ihm mit besonderer Genugtuung erfüllen, daß diese von ihm mit seltener Zähigkeit und Tatkraft vertretene Vorlage nunmehr im Wesentlichen angenommen ist. Möge es ihm vergönnt sein, die Stadt- und Ring-Bahn, an deren Inbetriebnahme er seinerzeit hervorragenden tätigen Anteil hatte und an deren Betriebsumgestaltung im Jahre 1903, Verlegung der Vorortzüge auf die Stadtbahngleise und dadurch bedingte Einführung der Luftdruckbremse für die Stadtbahnzüge, Umbau der Stadtbahnwagen und Höherlegung der Bahnsteige, er an leitender Stelle mitwirkte, auch in die neue Betriebsart überzuführen.

In Anerkennung seiner Verdienste um das Eisenbahnmaschinenwesen wurde Ministerialdirektor Wichert im Jahre 1906 vom Rektor und Senat der Königlich Technischen Hochschule Berlin durch die Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. E. h. geehrt. Daß seine Verdienste aber auch an Allerhöchster Stelle nicht unbeachtet blieben, geht daraus hervor, daß er den Stern zum Roten Adlerorden II. Klasse mit Eichenlaub besitzt. Außerdem sind ihm viele hohe ausländische Ordensauszeichnungen zu teil geworden.

Aber auch als Mensch zeichnen Dr.-Ing. Wichert vorzügliche Eigenschaften aus. Seine Einfachheit und Schlichtheit haben ihm das Vertrauen und die Verehrung aller erworben, die ihn kennen. Aus diesen Gefühlen heraus haben sich die höheren maschinentechnischen Beamten der preussisch-hessischen Staatseisenbahnen veranlaßt gesehen, Dr.-Ing. Wichert mit ihrem Glückwunsche zum 70. Geburtstage eine Adresse zu überreichen.

Auch wir sprechen Herrn Ministerialdirektor Dr.-Ing. Wichert unsern herzlichsten Glückwunsch aus. Möge er noch möglichst viele Jahre sich seiner beneidenswerten Gesundheit und Rüstigkeit erfreuen und zum Segen der preussisch-hessischen Staatseisenbahnen in seinem hohen Amte weiter wirken. Mr.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

B a h n h ö f e u n d d e r e n A u s s t a t t u n g.

Güterförderung in Schuppen auf Hängebahnen nach W. G. Arn.

(Engineering News 1912, Band 68, Nr. 18, 31. Oktober, S. 798.
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 bis 14 auf Tafel 20.

W. G. Arn empfiehlt für große Güterschuppen die in

Abb. 12 und 13, Taf. 20 dargestellte Anordnung. Der eine Flügel des U-förmigen Gebäudes dient als Empfangschuppen, der andere und die Querhalle als Versandschuppen. Ersterer ist 16,76 m, letzterer 10,67 m breit. Die Gleise sind zu Paaren angeordnet, mit einer Ladebühne zwischen je zwei Gleispaaren.

Die Ladebühnen sind 6,1 m, die Zwischenräume 7,62 m breit. Die Anlage faßt 420 Wagen.

Die dargestellte Anordnung der Hängebahngleise gibt einen langen größten und durchschnittlichen Förderweg, aber die wenigsten Weichen und Bogen. Die Anlage würde 6000 t in 10 St fördern können. Dies würde 60 Fahrzeuge für durchschnittlich je 10 t/St erfordern. Die Gleislänge der Hängebahn beträgt annähernd 8000 m, der größte Umkreis 1100 m, der größte Förderweg 1400 m, der kleinste ungefähr 15 m. Da viel Empfangsgut vormittags entladen, das meiste Versandgut nachmittags verladen wird, werden die meisten Karren den einen Weg leer laufen. Um die Fahrten der Hängebahn-Fahrzeuge möglichst wenig zu beeinträchtigen und Leerfahrten auf die geringste Zahl zu bringen, soll das eine Wagengleis jedes Paares für Versandgut, das andere für Umlade- und Empfangsgut benutzt werden, so daß alle Ladebühnen vormittags hauptsächlich für Empfangsgut-, nachmittags für Versandgut-Karren benutzt werden. Diese Wagenaufstellung bedingt über jeder Ladebühne ein Hängebahngleis für Versand und eines für Empfang und Umladung, oder bei Überwiegen des Empfangsgutes ein Hängebahngleis für Empfang und eines für Versand und Umladung. So können bestimmte Fahrzeuge ausschließlich Versand-

gut, andere Empfangsgut befördern, aber jedes Fahrzeug kann zu jeder Zeit vom Empfangs- zum Versand-Geschäfte oder umgekehrt verschoben werden.

Abb. 14, Taf. 20 zeigt eine Umladeanlage mit einer querlaufenden, ungefähr 15 m breiten Verteilungsbühne in der Mitte, mit rechtwinkelig von ihr ausgehenden 6,1 m breiten Ladebühnen mit 7,62 m breiten Zwischenräumen. Jede dieser Ladebühnen wird von je zwei Gleisen eingeschlossen, von denen eines für zu beladende leere Wagen, das andere für Wagen mit umzuladenden Gütern benutzt wird. Jedes Gleis sollte die ganze oder halbe Länge eines Zuges haben. Die dargestellte Anlage faßt 400 Wagen.

Eine Umladeanlage ohne Querbühne, bei der alle Gleise durchgehen, nimmt nicht so viel Platz für dieselbe Anzahl Wagen ein, und der größte Förderweg der Hängebahn-Fahrzeuge ist nur ungefähr halb so lang, der durchschnittliche würde wahrscheinlich wenig kürzer sein.

Betragen die Kosten in einer von Hand betriebenen Umladeanlage mehr als 0,84 M/t, so wird durch Anwendung einer Hängebahn eine Ersparnis erzielt, außerdem die Leistungsfähigkeit der Anlage erhöht. B—s.

Maschinen und Wagen.

1 C 1. H. T. S.-Lokomotive der russischen Staatsbahnen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1912, März, Nr. 13, S. 497; Génie civil 1912, April, Band LX, Nr. 24, S. 469; Ingegneria ferroviaria 1912, April, Band IX, Nr. 8, S. 122. Mit Zeichnungen und Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 20.

Die von der Lokomotivfabrik der Aktien-Gesellschaft Sormowo bei Nischny-Nowgorod gebaute Lokomotive ist mit einem Rauchröhren-Überhitzer mit 24 Zellen nach Notkin ausgerüstet. Jede Zelle besteht aus einem äußeren Rohre von 127/119 mm Durchmesser, in das ein Serve-Rohr eingebaut ist, in dem dicht anschließend ein glattwandiges Rauchrohr liegt. Der Nafsdampf tritt in den Zwischenraum zwischen dem Serve-Rohre und dem innern Rauchrohr ein, kehrt durch das Innenrohr zurück und geht durch die Rauchkammer in Schieberkästen und Zylinder. Die Vorrichtungen, welche den Zutritt der Heizgase zum Überhitzer regeln, ähneln denen des Überhitzers nach Schmidt.

Die Feuerbüchse besteht aus Kupfer, der Rost ist als Kipprost ausgebildet.

Der Regler zeigt die Bauart Zara: der Steuerkasten des Überhitzers ist mit ihm durch ein außen liegendes Rohr verbunden, das von einem Gehäuse umgeben und sorgfältig abgedichtet ist. Die Bauart gestattet, alle Zellen des Überhitzers leicht aus dem Kessel herauszunehmen.

Mit Ausnahme der vordern Triebachse, die sich in der Querrichtung frei bewegen kann, sind die Achsen der Lokomotive in Zara-Achsbüchsen gelagert. Die beiden vordersten Achsen sind durch ein Drehgestell nach Zara-Kraufs (Abb. 1 bis 5, Taf. 20) verbunden, das mittels einer Wiege an dem Mittelzapfen aufgehängt ist und 40 mm Verschiebung nach jeder Seite gestattet. Wickelfedern bringen es in die Mittellage zurück. Die Achsbüchsen der vordersten Triebachse sind im Hauptrahmen bis 20 mm nach jeder Seite verschiebbar.

Zur Erhöhung der Triebachslast ist die Lokomotive mit einem Reibungsmehrer ausgerüstet, der beim Anfahren des Zuges einen Teil der Last von der hintern Laufachse auf die hintere Kuppelachse zu übertragen und damit das Reibungsgewicht von 46,5 t auf 50,5 t zu vermehren gestattet. Nach dem Anfahren des Zuges und nach Verkleinern des Füllungsgrades der Zylinder wird der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt.

Die Zylinder liegen aufsen, die Kolben wirken auf die mittlere Triebachse.

Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber mit innerer Einströmung, die durch Heusinger-Steuerung betätigt werden. Um zu verhindern, daß sich bei der Fahrt mit geschlossenem Regler Unterdruck im Zylinder einstellt, ist ein Nebeneinlaß nach Sjablow vorgesehen, bei dem ein entlasteter Kolbenschieber in die Dampfleitung eingeschaltet ist, der bei geschlossenem Regler durch Federdruck in seine tiefste Lage gelangt und dann die Verbindung beider Zylinderseiten mit der Außenluft herbeiführt.

Die Kolbenstangen-Stopfbüchsen sind mit doppelter Metalldichtung versehen.

Zum Schmieren der Zylinder, Schieber und Kolbenstopfbüchsen dient eine Schmiervorrichtung nach Friedmann, die Bremse zeigt die Bauart Westinghouse. Sie wirkt auf die drei Triebachsen und auf die vordere Laufachse der Lokomotive. Aufser einem Prefluft-Sandstreuer nach Brüggemann ist ein Hand-Sandstreuer vorhanden.

Probefahrten mit einem Zuge von 345 t Gewicht ergaben 100 km/St Fahrgeschwindigkeit auf ebenen Strecken und 110 km/St auf dem Gefälle. Auf einer 19,2 km langen Steigung von 6‰ wurde bei einem Füllungsgrade von 0,3 bis 0,45 eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 70,4 km/St erreicht. Bei einer mit einer zweiten Lokomotive derselben Bauart auf

derselben Steigung unternommenen Probefahrt wurden mit einem 510 t schweren Zuge bei Füllungsgraden von 0,2 bis 0,35 durchschnittlich 48 km/St erreicht. Die Wärme der aus der Rauchkammer ausströmenden Gase schwankte zwischen 240 und 280° C, die Wärme des überhitzten Dampfes im Schieberkasten zwischen 300 und 320° C. Hervorgehoben wird, daß die Lokomotive auch in Krümmungen ruhigen und leichten Gang hatte.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinder-Durchmesser d	550 mm
Kolbenhub h	700 »
Kesselüberdruck p	13 at
Äußerer Kesseldurchmesser im Vorderschusse	1632 mm
Höhe der Kesselmitte über Schienen-Oberkante	3050 mm
Heizrohre, Anzahl	170 und 24
» , Durchmesser	51/46 mm und 127/119 mm
» , Länge	5150 und 5140 »
Heizfläche der Feuerbüchse	15,0 qm
» » Heizrohre	172,7 »
» des Überhitzers	46,3 »
» im Ganzen II	234,0 »
Rostfläche R	3,8 »
Triebraddurchmesser D	1830 mm
Durchmesser der Laufräder vorn 1030, hinten	1200 »
Triebachslast G ₁	46,5 t
Leergewicht	67,5 »
Betriebsgewicht der Lokomotive G	75,0 »
» des Tenders	50 »
Wasservorrat	23 cbm
Kohlenvorrat	5 t
Fester Achsstand der Lokomotive	4000 mm
Ganzer » » »	8900 »
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \frac{(d_{em})^2 h}{D} =$	11282 kg
Verhältnis H : R =	61,6
» H : G ₁ =	5,03 qm/t
» H : G =	3,12 »
» Z : H =	48,21 kg/qm
» Z : G ₁ =	242,6 kg/t
» Z : G =	150,4 »

—k.

1 E 1. H. T. □ . G. -Lokomotive der Chicago, Burlington und Quincy-Bahn.

(Railway Age Gazette 1912, Mai, S. 1006. Mit Abbildungen; Engineering News 1912, Septbr., S. 511. Mit Lichtbild; Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongreß-Verbandes 1912, November, Band XXVI, Nr. 11, S. 1336. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 21 auf Tafel 20.

Fünf Lokomotiven dieser Bauart wurden kürzlich von Baldwin für die Chicago, Burlington und Quincy-Bahn geliefert. Die Zylinder liegen außen, die Dampfverteilung erfolgt durch auf ihnen liegende Kolbenschieber von 381 mm Durchmesser, die Kolben wirken auf die mittlere, mit flanschen Reifen versehene Triebachse. Zur Erleichterung des Umsteuerns ist eine Kraftumsteuerung nach Ragonet vorgesehen. Der Kessel ist mit einer 686 mm tiefen Verbrennungskammer ausgerüstet, unter den Stehbolzen der Feuerkiste befinden sich 501 bewegliche nach Tate*). Der Überhitzer

zeigt die Bauart Emerson. Die Dampfkammern für Nafs- und für Heifs-Dampf befinden sich in besonderen Gehäusen, die mit einander so verbolzt sind, daß eine geringe Bewegung möglich ist.

Der 152 mm starke Rahmen besteht aus Gußstahl. Achsschaft und Kurbelzapfen der unmittelbar angetriebenen Triebachse sind aus Vanadiumstahl hergestellt, ein Teil der erforderlichen Gegengewichte ist mit dem Achsschafte verbunden.

Die größte Leistung der Lokomotive erfordert nach der Quelle 3266 kg/St Kohle, die nur von einzelnen, besonders kräftigen Heizern würde verfeuert werden können.

Man hat die Lokomotiven deshalb mit dem selbsttätigen Rostbeschieker von Barnum ausgerüstet, bei dem die frische Kohle der Rostfläche an der Unterseite der Brennschicht zugeführt wird. Die Fortbewegung der Kohle erfolgt durch vier in Trögen liegende Schnecken, deren Durchmesser nach der Feuerkisten-Rohrwand zu ständig abnimmt. Der Antrieb der Förderschnecken erfolgt mit Schraube ohne Ende durch zwei kleine Dampfmaschinen, von denen je eine an der äußeren Seite der Hauptrahmen befestigt ist. Zwischen den 711 mm von einander entfernten Trögen liegen die Roststäbe. Unter jedem Rostabschnitt befindet sich ein von den anderen unabhängiger Aschkasten mit zwei Trichtern, die selbsttätig geleert werden und durch gußeiserne Schwingtüren verschlossen sind. Zum Zerkleinern der Kohlen dient eine auf dem Tender angebrachte Dampfmaschine mit einem Zylinder von 152 mm Durchmesser bei gleichem Kolbenhub. Durch ein Förderband gelangen die Kohlen in einen Quertrog und von hier aus zu den Förderschnecken. Zum mechanischen Vorschieben der auf dem Tender gelagerten Kohlen dient eine Einrichtung nach Ryan-Johnson.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	762 mm
Kolbenhub h	813 »
Kesselüberdruck p	12,3 at
Äußerer Kesseldurchmesser im Vorderschusse	2248 mm
Feuerbüchse, Länge	3353 »
» , Weite	2438 »
Heizrohre, Anzahl	285 und 30
» , Durchmesser, außen,	57 mm » 152 mm
» , Länge	6896 »
Heizfläche der Feuerbüchse	29,73 qm
» » Heizrohre	449,73 »
» des Überhitzers	90,11 »
» im Ganzen II	569,57 »
Rostfläche R	8,18 »
Triebraddurchmesser D	1524 mm
Laufraddurchmesser	vorn 938, hinten 1080 »
Triebachslast G ₁	136,90 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	171,78 t
Betriebsgewicht des Tenders	83,14 t
Wasservorrat	37,85 cbm
Kohlenvorrat	13,6 t
Fester Achsstand der Lokomotive	6325 mm
Ganzer » » »	12090 »

*) Organ 1905, S. 64.

Ganzer Achsstand mit Tender	23663 mm
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \frac{(d^{em})^2 h}{D} =$	28575 kg
Verhältnis H : R =	69,6
» H : $G_1 =$	4,16 qm/t
» H : G =	3,32 »
» Z : H =	50,2 kg qm
» Z : $G_1 =$	208,8 kg/t
» Z : G =	166,3 »
	—k.

Lokomotiv-Ölfeuerung *).

(Engineering, Dez. 1911, S. 841. Mit Abbildungen).

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 11 auf Tafel 20.

Die Lokomotiven der über die Landenge von Mexiko führenden, 304 km langen Tehuantepec-Bahn werden ausschließlich mit Öl geheizt, das in Behälterschiffen aus Texas bezogen und in Puerto Mexiko am atlantischen Ozean in drei Hauptbehälter von zusammen 20 400 cbm Inhalt gepumpt wird. Der Endbahnhof am Stillen Ozean, Salina Cruz, wird in ähnlicher Weise versorgt, während den Zwischenbahnhöfen Öl in Behälterwagen von 25 cbm Inhalt zugeführt wird. Das Öl ist dünnflüssig, entweder Rohöl oder Rückstand der Aufbereitungswerke und hat ein Gewicht von 0,79 bis 0,94 kg/l. Sein Flammpunkt darf vertraglich nicht unter 43° C liegen. Die 1 D-Lokomotiven haben Feuerkisten (Abb. 6 und 7, Taf. 20) von 2743 mm Länge und 851 mm innerer Weite: an Stelle des Rostes ist eine in der Mitte quer geteilte und mit feuerfesten Steinen belegte Bodenplatte vorhanden, deren hintere Hälfte tiefer liegt, so daß ein Spalt für den Lufttritt entsteht. Im Abstände von 102 mm, der als Luftspalt dient, ist der innern Feuertürwand eine Feuerbrücke vorgelagert, an die sich die nach vorn an Höhe abnehmenden seitlichen Futterwände anschließen. Der Brenner (Abb. 8 bis 11, Taf. 20) ist in der Mitte des Bodenspaltes so angebracht, daß die Flamme nach hinten gegen die Feuerbrücke schlägt. Die Bahn hat nach eingehenden Versuchen eine einfache Bauart hierfür geschaffen. Das Öl tritt durch einen wagerechten, 76 mm breiten und 6,35 mm hohen Spalt über dem Dampfstrahle aus, der einem gleich breiten und nur 0,8 mm hohen Spalte dicht darunter entströmt und das Öl fein zerstäubt, so daß es mit breiter, die Feuerkiste ausfüllender Flamme brennt. Zum Anheizen im Lokomotivschuppen wird der Dampf einem ortfesten Kessel entnommen, bis der Kesseldruck genügende Höhe erreicht hat. Die Quelle bringt Schaulinien über die Kosten des Heizstoffes und den Verbrauch, bezogen auf die Streckenlänge: über den Verbrauch im Verhältnisse zur geförderten Last liegen keine Zahlen vor. Nach den Versuchen werden 558 l Öl einer t Kohlen gleichgestellt. Neuerdings sind Versuche mit mexikanischem Rohöle im Gange, das erheblich zähflüssiger ist und daher im Tender erwärmt werden muß, und viele feste Rückstände beim Verbrennen hinterläßt.

A. Z.

*) Organ 1913, S. 57.

Gas-elektrischer Triebwagen.

(Electric Railway Journal, Oktober 1912, Nr. 15, S. 887. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 15 und 16 auf Tafel 20.

Die Pittsburg und Erie-See-Bahn hat für den Nahverkehr Wagenzüge aus diesen Triebwagen mit einem Anhängewagen für eine 78 km lange Strecke mit 45 Aufenthalten und 2 St 30 Min Fahrzeit eingeführt. Der Triebwagen besteht mit Ausnahme der innern Ausstattung aus Stahl. Er ist 12,99 m lang, 3,17 m breit, wiegt 32,4 t und enthält 42 Sitzplätze. Das vordere der beiden zweiachsigen Drehgestelle dient zum Antriebe und hat zwei Triebmaschinen von je 100 PS, die von dem mit der Verbrennungs-Triebmaschine unmittelbar gekuppelten Stromerzeuger mit Strom von 600 V gespeist werden. Dieser Maschinensatz ist eine Regelbauart der «General Electric Company» und bei ähnlichen Fahrzeugen bereits mehrfach verwendet. Durch Steuerung der Felderregung des Stromerzeugers lassen sich der Gang des Wagens und das Anfahren regeln. Zwischen dem Maschinenraume mit Führerstand und dem Raume für die Fahrgäste ist ein 1,83 m langes Gepäckabteil vorgesehen. Der Anhänger ist 13,7 m lang, hat an beiden Stirnseiten Endbühnen und enthält bei 19,8 t Eigengewicht 80 Sitzplätze.

A. Z.

Wagen für Eisbeförderung.

(Railway Age Gazette, Juni 1912, Nr. 23, S. 1239. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 17 bis 20 auf Tafel 20.

Die Newjersey Zentral-Bahn hat 250 bedeckte Drehgestellwagen für Eisbeförderung im Betriebe, die zwischen den Stoffsflächen 11,68 m lang sind und mit 36,3 t Eis beladen werden. Der Wagenkasten ist mit 10,97 m innerer Länge, 2,45 m Breite und 2,44 m Höhe selbst für lockere Schichtung reichlich bemessen. Der Rahmen hat nach Abb. 17 bis 20, Taf. 20 zwei mittlere Längsträger aus Vollblechen und Winkeleisen, die an den Enden die Stahlgufs-Kuppelkästen zwischen sich aufnehmen; die Seitenwangen und Drehgestellträger bestehen aus E-Eisen, die übrigen Querverbindungen sind aus Stahlblechen und Winkeln zusammengenietet. Der Wagenkasten ist mit Ausnahme der eisernen Verstärkungsrippen für die Eckständer und Pfosten der Giebelwände ganz aus Holz gebaut. Die Wände haben Aufenschalung mit senkrechten Fugen und im Abstände von 76 mm eine Innenschalung mit wagerecht liegenden Bohlen, so daß reichlicher Luftraum zum Schutze gegen die Aufsenwärme bleibt. Zu gleichem Zwecke ist unter dem doppelt verschalteten, flachen Satteldache eine Holzdecke eingezogen, die wie die inneren Seitenwände außen mit Filz überzogen ist. Die beiden nur je 610 mm breiten und 1890 mm hohen Klappflügel der Seitentür haben dreifache Schalung mit Luftzwischenräumen und Filzbezug. Ein breiter Zinkblechstreifen dichtet die Seitenwände gegen den Fußboden, der aus 60 mm starken, gespundeten Kiefernbohlen besteht. Darunter sichert eine dreifache Lage starken wasserdichten Papiere die Eisenteile des Rahmens vor Tropfwasser. Vier Öffnungen mit Blechtüllen führen das Schmelzwasser ab, das sich in eingehobelten Ablaufrinnen auf dem Boden sammelt. Die Quelle bringt noch Einzelzeichnungen des Rahmens und der Tür.

A. Z.

Betrieb in technischer Beziehung.

Selbsttätiges Anhalten der Stadtbahnzüge in Neuyork.

(Electric Railway Journal, 24. Juni, 1911.)

Seit einigen Monaten wird auf der Untergrundbahn in Neuyork ein neues selbsttätiges Verfahren zum Anhalten der Züge erprobt, dessen Verschleiß sehr gering ist. Die Vorrichtung wird für eine bestimmte Geschwindigkeit eingestellt und wirkt noch in weiten Grenzen außerhalb ihrer Einstellung.

Am Anfange jeder Blockstrecke wird zwischen den Schienen ein dauernder Magnet angeordnet, dessen Wirkung durch einen darüber liegenden Elektromagneten aufgehoben werden kann. Letzterer wird von einem elektrischen Ortstrome erregt, der durch Besetzung der Strecke unterbrochen wird. Auf der Lokomotive ist ebenfalls ein elektrischer Stromkreis aus Trockenzellen angeordnet, in den ein Solenoid eingeschaltet ist, dessen Anker mit dem Verschlussventile der Prefsluftleitung verbunden ist, sowie auch zwei Spulen, die in der Richtung der Schienen an den Vorderrädern befestigt werden. So lange der Strom das Solenoid durchfließt, bleibt das Ventil geschlossen.

Bei freier Fahrt ist der Gleisstromkreis geschlossen, der Elektromagnet erregt, die Lokomotive kann über den Dauermagnet fahren, ohne daß auf den Lokomotivstromkreis ein Spannungsunterschied wirkt. Ist das Gleis besetzt, so ist der Gleisstrom unterbrochen, der Elektromagnet nicht erregt, der Dauermagnet wirkt auf den Lokomotivstromkreis, der Anker des Solenoides fällt herunter, das Prefsluftventil öffnet sich und die Bremsen werden angelegt. Sch—a.

Zahlenangaben von der Pennsylvaniabahn.

Während der letzten 25 Jahre sind 9,35 Milliarden *M* an Löhnen ausgezahlt, gleich dem Doppelten der Staatsschuld der Vereinigten Staaten. Die Bahn hat über 73 000 Aktionäre. Das Netz umfaßt 18 520 km Bahnlänge, 40 630 km Gleislänge mit etwa 185 000 Angestellten. Sie befördert die größte Tonnen-

zahl aller Eisenbahnen der Welt. Ihr Gebiet erstreckt sich auf 13 Staaten, in denen sich 75 % aller in den Vereinigten Staaten betriebenen Gewerbe befinden, wo 90 % der amerikanischen Kohle, Eisen und Stahl erzeugt werden, und wo durchschnittlich 50 % der Bevölkerung des Landes leben.

G—w.

Bremsbesetzung langer Güterzüge in den Vereinigten Staaten.

Im amerikanischen Unterhaus wurde durch das Mitglied Sabath aus Illinois der Antrag eingereicht, daß die Eisenbahnen des Inlandverkehrs Güterzüge von mehr als 25 Wagen mit drei, statt jetzt mit zwei Bremsen besetzen sollen.

Darin würde ein Widerspruch gegen die Forderung der Regierung liegen, daß die Züge selbsttätige Bremsen erhalten sollen.

Die Eisenbahnverwaltungen würden durch das von Herrn Sabath vorgeschlagene Gesetz stark belastet, die Baltimore und Ohio-Bahn mit 3 150 000 *M* jährlich. Da die Tarif-erhöhungen heute der Genehmigung des Binnenland-Handels-Ausschusses unterliegen, und ein Herabgehen der Jahresgewinne große Beunruhigung des Geldmarktes bewirken würde, so daß der nötige Ausbau auf Schwierigkeiten stieße, so würden die Gesellschaften Ersparungen durch Verringerung der Zahl der Züge, Aufhebung mancher Erleichterungen, weniger gute Ausstattung und Erhaltung der Wagen und Balmanlagen anstreben müssen, so daß die Öffentlichkeit den Schaden hätte.

Als die amerikanischen Bahnen mit Recht als «räuberische» Körperschaften bezeichnet werden konnten, waren derartige Eingriffe nötig und wohlthätig. Jetzt verhüten die strengen Vorschriften der Regierung den früheren Tiefstand der Eisenbahnen, und diese selbst sind von den besten Absichten beseelt, so daß Gesetze, wie das erwähnte, nicht mehr berechtigt sind.

G—w.

Besondere Eisenbahntypen.

Bahnen des Montblancstockes.

P. Dalimier.

(Génie civil 1912, Band LXI, Nr. 25, 19. Oktober, S. 493 und Nr. 26, 26. Oktober, S. 520. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 22 bis 25 auf Tafel 20.

Folgende vier Bahnen (Abb. 23, Taf. 20) verbinden das Arve-Tal mit wichtigen Punkten des Montblancstockes.

1. Die seit 1909 in Betrieb befindliche Zahnbahn von Chamonix nach Montenvers (Abb. 23 und 24, Taf. 20).

2. Die geplante Zahnbahn von Chamonix nach dem Couvelele.

3. Die bis zum Mont Lachat in Betrieb befindliche Zahnbahn von Le Fayet-St. Gervais nach der Aiguille du Gouter, mit etwaiger Verlängerung bis zum Montblanc. Diese Montblancbahn soll durch eine Verbindung vom Dorfe Les Houches nach dem Col de Voza vervollständigt werden.

4. Die in Bau begriffene Seilschwebbahn vom Dorfe Les Pelerins nach dem Col du Midi und dem Vallee Blanche.

Die Zahnbahn von Chamonix nach dem Couvelele wird den Besuch des Jardin, eines Felsens mitten im Glacier du Talefre, ermöglichen. Sie ist 12,2 km lang und ersteigt

1418 m. Die Spur beträgt 1 m. Die 3,2 km lange Strecke von Chamonix bis zum Dorfe Les Bois hinter der Unterführung, mit der die Bahn die Linie der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn nach Argentiére unterfährt, hat nur 35 ‰ steilste Neigung und wird als Reibungstrecke betrieben werden. Die um den Glacier des Bois herumgehende und am rechten Ufer des Mer de Glace entlang führende, 9 km lange Zahnstrecke hat 235 ‰ steilste Neigung und 80 m kleinsten Bogenhalbmesser. Die Bahn hat mit den Endbahnhöfen 9 Haltestellen.

Die Reibungstrecke wird Pendelbetrieb mit ziemlich häufigen Abfahrten haben, der durch einen Triebwagen versehen wird. Dieser zieht zu gewissen Stunden auch die die ganze Linie durchfahrenden Wagen. Auf Bahnhof Les Bois wird der Triebwagen von der Spitze des Zuges genommen, und die elektrische Zahnlokomotive setzt sich für den Rest ans Ende. Die Lokomotive verwendet Gleichstrom von 1500 V und kann zwei Wagen mit im Ganzen 80 Fahrgästen schieben.

Die Gemeinde Chamonix bewilligt der die Bahn betreibenden Gesellschaft das alleinige Recht des Gasthof- und Schutzhütten-Betriebes in dem Gebiete östlich der das Mer de

Glace und den Glacier du Geant durchschneidenden schwach gestrichelten Linie in Abb. 23, Taf. 20.

Die Zahnbahn von Le Fayet-St. Gervais nach der Aiguille du Gouter (Abb. 23, 25 und 26, Taf. 20) ist 18,5 km lang und ersteigt 3217 m. Sie enthält eine Schleife (Abb. 25, Taf. 20) von 80 m Halbmesser nahe der Schutzhütte Tête Rousse und einen gebogenen Tunnel unter dem an dieser Stelle nur einige Meter dicken Glacier de Bionnasset. Die Spur beträgt 1 m, die steilste Neigung 240 ‰, der kleinste Bogenhalbmesser 80 m, die Gefällwechsel sind mit Kreisbogen von 300 m Halbmesser ausgerundet. Die steilste Neigung in den Bahnhöfen ist 50 ‰. Der Oberbau besteht aus 20,35 kg/m schweren Breitfußschiene auf eisernen Querschwellen. Die Zahnstange hat die Bauart Abt. Gegen Wandern des Gleises zu Tal sind beiderseits der Zahnstange Betonwürfel von 1 m Seitenlänge in 50 m Teilung angebracht, in denen Pfähle stecken, gegen die sich die Schwellen stützen. Die Bahn hat mit den Endbahnhöfen zehn Haltestellen.

Die Dampflokomotiven von 8 bis 10 km/St Geschwindigkeit haben eine selbsttätige Bremse, die ausgerückt wirkt, sobald die Höchstgeschwindigkeit überschritten wird.

Die Bahn ist gegenwärtig bis Mont Lachat auf 10,9 km in Betrieb, wird von 1913 an bis zum Glacier de Bionnasset führen und in ungefähr 4 Jahren bis zur Aiguille du Gouter fertiggestellt sein.

Bücherbesprechungen.

Deutsche Eisenbahnkunde. Von Dr. P. Hausmeister. M.-Gladbach, 1913, Volksvereins-Verlag.

Das Buch ist bestimmt, möglichst weite Kreise in das Wesen, die Wirkung und die fernere Ausgestaltung der Eisenbahnen als der Grundlage unserer heutigen Verkehrsbeziehungen einzuführen, um das Verständnis für die Bedürfnisse dieses wohl wichtigsten Teiles des Volksvermögens zu wecken. In der Tat ist es dem Verfasser gelungen, eine Übersicht zu bieten, die sich ebenso durch Knappheit, wie durch Vollständigkeit der Angaben über die allgemeinen Grundlagen des Eisenbahnwesens nach Technik, Wirtschaft, Recht, Verwaltung, Wohlfahrtspflege, Landesverteidigung und weiteren Beziehungen kennzeichnet; auch der angefügte Ausblick in das Ausland und die Zukunft trifft in großen Zügen das Richtige. Das Ganze beruht auf umfassender Kenntnis der in Frage kommenden Einrichtungen im Staate und in Gesellschaften.

Der Eisenbau. Ein Hilfsbuch für den Brückenbauer und Eisenkonstrukteur von Luigi Vianello. In zweiter Auflage umgearbeitet und erweitert von Dipl.-Ing. Carl Stumpf, Konstruktionsingenieur an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin, München und Berlin, R. Oldenbourg, 1912. Preis gebunden 20 M. Band IV von Oldenbourgs Technischer Handbibliothek.

Das Werk des leider zu früh verstorbenen, ursprünglichen Verfassers erinnert von Neuem an dessen bedeutsame Verdienste um die wissenschaftliche Begründung der Bautechnik, wenn es auch in neuer Hand eine veränderte Gestalt angenommen hat. Bei dieser Veränderung sind die neueren Gesichtspunkte und Ergebnisse der Baustatik zur Geltung gebracht, wir nennen hier nur den Rahmen, den gedrückten gegliederten Stab mit Vergitterung und mit Bindeblechen, scharf gekrümmte Glieder, allseitig aufliegende Platten, Untersuchung von Querschnitten unter Ausschaltung der Zugspannungen: in allen Fragen sind die Ergebnisse der vorliegenden Forschung in solcher Gestalt angegeben, daß sie für den Entwerfenden unmittelbar verwendbar sind. Besonders ist noch hervorzuheben, daß das Buch auch sehr wertvolle Fingerzeige für die richtige Wahl der

Die geplante Verbindungsbahn vom Dorfe Les Houches auf 1000 m Meereshöhe nach dem Col de Voza ist 4 km lang und ersteigt 638 m.

Die Seilschwebebahn von Les Pelernis nach dem Col du Midi wird besonders beschrieben. B—s.

Elektrische Straßensbahn mit Gegengewicht-Wagen für starke Neigungen in Seattle.

(Engineering News, 9. März 1911.)

Die Anlage ist seit 1900 in Betrieb und dient zur Ersparung an Strom auf Steigungen und verhütet Unfälle durch zu rasche Talfahrt. Die Linie ist zweigleisig, die Steigung hat 780 m Länge, die Neigung beträgt 13,8 bis 18 ‰. Die Tunnel, in denen die Gegenwagen angeschlossen werden, haben eine gleichmäßige Neigung von 13,7 ‰. Mittels Hebels kann der Wagenführer den Wagen an einen Finger eines Kabels ohne Ende anschließen, das in einem Kanale läuft. Unter dem Tunnelgleise läuft der 16 t schwere Gegenwagen in einem kleinen Tunnel an dem Kabel. Er besteht aus zwei Gestellen mit vier Rädern, die mit Gußeisenplatten beladen sind. Für den Fall eines Kabelbruches ist eine Sicherheitsvorrichtung zum Auffangen des Gegenwagens getroffen. Die Anordnung hat sich bisher gut bewährt und ist bereits wiederholt. Sch—a.

Grundlagen statischer Berechnungen und für deren zweckmäßige äußere Gestaltung bietet.

Wir halten das Werk in der vorliegenden Gestalt für ein besonders wertvolles Hilfsmittel für den entwerfenden Ingenieur.

Karl Koppe. Ein Lebensbild dargestellt von Anna Koppe. Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1912. Preis 3 M.

Das gebotene, warme Bild des Lebenslaufes dieser um die geometrischen Arbeiten des Eisenbahnwesens höchst verdienten Kraft, unseres langjährigen Mitarbeiters, gibt erschöpfenden Einblick in die Entwicklung und Tätigkeit eines wissenschaftlich wie menschlich hochstehenden Mannes, der sich durch harte Schicksalschläge, wie Erkrankung auf einer Reise nach Indien und schwere Verletzungen durch einen Absturz bei den Vermessungsarbeiten am Gotthard nicht beugen ließ, und bis zuletzt seiner Wissenschaft auch durch Aufsuchen neuer Anregung auf weiten Reisen treu gedient hat. Das liebevollem und treuem Gedenken entsprungene Werk bietet dem Leser reiche Anregung für Verstand und Gemüt.

Die praktische Nutzenanwendung der Prüfung des Eisens durch Ätzverfahren und mit Hilfe des Mikroskopes. Kurze Anleitung für Ingenieure, insbesondere Betriebsbeamte von Dr. Ing. E. Preufs, Stellvertreter des Vorstandes der Materialprüfungsanstalt und Privatdozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Berlin, J. Springer, 1913. Preis 3,6 M.

Das Buch behandelt eingehend die Mittel des Schleifens, Ätzens und Vergrößerns, einzeln oder verbunden, für die Untersuchung des natürlichen Zustandes und der Erfolge verschiedener Arten der Behandlung des Eisens. Die Bedeutung dieser Mittel für die Beurteilung der Arten des Eisens und der Zweckmäßigkeit der Verarbeitung ist bekannt, sie bieten eine wertvolle Ergänzung der sonstigen Prüfverfahren. Hier sind sie durch die Beigabe einer sehr großen Zahl von Bildern der verschiedensten Prüfergebnisse besonders lebensvoll dargestellt, größtenteils nach eigenen Versuchen des Verfassers, aber unter Mitteilung auch anderweiter Ergebnisse. Das Buch zeigt sehr eindringlich, wie sehr die genannten Mittel die Erkenntnis der Eigenschaften des wichtigsten Metalles fördern.