

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIII. Band.

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

3. Heft. 1906.

### Nachruf.

#### August von Borries †.

Am 14. Februar ist der Geheime Regierungsrat Professor A. von Borries, Ehrenritter des Johanniterordens, in Meran einem längern Leiden erlegen, das ihn zwang, während der rauhen Wintermonate den Süden aufzusuchen, dort aber unerwartet schnell und wider menschliches Ermessen das Ende eines Mannes herbeigeführt hat, der zu den festesten Stützen der deutschen Maschinentchnik gehörte, dessen Ruf über alle Länder verbreitet ist, und dessen Tod neue Lücken in die verschiedensten Arbeitsgänge reißt: insbesondere verliert das »Organ« in ihm einen der bedeutendsten Mitarbeiter, die es je besaß.

A. von Borries ist am 27. Januar 1852 zu Niederbecken im Kreise Minden als Sohn des Premier-Leutnants und Kreis-Amtmannes F. W. von Borries geboren, seine technische Ausbildung erhielt er an der Gewerbeakademie in Berlin bis Juli 1873; er genügte dann seiner Militärpflicht im damaligen Eisenbahn-Regimente, trat Oktober 1874 in den Dienst der Bergisch-Märkischen Eisenbahn-Gesellschaft, von Januar 1875 bis März 1876 in den der Direktion Hannover als Maschineningenieur, und legte 1877 die Lokomotivführerprüfung ab. Nach Bestehen der zweiten Staatsprüfung im Dezember 1879 zum Regierungs-Maschinenmeister ernannt, bekleidete er nacheinander die Stellen als Vorstand der Lokomotivstation Hannover bis April 1881, als Vorstand der Werkstätte Lingen bis Mai 1881, als Vorstand des Konstruktionsbureaus des maschinentechnischen Bureaus der Direktion Hannover bis April 1885, als Maschineninspektor bei der Hauptwerkstätte Leinhausen bis Juli 1888, und dann als Vor-

stand des maschinentechnischen Bureaus der Direktion Hannover.

Am 4. Februar 1887 zum Eisenbahn-Bauinspektor ernannt, übernahm er nach dem Tode des Ober- und Geheimen-Baurates Funk 1889 die Mitarbeiterschaft am maschinentechnischen Teile des »Organ«, besuchte 1891 die elektrotechnische Ausstellung zu

Frankfurt a. M. im Auftrage des preussischen Ministers der öffentlichen Arbeiten und ging noch in demselben Jahre mit dem inzwischen verstorbenen Geheimen Baurate Büte nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika, um das dortige Eisenbahnwesen kennen zu lernen. Das Ergebnis dieser Reise, das Werk »Die Nordamerikanischen Eisenbahnen in technischer Beziehung\*«), bildet eine meisterhafte Darstellung dieses ganz selbständig entwickelten Eisenbahn-Gebietes, es ist eines der ersten, die die bis dahin recht ungenügenden Nachrichten über die nordamerikanischen Bahnen vervollständigten, viele verworrene Schilderungen klärten, und Mängel aufdeckten, vor allem aber die großen drüben entwickelten Vorteile sachkundig beleuchteten und für unsere Verhältnisse nutzbringend gestalteten.

1892 wurde Herrn v. Borries der große Preis des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für

seine Verdienste um die Einführung der Verbundwirkung bei Lokomotiven zu Teil, und schon 1893 erhielt er als Mitglied des internationalen Preisgerichtes der Weltausstellung in Chicago reiche Gelegenheit, seine Erforschung des ausländischen, insbesondere des amerikanischen Eisenbahnwesens zu ergänzen.

Am 13. Januar 1894, soviel bekannt, als erster preussischer Maschinentechniker zum Regierungs- und Baurate er-

\*) 1892 bei C. W. Kreidel in Wiesbaden erschienen.

nannt, wurde er am 1. April 1895 Vorstand der neu gebildeten Eisenbahn-Maschineninspektion Hannover, dann am 1. April 1896 maschinentechnisches Mitglied der Königlichen Eisenbahndirektion Hannover, in welcher Stellung er nacheinander verschiedene Dezernate verwaltete, auch regelmäßig an den Sitzungen des Lokomotiv-Ausschusses der preussischen Staatsbahnen und des Technischen Ausschusses des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen teilnahm. 1897 übernahm er das Amt eines Beisitzers im Vorstande des Vereines deutscher Ingenieure, wurde 1899 als »Kurator« dieses Vereines erwählt, und das Jahr 1900 fand ihn wieder unter der Zahl der Preisrichter der Weltausstellung in Paris. Seit 1895 beteiligte er sich mit Barkhausen und Blum an der Herausgabe der »Eisenbahntechnik der Gegenwart«, für die den Dreien im Jahre 1900 einer der Preise des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen erteilt wurde. Auch erhielt er im Jahre 1896 mit den Hinterbliebenen Bäte's einen Preis für das oben bezeichnete Werk. Am 2. Juni 1902 war v. Borries als Geheimer Regierungsrat und Professor für Eisenbahn-Maschinenwesen an die Königliche Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg berufen. 1905 erwählte ihn der Verein deutscher Ingenieure als Leiter der Bearbeitung eines »Lehrbuches über den Lokomotivbau« in Verbindung mit Professor Dr. Sommerfeld in Aachen und Dipl.-Ing. Berner in Berlin, wozu ein namhafter Betrag zur Verfügung gestellt wurde. In seiner Stellung als Hochschullehrer hat er anregend und fördernd bei den Vorarbeiten zu der Lokomotiv-Prüf-Anstalt in Grunewald mitgewirkt, die jetzt in der Ausführung begriffen, ihrem Meister nun nicht mehr als Forschungsmittel dienen soll.

Durch Erteilung preussischer und ausländischer Orden wurde sein Wirken wiederholt anerkannt und geehrt. Der Verein deutscher Lokomotivführer ernannte ihn zu seinem Ehrenmitgliede.

Obwohl nun schon aus dieser nüchternen Aufzählung der wichtigsten Ereignisse und Stufen des Lebenslaufes August von Borries eine ungewöhnlich umfassende und reiche Betätigung eines hervorragenden Geistes spricht, so gibt sie doch von seiner wahren Bedeutung nur ein Teilbild. Denn neben seiner überaus erfolgreichen Tätigkeit als Beamter läuft ein reich gesegnetes Wirken an der Förderung seines Arbeitsgebietes durch völlig selbständige wissenschaftliche Arbeiten und an daraus entsprungene bahnbrechenden Erfindungen und Verbesserungen her, das den gröfsern und gewichtigeren Teil der Bedeutung von Borries' bildet.

Die Leser des »Organ« kennen die Fortschritte, die wir seinen Arbeiten verdanken, Zahl und Umfang seiner Veröffentlichungen sind so groß, daß es ganz unmöglich sein würde, hier einen einigermaßen erschöpfenden Abriss davon zu liefern; so wollen wir uns denn auf die Nennung einiger der wichtigsten von ihm geförderten Dinge beschränken.

Schon als ganz junger Regierungsbaumeister erkannte er seit 1880, ausgehend von der Beurteilung der Mallet-Lokomotive, die hohe Bedeutung der mehrstufigen Dampfdehnung auch für die Lokomotive, deren gedrängten Bau und bewegliche Anordnung man für ungeeignet für diese Dampfausnutzung hielt. von Borries hat das für richtig Erkannte mit eiserner Zähigkeit und dem Geschicke eines wahren Schöpfers verfolgt und

verwirklicht, schnell erwachsen den seinen gleiche Bestrebungen auf allen Seiten, und so konnten schon 1880 die beiden ersten deutschen Verbundlokomotiven bei Schichau in Elbing gebaut werden, die freilich nur kleine Omnibus-Lokomotiven und daher wenig geeignet waren, den vollen Wert der Neuerung in die Erscheinung treten zu lassen. Durch längere Jahre brachte das »Organ« regelmäßig von von Borries selbst aufgestellte Übersichten über die allmähliche Verbreitung der Verbundbauart.

Als nun aber mit der Zunahme der Lokomotiven mit zweistufiger Dampfdehnung an Zahl und Leistungsfähigkeit die Schwierigkeit des Anfahrens auftrat, war es wieder von Borries, der von 1884 an mit der Förderung dieser Frage hervortrat, ein Streben, das die fruchtbringende Verbindung mit dem auf demselben Gebiete tätigen Ober-Maschinenmeister der englischen großen Ostbahn Worsdell (1885) und bald darauf mit dem Zivilingenieur Lapage in London zur Folge hatte. Es ist bekannt, daß die Anfahrvorrichtung eine lange Entwicklungsgeschichte durchzumachen hatte, in der namentlich die Eisenbahn-Maschinentechnik des Gebietes des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen mit einer großen Zahl bewährter Namen vertreten ist.

In neuerer Zeit war von Borries mit vielen Fachgenossen, von denen wir namentlich de Glehn, Lindner, Gölsdorf, Vaucelain nennen, bemüht, die Schwierigkeiten zu überwinden, die sich der geforderten Mehrleistung der Lokomotiven mit Verbundwirkung in zwei Zylindern wegen der Raumbeschränkung entgegenstellten, indem die Arbeitserzeugung in vier Zylinder gelegt wurde. Die so erfolgende Vermehrung der bewegten Teile führte dann auch zu den Maßnahmen, die neuerdings getroffen sind, um bei dem Ausgleiche der hin- und hergehenden Massen ohne Gegengewichte, also ohne freie Fliehkräfte auszukommen und die wieder die unentbehrliche Grundlage für die Erreichung der jetzt geforderten Geschwindigkeit bilden. Auch auf diesen Gebieten stand von Borries in der vordersten Reihe des Fortschrittes.

In den letzten Jahren wurde seine Sachkunde zur Förderung der Schnellfahrversuche bei elektrischen Betrieben herangezogen.

Gedenken wir nun nach dieser Erwähnung der allerwichtigsten Gegenstände seiner Arbeit auch der Art, wie er arbeitete, so stechen namentlich drei Züge hervor: eine überaus klare Zielerkenntnis, die ihn von vorn herein richtige Wege einschlagen lehrte, eine bewundernswerte Einfachheit in der Wahl der theoretischen Hilfsmittel, die ihn davor schützte, über der Behandlungsweise den Gegenstand selbst aus dem Auge zu verlieren, und die unbedingte und meisterhafte Wahrung steten Zusammengehens der tatsächlichen Beobachtung mit der theoretischen Erwägung, die den Versuch für ihn zu einem besonders wirksamen Mittel des Fortschrittes gestaltete. In seinen Werken findet sich fast nie eine verwickelte Formel, es ist aber bewundernswert, welchen Gehalt an Bedeutung er der einfachsten Formel zu geben weiß, sie wird in seiner Hand zu einem machtvollen Werkzeuge.

Daß ein Mann von solcher Art der geistigen Betätigung berufen war, den höchsten Zielen zuzustreben und sie zu erreichen, ist nur natürlich, nun hat ein tödliches Leiden und der schnelle Tod die deutsche Technik des reichen Frucht-

sogens beraubt, der der Arbeit der reifsten Mannesjahre August von Borries' noch hätte entspiessen sollen. Der Geist deutscher Wissenschaft und Technik steht trauernd gebeugten Hauptes an seiner Gruft.

Das sind die Züge, die ihm als schaffenden Mann kennzeichnen.

Nicht minder hoch stellten ihn seine menschlichen Eigenschaften. Als liebender Gatte und Vater, als treuer Freund, als stets sachlich denkender und handelnder Arbeiter und als wohlmeinender Berater und Vorgesetzter ist er ein Vorbild edler Menschlichkeit. Die Lebendigkeit seiner Darstellungsweise in Verbindung mit einer ruhigen meisterhaften Rede,

erweckte bei Jedermann sofort den Eindruck grosser Vertiefung und völliger Verlässlichkeit.

So ist denn der Allerbesten einer schnell und unerwartet aus unserm Kreise geschieden; die Reihen schliessen die Lücke, aber noch lange Zeit werden alle, die mit und neben ihm zu wirken berufen waren, das Bewusstsein bewahren, wie stark die Hilfe war, die er ihnen bot, und welche Stütze sie an ihm verloren haben.

Ehrendes Andenken wird dem schöpferischen Geiste, dem ehrenfesten Manne und dem edlen Menschen bewahrt werden. Sein Name wird dauernd mit der Wissenschaft und Technik verbunden bleiben. G. Barkhausen.

## Versuche zur Ermittlung des Bewegungswiderstandes einer 2/4 gekuppelten Zwillings-Lokomotive.

Von Dr. Hefft, Regierungsbaumeister in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XIV.

Im Winter 1902/03 wurden von der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen auf den Strecken Offenburg-Freiburg und Mannheim-Schwetzingen-Karlsruhe Versuchsfahrten mit Sonderzügen ausgeführt, bei denen Dampfdruckschaulinien aufgenommen und die am Tenderzughaken ausgeübten Zugkräfte gemessen wurden. Aus dem Unterschiede der aus dem Dampfdrucke berechneten und der gemessenen Zugkraft wurde der Bewegungswiderstand der Lokomotive mit Tender nach dem Barbierschen Verfahren ermittelt\*).

Die Sonderzüge wurden von einer 2/4 gekuppelten Zwillingslokomotive der Gattung IIc befördert. Die Lokomotive ist mit Windschneidern an der Rauchkammer und am Führerhause ausgerüstet, sonst hat sie dieselben Hauptabmessungen, die bei Beschreibung\*\*) einer ältern Lieferung angegeben sind. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 47,43 t, das Gewicht des vierachsigen Tenders betrug bei den Versuchen je nach dem Bestande der Vorräte 25 bis 35 t.

Der Zustand des Triebwerkes ist von erheblichem Einfluss auf den Laufwiderstand einer Lokomotive\*\*\*). Für die Beurteilung der Versuchsergebnisse dürfte deshalb der nachstehende Auszug aus der Chronik von Wert sein, in welchem die letzten am Trieb- und Laufwerke der Versuchslokomotive ausgeführten Unterhaltungsarbeiten angegeben sind.

Dampfspannung-Schaulinien wurden nur auf einer Lokomotivseite mit der in Abb. 1 bis 3, Taf. XIV dargestellten Vorrichtung aufgenommen. Diese sitzt auf einem Hahnstutzen, der die Anschlußrohre beider Zylinderseiten vereinigt; durch den mit Winkelbohrung versehenen Hahnreiber kann die Verbindung mit beiden Rohrweigen abwechselnd hergestellt werden. Der Antrieb wird vom Kreuzkopfe aus durch ein Storch-

### Zusammenstellung I.

Tag	Ausgeführte Arbeiten	Seit Lieferung zurückgelegte Kilometer
9. VIII. 1900	Indienststellung der neuen Lokomotive	—
16. V. 1901	Lauf- und Triebäder abgedreht . . .	—
24. IX. 1902	Exzenter, Achs- und Stangenlager ausgegossen, Regler- und Dampf-Schieber abgerichtet, Kolbenringe erneuert	—
1. XII. 1902	Kurbellager nachgearbeitet . . . . .	247403
16. XII. 1902	Versuchsfahrt Nr. 1 . . . . .	260668
25. II. 1903	„ „ 15 . . . . .	273048

schnabelgestänge vermittelt, das sich trotz seiner Vielteiligkeit auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten gut bewährt hat. Der tote Gang dieses Gestänges, der sich durch das Ausschlagen der Gelenkverbindungen vergrößert, kann durch Anwendung einer Rückziehfeder unschädlich gemacht werden. Die Antriebschnur ist sehr kurz gehalten; lange Schnüre geraten durch den unruhigen Lauf der Lokomotive in Schwingungen, die sich auf die Papiertrommel übertragen.

Die Trommel des Schaulinienzeichners nach Thompson Nr. II, 1900, von Schäffer und Budenberg kann auf ihrer Achse verschoben werden, sodafs es möglich ist, auf einem Papierstreifen drei Schaulinienpaare unter einander aufzuzeichnen (Abb. 4, Taf. XIV). Eine Anhaltevorrichtung an der Trommel macht die Anordnung einer besondern Ausrückvorrichtung im Antriebsgestänge entbehrlich, und beim Aufziehen eines neuen Blattes während der Fahrt braucht die Antriebschnur nicht ein- und ausgehängt zu werden.

Das Geländer, welches den für die Aufnahme von Schaulinien nötigen Raum auf dem Umlaufbleche umgrenzte, war aus Flach- und Formeisen hergestellt und mit Dachleinwand verkleidet, sodafs es dem Beamten Schutz gegen Regen und Wind gewährte.

\*) Revue générale d. chem. d. fer Nr. 3, März 1898.

\*\*) Organ 1896, S. 41.

\*\*\*\*) Rolf Sanzin, Versuche über den Eigenwiderstand von Eisenbahnzügen. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1903, S. 649.

Die Versuchszüge waren in allen Fällen ausgelastet, da sie in erster Linie zur Bestimmung der Lokomotivleistung durch Belastungsproben für verschiedene Fahrzeiten dienten.

Das Gewicht, die Zusammensetzung und die Länge derjenigen Versuchszüge, bei welchen Dampfschaulinien aufgenommen wurden, ist aus Zusammenstellung II zu ersehen.

Zusammenstellung II.

Versuchsfahrt Nr.	T a g	zwei- achsiger Versuchswagen	W a g e n		Güter- Wagen	B e l a s t u n g d e s Z u g e s			Länge des Zuges m	
			vier- achsige Personen- und Gepäck-Wagen	zwei- achsige Gepäck-Wagen		W a g e n z u g		Lokomotive und Tender Gewicht t		Ganzer Zug Gewicht t
						Achsen	Gewicht t			
1	16. XII. 1902	1	—	22	—	46	326,7	80,5	407,2	271
3	17. " "	1	7	1	—	32	229,9	80,3	310,2	147
5	18. " "	1	—	1	19	44	387,6	79,8	467,4	—
7	19. " "	1	—	1	25	55	465	78,4	543,4	230,5
15	25. II. 1903	1	10	1	—	44	311	80,9	391,9	211
16	26. " "	1	8	1	—	36	252	80,2	332,2	176,5
17	27. " "	1	6	1	—	28	197,4	79,6	277,0	143

Der Versuchswagen wurde als erster hinter dem Tender eingestellt. Die Einrichtung des Zugkraftmessers ist dieselbe wie in dem Versuchswagen der bayerischen Staatseisenbahnen.

Zusammenstellung III enthält Angaben über die Versuchsstrecken, die Fahrgeschwindigkeiten und über die Witterungs- und Wärme-Verhältnisse.

Zusammenstellung III.

Versuchsfahrt Nr.	Versuchsstrecke	F a h r z e i t i n M i n u t e n		Mittlere Fahrgeschwindigkeit ohne Aufenthalt km/St	Witterung	W ä r m e ° C.	W i n d r i c h t u n g und S t ä r k e
		mit Aufenthalt	ohne Aufenthalt				
1	Offenburg—Freiburg 62,9 km	97,5	72,6	52	trocken	—	Windstill.
3	" " " "	94,3	61,0	61,8	feucht	—	Teilweise mäfsiger Gegenwind.
5	" " " "	97,5	83,8	45	Regen	—	Teilweise kräftiger Seitenwind.
7	" " " "	92,7	89,5	42,1	feucht	+ 6°	Mäfsiger Gegenwind.
15	Mannheim—Karlsruhe 6,06 km	70,7	68,2	53,2	trocken	+ 7 bis + 12°	Mäfsig bewegte Luft.
16	" " " "	60,2	56,8	64,0	Regen	+ 11 bis + 16°	Mäfsiger Gegenwind.
17	" " " "	55,6	53,8	67,3	trocken	+ 11 bis + 16°	" "

Der Aufenthalt in einer Zwischenstation mußte aus fahrdienstlichen Rücksichten vorgesehen werden.

Die Dampfdruckschaulinien wurden nur während der Fahrt in geraden Strecken aufgenommen. Sobald der Zug in einen auch hinsichtlich seiner Steigungsverhältnisse geeigneten Streckenabschnitt eingelaufen war, wurde mit der Lokomotivpfeife ein Ankündigungssignal gegeben, welchem das Ausführungssignal zur Aufnahme der Schaulinien folgte. Dieses wurde mit einem Läutewerke gegeben, dessen Glocken, die eine am Schaulinienzeichner, die andere am Zugkraftmesser im Versuchswagen durch Schließen eines Stromkreises auf dem Führerstande gleichzeitig zum Ertönen gebracht werden konnten. Bei den sieben Versuchsfahrten wurden 289 Schaulinienpaare aufgenommen; aus 262, die sich zur Untersuchung eigneten, wurde der Dampfdruck bestimmt. Einschließlich des Aufziehens eines Papierstreifens beanspruchte die Aufnahme von drei Schaulinienpaaren durchschnittlich eine Zeit von 90 Sekunden. Hierzu sind etwa 45 Einzelhandlungen, wie Ein- und Ausrücken der Trommel, Hahnstellungen, Aufziehen und Beziffern des Papierstreifens, Schreiben der Schaulinien erforderlich. Um die Übereinstimmung der Nummern für die Dampf- und Zugkraft-Schaulinien mit den Aufzeichnungen des Versuchsleiters

über die Streckenabschnitte aufrecht zu erhalten, wurden die Nummern durch Aufstecken von Nummerntafeln am Führerhause ausgegeben.

$\mathfrak{z}_i$  sei die aus der Schaulinie ermittelte Kolbenkraft der Lokomotive bezogen auf den Triebbradumfang,

$F_1$  und  $F_2$  der Zylinderquerschnitt } vor und hinter  
 $p_1$  und  $p_2$  die indizierte Dampfspannung } dem Kolben,  
 $h$  der Kolbenhub,

$R$  der Laufkreishalbmesser des Triebrades, so ist:

$$\text{Gl. 1) } \dots \mathfrak{z}_i = 2 (F_1 p_1 + F_2 p_2) \frac{h}{2 \pi R}$$

Die am Zughaken des Tenders geleistete Zugkraft  $\mathfrak{z}_e$  wird aus den Schaulinien des Zugkraftmessers (Abb. 4, Taf. XIV) ermittelt. Der wellenförmige Verlauf der Schaulinie zeigt, daß die Zugkraft stark veränderlich ist. Die Anzahl der Wellen ist der Anzahl der Triebbradumdrehungen gleich, woraus hervorgeht, daß diese Ungleichförmigkeit eine Folge des Zuckens der Lokomotive ist. Bei 6,456 m Triebbradumfang und 2,056 m Laufkreisdurchmesser entfallen auf 20 m des von der Lokomotive zurückgelegten Weges 31 Radumdrehungen. Ebensoviele Wellenberge zählt man zwischen zwei 40 mm voneinander entfernten Höhen des Zugkraftmesserstreifens. Der

Abstand zweier Punkte in der Reihe am untern Rande des Streifens ist 10 mm und entspricht einem zurückgelegten Wege von 50 m, der Abstand von 40 mm also einem Wege von 200 m.

Die Punkte in der ersten Reihe am obern Rande des Streifens bezeichnen in der Regel diejenigen Punkte der Versuchstrecke, an welchen die Signale zur Aufnahme der Schaulinien gegeben wurden. Daneben aber wurden auch in derselben Reihe bei der Durchfahrt die Stationsmitten und in größeren Abständen einzelne Kilometersteine angezeichnet, die als Ausgangspunkte für die Ortsbestimmung auf dem Streifen dienten. Die Punkte sind mit einer Vorrichtung gestochen, die am Zugkraftmesser angebracht ist und durch Druck auf einen der Stromschließer in der elektrischen Leitung von verschiedenen Punkten des Wagens aus betätigt werden kann. Mit der Ausführung dieser Anzeichnungen war ein Beamter betraut, welcher gleichzeitig den Zugkraftmesser zu überwachen hatte.

Die Punkte der zweiten Reihe rühren von den Stichen eines elektromagnetischen Sekundenschreibers her, dessen Stromkreis jede Sekunde durch ein Uhrwerk geschlossen wird. Bei den Versuchsfahrten war in diesen Stromkreis noch eine Leitung eingeschaltet, welche zu einem Stromschließer am Spannungs-Zeichner führte; diese wurde erst geschlossen, wenn der Hahn zur Aufnahme der Schaulinien geöffnet wurde, sodafs durch die Reihe von Sekundenpunkten das Stück der Zugkraftschaulinie bezeichnet ist, welches während der Aufnahme der beiden Dampfschaulinien entstand. Bei den ersten Versuchsfahrten war der Stromschluß durch Einschaltung einer weitem Unterbrechung noch von der Stellung des Schreibzeuges abhängig gemacht, sodafs der Sekundenschreiber nur in Tätigkeit kommen konnte, wenn der Hahn des Spannungs-Zeichners offen war und gleichzeitig auch das Schreibzeug angestellt wurde. Da aber zum Schreiben einer Schaulinie oft nur ein Bruchteil einer Sekunde erforderlich ist, so kam die Anzeichnung häufig gar nicht zu Stande. Eine Änderung der Schreibvorrichtung am Zugkraftmesser war nicht zulässig. Man begnügte sich deshalb mit der zuerst beschriebenen einfachern Anordnung mit nur einer Stromunterbrechung am Spannungs-Zeichner und nahm an, dafs das zur Dampfschaulinie gehörende Stück der Zugkraft-Schaulinie mit dem ersten Sekundenstich beginnt und entsprechend der zum Anhalten der Trommel und der zum Schliessen des Hahnes erforderlichen Zeit 2 bis 3 Sekunden vor dem letzten Stiche endigt.

Die Punkte der dritten Reihe werden in Zwischenräumen von je 10 Sekunden gestochen; ihr Abstand gibt im Mafsstabe des Papiervorschubes von 10 mm auf 50 m den in dieser Zeit zurückgelegten Weg an, ist also ein Mafs für die mittlere innerhalb dieses Zeitraumes herrschende Fahrgeschwindigkeit. Trägt man den Abstand zweier Punkte dieser Reihe auf ihrem Mittellote von der Nulllinie ab auf und verbindet die so gewonnenen Punkte, so erhält man die Geschwindigkeit-Schaulinie. Diese schneidet die senkrechten gestrichelten Linien, welche die Abschnitte der Zugkraftschaulinie begrenzen, in den Höhen  $v$  und  $v_0$   $\frac{m}{Sek.}$ , deren Mittelwert  $\frac{v + v_0}{2}$   $\frac{m}{Sek.}$  den A1.

gaben der Fahrgeschwindigkeit in der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse zu Grunde gelegt ist. Aus dem Abstände der Höhen  $v$  und  $v_0$  erhält man durch Vergleich mit der Zeitpunktreihe III die Zeit  $z$   $^{Sek.}$  und aus dem Bruche  $\frac{v - v_0}{z}$  die während der Aufnahme der Schaulinien erfolgte Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit.

Aus den zwischen den gestrichelten Höhen liegenden Abschnitten der Zugkraft-Schaulinie wurde durch Planimetrieren die mittlere während der Aufnahme der Dampfschaulinien ausgeübte Zugkraft  $\mathfrak{Z}_e$  ermittelt.

Der Unterschied der durch den Spannungszeichner und den Kraftmesser bestimmten Zugkraft ist der Eigenwiderstand der Lokomotive in einem bestimmten Streckenabschnitte und für eine bestimmte Geschwindigkeit. Er beträgt bei  $G$  Gewicht der Lokomotive und des Tenders:

$$\text{Gl. 2)} \quad \dots \quad w_1^{kg/t} = \frac{\mathfrak{Z}_i - \mathfrak{Z}_e}{G}$$

Aus  $w_1$  ergibt sich nach Abzug des Bahnsteigungs- und des Beschleunigungs-Widerstandes der Widerstand  $w^{kg/t}$  der Lokomotive für den Lauf in der wagerechten Geraden. Krümmungswiderstand kommt nicht in Betracht, da die Schaulinien nur während der Fahrt in geraden Strecken aufgenommen sind. Ist die Bahnsteigung  $s$   $^{mm/m}$ , so ist in der Steigung der Widerstand, im Gefälle die fördernde Kraft  $s^{kg/t}$ . Beträgt die Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit  $\tau$   $^{m^{2}Sek.^2}$ , so ist bei zunehmender Geschwindigkeit die hemmende Wirkung und bei abnehmender Geschwindigkeit die treibende Wirkung der Masse bei  $g = 9,81$   $\frac{m}{Sek.^2}$  Erdbeschleunigung  $\frac{1000}{g} \cdot \tau = \varphi^{kg/t}$ , also

$$\text{Gl. 3)} \quad \varphi^{kg/t} = \frac{1000}{g \frac{m}{Sek.^2}} \cdot \frac{v \frac{m}{Sek.} - v_0 \frac{m}{Sek.}}{z \text{ Sek.}}$$

Aus den vorstehenden Werten ergibt sich

$$\text{Gl. 4)} \quad w^{kg/t} = \frac{\mathfrak{Z}_i^{kg} - \mathfrak{Z}_e^{kg}}{G^t} - s \frac{mm}{m} - \varphi^{kg/t}$$

In umstehender Zusammenstellung IV sind die einzelnen Glieder dieser Gleichung aus den Ergebnissen der Versuchsfahrt 17 beispielsweise aufgeführt.

Die für den Laufwiderstand in Spalte 10 gefundenen Werte sind für alle Versuchsfahrten als Höhen in einem Achsenkreuze mit den Fahrgeschwindigkeiten als Längen aufgetragen. Die oberen und unteren Werte für dieselbe Geschwindigkeit unterscheiden sich um 3 bis 5 kg/t (Abb. 5, Taf. XIV). Dieser Unterschied ist einerseits begründet in der Veränderlichkeit des Laufwiderstandes, welcher abhängig ist von Stärke und Richtung des Windes, von der rollenden Reibung zwischen Schiene und Rad, welche sich mit der Beschaffenheit und dem Erhaltungszustande des Gleises ändert, sowie von der Lagerreibung in den Triebwerksteilen, welche von der Wärme, dem Erhaltungszustande und der Dauer der einer Fahrt vorangegangenen Betriebspause abhängt\*). Andererseits erklärt sich der Unterschied aus der Ungenauigkeit des Mefsverfahrens. Der

\*) Rolf Sanzin, Versuche über den Eigenwiderstand von Eisenbahnzügen. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1903, S. 649.

Zusammenstellung IV.

Versuchs- fahrt	Schau- linie	Geschwindig- keit	Zugkraft			Zi—Ze kg	Gewicht der Lokomotive mit Tender G t	Bahn- neigungs- widerstand s kg t	Beschleunig- ungs- widerstand p kg t	Lauf- widerstand w kg t
			Zi kg	Ze kg	kg					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
17	1	75	2600	1485	1115	81,55	± 0	- 2,40	11,3	
	2	75,5	2580	1588	992	—	± 0	—	12,2	
	3	76,5	2560	1540	1020	—	+ 0	—	12,5	
	4	73,5	2360	1380	980	—	± 0	- 4,90	7,1	
	5	74,5	2300	1295	1005	—	± 0	- 3,60	8,7	
	6	76	2310	1320	990	—	± 0	—	12,1	
	7	73	1930	1190	740	—	± 0	—	9,1	
	8	75,5	1740	985	755	—	+ 1,60	—	10,9	
	9	75,5	1550	865	685	—	+ 1,60	—	10,0	
	10	75,5	3010	1825	1185	—	± 0	- 2,50	12,0	
	11	75,5	2880	1740	1140	—	± 0	- 3,00	11,0	
	12	75,5	2870	1710	1160	—	± 0	- 3,10	11,1	
	13	83,5	2200	1220	980	—	± 0	—	12,0	
	14	84	2240	1220	1020	—	± 0	—	12,5	
	15	84,5	2220	1190	1030	—	+ 0	—	12,6	
	16	81,6	2240	1215	1025	—	+ 0	—	12,6	
	17	81,6	2220	1270	950	—	± 0	—	11,6	
	18	81,6	2170	1250	920	—	± 0	—	11,3	
	19	83	2220	1260	960	—	- 1,22	+ 2,00	12,6	
	20	82	2325	1290	1035	—	- 1,22	—	11,5	
	21	82	2240	1250	990	—	- 1,22	—	10,9	
	22	82	2320	1400	920	—	± 0	—	11,3	
	23	83	2240	1265	975	77,95	± 0	—	12,5	
	24	82	2190	1200	990	—	+ 0	- 0,90	11,8	
	25	83,7	1990	1140	850	—	+ 0	—	10,9	
	26	80	1930	1035	895	—	± 0	—	11,5	
	27	80	1820	1050	770	—	± 0	—	9,9	
	28	72	3320	2210	1110	—	- 0,57	- 3,80	10,1	
	29	75	3320	2180	1140	—	- 0,57	- 4,70	9,4	
	30	78	3320	2110	1180	—	- 0,57	- 2,40	12,2	
	31	83	2660	1670	990	—	+ 0	- 1,70	11,0	
	32	84	2640	1585	1055	—	+ 0	- 2,10	11,5	
	33	84,5	2650	1560	1090	—	± 0	- 2,00	12,0	
	34	87,5	2680	1570	1110	—	- 0,66	—	13,6	
	35	88	2640	1530	1110	—	0,66	—	13,6	
	36	89	2590	1530	1060	—	± 0	—	13,6	
	37	88	2480	1535	945	—	- 0,66	+ 1,00	12,6	
	38	88	2590	1525	1065	—	- 0,66	—	13,0	
	39	88	2690	1610	1080	—	- 0,66	—	13,2	
	40	91	2560	1490	1070	—	± 0	—	13,8	
	41	91	2570	1530	1040	—	± 0	—	13,4	
	42	90	2470	1590	880	—	± 0	+ 2,00	13,3	

Fehler der Dampfshaulinie, welcher davon herrührt, daß der Spannungs-Zeichner nicht dicht am Zylinder sitzt, sondern daß ihm der Dampf durch ein Rohr zugeführt wird, ist für Schaulinien, welche bei mittleren Füllungen, bei gleicher Kesselspannung und bei gleicher Geschwindigkeit aufgenommen werden, jedenfalls unveränderlich und kann deshalb vorerst außer Betracht bleiben. Dagegen ist es nicht ausgeschlossen, daß das Niederschlagwasser, welches sich in den Dampfzuleitungsröhren bildet und kaum vollständig entfernt werden kann, von wechselndem Einflusse auf die Größe der Schaulinienfläche ist.

Während die Genauigkeitsfehler, welche beim Planimetrieren und Berechnen der Dampfzugkraft aus den gegebenen

Schaulinien vorkommen können, innerhalb ziemlich enger Grenzen liegen, erscheint die Genauigkeit der aus der Zugkraftshaulinie ermittelten Kraft wegen des kleinen Maßstabes fraglicher, zumal die wellenförmige Begrenzung eine planimetrische Ausmittelung der mittlern Höhe verlangt. Von größtem Einflusse aber ist der Genauigkeitsgrad, mit welchem die Geschwindigkeitsänderungen bestimmt werden. Mangels eines Geschwindigkeitsmessers, wie er in neuester Zeit in Verbindung mit den Zugkraftmessern ausgeführt wird\*), der die Geschwindigkeit genau auf dem Maßstreifen aufzeichnet, wurde die Geschwindigkeit aus der Länge des in 10 Sekunden abgewickelten Streifens berechnet. Ein Papiervorschub von 0,1 mm in 10 Sekunden entspricht einer Geschwindigkeit von 0,05<sup>m</sup>/Sek. Eine Geschwindigkeitsänderung um 0,1<sup>m</sup>/Sek. in 10 Sekunden ergibt eine Beschleunigung von 0,01<sup>m</sup>/Sek.<sup>2</sup> und einen Beschleunigungswiderstand von  $\frac{1000}{g} \cdot 0,01 = \infty$  1 kg/t. Bei der Ermittlung

des Beschleunigungswiderstandes mußte also mit einem bedeutenden Genauigkeitsfehler gerechnet werden. Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und bei rasch ablaufendem Papiere wurden die Zeitpunkte nicht mehr mit deutlicher Schärfe gestochen, die Längenänderung in 10 Sekunden konnte daher nur auf 0,2 mm, die Geschwindigkeitsänderung also nur auf 0,1<sup>m</sup>/Sek. genau gemessen werden. Es ist nicht möglich, alle Schaulinien bei gleichförmiger Geschwindigkeit aufzunehmen und dadurch den Beschleunigungswiderstand auszuschalten, weil der Beharrungszustand besonders bei häufig wechselnder Streckenneigung selten und nur vorübergehend auftritt.

Da nun der Laufwiderstand einer Lokomotive durch verschiedene Einflüsse tatsächlich veränderlich gemacht wird, während man annehmen darf, daß sich die Fehler der Meßverfahren gegenseitig ausgleichen, so werden die Mittelwerte aus den berechneten Widerständen den Verhältnissen des Betriebes entsprechen. Die Punkte in der Auftragung Abb. 5, Taf. XIV wurden durch die gestrichelten Linien in willkürliche Gruppen eingeteilt, und aus diesen wurden je für die mittlere Geschwindigkeit die mittleren Werte bestimmt, durch welche die Widerstands-Schaulinie festgelegt ist (Abb. 6, Taf. XIV). Mit Benutzung der Grundform der Barbierschen Gleichung  $w = a + b \sqrt{v \text{ km/St.}} + c (v \text{ km/St.})^2$  findet man für diese die Gleichung:

$$\text{Gl. 5) } \dots w \text{ kg/t} = 3,7 + 0,0225 \sqrt{v \text{ km/St.}} + 0,000875 (v \text{ km/St.})^2 \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 5a) } \dots w \text{ kg/t} = 3,7 + 0,88 \sqrt{v \text{ km/St.}} \frac{\sqrt{v \text{ km/St.}} + 25,7}{1000}$$

Die Schaulinie weicht nur wenig von der nach der Barbierschen Formel:

$$\text{Gl. 6) } \dots w \text{ kg/t} = 3,8 + 0,027 \sqrt{v \text{ km/St.}} + 0,0009 (v \text{ km/St.})^2 \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 6a) } \dots w \text{ kg/t} = 3,8 + 0,9 \sqrt{v \text{ km/St.}} \frac{\sqrt{v \text{ km/St.}} + 30}{1000}$$

gezeichneten ab. Der Unterschied in den beiden ersten Gliedern der Gleichungen 5) und 6) rührt daher, daß die Reibung bei dem Triebwerke der Zwillinglokomotive geringer ist als bei dem

\*) M. Huet, Wagon Dynamomètre de la compagnie d'Orléans. Rev. générale d. chem. d. fer Nr. 3, März 1903, S. 133.

Triebwerke der vierzylindrigen Verbundlokomotive mit der Glehn-scher Anordnung, mit der Barbier seine Versuche ausführte\*).

Der geringe Unterschied in den Beiwerten des quadratischen Gliedes, welches den Luftwiderstand darstellt, kann der Wirkung der Windschneider zugeschrieben werden. Tatsächlich wird der Einfluss der Windschneider bedeutender sein, denn bei den Versuchen ist ihre Wirkung durch die Schutzwand für den Beobachterstand neben der Rauchkammer zum Teile aufgehoben. Vergleicht man die durch Messung der Dampf-Spannung ermittelten Werte für den Luftwiderstand mit den durch Ablaufversuchen gefundenen, so erscheinen die ersteren im Allgemeinen zu hohe, die letzteren zu geringe Werte zu liefern\*\*); v. Borries rechnet mit einem Mittelwerte von  $0,0007 (V^{km/St.})^2$ . Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Messung der Dampfspannung wegen des von dem Leitungswiderstande der Anschlussröhren herrührenden Fehlers zu hohe Werte liefert. Dieser Widerstand verringert die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Druckänderung im Anschlussrohr fortpflanzt, er verzögert also scheinbar die Bewegung des Schreibstiftes des Spannungsmessers, sodass der Flächeninhalt der Schaulinie zu groß erscheint. Der Fehler beträgt nach Versuchen von Leitzmann\*\*\*) bei gewöhnlicher Rohrlänge gegenüber der Anbringung des Spannungszeichners dicht am Zylinder etwa  $4\%$ . Man darf wohl annehmen, dass dieser Betrag nur bei den mittleren Geschwindigkeiten von etwa 200 Umdrehungen in der Minute erreicht wird, und dass der Fehler bei sehr kleinen Geschwindigkeiten verschwindet, mit dem Quadrate der Geschwindigkeit aber wächst, weil gleichzeitig der Widerstand in den Leitungsröhren mit dem Quadrate der Dampfgeschwindigkeit zunimmt. Der Fehler könnte also

\*) Revue générale d. chem. d. fer Nr. 2, Febr. 1898.

\*\*\*) v. Borries, Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnfahrzeuge u. s. w. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, S. 810.

\*\*\*\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, Bd. I. 2. Aufl. S. 323.

nur auf das quadratische Glied der Widerstandsformel von Einfluss sein.

Bei den auf ebener Strecke vorgenommenen Versuchen wurde im Beharrungszustande bei  $80^{km/St.}$ , also 200 Umdrehungen in der Minute, am Tenderzughaken eine Zugkraft von  $\mathfrak{Z}_0 = \approx 1200$  kg gemessen. Bei dem aus der gefundenen Widerstandslinie (Abb. 6, Taf. XIV) entnommenen Werte von  $w = 11,1$  kg/t und einem Gewichte von Lokomotive und Tender von 80 t ist die zugehörige Dampfzugkraft  $\mathfrak{Z}_1 = 1200 + 11,1 \times 80 = 2088$  kg. Berücksichtigt man den Fehler des Leitungswiderstandes von  $4\%$ , so beträgt die Dampfzugkraft genau nur  $\mathfrak{Z}_1' = 0,96 \cdot 2088 = 2004$  kg. Aus diesem berichtigten Werte  $\mathfrak{Z}_1'$  ergibt sich mit  $\mathfrak{Z}_0 = 1200$  kg und  $G = 80$  t ein Widerstand  $w = 10$  kg/t. Entsprechend findet man für  $90$  km/St.  $\mathfrak{Z}_0 = 1500$  kg und  $G = 78$  t statt  $w = 12,8$  kg/t den Wert  $w = 11,4$  kg/t. Ersetzt man aber in Gl. 5) das Glied  $0,000875 (V^{km/St.})^2$  durch den von v. Borries angegebenen Wert  $0,0007 (V^{km/St.})^2$ , so folgt aus:

Gl. 7) . . .  $w^{kg/t} = 3,7 + 0,0225 V^{km/St.} + 0,0007 (V^{km/St.})^2$  für eine Geschwindigkeit von  $80$  km/St.  $w = 9,98$  kg/t und für  $90$  km/St.  $w = 11,39$  kg/t. Beide Werte fallen mit den oben unter Annahme eines Schaulinienfehlers von  $4\%$  abgeleiteten Werten nahezu zusammen.

Will man auch die Formel

Gl. 8) . . . .  $w^{kg/t} = 4 + 0,027 V^{km/St.} + 0,0007 (V^{km/St.})^2$ , welche v. Borries für die  $2/4$  gekuppelte preussische Verbundschnellzuglokomotive entwickelt hat, zum Vergleiche heranziehen, so muss man zunächst berücksichtigen, dass sie nur für eine Lokomotive mit dreiachsigem Tender gilt. Wie aus der Zusammenstellung V hervorgeht, unterscheiden sich die Lokomotiven selbst hinsichtlich ihres Gewichtes nur wenig von einander, hingegen betrug bei den Versuchen der badischen Staatseisenbahnen und der französischen Nordbahn der Anteil des Tenders am Gesamtgewicht von Lokomotive und Tender  $41\%$ , während bei der preussischen Lokomotive nur etwa  $34\%$  des Gewichtes auf den Tender entfallen.

Zusammenstellung V.

Verwaltung	Dienstgewicht der Lokomotive	Gewicht des leeren Tenders	Gewicht der Tender-vorräte	Gewicht des Tenders ganz beladen 3 + 4	Gewicht von Lokomotive und Tender 2 + 5	Bei den Versuchen		Anteil des Tenders am Gewichte 100 $\frac{8}{7}$ %
	t	t	t	t	t	ganzes Gewicht t	Tendergewicht 7 - 2 t	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baden . . . . .	47,4	19,8	21	40,8	88,2	80	32,6	41
Französische Nordbahn . . . . .	50,4	20,0	21	41,0	91,4	85,5	35,1	41
Preußen . . . . .	49,6	15,1	17	32,1	81,7	75 *)	25,4 *)	34

\*) Unter der Annahme berechnet, dass wie bei den in Baden ausgeführten Versuchen  $40\%$  der Tendervorräte aufgebraucht waren.

Da die Formeln auf das ganze Gewicht bezogen sind, so überwiegt in der Formel von v. Borries für die zuletzt genannte Lokomotive der Widerstand der Lokomotive selbst bei weitem mehr, als in den beiden anderen für Lokomotiven mit vierachsigen Tender. Das Verhältnis des Gewichtes der Loko-

omotive zu dem des Tenders ist nur von Einfluss auf die beiden ersten Glieder der Formel, während das hauptsächlich von der Stirnfläche der Lokomotive abhängige quadratische Glied des Luftwiderstandes unverändert bleibt.

Das Gewicht des vierachsigen Tenders für die preussische

Verbandschnellzuglokomotive möge mit teilweise aufgebrauchten Vorräten 34,3 t betragen\*). Der Berechnung des Tenderwiderstandes kann man die nach den Schnellbahnversuchen für Wagen geltende Formel  $w^{kg/t} = 1,5 + 0,012 V^{km/St.}$  zu Grunde legen. Dann vollzieht sich die Umrechnung der Formel für den Widerstand der Lokomotive mit dreiachsigem Tender  $w^{kg/t} = 4 + 0,027 V^{km.St.} + 0,0007 (V^{km.St.})^2$  für eine Lokomotive mit vierachsigem Tender in folgender Weise:

Widerstand der Lokomotive mit dreiachsigem Tender ohne Luftwiderstand:

$$(49,6 + 25,4) (4 + 0,027 V) \quad 300 + 2,025 V^{km.St.}$$

Der Widerstand des vierachsigem Tenders von 34,3 t übertrifft den

\*) Dieses Gewicht ist unter der Annahme berechnet, daß das Gewicht des Tenders zu dem der Lokomotive ungefähr in demselben Verhältnisse stehen wird, wie bei den Versuchen mit der badischen und der französischen Lokomotive:

	Baden	Französische Nordbahn	Preußen
Tendergewicht	32,6	35,1	34,3
Lokomotivgewicht	47,4 = 0,688	50,4 = 0,696	49,6 = 0,692

Widerstand des dreiachsigem Tenders von 25,4 t um:

$$(34,3 - 25,4) (1,5 + 0,012 V) \quad 13,35 + 0,1068 V^{km.St.}$$

Widerstand der Lokomotive mit vierachsigem Tender von 49,6 + 34,3

$$= 83,9 t \quad 313,35 + 2,132 V^{km.St.}$$

In kg/t beträgt dieser Widerstand

$$\frac{313,35 + 2,132 V^{km.St.}}{83,9}$$

also einschließlic des Luftwiderstandes

$$Gl. 9) \quad w^{kg.St.} = 3,73 + 0,0254 V^{km.St.} + 0,0007 (V^{km.St.})^2$$

In Abb. 7, Taf. XIV sind die Widerstands-Schaulinien für die Formeln Gl. 7)  $w^{kg t} = 3,7 + 0,0225 V^{km.St.} + 0,0007 (V^{km.St.})^2$  und Gl. 9)  $w^{kg t} = 3,73 + 0,0254 V^{km.St.} + 0,0007 (V^{km.St.})^2$  eingezeichnet. Zum Vergleiche ist auch die Linie für Gl. 10)  $w^{kg t} = 3,8 + 0,027 V^{km.St.} + 0,0007 (V^{km.St.})^2$  eingezeichnet, welche der Barbierschen Formel entspricht, wenn darin das Glied für den Luftwiderstand  $0,0009 V^{km.St.})^2$  durch den bei den anderen Formeln gefundenen Wert ersetzt wird.

Karlsruhe, im Oktober 1904.

### Kesselspeisung Brázda.

Zu der früher\*) mitgeteilten Beschreibung der Kesselspeisung von Brázda teilen wir die folgende Bestätigung von Versuchsergebnissen mit.

Durch die Wirkung der Speisevorrichtung von Brázda wird das im Heizhause der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten zur Speisung des Betriebskessels verwendete Bachwasser von feinen bei der Kesselsteinbildung in Frage kommenden Bestandteilen an kohlenauern und schwefelsauern Salzen der Erdalkalimetalle fast vollständig befreit. Diese scheiden sich bei dem starken Kochen bereits in dem Speisekessel aus und gelangen nur insoweit in den Kessel, als sie während der Speisung im fertigen Speisewasser schwebend erhalten bleiben,

\*) Organ 1905, Ergänzungsheft, S. 351.

#### Untersuchungs-Befund.

Probe . . . . Schlammproben.  
Einsender . . Ingenieur Th. Brázda, Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.  
Eingegangen 8. November 1905.

In 100 Gewichtsteilen wasserfreien Schlammes sind enthalten:

	Brunnenwasser-Schlamm	Bachwasser-Schlamm
Kalk . . . . .	36,25	41,61
Magnesia . . . . .	17,75	13,19
Eisenoxyd und Thonerde . . . . .	1,28	1,47
Kohlensäure . . . . .	28,75	31,88
Schwefelsäure . . . . .	3,09	2,41
Kieselsäure . . . . .	6,17	5,28
Glühverlust an organischen Bestandteilen	6,71	4,16

Wien, 10. Dezember 1905.

Dr. A. Cluss.

sie sammeln sich dann in Form eines äußerst feinen, sehr leicht aufschwemmbar Schlammes am Kesselboden an. Die Kesselrohre zeigen beim Ablassen des Wassers keinen oder nur sehr geringen Belag von Schlamm, der aber auch hier leicht entfernt werden kann, oder bei der nächsten Füllung vom Wasser selbst abgespült wird.

Die kohlen-sauren Salze der Erdalkalimetalle, welche nur durch Vermittelung der überschüssigen Kohlensäure in Lösung gehalten werden, fallen, da ihnen dieser Überschufs an freier und halbgebundener Kohlensäure durch Kochen im Speisekessel entzogen wird, aus und fehlen daher im Wasser des Kessels vollständig.

Die Chlor- und Stickstoff-Verbindungen des Kalziums und

#### Untersuchungs-Befund.

Probe . . . . Kesselspeisewasser aus Amstetten.  
Einsender . . Ingenieur Th. Brázda, Inspektor der österreichischen Staatsbahnen in Amstetten.  
Eingegangen 8. November 1905.

In 1 l des Wassers sind enthalten Gramm:

	Brunnenwasser	Bachwasser roh	Bachwasser aus dem Kessel
Kalk (CaO) . . . . .	0,1888	0,1104	0,0478
Magnesia (MgO) . . . . .	0,0611	0,0266	0,0072
Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	0,0610	0,0096	0,0504
Kohlensäure, freie und halbgebundene	0,2144	0,0916	—
„ gebundene . . . . .	0,1658	0,0950	—
Ganze Härte in deutschen Graden .	27,34	14,76	5,80

Wien, 10. Dezember 1905.

Dr. A. Cluss.

Magnesiums hingegen bleiben, da sie im Wasser löslich sind, im Kesselwasser in Lösung, während sich schwefelsaurer Kalk zum Teil im Speisekessel, zum Teil erst im Kessel selbst ausscheidet; da er nur allmählig und zwar in dem Mafse ausfällt, wie sein Lösungswasser verdampft, findet er sich neben Stickstoff- und Chlor-Verbindungen im Kesselwasser.

Im Kessel selbst aber kommt es zu keiner Kesselsteinbildung mehr, weil das aus dem Speisekessel kommende Wasser vollständig von kohlensauerem, zum Teil auch von schwefelsauerem Kalkverbindungen frei und imstande ist, den ausgeschiedenen Gips zu lösen und bis zu einem gewissen Grade in Lösung zu halten.

Im Schlamme des Kessels finden sich daher vornehmlich die kohlensauerem Verbindungen, welche das Wasser bei der Speisung mitbringt und ein verhältnismäßig geringer Teil des ausgeschiedenen schwefelsauerem Kalkes.

Der Speisekessel von Brázda wirkt nicht in der Art eines gewöhnlichen Vorwärmers, sondern als ein Vorkessel, der das Wasser dem von ihm gespeisten Kessel in auf natürlichem Wege gereinigtem Zustande gleichmäßig und mit der Wärme des Wassers im Kessel zuführt.

Dr. A. Cluss, k. k. Hofrat.

## Lokomotivbekohlungsanlage auf dem Güterbahnhofe Wahren.

Von Klopsch, Geheimem Baurate in Halle an der Saale.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XVI.

Auf dem durch Zusammenlegung des preussischen Teiles des Leipziger Güterverkehrs nötig gewordenen neuen Güterbahnhofe Wahren endet der größte Teil der ankommenden Güterzüge. Die Zahl der auf diesem Bahnhofe ein- und ausfahrenden Güterzüge beläuft sich jetzt auf 140 bis 150 täglich, sodafs ein bedeutender Lokomotivverkehr vorhanden ist. Gegenwärtig beträgt der tägliche Verbrauch zur Lokomotivbekohlungsanlage 80 bis 100 t. Diese Menge wird sich später noch erhöhen, wenn alle alten Leipziger Innenbahnhöfe für den Güterzugverkehr außer Betrieb gesetzt werden, dann werden bis 160 t täglich erforderlich werden.

Um diese hohe Kohlenausgabe sparsam zu bewirken, auch von den Arbeitern möglichst unabhängig zu sein, war von vornherein die Anlage einer mit Maschinen betriebenen Lokomotivbekohlungsanlage geplant, deren Bedienung nur wenige Arbeitskräfte erfordern sollte.

Anfangs war ein Becherwerk der Bauart Pohlig\*) mit tiefliegenden Entlade- und hochliegendem Vorratsbehältern in Aussicht genommen. Hiervon mußte Abstand genommen werden, weil sich die Kosten dieser Anlage bei der Höhe des Grundwasserstandes zu hoch gestalteten, es wurde einer Anlage mit Greiferbetrieb nach Art der in Mannheim\*\*) im Betriebe befindlichen Kohlenversorgung der Vorzug gegeben. Die Zeichnungen Abb. 1 bis 7, Taf. XVI geben ein Bild dieser Anlage, die von den Guillaume-Werken in Neustadt a. d. Haardt ausgeführt ist.

Auf einer fahrbaren Kranbrücke ist eine in einem Häuschen untergebrachte Laufkatze mit einem Selbstgreifer angeordnet, der die Kohlen den auf dem Zufuhrgleise ankommenden Wagen entnimmt, und sie entweder dem von der Kranbrücke überspannten Lagerplatze zuführt, oder auf die Tender der zu bekohlenden Lokomotiven lädt. In die Kranbrücke ist über dem Zufuhrgleise eine selbsttätige Wage eingebaut, die von dem Kranführerstande aus in Tätigkeit gesetzt werden kann, sobald das Gewicht von Katze, Greifer und Greiferinhalt auf sie einwirkt. Das Gewicht der toten Last ist ausgeglichen, das Nettogewicht der Ladung wird durch ein Zeigerwerk angegeben und durch Kartendruck festgestellt. Die einzelnen Gewichtsermittlungen werden durch eine Vorrichtung zusammengezählt, der Endbetrag kann ebenfalls durch Kartendruck festgelegt werden.

Die Laufbrücke wird durch eine in der Mitte angebrachte Hauptstrommaschine mit 440 Volt Betriebsspannung von 12 P.S. verfahren.

\*) Organ 1901, S. 10. Ergänzungsband XIII, S. 352.

\*\*) Organ 1903, S. 113, 138.

Die Laufkatze ist sattelförmig über der Brücke angeordnet, derart, dafs auf der einen Seite der Brücke der Ausleger mit dem Greifer, auf der andern das Führerhäuschen mit den Steuervorrichtungen hängt. Zum Antriebe des Fahrwerkes dient eine Hauptstrommaschine von 7,5 P.S. Gebremst wird das Laufwerk durch eine elektrische Bremse, die selbsttätig in Kraft tritt, sobald die Triebmaschine ausgeschaltet wird.

In dem hintern Teile des Kranhäuschens ist ein Gegengewicht angebracht, welches das Gewicht des leeren Greifers ausgleicht und die Standsicherheit der Katze herbeiführt.

Der bei voller Füllung 1,4 t fassende Greifer ist als Zweikettengreifer ausgeführt und hat eine Hub- und Schließungskette, an der die Last im Allgemeinen hängt, und ein Öffnungseil, welche beide für sich auf Trommeln aufgewickelt sind. Der Antrieb der Hubvorrichtung erfolgt durch eine Hauptstrommaschine von 18,5 P.S.

Die Entnahme des Stromes erfolgt durch einen am Kopfende der Brücke angeordneten, zweipoligen Anschluß, von dem der Strom durch die Zuführungsleitung längs der Kranfahrbahn weiter geführt wird.

Um die mechanische Bekohlungsanlage nicht während der Nachtzeit in Betrieb halten zu müssen, sind noch zwei Kohlenhochbehälter mit einem Inhalte von 85 t aufgestellt. Der größere hat 20 Taschen von 1,25 bis 1,75 t für Tenderlokomotiven und 10 Taschen von 2,75 t Inhalt für Lokomotiven mit Schlepptender, der kleinere 12 Taschen von 1,15 bis 1,5 t und 6 Taschen von 2,5 bis 3 t Inhalt. Hierbei liegen die großen Abteilungen mit den breiten Auslaufschurren nach Gleis II, die kleinen mit den schmalen Auslaufschurren nach Gleis I. Jede Abteilung hat eine sich durch Lösung einer Feststellklinke selbsttätig öffnende Ablaufschurre, welche die Kohle dem Tender der Lokomotive zuführt.

Die Anlage, deren Bedienung im Ganzen nur drei Arbeiter einschließlichs des Kranführers erfordert, ist seit Mitte Mai 1905 in ununterbrochener Benutzung und hat sich bei Verwendung westfälischer Kohle und oberschlesischer Kleinkohle gut bewährt. Für oberschlesische Stückkohle ist die Anlage jedoch nicht recht verwendbar, weil der Greifer größere Stücke dieser härteren Kohle nicht zerschneiden kann.

Die Bekohlungsanlage wird nur während der Tagesschicht betrieben, um einerseits an Lohnausgaben zu sparen, andererseits die Kraftanlage zur Zeit des größten Lichtbedarfes nicht unnötig zu belasten. Während der Nachtschicht ist der Bekohlungskran außer Betrieb, weil die für diese Zeit nötigen

Kohlen den Kohlenhochbehältern entnommen werden können, die während der Tagesschicht alltäglich neu aufgefüllt werden. Außerdem wird die Anlage noch zum Verladen der Schlacken im Wagen benutzt.

Die Anlagekosten ausschließlich der Kohlenbansen haben 47,700 M. betragen, wovon 37,300 M. auf die Maschine und 10,400 M. auf den baulichen Teil entfallen. Nach den vertraglichen Abmachungen sollte die Bekohlungsanlage eine stündliche Verladefähigkeit von 40 t haben. Bei den vorgenommenen Abnahmeversuchen sind bis zu 57,5 t in der Stunde verladen worden.

Die Bekohlung einer Lokomotive mit Tender erfordert bei einer Kohlenmenge von 4 t mittels des Greifers rund sechs Minuten, während aus den Kohlenhochbehältern die gleiche Menge in 0,5 bis 2 Minuten abgegeben werden kann.

Die für das Verladen der Kohlen auf die Lokomotiven entstehenden Betriebsausgaben an Löhnen, Stromkosten, Putz- und Schmier-Stoffen einschließlich der Kosten für das Entladen der Kohlenwagen belaufen sich hierbei durchschnittlich auf 17,6 Pf./t. Unter Berücksichtigung der Verzinsung, Tilgung und Erhaltung stellt sich der Verladepreis auf 39,6 Pf./t,

während das Verladen mit Handkranbetrieb unter denselben Verhältnissen 52,4 Pf./t kostet. Bei der gegenwärtigen Jahreskohlenausgabe von 24,000 t werden mithin durch diese Anlage  $\frac{52,4 - 38,6}{100} \cdot 24,000 = \text{rund } 3075 \text{ M.}$  jährlich erspart. Hierzu

sind noch die sonst für das Schlackenverladen von Hand entstehenden Lohnausgaben abzüglich der hierfür bei Benutzung der Bekohlungsanlage aufzuwendenden Stromkosten im Betrage von rund 1145 M. hinzuzurechnen, sodafs die durch die Anlage erzielte Ersparnis trotz der zur Zeit nur geringen Ausnutzung rund 4220 M. im Jahre beträgt.

Diese Ersparnis wird sich bei der späterhin zu erwartenden gesteigerten Kohlenausgabe noch bedeutend erhöhen, da sich die allgemeinen Kosten dann nicht ändern, und die Betriebsausgaben nur unwesentlich zunehmen.

Dem Kranführer ist auch noch die Aufsicht über die in der Nähe befindliche selbsttätige Wasserversorgungsanlage\*) des Bahnhofes übertragen, deren Wasserstands-Anzeiger so angebracht ist, dafs er von der Bekohlungsanlage aus gesehen werden kann.

\*) Organ 1906, S. 11.

## Fahrzeitenberechnung.

Von Dipl.-Ing. P. Siehling in Nürnberg.

In der Entwicklung der Fahrzeitenberechnung lassen sich die folgenden drei Abschnitte unterscheiden:

1. Die Berechnung im Verhältnisse der kilometrischen Entfernung unter Zugrundelegung einzelner durch Probefahrten ermittelter Werte;
2. die Berechnung mit Hilfe der Betriebslängen unter Annahme von Wertziffern für bestimmte Steigungen und von festen Zuschlagszahlen für Geschwindigkeitsänderungen;\*)
3. die Berechnung mit Hilfe der Betriebslängen aus den Zugkräften der Lokomotiven, und zwar
  - 3 a. für unveränderliche Leistung der Lokomotiven;\*\*)
  - 3 b. für mit der Geschwindigkeit veränderliche Leistung.\*\*\*)

Dieses letzte, genaueste Verfahren kann auf verschiedene Weise verwertet werden. Schacky und Weifs†) legen für Schnell-, Personen- und Güter-Züge nur je eine neuere Lokomotivtype den weiteren Berechnungen zu Grunde.

Zu diesem Auswege mufs gegriffen werden, da es nicht möglich ist, Züge gleicher Grundgeschwindigkeit nur von Lokomotiven derselben Bauart zu befördern, und zugleich allzu häufige, durch Wechsel in der Bauart begründete Umrechnungen der Fahrzeiten vermieden werden sollen. Damit ist aber eine gleich günstige Ausnutzung auch der übrigen Lokomotiv-Gattungen ausgeschlossen, für die die Fahrzeiten nicht berechnet wurden. Es fragt sich deshalb, ob man nicht zweckmäßiger von Anfang an mit den mittleren Zugkräften aller Schnell-, Personen- und Güterzug-Lokomotiven rechnet. Hierfür sprechen auch die bedeutenden Schwankungen in der Leistungsfähigkeit,

denen die Lokomotiven je nach dem Grade ihrer Ausbesserungsbedürftigkeit, sowie wegen der Witterungseinflüsse namentlich bei höheren Geschwindigkeiten unterworfen sind, und durch die die angestrebte Genauigkeit ohnedies schon begrenzt ist. Die Einführung der mittleren Zugkräfte mufste also die gleichmäfsigere Ausnutzung aller Lokomotivgattungen zur Folge haben, ein Vorteil, der hauptsächlich für Güter- und Personenzüge wertvoll erscheint, da bei diesen meist mehrere Lokomotivtypen zur Beförderung von Zügen gleicher Grundgeschwindigkeit auf derselben Strecke benutzt werden müssen.

Die Verwendung getrennter Widerstandsformeln für Lokomotiven und Wagen, welche sich bei den jetzt üblichen höheren Grundgeschwindigkeiten für Schnellzüge bereits als nötig erwiesen hat, um bessere Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch zu erzielen, wird durch das zeichnerische Verfahren, welches nachstehend aufgeführt werden soll, ohne weiteres ermöglicht, während sie bei der Berechnung nach v. Borries Schwierigkeiten verursacht; auch können die Geschwindigkeitsübergänge während der Fahrt so genauere Berücksichtigung finden als durch das blofse Hinzufügen der bekannten festen Zeitzuschläge. Der Gedankengang ist folgender: Die Fahrzeiten werden für die mittleren Zugkräfte berechnet und gelten dann für alle Lokomotivgattungen, die Belastungen dagegen werden für die einzelnen Gattungen aus deren Zugkräften ermittelt.

Das Verfahren stellt also insofern eine Umkehrung der v. Borries'schen dar, als die Belastungen nach den Fahrzeiten, nicht aber die Fahrzeiten nach den Belastungen berechnet werden. Es könnte scheinen, als ob hierdurch der Leistungsfähigkeit neu eingeführter Lokomotivbauarten nicht genügend Rechnung getragen werden könnte; solchen Einwürfen t damit zu begegnen, dafs diese Lokomotiven je nach Wunsch bei gleicher Grundgeschwindigkeit ein höheres Wagengewicht,

\*) Spigatis, Fahrzeitenberechnung. Organ 1903, S. 263.

\*\*\*) Organ 1881, S. 155, Kluge; 1905, S. 123, Busse.

†) v. Borries, Organ 1875, S. 232; 1887, S. 146; 1893, S. 85;

das gleiche Wagengewicht aber bei höherer Grundgeschwindigkeit zu befördern vermögen.

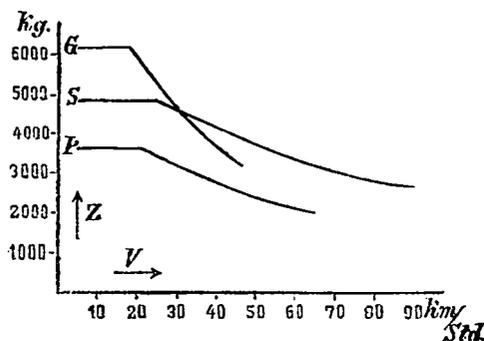
Bedeutung nun:

$G_1^t$  das Lokomotivgewicht,  $G_w^t$  das Wagengewicht,  $G^t = G_1^t + G_w^t$  das Zuggewicht,  $V_0^{km/St}$  die Grundgeschwindigkeit,  $V^{km/St}$  die Geschwindigkeit,  $Z^{kg} = f(V)$  die Zugkraft der Lokomotive,  $w_1^{kg/t} = f(V)$  den Widerstand für Lokomotive und Tender unter Dampf,  $w_w^{kg/t} = f(V)$  den Widerstand für den Wagenzug,  $s^{kg/t}$  den Streckenwiderstand = Steigungs- + Krümmungs-Widerstand,  $B^{kg}$  die Beschleunigungskraft, so besteht die bekannte Beziehung: Gl. 1) . . . .  $Z = G_1 w_1 + G_w w_w + G \sigma + B$ .

Für den Beharrungszustand ist  $B = 0$ .

Führt man in Gl. 1)  $w_1$  und  $w_w$  als Gleichungen von der Grundform  $\alpha + \beta V + \gamma V^2$  ein, so wird bei bekanntem  $G_1$  und  $G_w$  auch  $\sigma$  in dieser Form erhalten werden, sobald es gelingt,  $Z$  ebenfalls in solcher Weise darzustellen. Im Gegensatz zu früheren Bestrebungen,  $Z$  als Hyperbel  $= f\left(\frac{1}{V}\right)$ , oder als Parabel mit der Achse in der Richtung der Längenmaße  $= f(\sqrt{V})$  darzustellen, wurde versucht, die mittleren Zugkraftlinien für die drei Gattungen: Schnell = S, Personen = P und Güterzug-Lokomotiven = G (Textabb. 1) in die obige allgemeine

Abb. 1.

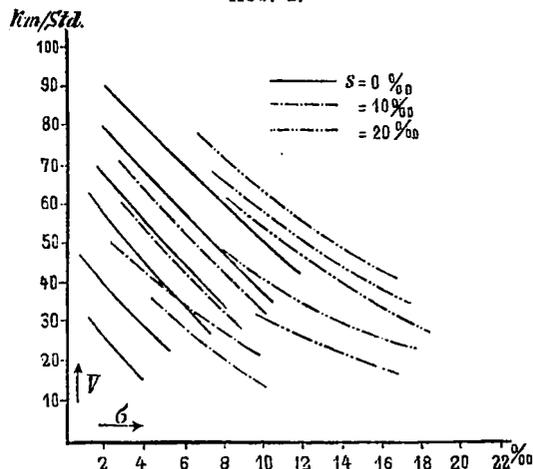


Form der Gleichung zweiten Grades einer Parabel mit der Achse als Richtung der Höhenmaße zu bringen. Es zeigte sich, daß hierbei eine große, für die Rechnung genügende Genauigkeit erreicht werden konnte. Berechnet man weiter  $G_1$  und  $G_w$  auf gleiche Weise wie  $Z$ , als Zahlen-Mittel aus allen für die betreffende Zuggattung verwendeten Lokomotiven, und zwar  $G_w$  aus den bisher üblichen Belastungen für die maßgebenden Streckenwiderstände  $s = 0, 5, 10^{kg/t}$  u. s. w., so werden für die Grundgeschwindigkeiten S: 90 und 80  $km/St$ , P: 70 und 60  $km/St$ , G: 45 und 30  $km/St$  die  $\sigma$ -Linien der Textabb. 2 gewonnen.

Bei deren Betrachtung fällt zunächst die fast gleiche Richtung verschiedener Gruppen bei allgemein schwacher Krümmung auf, wobei insbesondere bemerkenswert ist, daß auch die Übergänge von den Schnell- zu den Personen- und von diesen zu den Güter-Zügen trotz der ursprünglichen Verschiedenheit in den Zugkraftlinien und in den Widerstandsformeln  $w_w$  ohne Störung des Bildes im ganzen vor sich gehen. Diese Erscheinung führte zu dem Versuche, die  $\sigma$ -Linien (Textabb. 2) zunächst für regelmäßige Belastung,  $s = 0$ , durch eine Schar von

Geraden zu ersetzen, welche einerseits nach der Erklärung der Grundgeschwindigkeit\*) die Punkte  $s = 0, V = V_0$  enthalten,

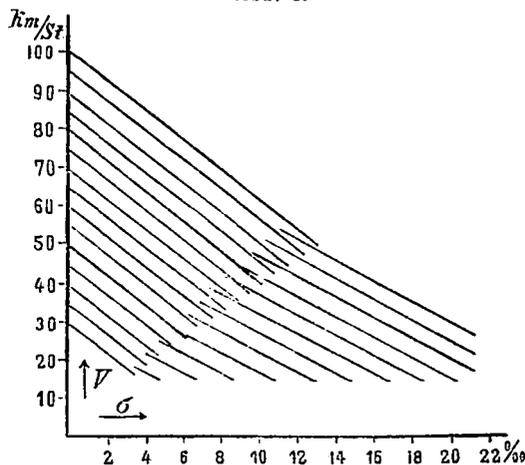
Abb. 2.



andererseits aber, um der Voraussetzung entsprechend in keinem Punkte die Leistungsfähigkeit der Lokomotive zu überschreiten, unter der zugehörigen  $\sigma$ -Linie liegen mußten, wobei sich von selbst der nötige Sicherheitsgrad für die Fahrt mit höheren Geschwindigkeiten ergab. Bei den  $\sigma$ -Linien für verminderte Belastung führte die gleiche Überlegung zu einer Schar von Geraden gleicher Richtung.

Aus diesen Ersatzgeraden (Textabb. 3), die die  $\bar{v}$  — Ge-

Abb. 3.

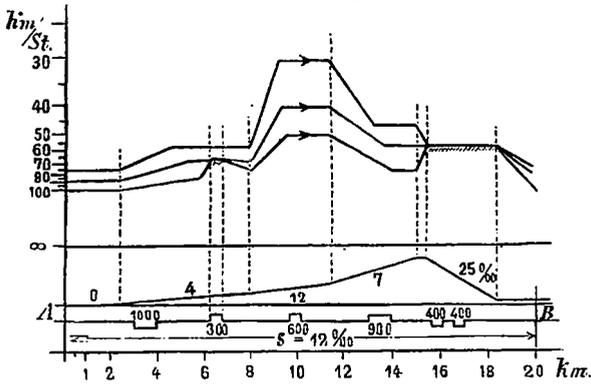


raden genannt werden sollen, und die nichts anderes als die mittleren Schaulinien nach dem v. Borries'schen Verfahren mit den Geschwindigkeiten selbst an Stelle der Zuschläge als Höhenmaße darstellen, sind die Fahrzeiten auf folgende Weise zeichnerisch zu berechnen.

Als Längen werden die Entfernungen des Strecken-Längenschnittes, als Höhen die Werte  $1/V$  aufgetragen, welche zuvor aus Textabb. 3 nach dem Streckenwiderstande und der gewählten Grundgeschwindigkeit bestimmt wurden. Da  $km/kmSt = St$  ist, so erhält man die Fahrzeiten durch Flächenberechnung der

\*) Grundgeschwindigkeit ist diejenige Geschwindigkeit, welche auf ebener gerader Bahn mit der hierfür berechneten regelmäßigen Belastung einzuhalten ist.

Abb. 4.



eingeschlossenen Flächen. Textabb. 4 läßt auch erkennen, in welcher Weise die für bestimmte Streckenabschnitte vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeiten berücksichtigt werden; die Einführung der Geschwindigkeitsübergänge soll später erörtert werden.

Die nun folgenden Berechnungen würden bei Verwendung der Gleichungen zweiten Grades der  $\sigma$ -Linien, wie sie sich aus Gl. 1) ergeben haben, sehr verwickelt werden, ohne daß dabei Entsprechendes an Genauigkeit der Mittelwerte gewonnen würde. Da sich für diese besonderen Zwecke die  $\mathfrak{Z}$ -Geraden nicht eigneten, so wurde nochmals eine Schar von  $\mathfrak{B}$ -Geraden gesucht, die sich den  $\sigma$ -Linien (Textabb. 2) möglichst genau anschließen und so gestatteten, die Gleichungen dieser Linien unter wesentlicher Vereinfachung des Rechnungsganges an Stelle der erwähnten quadratischen Gleichungen zu benutzen.

Zur Ermittlung der Wagengewichte für die verschiedenen Grundgeschwindigkeiten und maßgebenden Streckenwiderstände läßt sich Gl. 1) umformen in:

$$G_w = \frac{G_1 \left( \frac{Z}{G_1} - w_1 + w_w \right)}{s + w_w} - G_1$$

Unter Beibehaltung des Grundsatzes, daß die Geschwindigkeit auf der dem maßgebenden Streckenwiderstände entsprechenden, höchsten, Steigung bei Hauptbahnen im äußersten Falle auf  $\frac{V_0}{2}$  sinken darf, sodaß für  $\sigma = sV = \frac{V_0}{2}$  ist, nimmt die rechte Seite obiger Gleichung für ein bestimmtes  $V_0$  die Form  $f\left(\frac{1}{s}\right)$  an, gibt also eine Hyperbel. Da der Zähler des Bruches für eine bestimmte Lokomotivgattung unveränderlich ist, so wird bei Anwendung des Hyperbel-Maßstabes für  $G_w$

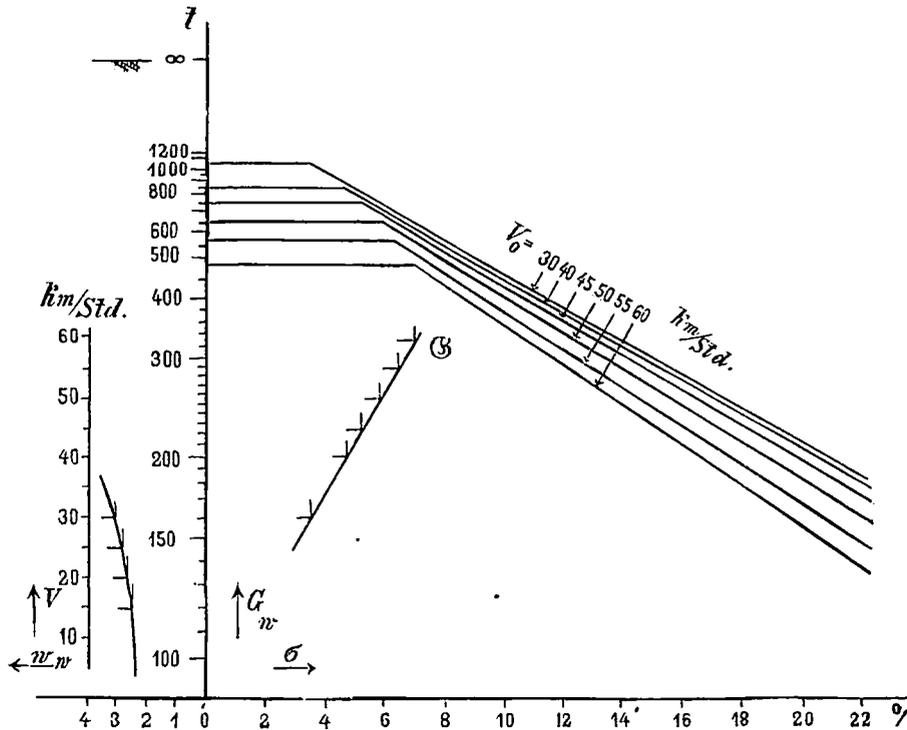
$$\text{Gl. 1 a) } \dots \quad G_w + G_1 = \frac{s + w_w}{\left( \frac{Z}{G_1} - w_1 + w_w \right)}$$

die Linie der Belastungen zu einer Geraden (Textabb. 5).

Zu ihrer Bestimmung sind nur zwei Punkte nötig, wovon der eine  $G_w = \infty$   $s = -w_w$  bereits bekannt ist. Die oberste Belastungsgrenze für jede Grundgeschwindigkeit, die regelmäßige Belastung, ist durch eine Grenzlinie  $\mathfrak{G}$  gegeben, welche aus den  $\mathfrak{B}$ -Geraden durch Einsetzen von  $V = \frac{V_0}{2}$  erhalten wird.

Mit Hilfe der  $\mathfrak{B}$ -Geraden läßt sich nun der Anfahrabschnitt einfach und sehr genau untersuchen. Nach dem oben Gesagten stellen diese die vereinfachten Werte für:

Abb. 5.



dar. Denkt man sich in Gl. 1) nun  $\sigma$  unveränderlich  $= \sigma_c$  und B veränderlich für Anfahren auf gleichbleibender Steigung, so ergibt sich:

$$\sigma_c + \frac{B}{G} = \frac{1}{G} (Z - G_1 w_1 - G_w w_w) = \sigma$$

man hat in den  $\mathfrak{B}$ -Geraden also unmittelbar ein Maß für die überschüssigen Beschleunigungskräfte beim Anfahren, unter der Bedingung, daß wieder die Leistungsfähigkeit der Lokomotive in keinem Punkte überschritten wird.

Bezeichnet ferner  $k^m$  den Anfahrweg,  $t^{\text{Sek}}$  die Anfahrzeit,  $v^{\text{m/Sek}} = \frac{V^{\text{km/St}}}{3,6}$  die Anfahrsgeschwindigkeit,  $p^{\text{m/Sek}^2}$  die Anfahr-Beschleunigung,  $\varrho$  eine Ziffer zur Berücksichtigung der umlaufenden Massen,  $g^{\text{m/Sek}^2}$  die Erdbeschleunigung, so wird:

$$dv = p dt \quad \text{und} \quad dk = v dt$$

$$\text{Gl. 2) } B = 1000 \varrho \frac{G}{g} \cdot p = \frac{1000 \varrho}{g} G \frac{dv}{dt} = G (\sigma - \sigma_c)$$

$$dt = \frac{1000 \varrho}{3,6 g} \frac{dV}{\sigma - \sigma_c}; \quad dk = \frac{1000 \varrho}{3,6^2 g} \frac{V dV}{\sigma - \sigma_c}$$

Hieraus lassen sich t und k ohne weiteres berechnen, falls, wie üblich,  $\varrho$  unveränderlich angenommen wird, und  $\sigma = \sigma_c + \frac{B}{G}$  als Gleichung der  $\mathfrak{B}$ -Geraden von der Form:  $\alpha + \beta V$  bekannt ist.

$$\text{Gl. 3) } \dots \quad t = \frac{1000 \varrho}{3,6 g} \frac{1}{\beta} \ln (\alpha + \beta V) + C,$$

$$\text{Gl. 4) } k = \frac{1000 \varrho}{3,6^2 g} \frac{1}{\beta^2} (\alpha + \beta V - \alpha \ln [\alpha + \beta V]) + C.$$

Den Zeitverlust während des Anfahrens erhält man aus der Beziehung:  $T = t - \frac{k}{V_0} 3,6$  zu

Gl. 5) .  $T = \frac{1000 \rho}{3,6 g} \frac{1}{\beta^2 V_0} ([\alpha + \beta V_0] \ln [\alpha + \beta V] + [\alpha + \beta V]) + C.$

Zur rechnerischen Auswertung dieser Gleichungen ist es nötig, die Z-Linie in zwei Teile zu zerlegen:

Z = f(V) ist der bereits betrachtete Teil über der Grenze der Reibungs-Zugkraft,

Z = einer Unveränderlichen unterhalb dieser Grenze.

Die  $\sigma$ -Linien für letztern Fall, welche wie die in Textabb. 2 gezeichneten zu berechnen sind, besitzen zum Unterschiede von diesen nach unten hohle Krümmung; ihr Ersatz durch Gerade gleicher Richtung ist ebenfalls möglich, wenn auch weniger genau.

Durch Einführung bestimmter positiver oder negativer  $\sigma_e$  erhält man die entsprechenden Werte für Anfahren auf Steigungen oder Gefällen. Es hat keine Schwierigkeit, ebenso t, k und T für Geschwindigkeitsübergänge, wie für das Auffahren von Schnellzügen auf Steilrampen zu berechnen.

Auch für den Bremsabschnitt behält Gl. 1) ihre Gültigkeit, wenn an Stelle der positiven Zugkräfte Z die negativen Werte der Bremskräfte treten. Zur Ermittlung dieser sei: f die Ziffer der Reibung zwischen Bremsklotz und Radreifen,  $b_r$  das Verhältnis der Summe der Achsdrücke der gebremsten Achsen zum Gewichte des ganzen Zuges,  $\delta$  das durchschnittliche Verhältnis des Bremsdruckes auf eine Achse zu deren Raddrücken,  $Z_b^{kg}$  die bremsende Kraft.

Dann wird  $Z_b = 1000 b_r \delta f G$ .

Ist außerdem  $w_1^{kg t} = f(V)$  der Widerstand für Lokomotive und Tender ohne Dampf, so nimmt die Hauptgleichung die Form an:

Gl. 6) . . .  $B = Z_b - G_1 w_1 - G_w w_w - G \sigma,$

und wie früher wird:

Gl. 7) . . .  $B = 1000 \rho \frac{G}{g} p = \frac{1000 \rho}{3,6 g} G \frac{dV}{dt}.$

Unter Vernachlässigung der Lokomotiv- und Wagenwiderstände, deren Einfluss auf das Ergebnis bei hohen Grundgeschwindigkeiten zu 5 0/10, bei niedrigen zu 15 0/10 ermittelt wurde, erhält man dann die einfachen Beziehungen:

für die Bremszeit:  $dt = \frac{1000 \rho}{3,6 g} \frac{dV}{1000 b_r \delta f - \sigma_e},$

für den Bremsweg:  $dk = \frac{1000 \rho}{3,6^2 g} \frac{V dV}{1000 b_r \delta f - \sigma_e},$

beide gültig vom Zeitpunkte des Eintrittes der Vollwirkung der Bremse bis zum Stillstande des Zuges.

Da in diesen Gleichungen alle Größen mit alleiniger Ausnahme von f als unveränderlich anzunehmen sind, so ist die Integration möglich, wenn f in Abhängigkeit von V dargestellt werden kann. \*)

Die aus den Versuchen Galton's, Wichert's\*\*) und des Unterausschusses des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen\*\*\*) gewonnenen Werte von f lassen sich nun in ähnlicher

\*) Für die neue Schnellbahnbremse der Westinghouse-Gesellschaft mit Zusatzbremszylinder mülste  $\delta$  gleichfalls als f(V) eingeführt werden. Organ 1905, S. 259.

\*\*) Hütte. 19. Auflage, I, S. 211.

\*\*\*) Sitzung des Technischen Ausschusses vom 14. März 1901.

Weise wie früher die Z-Linie in eine Gleichung von der Form  $\alpha + 2 \beta V + \gamma V^2$  bringen; setzt man also:  $1000 b_r \delta f - \sigma_e = \alpha + 2 \beta V + \gamma V^2$ , so wird, wenn beispielsweise  $\alpha \gamma - \beta^2 > 0$  ist,

Gl. 8) .  $t = \frac{1000 \rho}{3,6 g} \cdot \frac{1}{\sqrt{\alpha \gamma - \beta^2}} \operatorname{arctg} \frac{\beta + \gamma V}{\sqrt{\alpha \gamma - \beta^2}} + C,$

Gl. 9)  $k = \frac{1000 \rho}{3,6^2 g} \left( \frac{1}{2\gamma} \ln (\alpha + 2 \beta V + \gamma V^2) - \frac{\beta}{\gamma \sqrt{\alpha \gamma - \beta^2}} \operatorname{arctg} \frac{\beta + \gamma V}{\sqrt{\alpha \gamma - \beta^2}} \right) + C.$

Die Bestimmung des Zeitverlustes während des Bremsens erfolgt wie früher nach  $T = t - \frac{k}{V_0} 3,6.$

Der Rechnungsgang läßt sich an Beispielen deutlicher entwickeln. Für die mittleren Zugkräfte der Lokomotiven der drei Zuggattungen (Textabb. 1) wurden die Gleichungen gefunden:

Zuggattung	Bezeichnung	Z <sub>gr</sub> kg	Z kg	Höchstgrenze V <sub>gr</sub> km/St
Schnellzüge . . .	S	4900	6580 - 70 V + 0,311 V <sup>2</sup>	90
Personenzüge . .	P	3650	4950 - 68,5 V + 0,388 V <sup>2</sup>	70
Güterzüge . . .	G	6250	10300 - 243 V + 2,04 V <sup>2</sup>	45

Als Widerstandsformeln sollen verwendet werden:

$w_1 = 3,8 + 0,027 V + 0,9 \frac{V^2}{1000}$  gültig für S, P nach Barbier,

$w_w = 1,5 + 0,012 V + 0,35 \frac{V^2}{1000}$  < < S < v. Borries,

$w_w = 1,6 + 0,023 V + 0,46 \frac{V^2}{1000}$  < < P < Barbier,

$w_1 = w_w = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$  < < G Erfurter Formel.

Hiermit wurden die in Textabb. 2 dargestellten Werte von  $\sigma$  ermittelt: (s. Zusammenstellung S. 61)

Die Fahrzeiten werden nun mit Hilfe der  $\mathfrak{F}$  = Geraden in der früher erwähnten Weise dargestellt, wie in Textabb. 4 für die Grundgeschwindigkeiten 60, 80, 100 km/St durchgeführt ist; der Maßstab ergibt sich durch Multiplikation der Einzelfmaßstäbe beispielsweise:

$5^{mm} = 1 \text{ km}$   
 $1200 \text{ } \llcorner = \frac{1}{1 \text{ km/St}}$  }  $6000^{mm^2} = 1 \text{ St, oder } 100 \text{ qmm} = 1 \text{ Min.}$

Die Gleichung der  $\mathfrak{B}$  - Geraden geht für  $V = \frac{V_0}{2}$  in die der Grenzlinie  $\mathfrak{G}$  über:  $\sigma_{\mathfrak{G}} = 0,25 + \frac{V_0}{10 - 0,02 V_0}$ .

Die Wagengewichte für eine Güterzug-Lokomotivgattung, für die  $Z_{gr} = 7100 \text{ kg}$ ;  $Z = 10400 - 187 V + 1,33 V^2$ ;  $V_{gr} = 60 \text{ km/St}$ ;  $G_1 = 100 \text{ t}$ , folgen aus Gl. 1 a):

$\frac{100}{G_w + 100} = \frac{s + w_w}{104 - 1,87 V + 0,0133 V^2}$

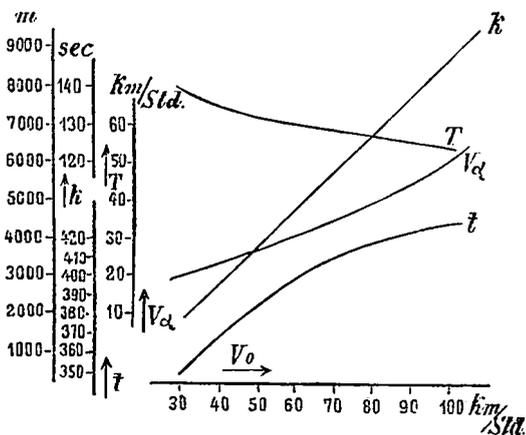
Grundgeschwindigkeit $V_0$ km/St	Mafsgebender Streckenwiderstand Belastung	$s = 0 ‰$	$s = 10 ‰$	$s = 20 ‰$
		regelmäßige		verminderte
90	Berechnete Gleichungen $\sigma =$	$22,7 - 0,284 V + 0,62 \frac{V^2}{1000}$	$22,7 - 0,284 V + 0,62 \frac{V^2}{1000}$	$30,5 - 0,37 V + 0,93 \frac{V^2}{1000}$
80		$17,7 - 0,228 V + 0,42 \frac{V^2}{1000}$	$17,7 - 0,228 V + 0,42 \frac{V^2}{1000}$	$31,0 - 0,38 V + 0,98 \frac{V^2}{1000}$
70		$17,3 - 0,294 V + 0,96 \frac{V^2}{1000}$	$19,0 - 0,317 V + 1,08 \frac{V^2}{1000}$	$33,2 - 0,52 V + 2,12 \frac{V^2}{1000}$
60		$13,3 - 0,235 V + 0,65 \frac{V^2}{1000}$	$17,4 - 0,288 V + 0,93 \frac{V^2}{1000}$	$30,7 - 0,49 V + 1,95 \frac{V^2}{1000}$
45		$11,6 - 0,328 V + 1,98 \frac{V^2}{1000}$	$20,5 - 0,54 V + 3,75 \frac{V^2}{1000}$	$35,0 - 0,89 V + 6,65 \frac{V^2}{1000}$
30		$6,95 - 0,221 V + 1,08 \frac{V^2}{1000}$	$16,8 - 0,452 V + 0,02 \frac{V^2}{1000}$	$26,6 - 0,69 V + 5,0 \frac{V^2}{1000}$
⌘ — Gerade	Vereinfachte Gleichungen $\sigma =$	$c = 0,4 V$		
⌘ — Gerade				

Wählt man den Mafstab für  $G_w$  nach  $\frac{100}{G_w + 100}$  und zeichnet die  $w_w$ -Linie von der Höhenachse nach links ein, wie in Textabb. 5, so bekommt man für  $\frac{V_0}{2} = 15, 20, 25, 30$  km/St vier Punkte aus der Beziehung  $G_w = \infty$  für  $s = -w_w$ .

Weitere vier Werte von  $G_w$  für dieselben  $\frac{V_0}{2}$  liefert obige Gleichung durch Einsetzen einer bestimmten Größe von  $G_w$ , beispielsweise  $= 100$  t. Nun sind die Verbindungslinien der zusammengehörigen Punkte zu ziehen und mittels der eingezeichneten Grenzlinie die Höchstbelastungen für jede Grundgeschwindigkeit festzustellen. Die gefundenen Geraden geben die Wagengewichte für die betreffende Lokomotivgattung an, und zwar für die Grundgeschwindigkeiten 30, 40, 50, 60 km/St und alle mafsgebenden Streckenwiderstände.

Die Anfahr-Zeiten und -Wege der Züge folgen aus Gl. 3) und 4) durch Einsetzen der ⌘-Geraden, welche für eine bestimmte Grundgeschwindigkeit berechnet wurde. Versteht man unter  $V_\alpha$  die Geschwindigkeit, bei der die Reibungsgrenze eben erreicht wird, und nimmt man deren Verlauf nach der in Textabb. 6 gezeichneten Linie an,

Abb. 6.



so lassen sich  $t, k$  und  $T$ , Gl. 3), 4) und 5) in die beiden Teile:  $\int_0^{V_\alpha} a + \int_{V_\alpha}^{V_0}$  zerlegen, wobei das erste Integral dem unveränderlichen  $Z_{gr}$ , das zweite dem  $Z = f(V)$  entspricht.

Die hiermit gefundenen Werte sind in Textabb. 6 angegeben; diese zeigt, dass die Anfahrwege mit der Grundgeschwindigkeit annähernd nach einer Geraden wachsen, sowie, dass die Zeitzuschläge  $T$  innerhalb der weiten Grenzen von  $V_0 = 30$  bis 90 km/St nur um 12 ‰ schwanken und im Mittel etwa 2 Minuten betragen. Dass  $t, k$  und  $T$  durchgängig so hohe Werte annehmen, ist eine Folge der Verwendung der höchsten zulässigen Wagengewichte für die Berechnung. Mit Einführung geringerer Wagengewichte oder Zulassung einer Überlastung des Lokomotivkessels während des Anfahrens würde man den durchschnittlichen Betriebsverhältnissen näher kommen und die Ergebnisse zugleich auf die gebräuchlichen, aus Versuchen gewonnenen Anfahr-Zeiten und -Wege zurückführen, ohne an dem Rechnungsgange selbst etwas zu ändern.

Weitere Berechnungen für Anfahren auf Steigungen und Gefällen ergeben durchweg kleinere  $T$ , als für die Wagerechte, wenn ein wagerechter Anlauf von 300 m, wie er kleinen Bahnhofsanlagen entspricht, angenommen wird.

Für die Berechnung der Geschwindigkeitsübergänge wurde als Beispiel die Auffahrt eines Zuges für 90 km/St Grundgeschwindigkeit auf eine Steigung von 20 ‰ gewählt, wobei eine Überlastung des Kessels um etwa 15 ‰ zulässig sein soll. Die Gleichung der ⌘-Geraden wird dann:

$$\sigma = 23,6 - 0,232 V - 20,0 = 3,6 - 0,232 V,$$

und es ergibt sich, dass die Geschwindigkeit des Zuges nach  $t_{90}^{30} = 208$  sec oder  $k_{90}^{30} = 3030$  m auf 30 km/St gesunken sein wird.

Zur Bestimmung des reinen Bremsweges eines Zuges mit regelmäßiger Belastung mit Luftdruckbremse sei angenommen:

$$V_0 = 100 \text{ km/St}; \delta = 0,8; \sigma_e = 0 ‰; f = 0,26 - 0,0032 V + 0,145 \frac{V^2}{10000}$$

$b_r = 0,6$ , das für den Wagenzug vorgeschriebene Bremsverhältnis.

Bei Untersuchung von Einzelfällen, welche größere Genauigkeit verlangen, müßten  $b_r$  aus der Zusammenstellung des Zuges unter Einreihung der Lokomotive festgesetzt, und gegebenen Falles auch die Laufwiderstände berücksichtigt werden.

Mit diesen Werten erhält man aus Gl. 8) und 9):

$$t_{100}^0 = 48 \text{ sec, } k_{100}^0 = 770 \text{ m.}$$

Für einen Güterzug mit Spindeldremse folgt für:

$$V_0 = 45 \text{ km/St; } \delta = 0,7; \sigma_c = 0 \text{ ‰; } b_r = 0,08, \\ t_{45}^0 = 126 \text{ sec, } k_{45}^0 = 880 \text{ m.}$$

## Über die Verwertung der preussischen Mefstischblätter zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. C. Koppe, Professor in Braunschweig.

### Berichtigung.

Auf Seite 27 des »Organ« 1906 muß es in der zehnten

Zeile von oben nicht 1 : 10 000 bis 1 : 25 000, sondern 1 : 10 000 bis 1 : 2 500 heißen.

## Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

### Preis Ausschreiben.

Zufolge eines Beschlusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, alle 4 Jahre Preise im Gesamtbetrage von 30 000 Mk. für wichtige Erfindungen und Verbesserungen im Eisenbahnwesen auszuschreiben, werden hiermit folgende Preise ausgesetzt:

- A. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend die baulichen und mechanischen Einrichtungen der Eisenbahnen, einschließlichs deren Unterhaltung  
ein erster Preis von 7500 Mark, ein zweiter Preis von 3000 Mark, ein dritter Preis von 1500 Mark.
- B. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend den Bau und die Unterhaltung der Betriebsmittel  
ein erster Preis von 7500 Mark, ein zweiter Preis von 3000 Mark, ein dritter Preis von 1500 Mark.
- C. für Erfindungen und Verbesserungen, betreffend die Verwaltung, den Betrieb und die Statistik der Eisenbahnen sowie
- D. für hervorragende schriftstellerische Arbeiten über Eisenbahnwesen — für C und D zusammen —  
ein erster Preis von 3000 Mark und zwei Preise von je 1500 Mark.

Ohne die Preisbewerbung wegen anderer Erfindungen und Verbesserungen im Eisenbahnwesen einzuschränken und ohne andererseits den Preisausschuß in seinen Entscheidungen zu binden, wird die Bearbeitung folgender Aufgaben als erwünscht bezeichnet:

- Lokomotivfeuerung mit mechanischer Beschickung.
- Verbesserung der Beheizung der Personenzüge durch Dampf, insbesondere bei langen Zügen.
- Schlauchkuppelung für Luftdruckbremsen, durch welche die Abschlußhähne an den Leitungen entbehrlich werden, ohne die selbsttätige Wirkung bei Trennung von Zügen zu beeinträchtigen.
- Eine Vorrichtung zur Verständigung zwischen dem Lokomotiv- und Zugpersonal, insbesondere für lange Personen- und Güterzüge ohne durchgehende Bremsvorrichtung, auch bei der Fahrt durch Tunnel.
- Kritische Darstellung des jetzigen Standes der Frage der Motorwagen und der Führung leichter Züge durch Lokomotiven oder Motorfahrzeuge in technischer und wirtschaftlicher Beziehung.
- Vereinfachung des Vorgangs bei der Verteilung und der Ermittlung der Anteile aus den Frachtsätzen sowie

bei der Verrechnung und Abrechnung der Einnahmen aus dem Güterverkehr.

Gelangen in den einzelnen der vier Gruppen die ersten oder zweiten Preise mangels geeigneter Bewerbungen nicht zur Verteilung, so können aus den nicht zuerkannten Beträgen innerhalb derselben Gruppe mehrere zweite oder dritte Preise gewährt werden. Auch können, falls in einer Gruppe die zur Verfügung stehenden Geldmittel mangels geeigneter Bewerbungen nicht vollständig zur Verwendung kommen, die verbleibenden Beträge zu Preisverteilungen in anderen Gruppen benutzt werden.

Die Bedingungen für den Wettbewerb sind folgende:

- Nur solche Erfindungen, Verbesserungen und schriftstellerische Arbeiten, welche ihrer Ausführung bezw. bei schriftstellerischen Werken ihrem Erscheinen nach in die Zeit vom 16. Juli 1901 bis 15. Juli 1907 fallen, werden bei dem Wettbewerbe zugelassen.
- Jede Erfindung oder Verbesserung muß, um zum Wettbewerb zugelassen werden zu können, auf einer zum Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen gehörigen Eisenbahn bereits vor der Anmeldung zur Ausführung gebracht und der Antrag auf Erteilung des Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein.
- Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber demjenigen zuerkannt, welcher die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem eigentlichen Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.
- Die Bewerbungen müssen durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle u. s. w. die Erfindung oder Verbesserung so erläutern, daß über deren Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirksamkeit ein sicheres Urteil gefällt werden kann.
- Die Zuerkennung eines Preises schließt die Ausnutzung oder Nachsuchung eines Patents durch den Erfinder nicht aus. Jeder Bewerber um einen der ausgeschriebenen Preise für Erfindungen oder Verbesserungen ist jedoch verpflichtet, diejenigen aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, welche er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.

6. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
7. Die schriftstellerischen Werke, für welche ein Preis beansprucht wird, müssen den Bewerbungen in mindestens 3 Druckexemplaren beigelegt sein. Von den eingesandten Exemplaren wird ein Exemplar zur Bücherei der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins genommen, die anderen Exemplare werden dem Bewerber zurückgegeben, wenn dies in der Bewerbung ausdrücklich verlangt wird.
- In den Bewerbungen muß der Nachweis erbracht werden, dass die Erfindungen, Verbesserungen und schriftstellerischen Werke ihrer Ausführung oder ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, welche der Wettbewerb umfasst.

Die Prüfung der eingegangenen Anträge auf Zuerkennung eines Preises, sowie die Entscheidung darüber, ob überhaupt bzw. an welche Bewerber Preise zu erteilen sind, erfolgt durch den vom Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen eingesetzten Preisausschuss.

Die Bewerbungen müssen

während des Zeitraumes vom 1. Januar  
bis 15. Juli 1907

postfrei an die unterzeichnete geschäftsführende Verwaltung des Vereins eingereicht werden.

Berlin, im März 1906.

W. Köthenerstraße 28/29.

Die geschäftsführende Verwaltung  
des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

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

#### Scherzer-Klappbrücke über den Swale.

(Engineering 1905, Juni, S. 762. Mit Zeichnungen)

Die Brücke dient zur Überführung einer Landstraße und der Süd-Ost- und Chatham-Bahn über den Swale. Sie hat drei Hauptträger, von denen der mittlere bei geschlossener Brücke als Balken auf zwei Stützen wirkt, während die Außenträger bei geöffneter Brücke ganz und bei geschlossener Brücke teilweise als Kragträger wirken. Die Außenträger sind mit einem Rollabschnitte von großem Halbmesser versehen. Diese Rollabschnitte rollen auf Gleisträgern, deren vorragende Zähne in entsprechende Nuten der Rollabschnitte greifen und so jede gleitende Bewegung verhüten. Die Fahrbahn der Landstraße und der Eisenbahn ist mit Platten belegt, und die Außenträger sind oben mit einander verbunden, sodafs der Überbau in jeder Lage in der Form unverändert gehalten wird. Die Strafsen-Fahrbahn besteht aus Hartholz. Die Schienen sind in Stühle verlegt, welche Leitschienen tragen, und ruhen auf hölzernen Langschwelen in Rinnen. Das Gegengewicht ist so angeordnet, dafs der Schwerpunkt des Ganzen bei fast vollständig geöffneter Brücke in den Mittelpunkt der Rollbahn fällt, also auf keiner Seite ein Übergewicht vorhanden ist; bei geschlossener Brücke haben die Träger ein geringes Übergewicht, damit die Brücke sicher auf den Stützen ruht und Klirren beim Übergange von Zügen verhütet wird.

An der Unterseite der Triebstangen sind Zahnstangen angebracht, in welche Zahnräder greifen. Die Triebstangen werden durch Ränder am Abgleiten von den Triebrädern gehindert, und sind im Mittelpunkte des Rollabschnittes mit dem Überbaue durch Bolzen verbunden. Bei ihrer wagerechten Bewegung heben oder senken sie den Überbau mit fast genau wagerechter Schwerpunktsbahn.

B—s.

#### Baufortschritt im Simplontunnel.\*)

(Schweizerische Bauzeitung 1905, XLVI, November, S. 267.)

In den Monaten Juli bis September 1905 wurden von der Nordseite aus der Firststollen um 169 m und der Vollausbruch

\*) Organ 1895, S. 39; 1900, S. 59 und 70; 1903, S. 84; 1904 S. 236; 1905, S. 106, 264 u. 322.

um 157 m gefördert, auf der Südseite betrug der Fortschritt in dem am 6. Juli durchgeschlagenen zweiten Stollen 15 m, im Firststollen 63 m und im Vollausbruche 156 m. Die ganze Leistung betrug in der genannten Zeit nordseits 5378 cbm Aushub und 3249 cbm Mauerwerk, südseits 11640 cbm Aushub und 5722 cbm Mauerwerk. Die Tunnelverkleidung war Ende September auf eine Länge von 19751 m durchgeführt.

Im Tunnel waren durchschnittlich 1665, auferhalb des Tunnels 535, im ganzen also 2200 Mann beschäftigt. Die größte Zahl der gleichzeitig im Tunnel beschäftigten Arbeiter betrug auf der Nordseite 290, auf der Südseite 470. Der Wasserandrang auf der Nordseite ist weiter zurückgegangen, die Ende September gemessene Ausflußmenge betrug 72 l/Sek. am Nord- und 1217 l/Sek. am Süd-Tunnelmunde. Von letzterer Menge entfallen 290 l/Sek. auf warme Quellen.

Zur Lüftung wurden auf der Nordseite in 24 Stunden durchschnittlich 4752000 cbm Luft durch den Haupttunnel eingeführt. Für die Lüftung der südlichen Tunnelhälfte wurden innerhalb 24 Stunden durchschnittlich 3159650 cbm Luft in den zweiten Stollen eingeprefst.

—k.

#### Neue Lokomotivschuppen der Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn zu Elkhart.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, Dezember 1905, S. 2880. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 und 13 auf Tafel XV.

Die Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn hat vor einiger Zeit in Elkhart, wo drei Haupt- und mehrere Zweiglinien endigen, zwei mit allen Neuerungen ausgestattete Lokomotivschuppen gebaut. In diesen werden viele kleinere, bislang den Hauptwerkstätten überlassene Ausbesserungsarbeiten ausgeführt. Nach kurzem Betriebe hat man bereits erfahren, dafs Lokomotiven nach kleinen Ausbesserungen schneller als früher in Dienst gestellt werden konnten.

Seit einigen Jahren ist die Aufmerksamkeit der Eisenbahngesellschaften besonders auf das Reinigen, Auswaschen und Füllen der Kessel gerichtet wegen der zahlreichen Schäden, welche

der mangelhaften Ausführung dieser Arbeiten zuzuschreiben sind, und während des letzten strengen Winters hat man bereits ein merkliches Abnehmen der Leckstellen an Feuerkiste und Heizrohren feststellen können.

Für die Personen- und Güterzug-Lokomotiven sind zwei getrennte Schuppen gebaut (Abb. 12, Taf. XV). Zwischen diesen liegen die Ausbesserungswerkstätte, die Lagerräume und das Kesselhaus. Die Kohlen-, Sand- und Wasser-Anlage sind beiden Schuppen gemeinschaftlich. Die Bekohlungsanlage und das Sandlager befinden sich über den zum Güterzuglokomotiv-Schuppen führenden Gleisen.

Der Personenzuglokomotiv-Schuppen enthält 16, der für Güterzuglokomotiven 34 Gleise. Sie haben beide dieselbe Bauart und sind so angeordnet, daß sie später erweitert werden können; sie sind durch einen 4,88<sup>m</sup> breiten Gang verbunden, in dem ein zwei Gruben der Schuppen verbindendes Gleis liegt. In dem Gebäude nördlich dieses Ganges befinden sich die Ausbesserungshalle von 31,1<sup>m</sup> × 7,6<sup>m</sup> und ein Vorratlager von 31,1<sup>m</sup> × 7,3<sup>m</sup>. Am Ende dieses Gebäudes liegen die Ankleide-, Aufenthalts- und Waschräume für die Lokomotivführer und Heizer, sowie das Öllager. Dieser Teil des Gebäudes besitzt noch ein Stockwerk, welches Schlafräume enthält.

Auf der andern Seite des Ganges ohne Verbindung mit diesem liegt das Kesselhaus von 22,1<sup>m</sup> × 10,36<sup>m</sup>. Die Diensträume des Betriebswerkmeisters und des Telegraphisten, sowie die Aufenthaltsräume für die Schlosser befinden sich an einem Ende des Güterzuglokomotiv-Schuppens. Der Betriebswerkmeister ist somit imstande, von seinem Dienstraume aus die Ein- und Ausfahrt aller Lokomotiven zu überwachen. Die beiden vorhandenen Drehscheiben haben 25,9<sup>m</sup> Durchmesser und werden elektrisch angetrieben.

Der zwischen den Tragesäulen liegende Raum der Außenmauern ist fast vollständig durch Fenster ausgefüllt. Die Schuppen sind durch starke Steinmauern in Abteilungen eingeteilt, von denen jede 6 bis 8 Gruben enthält. Diese Einrichtung gestattet, die nicht in Benutzung befindlichen Abteilungen abzuschließen und dadurch an Heizung zu sparen.

Der Fußboden des Kesselhauses liegt 2,74<sup>m</sup> unter Erdboden, um die Kohlenzufuhr zu den Kesseln zu erleichtern. Die Trichterwagen werden an die Längsseite des Kesselhauses gefahren und die Kohle wird unmittelbar in die Kohlenbunker vor den Kesseln ausgeschüttet. Die Aschengruben werden mittels Prefsluft-Hebevorrichtungen entleert; die Asche fällt aus diesen in einen Trichter, welcher über dem Kohlenzufuhrgleise liegt und eine Wagenladung aufnehmen kann.

Die Lokomotivuntersuchungsgruben sind 19,8<sup>m</sup> lang und mit einer starken Betonschicht bekleidet. Die Rauchfänge bestehen aus Holz, welches mit einer Asbestschicht bedeckt ist. Bis zum Dache haben sie die Form einer abgestumpften Pyramide von 3,66<sup>m</sup> × 1,68<sup>m</sup> unterer und 1,27<sup>m</sup> × 0,76<sup>m</sup> oberer Fläche. Sie gehen um ungefähr 1,8<sup>m</sup> über den Giebel hinaus. Jeder Rauchfang hat sechs kreisförmige Öffnungen, durch welche Rauch und Dampf aus dem Innern des Schuppens entweichen können. Durch die Höhe der Rauchfänge von 9,75<sup>m</sup> wird ein kräftiger Zug erzeugt, sodaß die Schuppen frei von Rauch sind.

Für jeden Schuppen ist in den Ab- und Zufuhr-Gleisen

eine Anzahl Löschgruben vorgesehen. Die zum Güterzuglokomotiv-Schuppen gehörigen Gruben sind 61<sup>m</sup>, die des Personenzuglokomotiv-Schuppens 36,6<sup>m</sup> lang. Die äußere Schiene der Aschengruben ruht auf einer Steinmauer, während die innere von gußeisernen Stützen getragen wird, um die Asche nach der Seite herausziehen zu können. Zwischen je zwei Aschengruben und tiefer als sie liegt ein Gleis für Wagen, auf welche die Arbeiter die aus den Gruben herausgezogene Asche laden.

Das zum Füllen der Kessel angewendete Verfahren ist insofern sehr praktisch, als Wasser von der gewünschten Wärme bis 177° C. den Kesseln zugeführt werden kann. Das beim Reinigen der Lokomotiven bereits verwendete heiße Wasser wird in einem Anbaue des Kesselhauses erhitzt.

Eine besondere Einrichtung gestattet, Dampf den Bläsern der Lokomotiven zuzuführen, um den Zug zu betätigen. Der Dampf wird in Röhren von 76<sup>mm</sup> Durchmesser vom Kesselhause den Schuppen zugeführt, in welchen die Rohre an den Dachbindern entlang gehen, die Verbindung mit den Bläsern erfolgt durch biegsame Kuppelungen. Das Ventil, welches den Eintritt des Dampfes in die Kuppelung regelt, wird durch eine lange Stange vom Boden des Schuppens aus bedient.

Im Innern der beiden Schuppen liegen an den Außenmauern entlang Betonkanäle (Abb. 13, Taf. XV), die durch einen dritten, das Kesselhaus durchquerenden Kanal verbunden sind und in denen die Hauptdampfleitungen zum Heizen der Räume liegen. Im Innern der Schuppen sind diese Kanäle mit Gußeisenrosten, im Freien mit Holzbohlen belegt.

Man benutzt zum Heizen möglichst den Auspuffdampf der Pumpen und im Notfalle Frischdampf. Die Heizkörper in den Lokomotivgruben und unter den Fenstern der Schuppen sind an die Hauptdampfleitungen der Kanäle angeschlossen, die im Güterzuglokomotiv-Schuppen 203<sup>mm</sup>, im Personenzuglokomotiv-Schuppen 152<sup>mm</sup> Durchmesser haben. Durch die Gußeisengitter der Kanäle heizt die von den Rohrleitungen ausgestrahlte Wärme die Gebäude mit.

Die Beleuchtung der Schuppen ist bei Tage eine sehr gute, da fast die ganze äußere und ein großer Teil der innern Mauer mit Fenstern versehen ist, bei Dunkelheit werden die Schuppen durch elektrische Bogenlampen beleuchtet. Der von einer Elektrizitätsgesellschaft gelieferte Strom hat für die Beleuchtungsanlage 110 Volt und für die Kraftübertragung 440 Volt Spannung.

Zur Ausführung der laufenden Ausbesserungen an den Lokomotiven ist eine kleine, sehr gut ausgerüstete mechanische Werkstätte mit einer Triebmaschine von 20 P.S. vorgesehen. Die Ausrüstung der Werkstatt besteht aus zwei Drehbänken, einer Stoßmaschine, einer umschwingenden Bohrmaschine, einer Wasserpresse, einer Feilmaschine, einem Bradley'schen Hammer, sowie verschiedenen kleineren beweglichen Maschinen und einigen Schmiedeessen. Die Kesselanlage enthält drei Röhrenkessel nach Cahall, welche mit Schüttelrosten versehen sind. Eine Franklin'sche Pumpe erzeugt die Prefsluft und zwei Franklin-Morse-Doppelpumpen bedienen die Kessel.

Das für die Lokomotiven bestimmte Öl wird mittels Handpumpen Behältern entnommen, welche im Keller des Lagerhauses liegen. Die Bekohlungsanlage und der Sandausgaberaum sind

in einem Holzbaue untergebracht, welcher von einem sechs Gleise überragenden Eisengerüste getragen wird. Die auf Trichterwagen herangeschaffte Kohle wird durch einen selbsttätigen Lader der Hebevorrichtung zugeführt, welche sie zu einem der sechs Schütteltrichter für je 113 t Kohlen bringt. Der Lader und die Hebevorrichtung werden durch elektrische Maschinen von 5 P.S. und 20 P.S. angetrieben.

Der Sand wird nach dem Trocknen mittels Preßluft einem Behälter zugeführt, aus welchem er in die Verteilungstrichter abgelassen wird. Die letzteren sind mit biegsamen Zuleitungen zu den Sandkästen der Lokomotiven versehen. Die Wasserkräne stehen in der Nähe der Verteiler, sodafs eine Lokomotive zu gleicher Zeit mit Wasser, Kohle und Sand versorgt werden kann. H—t.

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Die Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen auf der Ausstellung in Lüttich.

(Bulletin du congrès international des chemins de fer, vol. XIX, Nr. 9, September 1905, S. 2575. Mit Abb.; Engineering 1905, Oktober, Seiten 482 und 505. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 15 auf Tafel XIV, und Abb. 1 bis 11 auf Tafel XV.

Auf der Lütticher Ausstellung hat die belgische Staatsbahn Musterlokomotiven 13 verschiedener Gattungen ausgestellt, wie sie jetzt mit Ausnahme einiger, die nur für Versuchszwecke bestimmt sind, im Betriebe verwandt werden. Von neueren Lokomotivgattungen mit einfacher Dampfdehnung und Heißdampf sind Muster der Bauarten Nr. 15, 32 und 18 ausgestellt. Diesen sind 2/4 gekuppelte Lokomotiven mit in den Langkessel eingebautem Überhitzer, deren Bauart wenig bemerkenswertes bietet.

Die Gattung Nr. 35 wird durch eine 3/5 gekuppelte Heißdampflokomotive vertreten, deren Bauart von der gleichfalls mit ausgestellten ältern Lokomotive ohne Heißdampf nicht viel abweicht. Ihre Zugkraft beträgt 15,200 kg, die Dampfspannung = 14 at, das Betriebsgewicht = 70,22 t, der Zylinderdurchmesser = 520 mm, der Hub = 660 mm, die Heizfläche = 144,96 qm, wovon 130,05 qm auf die Heizrohre und 14,91 qm auf die Feuerkiste entfallen. Während die Nafsdampf-Lokomotive 1,60 m Triebraddurchmesser aufweist, besitzt diese Triebräder von 1,7 m Durchmesser. Vergleichende Versuche haben ergeben, dafs die Heißdampflokomotive mit einer um 12,5% sparsamern Ausnutzung des Heizstoffes bei einer Mehrleistung von 10% gegenüber der Nafsdampflokomotive arbeitet. Letztere vermag 375 t Last auf einer Steigung von 13‰ mit 40 km/St. Geschwindigkeit zu befördern, während erstere 355 t auf einer Steigung von 5‰ mit 70 km/St. fahren kann. Einzelheiten der Bauart sind bereits im Mai 1904 in der Quelle beschrieben.

Mehr Beachtung verdient die neue Bauart einer vierzylindrigen, 3/5 gekuppelten Schnellzug-Heißdampflokomotive, die von der Société anonyme »La Meuse« in Sclessin, Lüttich, erbaut ist (Abb. 1 und 2, Taf. XV). Ihre Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser = 435 mm, Hub = 610 mm, Betriebsspannung = 14 at, Triebraddurchmesser 1,98 m, Laufraddurchmesser = 900 mm, Heizfläche 155,75 qm, Rostfläche 3,01 qm, Leergewicht = 76 t, Zugkraft 16850 kg.

Eine gleichgebaute, aber ohne Heißdampf arbeitende Lokomotive befindet sich zur Zeit im Betriebe. Ihr Zylinderdurchmesser ist nur 420 mm.

Der Kessel der Heißdampflokomotive ist aus drei 18 mm starken Schüssen aus Fluß Eisenblech zusammengesetzt, deren kleinster Durchmesser 1650 mm beträgt. Der Länge nach ist

der Kessel durch vier Ankereisen abgesteift. Er besitzt 205 Rohre, 25 eiserne von 127 mm Durchmesser und 180 aus Messing mit 50 mm Durchmesser. Jedes der größeren Rohre enthält 2 U-förmige Rohre für den auf 300 bis 350° C. zu überhitzenden Dampf. Wie Abb. 1 und 2, Taf. XV zeigen, münden diese Überhitzerrohre in eine oben in die Rauchkammer eingebaute Dampfkammer. Je nach Bedarf kann der Überhitzer ausgeschaltet werden. Da der Kessel sehr hoch, 2,80 m über S.O. liegt, hat man die Höhe des Domes um 598 mm verringern müssen. Um das Überreißen von Wasser zu vermeiden, ist in den Dom in bekannter Weise ein Querblech und ein Rohrkrümmer eingebaut, in den das Dampfsammelrohr des Langkessels mündet. Die Lokomotive ist mit Heusinger-Steuerung mit Kolbenschiebern ausgerüstet, die mit Inneneinströmung arbeiten und Metaldichtungen haben. Die Schieber erhalten die durch die Innenausströmung bedingte Bewegung in richtiger Weise dadurch, dafs die inneren Kolbenschieber I, I (Abb. 14 und 15, Taf. XIV) durch die auf der wagerechten Welle C sitzenden Zwischenhebel A und B angetrieben werden, und diese Bewegung durch die wagerecht angeordneten Hebel II auf die außen liegenden Schieber EE übertragen. Bei dem durch Versetzen der Kurbeln um 180° erzielten Massenausgleich ist der Gang der Maschine ein ruhiger. Das Anfahren geht leicht. Die Schmierung geschieht durch zwei Ölpumpen. Der dreiachsige Tender kann 20 cbm Wasser und 6 t Kohlen aufnehmen. Die Quelle bringt ein Schaubild der Streckenverhältnisse und der dabei erzielten Fahrgeschwindigkeiten nebst angewendeten Überhitzungen bei den angestellten Versuchsfahrten.

Die Société anonyme J. Cockerill in Seraing hat eine 2/5 gekuppelte Verbund-Schnellzuglokomotive der Atlantic-Bauart ausgestellt, die mit einer neuen Dampf-Umsteuerung der Bauart Flamme-Rongy ausgerüstet ist. Die Umsteuerung erfolgt durch entsprechende Einstellung des Dreiwegehahnes V durch den Dampfzylinder W (Abb. 10 bis 13, Taf. XIV). Dieser Hahn wird durch die an E befestigte Zugstange D verstellt, sobald der Handhebel A umgelegt wird. Hierdurch wird nämlich der Zapfen E seitlich verschoben, da der Drehpunkt B des Hebels A zunächst als festliegend zu betrachten ist. V sendet nun, je nach der Drehrichtung frischen Dampf auf die Vorder- oder Rückseite des Kolbens W, der mit Hilfe von T den auf der Steuerungsteilung K gleitenden Steuerhebel C verschiebt. Hierdurch ändert sich die Lage des vorher festen Drehpunktes B des Handhebels t, wodurch zugleich auch E wieder in seine vorherige Lage gegenüber der Drehachse von C einrückt. Ist dieses erreicht, so sperrt V den Dampfeintritt in W ab, und die Umsteuerung ist vollendet.

Die Handgriffe J und  $J_1$  (Abb. 3, Taf. XV) setzen nach Bedarf die Hebel C und C' in oder außer Eingriff mit der Steuerspindel.

Soll ganz umgesteuert, also die Bewegungsrichtung der Lokomotive umgekehrt werden, so wird die Spindel durch J und  $J_1$  ausgekuppelt und die Dampfsteuerung durch den Hebel A allein bewirkt, wie oben beschrieben. Soll nur die Füllung verändert werden, so wird das durch Drehen des Handrades bei gekuppelter Spindel erreicht, wobei der in W wirkende Dampfdruck den Führer unterstützt, die Einstellung also nur erleichtert.

Um für Hochdruck- und Niederdruckzylinder getrennte Füllungen erzielen zu können, ist die ganze Anordnung V, W, A, C, doppelt ausgeführt, und die beiden Hebel A' und A'' sind durch die mittels Handhebels verstellbaren Gelenkstangen P und Q verbunden. Abb. 12, Taf. XIV zeigt eine Einstellung, bei der der Niederdruckzylinder größere Füllung erhält als der Hochdruckzylinder. Um bestimmte Füllungsgrade erzielen zu können, ist die Steuerung mit Gradteilung versehen, die ebenso wie das Steuerungshandrad Ausklinkungen besitzt, in die Schnepfer greifen.

Von demselben Werke ist auch eine vierzylindrige,  $3/5$  gekuppelte Verbund-Heißdampflokomotive, Gattung 19b, ausgestellt (Abb. 8 und 9, Taf. XIV). Ihre Abmessungen sind im Wesentlichen folgende: Triebraddurchmesser 1,80 m, Laufraddurchmesser 0,90 m, Heizrohrzahl 249 und zwar 30 von 107 mm Durchmesser und 219 von 50 mm Durchmesser, Heizrohrlänge 4,00 m, Heizfläche in den Rohren 157,62 qm, in der Feuerbüchse 18,35 qm, Heizfläche 175,97 qm, Überhitzerheizfläche 41,50 qm, Rostfläche 3,01 qm, Leergewicht 74 t, Zugkraft 11,700 kg, Kesseldruck 15,5 at.

Die innen liegenden Hochdruckzylinder sind gegen die äußeren Niederdruckzylinder in der Längsachse des Kessels etwas versetzt und treiben die erste Triebachse an, während jene auf die zweite wirken.

Diese Lokomotive ist mit einem Überhitzer (Abb. 9 bis 11, Taf. XV) ausgerüstet, der es für Versuchszwecke ermöglicht, den Dampf entweder hintereinander einmal vor Eintritt in die Hochdruckzylinder und dann nochmals vor dem Übertritt in die Niederdruckzylinder zu überhitzen, oder nur allein vor Eintritt in die letzteren. Dadurch ist die Anordnung etwas unübersichtlich und die Rauchkammer durch die vielen Rohre verbaut, ein Übelstand, der aber für die Versuchszwecke der Lokomotive nicht weiter ins Gewicht fällt. Bei der vorerwähnten zweimaligen Überhitzung des Dampfes strömt der aus dem Regler A kommende Dampf durch das Ventil B, die Kammer C, das linke Überhitzerrohrbündel in die Kammer D, von wo er durch das Ventil B' und durch die Rohre E in die Hochdruckzylinder tritt. Nach Dehnung in diesen strömt der verbrauchte Dampf durch den Auspuff F wieder durch B' und von hier durch G in die unter dem Dome liegende Kammer H. Von H gelangt er durch das rechte Rohrbündel nach J, von wo er aufs Neue überhitzt durch K in die Niederdruckzylinder tritt.

Soll der Dampf nur vor Eintritt in die letzteren überhitzt werden, so strömt er vom Regler durch B, das Rohr L, das Ventil B' gleich in die Hochdruckzylinder, von denen er

durch B' in die Kammer D gelangt. Von dieser strömt er durch das linke Rohrbündel, die Kammer C, Ventil B, Kammer H durch das rechte Überhitzerbündel, Kammer J nach den Niederdruckzylindern.

Das Verhältnis der kleinen zu den großen Zylindern beträgt 1 : 2,9, um unnütze Zusammendrückung in den letzteren zu vermeiden.

Das Anfahren geschieht mit 0,9 Füllung und wird durch ein in der Rauchkammer sitzendes, selbsttätig wirkendes Ventil erleichtert, das frischen Dampf von 6 at in die großen Zylinder sendet, sowie die Dampfspannung in diesen die Grenze von 6 at unterschreitet.

Die Steuerung ist die von Heusinger. Die Kolbenschieber arbeiten mit Inneneinströmung, deshalb sind die Gegenkurbeln um  $180^\circ$  versetzt aufgekeilt. Ähnlich der Steuerungsbauart der vorher erwähnten Lokomotive wird auch hier das Voreilen der einzelnen Schieber von den äußeren Kreuzköpfen mittels Übertragungshebel II (Abb. 15, Taf. XIV) bewirkt.

Außer diesen beiden letztgenannten Lokomotiven hat das Werk J. Cockerill noch eine der Bauart Nr. 10 ausgestellt.

Diese unterscheidet sich von Nr. 19b nur durch den um 18 cm größeren Triebraddurchmesser von 1,98 m, sowie dadurch, daß der Dampf nur vor Eintritt in die Niederdruckzylinder überhitzt wird, und daß alle vier Zylinder neben einander die erste Triebachse antreiben.

Der größere Triebraddurchmesser ist mit Rücksicht auf die Beförderung schwerer Schnellzüge auf ebenen Strecken und solchen mit mittlerer Neigung gewählt.

Entsprechend der Überhitzungsweise ist die Bauart des Überhitzers wesentlich einfacher, die nach dem Vorhergehenden ohne weiteres aus Abb. 6 bis 8, Taf. XV verständlich ist. Mit einigen kleinen Abänderungen ist auch die Steuerung dieser Lokomotive dieselbe, wie bei Nr. 19b.

Umfassendere Vergleiche der Bauarten werden unternommen werden, wenn der ebenfalls in Lüttich ausgestellte Dynamometerwagen für Versuchsfahrten verfügbar sein wird.

R—1.

#### Frahms Lokomotiv-Geschwindigkeitsmesser. \*)

Mit Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XII.

Die Wirkungsweise des Frahmschen Geschwindigkeitsmessers ist früher\*\*) beschrieben; es sei daher hier nur erwähnt, daß die geringere oder größere Geschwindigkeit der Lokomotive in dem an der Stirnseite einer Lokomotivlaufachse befestigten Wechselstromerzeuger, dem Geber, Wechselstrom niedriger oder höherer Schwingungszahl, etwa 3000 bis 6000 in der Minute erzeugt. Dieser Wechselstrom wird nach dem Geschwindigkeitsanzeiger, dem Empfänger, geleitet, welcher aus einem Kamm von 55 Federn besteht, die innerhalb dieser Erregungszahl stufenweise abgestimmt sind.

Dieser Kamm ist auf zwei Blattfedern befestigt und trägt einen Weichisenflachstab, der den Anker eines mit Spulen

\*) D. R.-P. No. 134712, Schweiz. Patent Nr. 26504.

\*\*) Organ 1905, S. 135.

versehenen Hufeisenmagneten bildet. Diese Spulen werden von dem Wechselstrom durchflossen, und dadurch wird das magnetische Feld abwechselnd verschwächt und verstärkt. Infolgedessen gerät der Anker und mit ihm der ganze Kamm und die auf ihm befestigten Federn in regelmäßige, der Erregungszahl entsprechende Schwingung, die aber so gering ist, daß sie mit unbewaffnetem Auge nicht beobachtet wird, mit Ausnahme derjenigen Federn, deren Eigenschwingungszahl genau oder sehr nahe mit der Erregungszahl des Wechselstromes zusammenfällt; diese Federn geraten in sehr starke Schwingungen und zeigen dadurch die Erregungszahl des Wechselstromes und damit die Geschwindigkeit der Lokomotive an; auf einer Teilung liest man dann unmittelbar die Geschwindigkeit in km/St. ab.

Diese Teilung, welche sich zu beiden Seiten der Federn befindet, zeigt links halb so große Werte wie rechts, sie geht beispielsweise auf der linken Seite von 30 bis 60 und auf der rechten Seite von 60 bis 120 km. Wenn also zum Beispiel die unterste Feder schwingt, so kann dies sowohl 30 als auch 60 km Geschwindigkeit bedeuten. Nun ist aber einerseits der Ausschlag der Feder bei der halben Geschwindigkeit geringer, als bei der vollen und andererseits weiß der Führer zu unterscheiden, ob er mit 30 oder 60, 45 oder 90, 60 oder 120 km fährt; man kann also über die wirkliche Geschwindigkeit nicht im Zweifel sein.

Durch eine Schraube, welche gegen ein federndes Blatt des Kammes drückt, kann der Ausschlag der Federn geregelt werden.

Bauart und Größenverhältnisse des Gebers und Empfängers, wie solche in den Abb. 1 bis 7, Taf. XII dargestellt sind, bleiben im allgemeinen für alle Lokomotivarten dieselben, eine Änderung erfahren nur die inneren Teile dieser Vorrichtungen entsprechend den in Frage kommenden Geschwindigkeitsgrenzen und Laufraddurchmessern.

Der Geber wird an der linken oder rechten Stirnseite einer Lokomotivlaufachse vorn oder hinten befestigt; wenn zugänglich, wähle man der Einfachheit halber das dem Führerstande nächste, also meist das rechte hintere Laufachsende.

Das Gebergehäuse wird gegen Drehung durch einen Anschlag gesichert und festgehalten (Abb. 1 und 2, Taf. XII), die Geberachse in dauerhafter Weise mit dem Laufachsende verbunden, sie besitzt zu diesem Zwecke am Anschlusse einen Flansch von 140 mm Durchmesser und 14 mm Dicke, das Ganze aus einem Stücke geschmiedet. Dieser Flansch trägt an der Anschlusseite einen ringförmigen Bund, Abb. 1, Taf. XII, der in die Lokomotivachse eingelassen wird und den Körner dieser Achse unversehrt läßt.

Die Befestigung der Geberachse auf der Lokomotivachse erfolgt durch drei Mutterbolzen, welche in einem Lochkreisdurchmesser von 100 mm in die Lokomotivachse eingeschraubt werden.

Der größern Sicherheit halber besitzen diese Bolzen (Abb. 1, Taf. XII) kegelförmige Bunde ohne jede scharfe Eindrehung. Die ringförmige Eindrehung und die Bohrung der Bolzenlöcher in der Lokomotivachse müssen unter Benutzung einer Lebre vorgenommen werden.

Auf der Geberachse ist das mit Dochtschmierung versehene

Gebergehäuse gelagert und gegen das Herauslaufen mit einer rechtsgängigen Scheibenmutter und einer linksgängigen Gegenmutter leicht verstellbar und doch unbedingt sicher geschützt.

Ferner befindet sich auf dieser Geberachse ein warmaufgezogener innerer Flanschring, der mit einer Anzahl von Nocken versehen ist. Diese Nockenscheibe bildet den umlaufenden Anker eines ruhenden bleibenden Magneten; die Anzahl der Nocken ist vom Laufraddurchmesser und den geforderten Geschwindigkeitsgrenzen abhängig.

Um die Nockenzahl und die Schwingungszahlen der Empfängerfedern berechnen zu können, ist die Angabe des Laufkreisdurchmessers des betreffenden Rades in neuem und in abgedrehtem Zustande, und der obere Geschwindigkeitsgrenze in km/St. erforderlich.

Das Metallgehäuse des Gebers ist mit einer auswechselbaren Rotguß-Laufbüchse und einem Deckel versehen; in das Gehäuse unverrückbar eingelassen und festgeschraubt sind drei Stück übereinanderliegende Ringmagnete (Abb. 1, Taf. XII), von welchen sich der unterste mit den Flachseiten seiner Enden an zwei die Polschuhe bildende und mit Spulen versehene Bolzen anschmiegt, deren andere Enden durch das Gebergehäuse hindurchgehen und sich den Nocken bis auf einen kurzen Abstand nähern. Während der Bewegung der Lokomotive nimmt die Geberachse und mit dieser die Nockenscheibe an der Umdrehung der Lokomotivachse teil, während das Magnetgehäuse festgehalten wird; die Nocken streichen dann an den Polschuhen vorbei und erzeugen durch abwechselndes Öffnen und Schließen des magnetischen Kreises in deren Spulen einen Wechselstrom, der von den Spulen nach den Klemmschrauben im untern Teile des Gehäuses und von da durch ein Kabel weitergeleitet wird. Die Festhaltung des Gebergehäuses erfolgt durch ein Stahlrohr, welches einerseits mit dem Gebergehäuse fest verbunden, andererseits in einer den vielen Bewegungen von Rad und Lokomotivrahmen gegeneinander Rechnung tragenden Weise am Rahmen geführt wird. Durch dieses Stahlrohr wird zugleich das aus dem Geber kommende Kabel in einer Schleife bis zu den in der Nähe des Rohrendes am Lokomotivrahmen angebrachten Klemmen geleitet, von denen ein anderes Kabel zum Empfänger weiterführt. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß das Gebergehäuse beim Auswechseln der Laufachse nicht geöffnet zu werden braucht.

Das Geberstellrohr muß an seinem oberen Ende so geführt sein, daß es nach allen Richtungen, auch in der senkrechten, frei spielen kann und trotzdem die Umdrehung des Gebergehäuses zuverlässig verhindert.

Wo sich das Geberrohr durch ein Laufblech der Lokomotive durchführen läßt, ohne in das Innere des Führerstandes zu kommen, genügt schon ein einfacher Schlitz in der Richtung der Laufachse, durch welche die Stange mit einem Spielraume von je 60 mm nach beiden Seiten hindurchgesteckt wird.

In vielen Fällen wird es möglich sein, auf dem Radkasten ein geschlitztes Flacheisen anzubringen, durch dessen Schlitz das Stahlrohr in derselben Weise hindurchgesteckt wird. (Abb. 3, Taf. XII.)

Wo indes ein einfacher Führungsschlitz nicht anwendbar ist, muß man etwa zu der in Abb. 4, Taf. XII dargestellten

Vorrichtung greifen. Sie besteht aus einem unter dem Führerstande anzubringenden Gufsböckchen mit wagerechtem, zylindrischen Schlitz, in welchem eine durchbohrte Kugel frei spielen kann, aber durch Querbolzen am Herausgleiten gehindert wird. In der Bohrung dieser Kugel kann sich das Rohr nach allen Richtungen hin frei bewegen. Die Grenzen der seitlichen Bewegung der Kugel sind mit je 60 mm nach beiden Seiten, die der Höhenverschiebung des Rohres mit je 50 mm auf- und abwärts angenommen. Das vom Geber kommende Kabel endet bei den in der Nähe der Geberfeststellung angebrachten Klemmen.

Die Vorrichtung, welche die Geschwindigkeit der Lokomotive anzeigt, der Empfänger (Abb. 5 bis 7, Taf. XII), wird an einer dem Führer bequem sichtbaren Stelle befestigt. Um zu verhüten, daß die Federn durch die Erschütterungen der Lokomotive in Schwingungen versetzt werden, ist das Gehäuse mittels Federbändern in einem aus U-Eisen gebildeten Rahmen aufgehängt, der außen 375 auf 175 mm mißt und am besten mit Hakenschrauben auf der rechten Seite des Führerstandes, etwa 1,50 m über Bodenhöhe, angeschraubt wird.

Außen am Gehäuse des Empfängers wird ein Kabel durch ein Klemmstück festgehalten, seine beiden Drähte werden mit den Klemmen außen verbunden, das andere Ende des Kabels wird zu den in der Nähe der Geberfeststellung anzubringenden Klemmen geleitet und erhält hier seine Fortsetzung in dem zum Geber führenden Kabel.

Die Regelsschraube wird durch einen Steckschlüssel bedient, welcher nach der auf einer Versuchsfahrt vorzunehmenden Einstellung in Verwahrung des Werkstättenvorstandes bleibt.

Das Zifferblatt ist mit Schrauben auf vier Säulen befestigt und kann gegen ein anderes ausgewechselt werden, das dem durch Abdrehung geänderten Durchmesser des Laufrades entspricht.

Bei Lokomotiven mit zwei Führerständen können zwei Empfänger von einem Geber aus betrieben werden, ebenso kann außer dem Empfänger im Führerstande auch noch ein zweiter im Dienstraume des Zugführers angebracht von dem einen Geber betrieben werden, falls die Überwachung der Geschwindigkeit durch den Zugführer wünschenswert erscheinen sollte. —k.

#### Der Schenectady Lokomotiv-Überhitzer\*)

(Railroad Gazette 1904, September, S. 292. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Taf. XVII.

Die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft hat an einer 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotive der New-York-Zentral-Bahn einen bemerkenswerten, von ihrem Ingenieur F. J. Cole entworfenen Überhitzer ausgeführt, welcher abweichend von verwandten Bauarten keine gebogenen Rohre hat und Auswechslung schadhafter Heizrohre gestattet, ohne jemals in größerm Umfange auseinandergenommen werden zu müssen.

An Stelle des gewöhnlichen Kreuzrohres der Hauptdampfleitung ist ein fast die ganze Breite der Rauchkammer einnehmender Sammelkasten angeordnet, dessen wagerecht geteilter Raum sich in elf gegen die Vorderseite geschraubten, senkrecht geteilten Dampfkammern fortsetzt (Abb. 4 und 5, Taf. XVII). Vom vordern und hintern Raume jeder Dampf-

kammer erstrecken sich je fünf über einander und paarweise in einander liegende Rohre in besonders weiten Heizrohren in den Langkessel, in welchem sie etwa 300 mm vor der hintern Rohrwand endigen. Die inneren Überhitzerrohre von 27 mm äußerem Durchmesser sind an beiden Enden offen, die äußeren 44,5 mm weiten Rohre hinten geschlossen. Der Nafsdampf strömt aus dem obern Raume des Sammelkastens durch die vorderen Räume der Dampfkammern nach den inneren Überhitzerrohren und gelangt dann durch die äußeren Überhitzerrohre, in welchen er hauptsächlich überhitzt wird, und die hinteren Räume der Dampfkammern nach dem untern Teile des Sammelkastens, welchen er durch die beiden seitlichen, mit den Schieberkasten verbundenen Rohrstützen verläßt.

Der äußere Durchmesser der für den Überhitzer verwendeten Heizrohre beträgt 76 mm. Die Überhitzerrohre sind in deren oberem Teile untergebracht, so daß für den Durchgang der Heizgase ein möglichst breiter Raum verbleibt, wodurch dem Verstopfen vorgebeugt und die Reinigung erleichtert werden soll (Abb. 5, Taf. XVII). Hinten werden die äußeren Rohre durch angeschweißte, sattelförmige Stücke gehalten, während die inneren ohne besondere Stützung in den äußeren frei aufliegen. Am vordern Ende sind erstere in den Dampfkammern eingewalzt, letztere eingeschraubt. Das Einschrauben geschieht von vorn durch besondere Einsatzöffnungen, welche durch Pfropfen geschlossen werden. Um ein Erglühen der Rohre auszuschließen, ist der in der Rauchkammer liegende Teil von Blechwänden umschlossen, deren unterer, als Klappe ausgebildete, selbsttätig gestellt wird. Solange der Regler geöffnet ist, wird die Klappe von einem in Abb. 5, Taf. XVII unten rechts sichtbaren kleinen Dampfzylinder offen gehalten, beim Abstellen des Dampfes aber durch eine hinter dem Zylinder befindliche Feder geschlossen, so daß die Heizgase die vom Überhitzer benutzten Heizrohre nicht durchströmen, wenn nicht die Zylinder Dampf erhalten.

Der durch den Einbau größerer Heizrohre bedingte Verlust an Heizfläche gegenüber den gleichen 2/5 gekuppelten Nafsdampflokomotiven wird durch die Überhitzung mehr als ausgeglichen. Der Unterschied in den Heizflächen beträgt nach der folgenden Zusammenstellung:

	Heizfläche, äußere, qm		
	Feuerbüchse	Heizrohre	Ganze Heizfläche
2/5 gekuppelte Nafsdampf-Lokomotive . . . . .	16,3	301,7	318
2/5 gekuppelte Heißdampf-Lokomotive . . . . .	16,3	263,6	279,9
Unterschied % . . . . .	0,0	12,6	11,9

Die wirksame Heizfläche des Überhitzers ist 28 qm groß, beträgt also 10,6 % der auf die Heizrohre entfallenden Heizfläche und 10 % der ganzen Heizfläche. Bei einem Kesseldrucke von 14 at wurde in der Hauptdampfleitung eine mittlere Dampfwärme von 269° C. erzielt, mithin eine Überhitzung von 72° C.

\*) Neuere Bauart siehe Organ 1905, S. 23.

## Elektrische Lokomotive für die Metropolitan-Eisenbahn in London.

(Engineer 22. Sept. 1905, Seite 295. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 10 auf Tafel XVII.

Die erste der zehn 152,4 t schweren elektrischen Lokomotiven, welche die britische Westinghouse-Gesellschaft für die Metropolitan-Eisenbahn in Auftrag hat, ist vor einiger Zeit im Betriebe geprüft worden. Sie machte mit einem Güterzuge von 283,5 t und mit Personenzügen verschiedene erfolgreiche Probefahrten.

Die bestellten 10 Lokomotiven sollen die Züge der Großen West-Eisenbahn auf der Ringbahnstrecke zwischen Edgware Road und Aldgate bedienen, um den Personenverkehr, der von Pinner, Rickmansworth und Verney-Junction kommenden Hauptbahn auf die Strecke zwischen Harrow und Bakerstreet zu leiten und Güterzüge über die Ringbahn und die St. Johns-Wood-Linie zu führen.

Mit Rücksicht auf die Länge dieser Züge und die Enge der Endbahnhöfe mußte die Länge der Lokomotiven möglichst heruntergedrückt werden. Dies ist durch Einbau von Triebmaschinen mit zwangsläufiger Lüftung erreicht, deren Abmessungen auf das geringste Maß beschränkt sind.

Die Lokomotive hat vier Triebmaschinen von je 200 P.S. Bei der mittels eines Luftgebläses erzielten Lüftung sollen die Triebmaschinen aber imstande sein, 250 P.S. abzugeben. Eine

selbsttätige Westinghouse-Preßluftbremse und eine Saugebremse sind in der Weise angebracht, daß beide ohne Änderung der Verbindungsleitungen gebraucht werden können.

Die Lokomotiven sollen imstande sein, einen Personenzug von 172,7 t mit einer größten Geschwindigkeit von 58 km/St. zwischen Bakerstreet und Harrow, sowie einen Güterzug von 254 t mit 43,4 km/St. über die Ringbahn zu befördern.

Die Triebmaschinen dieser Lokomotiven sind die gebräuchlichen Bahntriebmaschinen mit Reihenschaltung und gewöhnlicher Wicklung. Die Preßluft zum Kühlen wird mit 0,018 at Spannung zugeführt, die Mündung des Zuführungsrohres ist so ausgebildet, daß die eintretende Luft den Anker und die Feldmagnete vollständig bestreichen kann. Der Antrieb des Gebläses ist mit einem Widerstande versehen, welcher derart mit den Feldmagneten der Triebmaschinen geschaltet werden kann, daß die Luftspannung beim Wachsen der Geschwindigkeit um 25 % von 0,018 at auf 0,027 at zunimmt. Diese Schaltweise wird angewendet, wenn die Triebmaschinen stark belastet werden.

Die vier Triebmaschinen arbeiten paarweise. Jedes Paar hat einen besondern elektrisch gesteuerten Preßluft-Anlasser von Westinghouse, der durch einen Hauptschalter bewegt wird und nicht selbsttätig ist. Die Schalter sind dem bei den elektrischen Straßenbahnen gebräuchlichen Stufenschaltern nachgebildet. H—t.

## Technische Litteratur.

**Brockhaus' kleines Konversationslexikon.** 5. vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen und Karten. Zwei Bände in 66 Heften zu je 0,3 M. Brockhaus in Leipzig 1905. Hefte 1 bis 4.

Mit bewundernswerter Knappheit und Schärfe wird hier eine erschöpfende Übersicht über die natürlichen und geistigen Verhältnisse des Menschen und seiner Umgebung geboten, die in der vorliegenden Gestalt nur möglich ist auf der Grundlage, die das große Konversationslexikon bietet. Recht schlagend tritt hier die Erfahrung auf, daß die kürzeste Fassung auch die schwierigste und mühevollste ist, hier ist sie so gelungen, daß das handliche Werk trotz seiner Beschränktheit vollen Aufschluß über alles Wissenswerte in den hauptsächlichsten Grundlagen bietet.

Die Ausstattung mit Abbildungen, Zeichnungen und Karten geht weit und ist eine vortreffliche.

Um ein Bild der Reichhaltigkeit der vier Hefchen zu geben, führen wir als ganz besonders hervorragende Bearbeitungen an: die deutschen Kolonien mit ausgezeichneten Karten, die Bakterien mit bildlicher Darstellung der schlimmsten Feinde der Menschheit, die Abschufszeiten des Wildes mit ausführlicher Übersicht, die Darstellung von Asien in allen wichtigen Beziehungen in Sonderkarten, die Elektrizität auf Grund neuester Forschung unter Darstellung der wichtigsten Versuche, Genrekunst mit gut gewählten Darstellungen der neuern Malerei und Bildhauerkunst, Edelsteine nach Vorkommen, Gewinnung und Bearbeitung. An Farbentafeln in prächtiger Ausführung sind besonders zu nennen die über Kirchengenstände, Bakterien und die australische Tierwelt.

Je nach Fortschritt der Herausgabe werden wir weiter über das Werk berichten, können aber auf Grund der Kenntnisaufnahme der vier ersten Hefte schon jetzt der Überzeugung Ausdruck geben, daß es sich hier um ein kurz gefasstes Nachschlagebuch allerersten Ranges handelt, das nicht viele gleichwertige Mitbewerber haben wird, und das wir unseren Lesern angelegentlich empfehlen.

**Des Ingenieurs Taschenbuch.** Herausgegeben vom akademischen Vereine »Hütte«. XIX. neu bearbeitete Auflage. In zwei

Abteilungen. Berlin 1905, W. Ernst und Sohn. Preis in Leinen 16 Mk., in Leder 18 Mk.

Schon nach drei Jahren folgt eine neue Auflage des beliebtesten und verbreitetsten unter den deutschen technischen »Taschenbüchern«, das nun freilich kein Taschenbuch mehr ist, sondern ein Nachschlagebuch für das ganze Gebiet der Ingenieurwissenschaften in zwei Bänden, das kaum auf eine technische Frage die Antwort schuldig bleibt.

Die Bearbeitung der Hilfswissenschaften hat im Laufe der Jahre einen solchen Grad der Vollständigkeit und Vollendung erreicht, daß hier keine, oder doch geringe Änderungen nötig erschienen, immerhin sind die darauf bezüglichen Abschnitte eingehend geprüft und mit den neuesten Errungenschaften der Technik ausgestattet, nur der Abschnitt »Mechanik starrer Körper« ist umgearbeitet, und dabei die Bewegungslehre auf Grund von Polbestimmungen von vornherein übersichtlich eingeführt.

Weitgehende Veränderungen haben dagegen die technischen Abschnitte erfahren, insbesondere da, wo neue Bestimmungen und Erlasse zu berücksichtigen waren, wie namentlich im Brückenbau und im Eisenbahnbau wegen der neuen Bau- und Betriebsordnung.

Mit Recht ist das Taschenbuch in weitesten Kreisen beliebt und im Gebrauche, denn wenn es auch als Nachschlagebuch nur Ergebnisse und nicht die wissenschaftliche Entwicklung bringt, so beruhen doch alle Angaben auf den besten wissenschaftlichen Erfahrungen und können, abgesehen von der unmittelbaren Verwendung zur Bearbeitung praktischer Aufgaben, auch als Anhalt zu selbständiger Entwicklung der Theorien dienen, aus denen sie hervorgehen. So ist das Buch nicht allein ein Nachschlagebuch, sondern auch ein Leitfaden für vertiefte selbständige Arbeit.

Wir sind überzeugt, daß die alten Freunde des Werkes neue Befriedigung in der neuen Auflage finden, und daß durch deren Güte zahlreiche junge Freunde gewonnen werden.

Den Herausgebern, den Mitarbeitern und dem Verlage sind wir für ihre unermüdliche Arbeit, mit der sie das Beste stets von neuem zusammentragen, zu lebhaftem Danke verpflichtet, wir empfehlen das mustergültige Werk jedem Techniker und insbesondere unserm Leserkreise auf das Wärmste.