

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXII. Band.

5. Heft. 1885.

Compound-Locomotiven.

Von Maschinen-Inspector von Borries in Hannover.

(Hierzu Fig. 1—7 auf Taf. XXI—XXIII.)

Nachdem man schon seit längerer Zeit nach einem passenden deutschen Ausdrucke für die englische Bezeichnung »Compound-Maschine« gesucht hatte, ist vor Kurzem auf Anregung des Herrn Geheimen Regierungsrathes Professors Reuleaux vom deutschen Patentamte hierfür das Wort »Verbund-Maschine« angenommen worden. Die allgemeine Anwendung dieser Bezeichnung für den Gebrauch innerhalb Deutschlands empfiehlt sich umso mehr, als dieselbe das Wesen der Maschine noch besser als der englische Ausdruck kennzeichnet und für die Locomotivbeamten u. s. w. verständlich ist, während der Sinn des Wortes »compound« denselben unverständlich bleibt und zu verwirrenden Verdrehungen Anlass giebt.

Im technisch-wissenschaftlichen Verkehr dürfte dagegen die Bezeichnung »compound« der allgemeinen Verständlichkeit wegen, einstweilen noch beizubehalten sein.

Seit meinem im Jahrgang 1883, S. 146 und 190 dieser Zeitschrift enthaltenen Berichte hat die Anwendung der Compound-Wirkung bei Locomotiven erhebliche Fortschritte gemacht.

Die daselbst beschriebenen Compound-Güterzug-Locomotiven der Königlichen Eisenbahn-Direction zu Hannover sind inzwischen zu einer Reihe von Versuchen verwendet worden, deren Ergebnisse in den am Schlusse beigefügten Tabellen enthalten und im Wesentlichen folgende sind:

Bei einem Vergleich der Compound-Locomotive 1122 mit der Güterzug-Locomotive 856 (Construction der ehemaligen Hannoverschen Staatsbahn mit 9 Atmosphären Ueberdruck) ergab sich im Güterzugdienst zu Göttingen der Verbrauch für geförderte 100 Achskilometer

für Maschine 856 . . .	16,9 Kilogr.
« « 1122 . . .	13,9 «

Ersparniss zu Gunsten der Letzteren 17%. Ein weiterer zwei-monatlicher Vergleich der Compound-Locomotive 1121 mit 2 Güterzuglocomotiven 1078 und 1080 der ehemaligen Main-Weserbahn, welche ebenfalls mit 12 Atmosphären Ueberdruck arbeiten, ergab bei Fahrten auf der Bergstrecke Göttingen-

Cassel mit langen Steigungen von 1:64, 1:80 und 1:100 einen Verbrauch

für Maschine 1078 . . .	25,6 Kilogr.
« « 1080 . . .	26,3 «
« « 1121 . . .	20,8 «

Durchschnittliche Ersparniss zu Gunsten der Letzteren 20%.

Im Vergleich mit den gleichzeitig gelieferten 10 Stück Normal-Güterzug-Locomotiven haben die beiden Compound-Locomotiven 1121 und 1122 während eines Zeitraumes von $\frac{3}{4}$ Jahren für gleiche Leistungen 21% erspart; diese Ziffer wurde ohne besondere Versuche aus dem Verhältniss des wirklichen zu dem, nach den bestehenden Sätzen und Leistungen berechneten, zulässigen Kohlenverbrauch ermittelt.

Nach Beendigung dieser Versuche wurden die beiden Locomotiven leihweise an die Königlichen Eisenbahn-Directionen zu Frankfurt a. M. und Elberfeld abgegeben, in deren Bezirken dieselben im Vergleiche mit Normal-Güterzug-Locomotiven Kohlenersparnisse von 14,3 bzw. 16% erzielten.

Auch die früher mitgetheilten sonstigen Ergebnisse wurden durch diese Versuche bestätigt; während die Königliche Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a. M. das kräftige Anziehen der Compound-Locomotive besonders hervorhebt, erklärt diejenige zu Elberfeld das zu langsame, also schwache, Anziehen für einen Mangel; zu letzterem Umstande bleibt zu bemerken, dass die betreffende Maschine schon 2 Jahre im Dienste und reparaturbedürftig war. Endlich ist eine der Compound-Locomotiven mit einer neu gelieferten Normal-Güterzug-Maschine, welche ebenfalls mit 12 Atmosphären arbeitet, in besonderer Diensttour in Vergleich gestellt worden, wobei die Erstere in den ersten 2 Monaten eine Kohlenersparniss von 16% erzielt hat. Die Abnutzung der Compound-Locomotiven ist, wie durch besondere Untersuchung bei den Reparaturen festgestellt wurde, in keiner Beziehung von der gewöhnlichen abweichend; dasselbe gilt von den Unterhaltungskosten.

Die sehr verschiedenartigen vergleichenden Versuche, welche auf 5 verschiedenen Maschinenstationen stattfanden, haben hier-

nach sehr übereinstimmende Ergebnisse geliefert, deren wesentlichsten folgende sind:

1. Vollständige Betriebstüchtigkeit der Locomotiven.
2. Eine Brennmaterial-Ersparnis für gleiche Leistung von 15—20 %.
3. Vermehrte Leistungsfähigkeit.
4. Keine Vermehrung der Unterhaltungskosten.

Infolge dieser günstigen Ergebnisse sind von der Königlichen Eisenbahn-Direction zu Hannover im Jahre 1883 10 Stück Compound-Locomotiven für Omnibuszüge von 20 Tonnen Gewicht und im Jahre 1884 4 Stück Compound-Schnellzuglocomotiven beschafft worden.

Die allgemeine Anordnung der Letzteren, welche durch die Hannover'sche Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vormals Georg Egestorff in Linden erbaut wurden, ist aus den Figuren 1—7 auf Tafeln XXI—XXIII, welche dieselben in verschiedenen Ansichten und Schnitten darstellen, ersichtlich. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Durchmesser der Dampfzylinder	{ rechts . . . 420 mm
	{ links . . . 600 mm
Querschnittsverhältniss der Kolben	. . . . . 1 : 2,04
Kolbenhub	. . . . . 580 mm
Triebraddurchmesser	. . . . . 1860 mm
Laufraddurchmesser	. . . . . 1130 mm
Gesamt-Radstand	. . . . . 5200 mm
Ganze Länge ohne Buffer	. . . . . 7800 mm
Heizfläche (feuerberührte)	. . . . . 98 qm
Rostfläche	. . . . . 1,75 qm
Dampfüberdruck	. . . . . 12 Atm.
Belastung der Laufachse	. . . . . 12 Tonn.
« « Kuppelachse	. . . . . 13 «
« « Triebachse	. . . . . 13 «
Gesamtwicht (betriebsfähig)	. . . . . 38 «
davon auf den Triebrädern	. . . . . 26 «

Die einzelnen Theile sind möglichst in Uebereinstimmung mit den »Normalien für die Betriebsmittel der Preussischen Staatsbahnen« ausgeführt; doch wurde für die Achsschenkel eine grössere Länge gewählt, um die Abnutzung der Lager zu verringern.

Der Kessel enthält 171 Siederohre von 50 mm äusserem Durchmesser und genau derselben Länge, wie bei der bisherigen Normal-Personenzug-Locomotive. Die runde Decke des Feuerkastens ist nach hinten kegelförmig etwas verjüngt, um den nöthigen Spielraum für die Triebradreifen zu erhalten.

Der Dampf gelangt aus dem Dampfdom in den rechtsseitigen (kleinen) Dampfzylinder, aus diesem in den zwischen den Rahmen liegenden Zwischenbehälter, dann in den linksseitigen (grossen) Cylinder und endlich durch das Blasrohr in den Schornstein.

Zum Anfahren ist an dem kleinen Cylinder das schon früher erwähnte selbstthätige Reductionsventil, Patent Henschel, angebracht, welches beim Oeffnen des Regulators Dampf

von $\frac{1}{3}$ der Eintrittsspannung in den Zwischenbehälter gelangen lässt, sodass beide Kolben mit gleicher Kraft anziehen.

Um bei gewissen ungünstigen Kurbelstellungen den kleinen Kolben vom Gegendruck zu entlasten, ist das ebenfalls früher genannte Rückschlag-Ventil angebracht.

Die Locomotiven wurden im October 1884 in Dienst gestellt und befördern seither vorzugsweise Express- und Schnellzüge auf verschiedenen Strecken und abwechselnd mit anderen Locomotiven verschiedener Bauart. Infolge ihrer Gesamtanordnung, deren Vorzüge u. A. im Jahrgang 1883, S. 6, 7 des Centralblattes der Bauverwaltung von Herrn Eisenbahn-Director Wöhler in Strassburg eingehend besprochen sind, besitzen diese Locomotiven bei grosser Fahrgeschwindigkeit einen sehr sicheren Gang, welcher von Schlingerbewegungen und Nachschwingungen infolge von Bahnunebenheiten durchaus frei ist. Diese Sicherheit des Ganges ist eine Folge der Lage der Dampfzylinder hinter der Laufachse, durch welche das vor dieser überhängende Gewicht sehr verringert, also die Führung der Maschine im Gleise sehr erleichtert und die Neigung zum Schlingern beseitigt wird. Es darf daher angenommen werden, dass Locomotiven dieser Anordnung auf die Lage der Gleise in erheblich geringerem Maasse, als solche mit vorderen Dampfzylindern einwirken.

Die Leistungsfähigkeit der Locomotiven ist infolge der besseren Ausnutzung der Dampfkraft mittelst der Compound-Wirkung und der guten Dampferzeugung eine recht bedeutende, dieselbe erreicht z. B. diejenige anderer Schnellzugs-Locomotiven von 124 qm Heizfläche und 43,5 Tonnen Gewicht und übertrifft die Leistungen der Normal-Personenzug-Locomotiven vor Schnellzügen erheblich.

Da der Dampf aus dem Blasrohre ohne scharfe Schläge austritt, werden Funken und Flugasche in sehr geringer Menge erzeugt, sodass bei Verwendung westfälischer Kohle ein Funkenfänger überhaupt nicht erforderlich ist.

Die Ersparnisse im Kohlenverbrauche auf gleiche Leistungen an Achskilometern bezogen, haben bisher betragen:

- 1) Im Vergleiche mit älteren Schnellzugs-Locomotiven der ehemaligen Hannover'schen Staatsbahn von ganz ähnlichen Abmessungen und 10 Atmosphären Kesselüberdruck 16 %.
- 2) Im Vergleich mit Schnellzugs-Locomotiven der ehemaligen Köln-Mindener Eisenbahn von 124 qm Heizfläche, 1,55 qm Rostfläche, 420 mm Cylinderdurchmesser, 510 mm Hub, 1680 mm Raddurchmesser, 10 Atmosphären Ueberdruck und 43,5 Tonnen Gewicht 14,5 %.

Ein Vorzug der Compound-Locomotive liegt in diesem Falle in dem erheblich geringeren Gewichte bei mindestens gleicher Leistungsfähigkeit.

Im Uebrigen verhalten sich diese Locomotiven ganz ähnlich wie die Compound-Güterzugmaschinen.

Die beschriebenen Locomotiven entsprechen daher den Anforderungen, welche die Beförderung der schweren Schnellzüge auf den Hauptbahnen an die Leistungsfähigkeit der Maschinen stellt, bestens.

Bei Beurtheilung der vergleichenden Versuche zwischen Compound- und anderen Locomotiven ist von verschiedenen Seiten bemerkt worden, dass zur Erzielung richtiger Ergebnisse neben sonst gleicher Construction auch der gleiche Dampfdruck bei beiden Maschinen vorhanden sein müsse; das ist keineswegs zutreffend.

Die Grenze für den bei gewöhnlichen Locomotiven zweckmässig anzuwendenden Dampfdruck ist einerseits dadurch gegeben, dass die Expansion des Dampfes nicht über ein bestimmtes Maass gesteigert werden kann, damit der Anfangsdruck auf die Dampfkolben und die dadurch beeinflusste Zapfenreibung der Maschine im Verhältniss zum mittleren Druck, also zur Nutzleistung nicht zu ungünstig werde. Andererseits wird dieselbe durch die Rücksicht auf den Fortgang der Dampferzeugung bedingt, welcher keine zu ungleiche Feueranfuchung, d. h. keinen zu heftigen Dampfschlag, also keine zu grosse Endspannung in den Cylindern verträgt.

Durch diese Begrenzung des Expansionsgrades und der Endspannung ist auch die Eintrittsspannung des Dampfes begrenzt und es hat keinen Zweck, die Kesselspannung wesentlich höher als die grösste dauernd erforderliche Eintrittsspannung festzusetzen. Die Beschaffenheit des Brennmaterials und die durch die Fahrgeschwindigkeit hervorgerufenen Massenwirkungen kommen hier mit in Frage, doch darf im Allgemeinen wohl angenommen werden, dass ein höherer Dampfüberdruck als 10 Atmosphären keinen nennenswerthen Vortheil mehr bringt. Die Locomotivführer wissen diese Verhältnisse meistens wohl zu würdigen und helfen sich dadurch, dass sie mit mässiger Expansion und wenig geöffnetem Regulator fahren.

Bei der Compound-Maschine ist der Anfangsdruck auf die Kolben im Verhältniss zum mittleren Druck um etwa 25—30% geringer als bei der Expansion in getrennten Cylindern; es kann also der Expansionsgrad und die Eintrittsspannung im kleinen Cylinder im Vergleich zu anderen Locomotiven im Verhältniss 7,5:10—7:10, also um 30—40% gesteigert werden, bis die Zapfenreibung und die Endspannung dieselben wie bei anderen Maschinen werden. Ebenso verhält es sich mit der Belastung und Abnutzung der Dampfschieber in beiden Fällen.

Wenn also eine gewöhnliche Locomotive zweckmässig mit 10 Atmosphären arbeitet, so wird die damit in Vergleich zu stellende Compound-Maschine mindestens 12 Atmosphären erhalten müssen. Die Forderung gleichen Dampfdruckes in beiden Fällen entspricht der Arbeitsweise beider Locomotivgattungen hiernach nicht, ist im Wesen der Sache nicht begründet und kann daher auch keine richtigen Ergebnisse liefern.

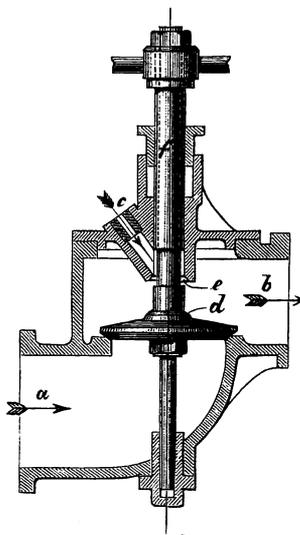
Neue Vorrichtung zum Anfahren. Um beim Anziehen schwerer Züge eine möglichst grosse Zugkraft auszuüben, ist es wünschenswerth, für kurze Zeit den vollen Dampfdruck auf den kleinen Dampfkolben und einen nach dem Verhältniss seines Querschnittes verringerten Dampfdruck auf den grossen Kolben zur Wirkung bringen zu können. Zu diesem Zwecke wird zwischen dem grossen Cylinder und dem Verbindungsrohr (Receiver) ein Abschluss-Ventil angebracht, welches

beim Anfahren den Zutritt des dem grossen Cylinder durch eine enge Oeffnung zugeführten directen Dampfes von verringerter Spannung in das Verbindungsrohr hindert und somit keinen Gegendruck auf den kleinen Kolben gelangen lässt.

Beide Kolben ziehen daher mit vollem Dampfdruck wie bei jeder anderen Locomotive an.

Nach Beginn der Bewegung tritt der Dampf aus dem kleinen Cylinder in das Verbindungsrohr so lange über, bis der Druck daselbst demjenigen im Schieberkasten des grossen Cylinders gleich geworden ist, worauf sich das Abschlussventil öffnet und die Verbindung zwischen beiden Cylindern herstellt; zugleich wird durch die Bewegung des Ventils der Zufluss directen Dampfes zum grossen Cylinder abgesperrt, sodass die Locomotive als Compound-Maschine weiter arbeitet.

Fig. 49.



Das Ventil ist in nebenstehender Fig. 49 dargestellt. Der Eingang a ist mit dem Verbindungsrohr, der Ausgang b mit dem Schieberkasten des grossen Cylinders, die enge Oeffnung bei c mit dem Regulator verbunden.

Beim Anfahren mit geschlossenem Ventil gelangt durch die Bohrung c Dampf von verminderter Spannung in den grossen Cylinder (b), nicht aber in das Verbindungsrohr (a), sodass der kleine Kolben keinen Gegendruck erhält. Erst wenn nach dem Anfahren der Druck bei a demjenigen bei b gleich geworden ist, öffnet sich das Ventil und schliesst gleichzeitig, indem sich der kleine Ventilkegel d auf seinen Sitz e legt, den Zufluss directen Dampfes ab; in dieser Stellung wird das Ventil durch den auf den Querschnitt der Stange f nach aussen wirkenden Dampfdruck festgehalten. Das Schliessen des Ventils vor dem Anfahren muss der Locomotivführer mittelst eines geeigneten Hebels bewirken.

Durch die Anbringung dieses Ventils wird die Compound-Wirkung für das Anfahren beseitigt, die Maschine mithin derjenigen von Mallet ähnlicher.

Die Handhabung desselben geschieht mittelst eines auf dem Führerstande neben dem Steuerungsbocke angebrachten Hebels und geeigneter Stangenverbindung durch den Locomotivführer. Das Ventil ist in verschiedenen Staaten patentirt.

Die nachstehende Tabelle I enthält die Ergebnisse der sämtlichen über die Kohlenersparniss der Compound-Locomotiven des hier beschriebenen Systems im Vergleich mit anderen Locomotiven angestellten Versuche; die Tabelle II zeigt die Hauptconstructionsverhältnisse aller zu diesen Versuchen verwendeten Locomotiven.

Tabelle I.

Vergleichende Versuche über die Kohlenersparnisse der Compound-Locomotiven.

Lfd. No.	1. Gattung der Locomotiven.	2. Bahnstrecke.	3. Stärkste Steigungen.	4. Zeitdauer des Versuches.	5. Jahreszeit.	6. Kohlenverbrauch für 100 Achskilometer.	7. Ersparniss der Compound-Locom.	8. Bemerkungen.
1.	2 Compound-Güterzug- Locomotiven I 2 Normal-Güterzug- Locomotiven II	Hannover- Minden.	1:300	3 Monate	Winter 1882/83	12,66 kg 14,14 "	10,5 0/0	Fahrten in besonderen Zügen von Hainholz aus; dieselben begannen bald nach Ablieferung der Locomotiven. Das Personal war anfangs noch wenig mit den Compound-Maschinen vertraut.
2.	1 Compound-Güterzug- Locomotive I 1 Güterzug-Locomo- tive III	Göttingen- Cassel. Göttingen- Hannover.	1:64 1:80 1:300	2 Monate	Sommer 1883	13,9 kg 16,9 "	17 0/0	Fahrten im Güterzugdienste, von Göttingen aus.
3.	1 Compound-Güterzug- Locomotive I 2 Güterzug-Locomo- tiven III	Göttingen- Cassel.	1:64 1:80	2 Monate	Herbst 1883	20,8 kg 26,0 "	20 0/0	Desgleichen in besonderen Zügen. Nur auf der Bergstrecke.
4.	2 Compound-Güterzug- Locomotiven I 10 Normal-Güterzug- Locomotiven II	Auf allen unter 1—3 genannten Strecken.	—	9 Monate	1. Juli 1883 bis 1. April 1884	— —	21 0/0	Diese Ersparniss wurde aus dem durchschnittlichen Verhältniss des wirklichen zu dem nach den Leistungen und Verbrauchssätzen berechneten zulässigen Kohlenverbrauches ermittelt.
5.	1 Compound-Güterzug- Locomotive I 4 Normal-Güterzug- Locomotiven II	Frankfurt a. M.- Bebra.	1:100— 1:200	2 Monate	Sommer 1884	16,34 kg 19,07 "	14,3 0/0	Fahrten im Güterzugdienste von Frankfurt a. M. aus; im Bezirk der Königlichen Eisenbahn-Direction daselbst.
6.	1 Compound-Güterzug- Locomotive I. 1 Normal-Güterzug- Locomotive II a	Gebirgs- Strecken.	—	2 Monate	desgl.	17,1 kg 20,3 "	16 0/0	Fahrten in besonderen Zügen im Bezirke der Königl. Eisenbahn-Direction zu Elberfeld.
7.	1 Compound-Güterzug- Locomotive I 1 Normal-Güterzug- Locomotive II a	Minden- Hamm.	1:200	2 Monate	Herbst 1884	13,1 kg 15,6 "	16 0/0	Fahrten in besonderen Zügen.
8.	1 Compound-Omnibus- Locomotive V 1 Omnibus-Locomo- tive VI	Ottbergen- Northeim.	1:100	9 Monate	1. October 1883 bis 1. Juli 1884	— —	17 0/0	Fahrten in den Omnibuszügen. Die Ersparniss ist wie bei 4. ermittelt.
9.	1 Compound-Schnell- zug-Locomotive VII. 1 Schnellzug-Locomo- tive VIII	Hannover- Hamburg.	1:300	2 Monate	November bis Januar 1884/85	36 kg 43 "	16 0/0	Fahrten in besonderen Zügen. 1 Personenzug 1 Courierzug.
10.	1 Compound-Schnell- zug-Locomotive VII. 2 Schnellzug-Locomo- tiven IX	Minden- Dortmund. Minden- Hannover.	1:200 1:300	2 Monate	desgl.	41,0 kg 48,0 "	14,5 0/0	Desgl. 3 Personenzüge, 2 Expresszüge, 1 Courierzug.

Tabelle II.

Constructions-Verhältnisse der zu den Versuchen verwandten Locomotiven.

No.	Gattung der Locomotiven.	Heizfläche	Rostfläche	Cylinder-Durchmesser	Kolbenhub	Triebrad-Durchmesser	Dampf-Ueberdruck	Gewicht betriebsfähig
		qm	qm	mm	mm	mm	Atm.	Tonnen
I.	Comp.-Güterzug-Locom., 3 gek. Achsen	121,6	1,53	460/650	630	1330	12	39,1
II.	Normal-Güterzug-Loc., dto.	124,5	1,53	450	630	1330	10	38,5
IIa.	Desgl.	124,5	1,53	450	630	1330	12	38,7
III.	Güterzug-Locomotive, dto.	117	1,7	432	610	1372	9	37,0
IV.	Desgl.	125	2,0	483	610	1298	12	43,0
V.	Compound-Omnibus-Locomotive, ungek.	23	0,54	200/300	400	1130	12	18,0
VI.	Omnibus-Locomotive, ungek.	23	0,54	200	400	1130	12	18,1
VII.	Comp.-Schnellzug-Locom., 2 gek. Achsen	98	1,75	420/600	580	1860	12	38,0
VIII.	Schnellzug-Locomotive, 2 gek. Achsen	96,5	1,80	420	560	1860	10	35,0
IX.	Desgl.	124	1,55	420	510	1980	10	43,5

Hannover, im März 1885.

Die Ersparnissprämie auf den Braunschweigischen Eisenbahnen.

Von Oberbaurath Dr. Hermann Scheffler.

Ueber die Prämiirung des Resultates einer Dienstleistung, sei es, dass dieses Resultat in der Production eines gewissen Maximalquantums von nützlicher Arbeit oder von Werthobjecten irgend einer Art oder in dem Verbrache eines gewissen Minimalquantums von Material oder von Kosten anderer Art besteht, lässt sich viel Empfehlendes und viel Verwerfendes sagen. Je nachdem ein Beurtheiler seinen Standpunkt möglichst weit in der einen oder in der entgegengesetzten Richtung vorschiebt, je nachdem er den dienstthuenden Personen gewisse Eigenschaften in höherem oder in niederem Grade zuschreibt, je nachdem er die Realisirung gewisser Voraussetzungen für leicht oder für schwer hält, je nachdem er glaubt, mehr dem Idealen, als der Wirklichkeit Rechnung tragen zu müssen, wird er für oder wider das Prämiirungssystem sich erklären. Ich will im Nachfolgenden durchaus nicht theoretisiren, Niemandes Ansicht über den moralischen Werth des Systems beeinflussen, sondern mich auf die Vorführung einiger Thatsachen beschränken, welche ein Jeder als practische Mitbestimmungsgründe bei der Feststellung seiner Ansicht über das Prämiirungswesen benutzen mag, wie es ihm gut dünkt.

Seit länger als 30 Jahren haben alle Eisenbahnverwaltungen des europäischen Continents und wahrscheinlich der gesammten Welt, Prämien für gewisse Ersparnisse an Betriebsmaterialien eingeführt. Die älteste und allgemeinste Prämie dieser Art ist die Kohlenprämie für die Ersparniss am Brennmaterial der Locomotiven. Ihr folgte die Prämie für die Ersparniss an Schmiermaterial zu Locomotiven und Wagen. Dieser hat sich die Prämie für die Ersparniss an Putzmaterial zu Locomotiven und Wagen angereicht. Sodann ist bei verschiedenen Verwaltungen eine Prämie für die Ersparniss an Beleuchtungsmaterial auf den Bahnhöfen einge-

führt. Manche Verwaltungen, darunter die hiesige, gewähren Prämien für die Auffindung von Achs- und Reifenbrüchen, sowie von Schienenbrüchen. Ausser diesen bestehen hier und da Prämien für andere Ersparungen und Leistungen.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen allein zählt über 100 selbstständige Staats- und Privatverwaltungen. Da bei fast allen (wenn nicht absolut bei allen) seit nahezu einem Menschenalter Ersparnissprämien bestehen, so darf man annehmen, dass das Prämiirungssystem im Eisenbahnwesen allgemein für eine nützliche Einrichtung gehalten wird.

Diese Ansicht ist übrigens keine willkürlich geschaffene und durch Tradition fortgepflanzte Hypothese. Ein jeder bei der Administration der Eisenbahnen Betheilte, welcher die Einführung eines Prämiensystems in seinem Geschäftskreise erlebt hat, wird die günstige Wirkung derselben erfahren haben. Im hiesigen Verwaltungsbereiche hatte namentlich die Kohlen- und die Schmierprämie eine überraschende Verminderung des Materialverbrauches ohne sonstige Nachtheile zur Folge, da der Eintritt solcher Nachtheile, welche möglicherweise einer zu weitgehenden Ersparniss zugeschrieben werden konnten, mit entsprechenden Strafen resp. Verlust der Prämien bedroht waren.

Unter solchen Umständen und auf Grund solcher Erfahrungen konnte eine Erweiterung des Prämiirungswesens auf alle diejenigen Zweige des Eisenbahndienstes, bei welchen die zur Verwendung kommenden Materialien oder Arbeiten mehr oder weniger von dem sachverständigen Ermessen, der Sorgfalt, der Umsicht, dem Eifer gewisser Personen abhängen, nicht als eine bedenkliche Neuerung, sondern nur als eine logische Entwicklung eines practisch bewährten Systems erscheinen. Wenn gleichwohl die Ausdehnung desselben auf die Unterhaltung der Bahn und Betriebsmittel und auf die sonstigen Betriebsleistun-

gen keinen allgemeinen Anklang fand, so lag dies vornehmlich an der Furcht vor der Schwierigkeit, gewisse mit dieser Prämierung verbundenen Missstände zu verhüten, an den Bedenken gegen eine richtige Veranschlagung der wirklich nothwendigen Aufwendungen, an der Vorahnung von Erschleichungen, Scheinerfolgen und unzeitigen Ersparnissen, an der Besorgniss einer hieraus entspringenden ungleichmässigen und daher ungerechten Prämienzumessung, an der Scheu vor den Berufungen der von den Prämien ausgeschlossenen Beamtenklassen und an manchen anderen Schreckbildern, welche um so beunruhigender wirken, je mehr man gewohnt ist, in der strikten Innehaltung althergebrachter Formen des Dienstpragmatismus die allein sichere Gewähr für einen guten Erfolg zu erblicken. Dass solche Bedenken ein gewisses Gewicht haben, ist nicht zu leugnen; ebenso gewiss ist aber auch, dass es für Schwierigkeiten auch Erleichterungsmittel giebt und dass sich dieselben an der Hand der Erfahrung allmählich zu Heilmitteln ausbilden lassen.

Gewisse Ereignisse sind übrigens mächtiger als alle Bedenklichkeiten. Solche Ereignisse waren im Braunschweigischen Eisenbahnwesen ums Jahr 1875 eingetreten. Die Bruttoeinnahme, welche bis zum Jahre 1871 bis auf 13130000 M. stetig gestiegen war, hatte sich seit diesem Jahre in Folge des bekannten Rückganges im Verkehre bis zum Jahre 1874 auf 10767000 M. vermindert, während gleichzeitig die Betriebsausgabe in Folge der in dieser Zeit um 21 % vermehrten Bahnlänge und der um 11 % (im Jahre 1873 sogar um 27 %) vermehrten Betriebsleistung sich von 5652000 M. auf 7034000 M. erhöht hatte. Da sich zu der eigentlichen Betriebsausgabe (der Ausgabe für die Unterhaltung, den Transport, das Expeditions- und Verwaltungswesen) noch die Ausgabe für die Erneuerung der Bahn- und Betriebsmittel mit durchschnittlich 1200000 M., für Ergänzungen und Zwecke des Reservefonds mit durchschnittlich 132000 M. und für die an die Herzogliche Staatsregierung zu zahlende Annuität von 2625000 M. gesellte, welche drei Posten eine durchschnittliche Ausgabe von 4000000 M. ausmachten; so überstieg die Ausgabe die Einnahme, und es konnte im Jahre 1874 ebensowenig wie im Jahre vorher eine Dividende gezahlt werden.

Der missliche Zustand konnte durchaus nicht einer verschwenderischen Verwaltung zugeschrieben werden, denn die Ausgaben waren nur in demselben Verhältnisse gewachsen, wie die Bahnlänge und die Transportleistung, derselbe entsprang lediglich aus den ungünstigen Verkehrsverhältnissen, welche nicht allein mit diesen Leistungen keinen Schritt gehalten, sondern sich trotz der vermehrten Bahnlänge und Betriebsleistung in einem ungewöhnlichen Maasse verschlechtert hatten, indem vom Jahre 1871 bis zum Jahre 1874 im Personenverkehre die Personenkilometer von 113137000 auf 66255000, also fast auf die Hälfte und im Güterverkehre die Tonnenkilometer von 190996000 auf 153032000, also fast auf drei Viertel herabgesunken waren. Während die Betriebsausgabe in diesem Zeitraume pro Kilometer der Bahnlänge zwischen 20151 und 21253 M. geschwankt, also (in Folge der im Vorjahre 1873 ausserordentlich gesteigerten Zugfrequenz) sich nicht wesentlich geändert hatte, war die Einnahme pro Bahnkilometer aus dem Personenverkehre von 12382 auf 7740 und aus dem

Güterverkehre von 33746 auf 24332 M., aus beiden Verkehrszweigen von 46128 auf 32072 M. gesunken.

Da die äusseren Umstände keine Besserung dieser Verhältnisse erwarten, ja eine weitere Verminderung der Einnahmehelfürchten liessen, so war die Situation im hohen Grade kritisch geworden, und eben diese Lage veranlasste die Direction der Braunschweigischen Eisenbahn-Gesellschaft im Jahre 1875 mit Zustimmung des Aufsichtsrathes eine Prämierung der Ersparnisse an denjenigen Ausgaben, auf welche die Disposition der ausführenden Beamten und des Aufsichtspersonals einen grossen Einfluss hat, durch ein Reglement, welches ich in der Schrift vom Jahre 1876 über «Betheiligung am Gewinne und Nationalversorgung» näher besprochen habe, einzuführen und mit einigen im Laufe der Zeit vorgenommenen Modificationen bis jetzt zu handhaben.

Das Urtheil darüber, ob und wie weit die auf dieses Prämierungssystem gesetzten Erwartungen in Erfüllung gegangen sind, kann sich nur auf die factischen Betriebsergebnisse stützen. Aber auch diese bedürfen zu diesem Zwecke einer mehrfachen Zergliederung, Umrechnung und Interpretation, um diejenigen Effecte, welche dem Prämienreglement zuzuschreiben sind, von denjenigen zu trennen, welche auf anderen Ursachen beruhen. Insbesondere werden folgende Gesichtspunkte zu beachten sein.

Selbstredend hat es die Direction nicht bei ermahnenden Verfügungen an die ausführenden Beamten bewenden lassen, sondern hat selbstthätig in den Gang der Dinge eingegriffen, um die Ausgaben zu vermindern. Solche Reductionen also, welche ausschliesslich auf der Initiative der Direction beruhen, können nicht als Wirkung der Ersparnisprämie angesehen werden. Beispielsweise gehört hierzu die Kostenverminderung, welche mit der Einschränkung des Fahrplans, mit der vereinfachenden Organisation des Bahn- und Weichenwärterdienstes, mit der Anlegung von Ablaufgleisen zur Ersparung von Rangir-locomotiven, mit der Vereinfachung des Buchungs- und Rechnungswesens und des Büraudienstes und ähnlichen generellen Dispositionen verbunden ist. Solche Ausgaben, welche auf einer ausschliesslichen Thätigkeit der Direction beruhen, sind also für sich aufzuführen. Daneben kommen diejenigen Ausgaben in Betracht, welche auf einer gemeinschaftlichen Thätigkeit der Direction und der ausführenden Beamten beruhen. Wenn z. B., wie fast allgemein üblich, die Lieferungscontracte über Schienen und Schwellen durch die Direction abgeschlossen werden, so hat der ausführende Baubeamte keinen Einfluss auf den Preis dieser Materialien, sondern nur auf die Verwendung derselben; die Kosten für Erneuerung des Oberbaues sind also das Resultat einer gemeinschaftlichen Thätigkeit, welches vom Prämienreglement nur in einem gewissen Grade bedingt wird. Das Nämliche gilt von den Kosten der Zugkraft. Wenn die Direction die Kohlenlieferungscontracte abschliesst, hat weder der Maschinenmeister, noch der Locomotivführer einen Einfluss auf den Preis der Kohlen, während das Verbrauchsquantum ausschliesslich von der Sorgfalt des Locomotivführers abhängt. Andere Kosten sind fast ausschliesslich durch die Thätigkeit und Umsicht des Dienstpersonals bedingt, z. B. die Kosten für Unterhaltung der Bahn und Betriebsmittel, übrigens concurriren dabei immer verschiedene

Beamtenklassen, bei den ersteren bald mehr der Baumeister, bald mehr der Bahnmeister, bei den letzteren bald mehr der Maschinenmeister, bald mehr der Werkführer, bald mehr der Locomotivführer.

Es wird nicht gerade nöthig sein, eine Zergliederung der Ausgaben in die kleinsten Details vorzunehmen, um dem im Eisenbahndienste Bewanderten das Material zur Feststellung seines Urtheils über den Erfolg der gesteigerten Thätigkeit und Umsicht des ausführenden Dienstpersonals zu verschaffen. Demgemäss sind in der anliegenden Uebersicht unter Einschluss der Leistungen und Ausgaben für die seit dem Jahre 1874 hinzugekommenen neuen Bahnen, insbesondere der Langelsheimer und Einbecker Bahn, die Leistungen und Ausgaben der einzelnen Jahre getrennt nach den Betriebs- und Unterhaltungskosten und nach den Erneuerungskosten zusammengestellt und ausserdem sind unter den Betriebs- und Unterhaltungskosten I. die Kosten a) für Kohlen, b) für Wagenmiethe, c) für Unfälle, Pensionen, Steuern und ähnliche von der Bahnverwaltung wenig abhängige Gegenstände, d) für persönliche Leistungen, e) für sachliche Leistungen, ferner unter den Erneuerungskosten II die Kosten a) für neue Betriebsmittel, b) für Schienen, Schwellen und Kleineisenzeug, c) für alle übrigen Erneuerungsstücke, namentlich an Locomotiven und Wagen, für sich aufgeführt. Ausserdem sind für die gesammten Betriebskosten, für die gesammten Erneuerungskosten und für die unter d und e aufgeführten Betriebskosten sowohl die Durchschnittssätze pro Bahnkilometer, als auch pro Nutzkilometer und pro Achskilometer berechnet.

Den Ausgaben ist sodann eine Uebersicht des Personalbestandes in den einzelnen Verwaltungszweigen angehängt.

Es wird ausdrücklich hervorgehoben, dass diese Uebersicht für die Unterhaltung und Erneuerung der Fahrzeuge die Bruttoausgabe ohne Compensation der Einnahme für Wagenmiethe und alte Materialien enthält, wie es dem neuen Buchungsformulare und dem veröffentlichten Abschlusse der Jahresrechnung entspricht, wogegen die Tabelle XXVII der veröffentlichten Betriebsresultate in der Spalte für die Betriebsausgabe die Nettoausgabe nach jener Compensation enthält.

Nach der anliegenden Uebersicht haben sich die Ausgaben für die nach Abrechnung der Kosten für Kohlen, Wagenmiethe, Unfälle, Pensionen, Steuern und ungewöhnliche Ereignisse verbleibenden Betriebs- und Unterhaltungskosten in dem zehnjährigen Zeitraume von 1874 bis 1883 trotz der Verlängerung der Bahn um 25 Kilometer oder 8% nach Spalte f von 5394845 auf 4289570 M. vermindert. Der rascheste Abfall dieser Ausgabe von 5394845 auf 4434285 M. hat begreiflicherweise gleich im Anfange dieser Periode sofort nach Einführung des Ersparnissprämienreglements stattgefunden, im Uebrigen hat die Wirkung dieses Reglements in der ganzen Periode fortgedauert; die geringe Erhebung der Ausgabe ums Jahr 1877 ist lediglich eine Folge der in jenem Jahre gesteigerten Frequenz.

Die Erneuerungskosten für Gleise und Betriebsmittel schwanken nach Maassgabe der abgängig werdenden Theile und der Neuanschaffung von Betriebsmitteln. So sind erst in den letzten Jahren jener Periode neue Betriebsmittel angeschafft,

ausserdem hat im Jahre 1880 die Wiedereinführung der Schnellzüge auf der seit 8 Jahren secundär betriebenen Oscherslebener Bahn grössere Gleisumbauten und Auswechslungen nöthig gemacht, ferner sind zur Erhöhung der Betriebssicherheit verstärkte Aufwendungen gemacht, endlich hat sich im Laufe der erwähnten Periode die Gleislänge, auf welche nach den beim Neubau abgeschlossenen Lieferungscontracten Garantieschienen unentgeltlich geliefert wurden, successiv vermindert. Demzufolge konnte zwar der plötzliche Abfall der Ausgabe für Erneuerungen vom Jahre 1874 auf das Jahr 1875 von 1319985 auf 673666 M., welcher dem Ersparnissprämienreglement zugeschrieben ist, nicht von Bestand sein; die Ausgabe hat sich aber doch fortwährend auf einem Niveau gehalten, welches gegen die Erneuerungskosten einer gleichen Gleislänge in allen dem Jahre 1874 vorhergehenden Jahren als ein sehr niedriges zu bezeichnen ist.

Manche Theile der Betriebskosten f wachsen ihrer Natur nach mehr proportional mit der Bahnlänge, manche mehr proportional mit der beschafften Zahl von Nutzkilometern, manche mehr proportional mit der beförderten Zahl von Achskilometern, manche dagegen, namentlich gewisse Generalkosten, sind von der Bahnlänge und Frequenz, so lange diese sich nicht erheblich ändern, ziemlich unabhängig. Mag man nun die Reduction der Ausgabe f auf die Einheit der Bahnkilometer, oder der Nutzkilometer, oder der Achskilometer vornehmen, in allen Fällen ergiebt sich das Resultat, dass der Einheitssatz sich seit 1874 von Jahr zu Jahr stetig vermindert hat, indem die Betriebskosten pro Bahnkilometer von 15683 auf 11625 M., pro Nutzkilometer von 1,88 auf 1,60 M. und pro Achskilometer von 0,048 auf 0,043 M. herabgegangen sind. Wenn in den beiden Jahren 1880 und 1881 eine vorübergehende geringe Erhöhung dieser Einheitssätze eingetreten ist, so darf gleichwohl hieraus nicht auf eine Erhöhung der wirklich erforderlich gewordenen und durch die Umstände gerechtfertigten Kosten, also auf eine Abschwächung der Wirkung des Ersparnissprämienreglements geschlossen werden. Diese geringe Erhebung des Satzes pro Einheit der Betriebsleistung ist eine natürliche und unvermeidliche Folge der seit 1879 eingetretenen Verminderung der Leistung von 2634000 auf 2376060 Nutzkilometer und von 10800000 auf 9100000 Achskilometer, eine Verminderung, welche circa 15% ausmacht, sowie eine Folge der Ausbreitung dieser geringeren Frequenz auf ein durch die Einbecker Bahn vergrössertes Bahnnetz.

Von grosser Wichtigkeit ist noch, dass der Erneuerungsfonds, welcher bei der Constituirung der Eisenbahngesellschaft im Jahre 1869 mit 600000 M. aus dem damaligen Werkstättenvermögen begründet und durch starke regelmässige Dotationen aus der Betriebskasse von durchschnittlich jährlich 1200000 M. im Jahre 1872 auf einen Bestand von 2232000 M. gebracht war, seit jener Zeit im Rückgange begriffen und schon im Jahre 1874 auf 1767000 M. herabgesunken war, sofort vom folgenden Jahre 1875 in die Periode des Wachstums eingetreten und seit jener Zeit trotz der seit 1875 auf 900000 M. herabgesetzten jährlichen Dotation in fortwährendem Wachsen geblieben ist, sodass derselbe im Jahre 1880 einen Bestand von 3500000 M. aufwies.

U e b e r -

der Betriebs- und Erneuerungskosten, sowie des Personalbestandes der Braunschweigischen Eisenbahn incl. der Goslar'schen
(ohne Compensation der Einnahmen für Wagenmiethe,

Jahr	Bahn- länge km	Beschaffte		I. B e t r i e b s k o s t e n							II. Erneuerungs-	
		Nutz- kilometer	Achs- kilometer	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	a.	b.
				für Kohlen M.	für Wagen- miethe und Locomo- tivmiethe M.	für Unfälle, Pensionen, Steuern etc. und un- vorherge- sehene Er- eignisse, wie Schnee- räumen etc. M.	persön- liche und generelle Kosten M.	sachliche Kosten M.	zusammen (d + e) M.	Gesamt- betrag (a + b + c + f) M.	für neue Betriebs- mittel M.	für Schienen, Schwellen und Befesti- gungs- mittel M.
1874	344	2866793	113166503	1491808	647867	123508	3501160	1893685	5394845	7658028	12408	809091
1875	344	2524376	102475728	979012	624346	166211	3111796	1322489	4434285	6203854	—	396413
1876	344	2504274	105866775	805004	620132	125052	2906132	1371495	4277627	5827815	—	536075
1877	346,6	2654469	109550206	744699	698424	134829	3086923	1320959	4407882	5985834	—	723866
1878	353	2697964	107834684	672578	670803	177396	3063777	1291796	4355573	5876350	5000	665467
1879	354,5	2634128	108673731	614283	679649	211779	2936978	1238681	4175659	5681370	—	650377
1880	358	2554803	103068010	556987	596418	166310	2930550	1399912	4330462	5650177	—	912013
1881	358	2376659	91548096	544738	500463	182590	2928036	1308412	4236448	5464239	152606	840170
1882	358	2439533	89392707	504533	250652	192410	2951636	1253471	4105107	5152702	—	816688
1883	369	2673831	99608334	584120	158726	175394	3027666	1261904	4289570	5207810	—	754604

Jahr	Bahn- länge km	Beschaffte		P e r s o n a l -									
		Nutz- kilometer	Achs- kilometer	Central- verwal- tung	Stations- personal	Fahr- personal (Ober- schaffner, Pack- meister und Schaffner)	Bauver- waltung	Werk- stätten- Magazin- und Material- verwal- tung	Locomo- tivführer und Assisten- ten	Heizer	Weichen- wärter	Bahn-, Block- und Gleis- wärter	Gesamt- zahl des Beamten- und Wärter- personals
1874	344	2866793	113166503	149	267	176	62	58	150	130	336	607	1935
1875	344	2524376	102475728	144	258	166	57	51	142	111	293	541	1763
1876	344	2504274	105866775	135	262	157	54	51	139	110	296	541	1745
1877	346,6	2654469	109550206	139	263	143	56	53	135	114	292	541	1736
1878	353	2697964	107834684	138	258	130	55	53	133	119	272	495	1653
1879	354,5	2634128	108673731	129	250	124	58	53	132	98	246	496	1586
1880	358	2554803	103068010	127	251	114	59	51	131	87	234	492	1546
1881	358	2376659	91548096	127	259	104	57	51	130	80	234	503 (1)	1545
1882	358	2439533	89392707	121	252	115	56	48	125	83	238	507	1545
1883	369	2673831	99608334	125	254	110	61	52	121	87	237	513	1560

s i c h t

Bahn seit vom Jahre 1874 bis 1883 nach den dem neuen Buchungsformulare entsprechenden, auf die Bruttoausgabe alte Materialien etc.) basirten Jahresabschlüssen.

kosten		III.		Summa der Gesamt- Ausgabe I. + II. + III.	Betriebs-Kosten Ie			Betriebs-Kosten If			Betriebs-Kosten Ig		
c. alle übrigen Erneue- rungs- kosten M.	d. Gesamt- betrag (a + b + c) M.	Kosten erheblicher Ergänzungen und Erweite- rungen (Reserve- fonds) M.	pro		pro			pro			pro		
					Bahn- kilometer M.	Nutz- kilometer M.	Achs- kilometer M.	Bahn- kilometer M.	Nutz- kilometer M.	Achs- kilometer M.	Bahn- kilometer M.	Nutz- kilometer M.	Achs- kilometer M.
498483	1319982	751515	9729515	5505	0,66	0,017	15683	1,88	0,048	22262	2,67	0,068	
277253	673666	536151	7413671	3844	0,52	0,013	12890	1,76	0,043	18034	2,46	0,061	
215958	752033	252768	6832616	3987	0,55	0,013	12435	1,71	0,040	16941	2,33	0,055	
267885	991751	158573	7136158	3811	0,50	0,012	12717	1,66	0,040	17270	2,26	0,055	
293058	963525	334758	7174633	3659	0,48	0,012	12339	1,61	0,040	16647	2,18	0,054	
305953	956330	114013	6751713	3494	0,47	0,011	11779	1,59	0,038	16026	2,16	0,052	
346083	1258096	127125	7035398	3910	0,55	0,014	12096	1,70	0,042	15783	2,21	0,055	
244948	1237724	195766	6897729	3655	0,55	0,014	11834	1,78	0,046	15263	2,30	0,060	
299376	1116064	82740	6351506	3501	0,51	0,014	11467	1,68	0,046	14393	2,11	0,058	
273443	1028047	140392	6376249	3420	0,47	0,013	11625	1,60	0,043	14113	1,95	0,052	

b e s t a n d.

Bahn- hofs- arbeiter und Bremsen	Bahn- arbeiter excl. Hand- werker	Werk- stätten- Arbeiter	Gesamt- zahl des Arbeiter- Personals	Summe für das ziemlich constante Central- und Stations- personal 5, 6, 9	Summe		Summe		Bemerkungen.
					für das mehr von der Frequenz abhängige Fahr-, Bahnhofs- und Werk- stätten- personal 7, 10, 11, 12, 15, 17	auf 1 Million Nutz- kilometer	für das mehr von der Bahn- länge ab- hängige Bahn- personal 8, 13, 16	auf 100 Kilo- meter	
15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	
1435	929	732	3096	474	2959	1032	1598	462	1) Die Vermehrung der Wärter entspringt aus der Einrichtung des Nachtdienstes auf der Helmstedter Bahn. 2) Die Vermehrung der Bahnarbeiter pro 1880 und 1881 beruht auf den verstärkten Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten, welche wegen der Wiedereinführung von Schnellzügen auf der seit 8 Jahren secundär betriebenen Oscherslebener Bahn, ferner wegen der ungünstigen Witterungsverhältnisse dieser Jahre und endlich zur Erhöhung der Betriebssicherheit aufgewendet sind.
1134	552	553	2239	453	2399	950	1150	334	
1074	550	502	2126	448	2278	909	1145	333	
1090	561	536	2187	455	2310	870	1158	334	
1103	635	528	2266	449	2285	847	1185	336	
1010	672	536	2218	432	2146	815	1226	346	
1038	788 (2)	518	2344	429	2122	831	1339	374	
1069	744 (2)	537	2350	437	2154	906	1304	364	
1041	619	523	2183	421	2125	871	1182	330	
1119	624	516	2259	431	2190	819	1198	325	

Vergleichende Zusammenstellung

der Betriebsergebnisse der Directionsbezirke Braunschweig, Elberfeld, Hannover und Magdeburg in den Jahren 1881, 1882, 1883.

		Braunschw. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk			Braunschw. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk				
			Elberfeld	Hannover	Magdeburg		Elberfeld	Hannover	Magdeburg		
Durchschnittliche Betriebslänge km	1881	357,78	1419,07	1882,39	1420,17	Einnahme aus dem Personen- u. Gepäckverkehre pro Zugkilometer . Mk.	1881	2,35	2,09	2,66	2,55
	1882	357,78	1464,42	1890,74	1483,76		1882	2,24	2,08	2,58	2,49
	1883	365,67	1209,79	1932,04	1498,25		1883	2,22	2,03	2,53	2,49
Gesamte Gleislänge km	1881	778,43	3102,16	3924,16	2916,23	Specifiche Güterfrequenz (d. i. die Anzahl der auf jedes km durchschnittlicher Jahresbetriebslänge kommenden Tonnenkilometer) . . Tonnenkilom.	1881	437562	811798	597665	424373
	1882	779,52	3119,79	4066,99	2991,61		1882	426300	856092	697770	433773
	1883	797,57	2466,90	4100,09	3029,79		1883	422669	1435603	1034672	518813
Bestand der Locomotiven pro km Betriebslänge . Stk.	1881	0,42	0,54	0,46	0,36	Einnahme aus dem Güter-Verkehre pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	19277	35458	24838	22703
	1882	0,42	0,54	0,46	0,38		1882	18710	36323	28159	23210
	1883	0,38	0,57	0,49	0,39		1883	18805	39181	29317	24418
Zahl der Sitzplätze in den Personenwagen pro km Betriebslänge	1881	34,23	22,26	32,50	37,24	Desgl. pro Zugkilom. Mk.	1881	6,08	6,68	6,45	7,05
	1882	33,93	22,80	32,92	36,64		1882	5,76	6,70	6,45	6,78
	1883	31,70	27,14	34,94	38,61		1883	5,29	7,23	6,42	6,77
Tragfähigkeit der Gepäckwagen pro km Betriebslänge Tonne	1881	1,44	1,87	1,23	0,98	Desgl. pro Tonne und Kilometer Pf.	1881	4,41	4,37	4,16	5,35
	1882	1,40	2,04	1,25	1,94		1882	4,39	4,24	4,04	5,37
	1883	1,31	2,09	1,32	1,99		1883	4,45	2,73	2,83	4,71
Tragfähigkeit der Güterwagen pro km Betriebslänge Tonne	1881	52,81	140,26	62,12	75,18	Gesamt-Einnahme pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	29089	49201	36975	37341
	1882	52,64	148,19	61,01	75,93		1882	28377	47980	40426	37122
	1883	49,01	178,00	63,27	76,79		1883	23568	51294	41963	38956
Geleistete Nutzkilometer auf eigener Bahn	1881	2376659	14584518	15428919	11259657	Desgl. pro Nutzkilom. Mk.	1881	4,38	4,78	4,51	4,71
	1882	2439533	14969239	17205005	12407103		1882	4,16	4,69	4,44	4,44
	1883	2673831	12692391	18380117	13070203		1883	3,91	4,89	4,41	4,47
Geleistete Locomotivkilom. auf eigener Bahn (Nutz-, Leerfahrt-, Rangir- und Reservendienst-Kilometer .	1881	3094692	20213722	19845511	13987772	Ausgaben.					
	1882	3177650	21142013	22273617	15572244	Gesamt-Betriebs-Ausgabe incl der Rücklagen zum Reserve- und Erneuerungsfonds (bei Staatsbahnen incl. der Erneuerungsausgaben).					
	1883	3435357	18086399	23833838	16463158	Gesamt-Betriebs-Ausgabe pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	19040	28251	21736	20161
Die spezifische Personenfrequenz (d. i. die Anzahl der auf jedes km durchschnittlicher Jahres-Betriebslänge kommenden Personenkilom.) beträgt Personenkilometer . . .	1881	187771	252277	271725	314552		1882	18261	27376	22400	20476
	1882	192603	245977	284033	314597		1883	17981	28302	24206	21601
	1883	198065	245362	291900	334339	Desgl. pro Nutzkilom. Mk.	1881	2,87	2,75	2,65	2,54
Einnahmen.							1882	2,68	2,45	2,47	2,45
Einnahme pro Person und Kilometer Pf.	1881	3,66	3,40	3,60	3,49		1883	2,46	2,70	2,54	2,48
	1882	3,54	3,40	3,51	3,54	Allgemeine Verwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1521	2931	1542	1873
	1883	3,54	3,49	3,53	3,36		1882	1587	2890	1563	1974
Einnahme aus dem Personen- u. Gepäckverkehre pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	7047	8785	10135	11298		1883	1530	3533	1619	2037
	1882	7003	8561	10332	11460	Desgl. pro Nutzkilom. Pf.	1881	22,90	28,51	18,82	23,63
	1883	7183	8687	10689	11885		1882	23,28	28,27	17,17	23,60
							1883	20,92	33,67	17,02	23,35

		Braunsch. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk					Braunsch. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk		
			Elberfeld	Hannover	Magde- burg				Elberfeld	Hannover	Magde- burg
Bahnverwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1881	6088	6395	7512	6609						
	1882	6129	6713	8037	6333						
	1883	5937	7464	8474	6415						
Bahnverwaltung pro Nutzkilometer . . . Pf.	1881	91,64	67,09	91,65	83,36						
	1882	89,88	65,67	88,32	75,73						
	1883	81,20	71,14	89,07	73,53						
Transport-Verwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1881	11431	18425	12682	11679						
	1882	10545	15422	12800	12170						
	1883	10514	17305	14113	13149						
Transport-Verwaltung pro Nutzkilometer . . Mk.	1881	1,72	1,79	1,55	1,47						
	1882	1,55	1,51	1,41	1,46						
	1883	1,44	1,65	1,48	1,51						
Gesamte persönliche Ausgaben pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	7399	11008	9237	8393						
	1882	7462	11169	9722	8833						
	1883	7461	12052	10064	9448						
Desgl. pro Nutzkilom. Mk.	1881	1,11	1,07	1,13	1,06						
	1882	1,09	1,09	1,07	1,06						
	1883	1,02	1,15	1,06	1,08						
Gesamte persönliche Ausgaben bei der Allgemeinen Verwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1157	1649	1059	1132						
	1882	1179	1697	1130	1221						
	1883	1164	1993	1172	1323						
Desgl. pro Nutzkilom. Pf.	1881	17,41	16,05	12,93	14,28						
	1882	17,29	16,60	12,42	14,61						
	1883	15,92	19,00	12,32	15,17						
Gesamte persönliche Ausgaben bei der Bahnverwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1168	1367	1335	1405						
	1882	1178	1369	1366	1433						
	1883	1167	1445	1376	1482						
Gesamte persönliche Ausgaben bei der Transport-Verwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	5074	7992	6843	5856						
	1882	5106	8103	7226	6178						
	1883	5130	8614	7516	6643						
Desgl. pro Nutzkilom. Pf.	1881	76,40	77,76	83,48	73,86						
	1882	74,89	79,27	79,41	73,88						
	1883	70,16	82,10	79,00	76,15						
Gesamte sachliche Ausgaben pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	11641	17244	12499	11768						
	1882	10798	13856	12678	11643						
	1883	10520	16250	14164	12153						
Desgl. pro Nutzkilom. Mk.	1881	1,75	1,68	1,52	1,48						
	1882	1,58	1,36	1,39	1,39						
	1883	1,44	1,55	1,48	1,40						
Gesamte sachliche Ausgaben bei der Allgemeinen Verwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	364	1282	483	741						
	1882	386	1193	433	752						
	1883	365	1540	447	714						
Desgl. pro Nutzkilom. Pf.	1881	5,49	12,47	5,79	9,34						
	1882	5,99	11,67	4,76	9,00						
	1883	5,00	14,67	4,70	8,18						
Gesamte sachliche Ausgaben bei der Bahnverwaltung pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	4920	5529	6177	5204						
	1882	4951	6344	6671	4899						
	1883	4771	6019	7097	4933						
Sachliche Ausgaben für die Unterhaltung der Bahnanlagen pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1938	2343	2390	1701						
	1882	1726	2622	2703	1989						
	1883	1685	2898	2832	2130						
Desgl. für Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1881	3557	2769	3589	4054						
	1882	3369	3578	3763	3555						
	1883	3152	4273	3830	3525						
Desgl. für Unterhaltung des Oberbaues pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1129	1164	1305	898						
	1882	1002	1356	1407	963						
	1883	1005	1517	1456	957						
Desgl. für Erneuerung des Oberbaues pro km durchschnittlicher Betriebslänge Mk.	1881	1428	1605	2284	3156						
	1882	2367	2222	2355	2593						
	1883	2147	2756	2374	2568						
Magazinspreis der im Betriebsjahre verwendeten Schienen pro Tonne Mk.	1881	190	128	163	160						
	1882	185	152	159	159						
	1883	174	157	164	160						

		Braunschw. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk					Braunschw. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk		
			Elberfeld	Hannover	Magde- burg				Elberfeld	Hannover	Magde- burg
Kosten der Erneuerung des Oberbaues pro km der durchschnittlichen Betriebslänge unter Annahme eines gleichen Schienenpreises von 162 Mk. pro Tonne . . Mk.	1881	2246	1714	2282	3174	1881	2,13	1,77	1,77	1,90	
	1882	2220	2252	2367	2608	1882	2,18	1,79	1,75	1,98	
	1883	2072	2774	2365	2579	1883	2,33	1,95	1,85	1,98	
Sachliche Ausgaben für die Transport-Verwaltung pro Nutzkilometer . . Pf.	1881	95,69	101,51	71,24	73,45	1881	1492	1397	1614	1147	
	1882	79,76	71,60	61,26	71,65	1882	1292	1506	1680	1331	
	1883	73,62	82,84	69,35	74,58	1883	1279	1711	1789	1268	
Gesamtzahl der Arbeiter pro km Betriebslänge .	1881	5,12	7,61	7,88	5,53	1881	0,00019	0,00022	0,00036	0,00027	
	1882	4,71	8,13	8,23	6,06	1882	0,00018	0,00027	0,00035	0,00029	
	1883	4,53	8,58	8,45	6,52	1883	0,00017	0,00027	0,00036	0,00032	
Desgl. pro Nutzkilometer .	1881	0,00077	0,00074	0,00096	0,00070	1881	2,20	2,29	2,44	2,47	
	1882	0,00069	0,00079	0,00090	0,00072	1882	1,80	1,81	2,09	2,02	
	1883	0,00062	0,00082	0,00089	0,00075	1883	1,83	1,94	2,06	2,02	
Verdienst der Arbeiter pro Person und Tag . Mk.	1881	2,38	2,28	2,27	2,44	1881	0,12	0,15	0,27	0,20	
	1882	2,30	2,12	2,17	2,26	1882	0,12	0,18	0,27	0,21	
	1883	2,36	2,25	2,13	2,25	1883	0,11	0,19	0,17	0,17	
Gesamtausgabe für Arbeiter pro km Betriebslänge Mk.	1881	3655	5203	5533	4051	1881	1,50	2,64	1,76	1,42	
	1882	3431	5530	5810	4420	1882	1,43	2,57	1,75	1,43	
	1883	3405	6198	5978	4824	1883	1,41	2,75	1,76	1,51	
Desgl. pro Nutzkilom. Pf.	1881	55,02	50,63	65,71	51,10	1881	0,00023	0,00026	0,00022	0,00018	
	1882	50,31	54,10	63,85	52,86	1882	0,00021	0,00025	0,00019	0,00017	
	1883	46,57	59,08	63,00	55,30	1883	0,00019	0,00026	0,00018	0,00017	
Anzahl der Arbeiter bei der Allgemeinen Verwaltung pro km Betriebslänge .	1881	0,051	0,031	0,105	0	1881	2,92	2,76	2,95	3,16	
	1882	0,046	0,044	0,120	0,004	1882	2,98	2,84	3,05	3,14	
	1883	0,042	0,057	0,031	0,053	1883	2,98	2,93	2,77	3,19	
Desgl. pro Nutzkilometer .	1881	0,0000076	0,0000031	0,0000128	0	1881	0,20	0,21	0,19	0,17	
	1882	0,0000067	0,0000043	0,0000131	0,0000004	1882	0,19	0,21	0,18	0,16	
	1883	0,0000058	0,0000054	0,0000033	0,0000061	1883	0,17	0,23	0,17	0,17	
Verdienst dieser Arbeiter pro Person und Tag . Mk.	1881	1,73	2,70	0,95	—	1881	15326	22620	18672	16509	
	1882	2,61	2,95	3,15	2,77	1882	14345	22000	19385	17035	
	1883	2,57	3,04	2,72	2,04	1883	14587	23144	20229	17974	
Gesamt-Ausgabe für diese Arbeiter pro km Betriebslänge Mk.	1881	32	31	36	0	1881	2,31	2,21	2,28	2,08	
	1882	36	39	115	3	1882	2,16	2,15	2,13	2,04	
	1883	33	52	25	33	1883	1,99	2,21	2,13	2,06	
Anzahl der Arbeiter bei der Bahnverwaltung pro km Betriebslänge	1881	2,33	2,63	3,03	2,01	1881	2,31	2,21	2,28	2,08	
	1882	1,98	2,80	3,20	2,19	1882	2,16	2,15	2,13	2,04	
	1883	1,83	2,92	3,26	2,14	1883	1,99	2,21	2,13	2,06	
Verdienst dieser Arbeiter bei der Bahnverwaltung pro Person und Tag . Mk.	1881	2,13	1,77	1,77	1,90	1881	2,13	1,77	1,77	1,90	
	1882	2,18	1,79	1,75	1,98	1882	2,18	1,79	1,75	1,98	
	1883	2,33	1,95	1,85	1,98	1883	2,33	1,95	1,85	1,98	
Gesamt-Ausgabe für Arbeiter pro km Betriebslänge Mk.	1881	1492	1397	1614	1147	1881	1492	1397	1614	1147	
	1882	1292	1506	1680	1331	1882	1292	1506	1680	1331	
	1883	1279	1711	1789	1268	1883	1279	1711	1789	1268	
Anzahl der Arbeiter bei der Transport-Verwaltung pro Nutzkilometer	1881	0,00019	0,00022	0,00036	0,00027	1881	0,00019	0,00022	0,00036	0,00027	
	1882	0,00018	0,00027	0,00035	0,00029	1882	0,00018	0,00027	0,00035	0,00029	
	1883	0,00017	0,00027	0,00036	0,00032	1883	0,00017	0,00027	0,00036	0,00032	
Verdienst dieser Arbeiter bei der Transport-Verwaltung pro Person und Tag Mk.	1881	2,20	2,29	2,44	2,47	1881	2,20	2,29	2,44	2,47	
	1882	1,80	1,81	2,09	2,02	1882	1,80	1,81	2,09	2,02	
	1883	1,83	1,94	2,06	2,02	1883	1,83	1,94	2,06	2,02	
Gesamt-Ausgabe für Arbeiter pro Nutzkilom. Mk.	1881	0,12	0,15	0,27	0,20	1881	0,12	0,15	0,27	0,20	
	1882	0,12	0,18	0,27	0,21	1882	0,12	0,18	0,27	0,21	
	1883	0,11	0,19	0,17	0,17	1883	0,11	0,19	0,17	0,17	
Anzahl der Arbeiter bei der Werkstätten-Verwaltung pro km Betriebslänge .	1881	1,50	2,64	1,76	1,42	1881	1,50	2,64	1,76	1,42	
	1882	1,43	2,57	1,75	1,43	1882	1,43	2,57	1,75	1,43	
	1883	1,41	2,75	1,76	1,51	1883	1,41	2,75	1,76	1,51	
Desgl. pro Nutzkilometer .	1881	0,00023	0,00026	0,00022	0,00018	1881	0,00023	0,00026	0,00022	0,00018	
	1882	0,00021	0,00025	0,00019	0,00017	1882	0,00021	0,00025	0,00019	0,00017	
	1883	0,00019	0,00026	0,00018	0,00017	1883	0,00019	0,00026	0,00018	0,00017	
Verdienst der Arbeiter bei der Werkstätten-Verwaltung pro Person und Tag Mk.	1881	2,92	2,76	2,95	3,16	1881	2,92	2,76	2,95	3,16	
	1882	2,98	2,84	3,05	3,14	1882	2,98	2,84	3,05	3,14	
	1883	2,98	2,93	2,77	3,19	1883	2,98	2,93	2,77	3,19	
Gesamt-Ausgabe für Werkstättenarbeiter pro Nutzkilometer Mk.	1881	0,20	0,21	0,19	0,17	1881	0,20	0,21	0,19	0,17	
	1882	0,19	0,21	0,18	0,16	1882	0,19	0,21	0,18	0,16	
	1883	0,17	0,23	0,17	0,17	1883	0,17	0,23	0,17	0,17	
Gesamt-Betriebs-Ausgabe excl. Erneuerungen, Ergänzungen, Benutzung fremder Betriebsmittel, Wiederherstellung in Folge von Elementarereignissen.	1881	15326	22620	18672	16509	1881	15326	22620	18672	16509	
pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1882	14345	22000	19385	17035	1882	14345	22000	19385	17035	
	1883	14587	23144	20229	17974	1883	14587	23144	20229	17974	
pro Nutzkilometer . Mk.	1881	2,31	2,21	2,28	2,08	1881	2,31	2,21	2,28	2,08	
	1882	2,16	2,15	2,13	2,04	1882	2,16	2,15	2,13	2,04	
	1883	1,99	2,21	2,13	2,06	1883	1,99	2,21	2,13	2,06	

		Braunsch. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk					Braunsch. Bahn	Eisenbahn-Directions-Bezirk		
			Elberfeld	Hannover	Magde- burg				Elberfeld	Hannover	Magde- burg
Allgemeine Verwaltung.											
Gesamt - Betriebsausgabe pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1881	1521	2931	1537	1873						
	1882	1544	2890	1563	1974						
	1883	1530	3533	1619	2037						
pro Nutzkilometer . . Pf.	1881	22,90	28,51	18,75	23,63						
	1882	23,28	28,57	17,17	23,60						
	1883	20,92	33,67	17,02	23,35						
Bahn-Verwaltung.											
Gesamt-Betriebs-Ausgabe pro km durchschnittlicher Betriebslänge . . . Mk.	1881	3283	4382	5167	3452						
	1882	3005	4454	5676	3740						
	1883	3009	4705	6058	3847						
pro Nutzkilometer . . Pf.	1881	49,41	43,33	63,04	43,46						
	1882	45,31	43,57	62,38	44,73						
	1883	41,16	44,84	63,67	44,10						
Transport-Verwaltung.											
Gesamt-Betriebs-Ausgabe pro km durchschnittlicher Betriebslänge	1881	10522	15307	11968	11184						
	1882	9796	14656	12146	11321						
	1883	10048	14906	12552	12090						
pro Nutzkilometer . . Mk.	1881	1,59	1,50	1,46	1,41						
	1882	1,48	1,43	1,33	1,35						
	1883	1,37	1,42	1,32	1,39						
Jede Locomotive hat durch- schnittlich durchfahren Nutz-Kilom.	1881	16223	19025	17870	21713						
	1882	16335	19082	19216	23190						
	1883	18772	19296	19692	21481						
Zahl der von eigenen Loco- motiven zurückgelegten Nutz- und Leerfahrt-Kilo- meter, durchschnittlich von jeder Locomotive Locomot.-Kilom.	1881	17218	20987	19177	22788						
	1882	17432	21040	20791	24453						
	1883	20041	21315	21224	22631						
Reparaturkosten der Loco- motiven pro Nutzkilo- meter Pf.	1881	18,51	15,64	16,56	12,96						
	1882	18,50	16,24	15,43	12,42						
	1883	15,71	17,47	14,72	13,76						
Kohlenverbrauch zur Loco- motivfeuerung pro Nutz- kilometer kg	1881	15,63	14,83	13,34	12,44						
	1882	15,20	14,86	13,67	12,52						
	1883	15,44	13,88	13,18	12,98						
Mittlere Entfernung der Kohlenmagazine von den Zechen km	1881	312	0	?	280						
	1882	312	0	?	280						
	1883	312	0	?	280						
Kosten für Kohlen u. Kokes zur Locomotivfeuerung pro Tonne Mk.											
	1881	14,06	6,11	8,40	12,10						
	1882	13,41	5,74	7,53	10,53						
	1883	13,86	6,61	7,95	11,47						
Desgl. pro Nutzkilom. . Pf.	1881	21,98	9,06	11,20	15,05						
	1882	20,38	8,53	10,30	13,19						
	1883	21,40	9,17	10,48	14,89						
Kosten für Kohlen u. Kokes zur Locomotivfeuerung bei Annahme eines gleichen Preises von 9,69 Mark pro Tonne, pro Nutzkilometer Pf.											
	1881	15,15	15,26	12,92	12,05						
	1882	14,73	14,40	13,24	12,13						
	1883	14,96	13,45	12,77	12,58						
Kosten des Schmier- und Putzmaterials für die Locomotiven pro Nutzkilometer Pf.											
	1881	1,45	1,62	2,05	1,43						
	1882	1,58	1,69	1,98	1,51						
	1883	1,75	1,59	2,22	1,78						
Reparaturkosten der Personenwagen pro Achskilometer Pf.											
	1881	0,49	0,69	0,61	0,82						
	1882	0,60	0,69	0,55	0,69						
	1883	0,51	0,60	0,59	0,73						
Reparaturkosten der Gepäck- und Güterwagen pro Achskilometer Pf.											
	1881	0,34	0,32	0,26	0,32						
	1882	0,34	0,36	0,23	0,28						
	1883	0,30	0,33	0,21	0,31						
Kosten des Schmier-, Putz- u. Desinfectionsmaterials für alle Wagen pro Achskilometer Pf.											
	1881	0,02	0,02	0,01	0,01						
	1882	0,02	0,02	0,01	0,01						
	1883	0,02	0,02	0,01	0,01						
Kosten des Materials zur Beleuchtung und Heizung der Züge pro Achskilometer Pf.											
	1881	0,02	0,01	0,02	0,03						
	1882	0,03	0,02	0,02	0,04						
	1883	0,04	0,02	0,02	0,04						

Nimmt man an, dass die Ausgaben für Kohlen, für Schienen und für Schwellen wesentlich durch die Conjunction bedingt sind und dass die Ausgaben für Unfälle, Pensionen, Steuern und unvorhergesehene Ereignisse von den Verwaltungsorganen ebenfalls nur in geringem Grade abhängen, so gelangt man zu folgenden Schlüssen:

1. Die Verminderung der persönlichen Ausgaben mag hauptsächlich den unmittelbaren Dispositionen der Direction zuzuschreiben sein. Diese Verminderung beläuft sich nach Spalte I, d auf 500000 M. jährlich, in Erwägung jedoch, dass das Bahnnetz jetzt um 8% grösser ist, als im Jahre 1874, hat die wirkliche Ersparung einen höheren Werth. Dieselbe ist nach dem in der Anlage aufgeführten Personalbestande in allen Zweigen des practischen Dienstes, insbesondere bei dem Bahnunterhaltungsdienste, dem Bahnwärterdienste, dem Weichenwärterdienste, dem Werkstättenwesen, dem Locomotivführerdienste, dem Zugbegleitungsdienste und dem Bahnhofsdienste in nahezu gleichem Maasse eingetreten, indem gegenwärtig dieselbe Leistung mit einem Personale beschafft wird, welches nur zwei Drittel des früheren ausmacht.

2. Die Verminderung der sachlichen Betriebs-Ausgaben nach Spalte I, e, ausschliesslich der Erneuerungskosten für Bahn- und Betriebsmittel, muss hauptsächlich der unmittelbaren Thätigkeit der Beamten zugeschrieben werden. Diese Verminderung beträgt jährlich 650000 M. und ist in Erwägung des um 8% erweiterten Bahnnetzes noch höher zu veranschlagen.

3. Von den Ersparnissen ad 1 ist selbstverständlich ein gewisser Theil auch den directen Bemühungen der Beamten und von den Ersparnissen ad 2 ein gewisser Theil den Anordnungen der Direction zuzuschreiben.

4. Die in Spalte II, d notirten Erneuerungskosten sind durchschnittlich um 300000 M. pro Jahr ermässigt und es ist daneben mit einer um circa 300000 M. pro Jahr verminderten Dotation aus der Betriebskasse der Erneuerungsfonds um 1700000 M. vergrössert. Zu diesem Resultate haben die Direction und die Beamten zusammengewirkt.

Die seit dem Jahre 1874 eingetretenen Finanzschwierigkeiten haben alle Bahnverwaltungen zu Ersparungen genöthigt und die Noth hat sie alle auch ohne Ersparnisprämiën zu sparen gelehrt. Das Urtheil über dieses Prämiensystem würde erheblich an Sicherheit gewinnen, wenn sich ein Unterschied der mit und der ohne Ersparnisprämië erzielten Resultate sicher nachweisen liesse. Dies ist jedoch ungemein schwierig, da sich die Schlüsse auf die Vergleichung der absoluten Einheitskosten der einzelnen Verwaltungen in den gleichen Jahren stützen müssten, diese Kosten aber in hohem Grade durch die geographische Lage der Bahn, durch örtliche Preise und Verhältnisse, durch die Besonderheit des Eisenbahnnetzes und des localen Verkehrs, durch die Steigungen der Bahn, durch das Alter des Gleises und der Betriebsmittel und andere Umstände bedingt sind, welche von der Bahnverwaltung nicht beherrscht werden und natürliche Unterschiede in den Einheitspreisen erzeugen.

Wenngleich sich die eben genannten Factoren für die Braunschweigischen und die benachbarten Bahnen nicht leicht

in Zahlen ausdrücken lassen, so ist doch leicht zu constatiren, dass dieselben für die hiesigen Bahnen sämmtlich ungünstig sind, denn:

1. Die Frequenz pro Kilometer, welche sich in der Einnahme pro Kilometer spiegelt, ist schwächer als auf den Nahbarbahnen und hat durch die Concurrenz der das Herzogthum umziehenden Preussischen Staatsbahnen eine fortgesetzte Schmälerung erlitten; alle auf Verkehrs-, Transport- oder Leistungseinheiten bezogenen Ausgaben müssen schon aus diesem Grunde hier höher ausfallen, als auf den Nachbarbahnen.

2. Die hiesigen Bahnen von etwa 350 km Länge haben nur ein Viertel bis ein Fünftel der Ausdehnung der benachbarten Directionsbezirke und müssten daher höhere General- resp. Centralkosten haben.

3. Das kleine Braunschweigische Bahnnetz hat dennoch sehr viel Zweige und bedingt aus diesem Grunde relativ viel Züge und gestattet keine günstige Ausnutzung der Wagen und Locomotiven, sowie des Zugbegleitungs- und des Zugbeförderungspersonals, verursacht also relativ hohe Transportkosten.

4. Die hiesigen Bahnen liegen in der Entfernung von 312 km von den nächsten Kohlenzechen; der in die Betriebsrechnung eintretende Preis für das Brennmaterial der Locomotiven ist daher hier etwa $2\frac{1}{2}$ mal so hoch, als für diejenigen Bahnen, welche die Kohlenreviere durchziehen und nur den Preis loco Zeche in Rechnung stellen.

5. Die hiesigen Bahnen haben auf lange Strecken Steigungen von ppr. 1:100, welche sich bis auf 1:60 erheben, was einen relativ hohen Kohlenverbrauch nach sich zieht.

6. Die Entfernung von den Kohlenrevieren ist zugleich die Entfernung von den grossen Walzwerken; es herrschen daher hier relative hohe Eisenpreise.

7. Die hiesigen starken Steigungen, welche einen hohen Kohlenverbrauch hervorrufen, bedingen auch eine starke Abnutzung der Locomotiven, der Wagen und des Bahngleises, folglich relativ hohe Unterhaltungskosten an diesen Gegenständen.

8. Die Braunschweigischen Bahnen gehören zu den ältesten in Deutschland, die Gleise, die Locomotiven und die Wagen erfordern daher wegen ihres relativ hohen Alters grössere Unterhaltungs- und Erneuerungskosten und wegen der aus älterer Zeit stammenden, den heutigen Anforderungen und Verkehrsbedürfnissen nicht in allen Stücken entsprechenden Einrichtungen auch mehr Ergänzungskosten.

9. Etwas Aehnliches gilt von den Gebäuden und den Werkstatteinrichtungen, welche meistens für viel kleinere Betriebsverhältnisse errichtet sind und in Folge des theils wachsenden, theils abnehmenden und vielfach von der einen Linie auf die andere sich überwälzenden Verkehrs häufige Umgestaltungen und Anfügungen erlitten haben, worunter nicht nur der Ausgabeetat, sondern auch die Zweckmässigkeit der Disposition und des Gebrauches beeinträchtigt ist.

10. Endlich hat die Braunschweigische Eisenbahnverwaltung sich verpflichtet gefühlt, in allen Stücken, wo die Sicherheit des Betriebes in Frage kam, keine Kosten zu scheuen, um die ihr rationell erscheinenden Verbesserungen ins Leben zu rufen. Demzufolge sind auf die Disposition der Bahnhofsgleise, auf die

allgemeine Einführung der Weichen- und Signalthürme an den Bahnhofsingängen, auf die Sicherstellung der Locomotiven und Wagen, namentlich der Achsen, Räder und Reifen gegen Unfälle, auf die Signalvorrichtungen an den Barrieren, auf die Maassregeln zur Controle der Weichen, der Beschaffenheit des Gleises und der Betriebsmittel und auf ähnliche Dinge stets verhältnissmässig viel und zwar mehr Aufwendungen gemacht, als es durchschnittlich im Eisenbahnwesen geschehen ist.

Wie schon erwähnt, ist es nicht gut möglich, den Einfluss der vorstehenden zehn ungünstigen Verhältnisse auf die Betriebskosten zahlenmässig zu bestimmen: wenn sich aber zeigen sollte, dass die hiesigen Betriebskosten, auf rationelle Einheiten bezogen, niedriger oder doch nicht höher sind, als auf gut verwalteten Nachbarbahnen, bei welchen die meisten und wichtigsten der in Rede stehenden Verhältnisse sich günstiger gestalten, so dürfte der Schluss gerechtfertigt erscheinen, dass dieses Resultat durch das Ersparnissprämienreglement mitbedingt ist. Jedenfalls würden die hiesigen Betriebsergebnisse kein Argument

gegen dieses Reglement liefern und daher die Vermuthung der nützlichen Wirkung der Ersparnissprämie rechtfertigen.

Die anliegende Zusammenstellung der wichtigsten Betriebsergebnisse im Bereiche des Braunschweigischen, des Elberfelder, des Hannoverschen und des Magdeburger Directionsbezirkes während der drei Jahre 1881, 1882 und 1883 nach den veröffentlichten Jahresberichten sorgfältig ermittelt, enthält das Material zu einer rationellen Vergleichung, welche keines weiteren Commentars bedarf, da sie in allen Abtheilungen und bei den Reductionen auf jede Einheit in allen wesentlichen Punkten den vorher bezeichneten Schluss augenscheinlich rechtfertigt. In letzterer Hinsicht wird noch hervorgehoben, dass bei den persönlichen Ausgaben in denjenigen Abtheilungen, wo der Durchschnittsverdienst an Tage- und Accordlohn pro Person und Tag etwas grösser ist, als anderswo, die Anzahl der Arbeiter soviel kleiner ist, dass die Gesamtausgabe für Arbeiter doch immer kleiner ausfällt.

Braunschweig, den 15. März 1885.

Ueber die vortheilhaftesten Geschwindigkeiten der Eisenbahn-Güterzüge, sowie die Abhängigkeit der Betriebskosten von der Geschwindigkeit der Züge, den Steigungen bezw. Krümmungen der Bahnstrecken und der Stärke des Verkehrs.

Von Albert Frank, Professor an der technischen Hochschule zu Hannover.

In Folge der grossartigen Entwicklung des Eisenbahnverkehrs belaufen sich die jährlichen Betriebskosten der Eisenbahnen auf so ausserordentlich grosse Summen, dass Ersparnisse von einigen Prozenten schon von hoher wirthschaftlicher Bedeutung sein würden und dass es von grosser Wichtigkeit ist, alle diejenigen Umstände klar zu erkennen, welche auf die Erzielung eines billigen Transportes von Einfluss sind.

Es ist daher gewiss von Interesse, zu untersuchen, welches die vortheilhaftesten Geschwindigkeiten für Güterzüge sind, um so mehr, als wir sowohl in verschiedenen Ländern, als auch bei verschiedenen Eisenbahnverwaltungen nicht nur hinsichtlich der Aenderung der Geschwindigkeiten nach den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahnstrecken, sondern auch hinsichtlich der angewandten mittleren Fahrgeschwindigkeiten der Güterzüge erhebliche Abweichungen finden, ohne dass dafür bisher eine genügende Begründung gegeben wäre.

Es hat dies einerseits seine Ursache darin, dass die Ansichten über die Grösse der Widerstände der Eisenbahnzüge, sowie über die Leistungsfähigkeit der Locomotiven bis in die neueste Zeit sehr auseinander gegangen sind. Andererseits haben aber auch die Abhandlungen über die vortheilhafteste Geschwindigkeit sich meist darauf beschränkt, diejenige Geschwindigkeit zu ermitteln, bei welcher die Anzahl der von einer Locomotive stündlich geleisteten Tonnenkilometer am grössten ist, oder den Einfluss der Geschwindigkeit auf die Mehrkosten des einzelnen Zuges zu bestimmen, was, wie ich zeigen werde, zu unrichtigen Schlüssen führt.

In dem Nachfolgenden will ich daher unter Benutzung der von mir angestellten Untersuchungen über die Widerstände der Locomotiven und Eisenbahnzüge, den Wasser- und Kohlen-Ver-

brauch, sowie den Effect der Locomotiven, deren Ergebnisse ich im Organ f. d. F. d. E. 1883, Heft I bis III veröffentlicht habe, auf die Frage nach den wirthschaftlich vortheilhaftesten Geschwindigkeiten der Güterzüge bei verschiedenen Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahnstrecken und verschiedener Verkehrsstärke etwas näher eingehen.

Wird ein Eisenbahnzug auf einer gewissen Bahnstrecke durch die Dampfkraft der Locomotive bewegt, so erfordert dies eine gewisse Arbeitsleistung zur Ueberwindung der von dem Gewichte des Zuges abhängigen Reibungswiderstände, der Achslager etc., der mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunehmenden Luftwiderstände und Stossverluste, ferner der inneren Reibungsarbeiten der Locomotive und endlich der durch die Bahnstrecke gebotenen Steigungs- und Curvenwiderstände. Die hierzu nöthige Zugkraft findet sich in dem Widerstande, den die Treibräder der Locomotive dem Gleiten auf den Schienen entgegensetzen, erreicht aber auch mit diesem Reibungswiderstande ihre Grenze. Um nun eine gewisse Zugkraft mit einer gewissen Geschwindigkeit auszuüben, ist eine entsprechende mechanische Arbeit erforderlich, die der Dampf der Locomotive leisten muss.

Die Locomotive hat nun wohl die eigenthümliche Eigenschaft, dass ihre Dampferzeugung innerhalb gewisser Grenzen nahezu proportional dem Dampfverbrauche bleibt, sodass sich die Dampferzeugung bei verschiedenen Arbeitsleistungen selbst regulirt, ja es steigert sich, wie ich durch meine Eingangs erwähnte Abhandlung S. 82 nachgewiesen habe, der Nutzeffect des Kesseldampfes bis zu einem gewissen Grade mit zunehmender Arbeitsleistung. Allein eine gewisse Grenze der Dampferzeugung darf trotzdem nicht überschritten werden, weil sonst durch zu hefti-

ges Ausströmen des Dampfes Wasser mit fortgerissen wird und die zu starke Zugerzeugung auch Nachteile für den Kessel im Gefolge hat. Da sich nun, wie ich an derselben Stelle ebenfalls nachgewiesen habe, der Nutzeffect der Locomotiven bei Aenderung der Fahrgeschwindigkeit aber gleicher Arbeitsleistung fast gar nicht ändert, die Locomotive also bei gleicher Dampferzeugung dieselbe Arbeit unter sehr verschiedenen Geschwindigkeiten zu leisten vermag, so wird man eine gewisse Maximal-Arbeitsleistung für eine Locomotive anzunehmen haben und diese der Berechnung der Wagenzüge für die verschiedenen Geschwindigkeiten und Bahnstrecken zu Grunde legen können.

Die bei Güterzügen in Frage kommenden Geschwindigkeiten finden indess gewisse Grenzwerte; denn nach dem Bahnpolizeireglement für die Eisenbahnen Deutschlands wird die grösste zulässige Geschwindigkeit für Güterzüge bei Steigungen von nicht mehr als 1:200 und Krümmungen von nicht weniger als 1000^m auf 45 km in einer Stunde festgesetzt. Auf Bahnstrecken mit stärkeren Steigungen oder Krümmungen müssen die Maximalgeschwindigkeiten angemessen niedriger festgesetzt werden.

Die untere Geschwindigkeitsgrenze ergibt sich einerseits durch die Bestimmung des Bahnpolizeireglements, dass in keinem Zuge mehr als 150 Wagenachsen laufen sollen und andererseits dadurch, dass eine gewisse Maximalzugkraft nicht überschritten werden kann.

Ist nämlich T das Gewicht, mit welchem die Treibräder der Locomotive auf die Schienen drücken und f der Reibungscoefficient zwischen Rädern und Schienen, so ist die Maximalzugkraft T f. Weil nun die Arbeitsleistung A der Locomotive gleich sein muss dem Producte aus der Zugkraft Z und der Geschwindigkeit v, so folgt

$$A = Z v \text{ und } v = \frac{A}{Z},$$

worin v seinen kleinsten Werth erhält, wenn Z am grössten, also Z = T f geworden ist.

Wir erhalten daher eine Geschwindigkeit $v_{\min} = \frac{A}{T f}$, bei welcher die grösste Arbeitsleistung A zugleich mit der grössten Zugkraft auftritt und diese wollen wir die Minimalgeschwindigkeit nennen.

Innerhalb der hier angegebenen Grenzen können sich nun die Geschwindigkeiten und mit denselben auch die zu befördernden Lasten ändern.

Nach meiner Eingangs erwähnten Abhandlung berechnet sich nun die Arbeitsleistung einer Güterzuglocomotive in Tonnenkilometern nach der Formel:

$$1) A = 1,04 v (\mu_1 Q_1 + \mu_2 Q_2 + 0,057 + \lambda (F_1 + F_2)) v^2 + (Q_1 + Q_2) \sin \alpha_{\max}$$

wenn Q_1 das Gewicht der Locomotive nebst Tender in Tonnen, Q_2 das Bruttogewicht des Wagenzuges in Tonnen, F_1 die Stirnfläche der Locomotive in Quadratmetern, F_2 die der Luft dargebotene Fläche des Wagenzuges, μ_1 den Widerstandscoefficienten der Locomotive, μ_2 den Widerstandscoefficienten für Wagen, λ den Luftwiderstandscoefficienten 0,0000095, v die Fahrgeschwindigkeit in Kilometern in einer Stunde, α_{\max} den Neigungswinkel auf grader Bahn bedeutet.

In Curven mit einem Halbmesser von R-Meter ergibt sich die gleiche Arbeitsleistung für einen Neigungswinkel α , wenn

$$\sin \alpha + \frac{0,6504}{R-55} = \sin \alpha_{\max} \text{ ist.}$$

Setzen wir nun $Q_2 = n_1 q_2$ und $F_2 = 1,2 + n_1 f_2$, worin n_1 die Anzahl der Wagen im Zuge einschliesslich Gepäckwagen, q_2 das Bruttogewicht in Tonnen, f_2 die der Luft dargebotene Fläche für den einzelnen Wagen bedeuten und für den Gepäckwagen eine Fläche $f_2 + 1,2 \square^m$ angenommen ist, so erhalten wir

$$2) Q_2 = \frac{A}{1,04 v} - (\mu_1 + \sin \alpha_{\max}) Q_1 - 0,057 - \lambda (F_1 + 1,2) v^2 - \frac{\mu_2 + \sin \alpha_{\max} + \lambda \frac{f_2}{q_2} v^2}{v^2}$$

Der folgenden Betrachtung soll eine dreifach gekuppelte Güterzug-Locomotive zu Grunde gelegt werden, wie ich dieselben bei meinen Versuchen benutzt habe. Dabei ist

$$Q_1 = 60 \text{ Tonnen, } \mu_1 = 0,0039, F_1 = 8 \square^m.$$

Die grösste Arbeitsleistung beträgt 340 Pferdekkräfte oder A = 91,8 Tonnenkilometer bei einem Drucke der Treibräder auf die Schienen von T = 38,5 Tonnen, sodass die Minimalgeschwindigkeit $v_{\min} = \frac{A}{T f}$ bei einem Reibungscoefficienten zwischen Treibrädern und Schienen $f = \frac{1}{7} v_{\min} = 16,7 \text{ km}$ in einer Stunde beträgt.

Nach Einführung dieser Werthe und des Widerstandscoefficienten für Wagen $\mu_2 = 0,0025$ ergibt sich:

$$3) Q_2 = \frac{88,27}{v} - 0,291 - 60 \sin \alpha_{\max} - 0,0000874 v^2 - \frac{0,0025 + \sin \alpha_{\max} + 0,0000095 \frac{f_2}{q_2} v^2}{v^2}$$

Hätten wir einem vollbelasteten Güterzug offener Güterwagen, bei welchem $q_2 = 15$ Tonnen und $f_2 = 0,4 \square^m$ anzunehmen ist, so berechnen sich hiernach als Bruttogewichte der Wagenzüge für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten die in der nachfolgenden Tabelle I zusammengestellten Werthe:

I.

Q₂ Bruttogewicht des Wagenzuges in Tonnen.

sin α_{\max}	Kilometer				
	v = 16,7	18	21,6	25,2	28,8
0	1941	1782	1432	1183	996
1 : 500	1066	977	786	651	547
1 : 300	814	742	597	493	414
1 : 200	619	565	453	372	312
1 : 100	348	317	250	201	165

Da bei einem Bruttogewichte des einzelnen Wagens $q_2 = 15$ Tonnen, das grösste Bruttogewicht eines Wagenzuges von 75 Wagen oder 150 Achsen indess nur 1125 Tonnen betragen kann, so überschreiten die fettgedruckten Werthe die zulässige Grenze.

Die für die verschiedenen Geschwindigkeiten geleisteten Tonnenkilometer v. Q₂ sind in der folgenden Tabelle II zusammengestellt.

II.
v. Q₂ Brutto-Tonnenkilometer in 1 Stunde.

sin α _{max}	K i l o m e t e r				
	v = 16,7	18	21,6	25,2	28,8
0	32415	32076	30931	29812	28685
1 : 500	17803	17586	16978	16405	15754
1 : 300	13594	13356	12895	12424	11923
1 : 200	10337	10170	9785	9374	8986
1 : 100	5811	5688	5400	5065	4752

Wäre die Hälfte der Wagen leer, die andere Hälfte beladen, so könnten wir für das Gewicht der leeren offenen Güterwagen 5 Tonnen und für die der Luft dargebotenen Fläche derselben 1 □^m setzen und somit das mittlere Bruttogewicht

$$q_2 = \frac{5 + 15}{2} = 10 \text{ Tonnen und den mittleren Werth für}$$

$$f_2 = \frac{1 + 0,4}{2} = 0,7 \text{ □}^m \text{ annehmen.}$$

Durch Einführung dieser Werthe in die Gleichung 3 erhalten wir als Bruttogewicht des Wagenzuges für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten die in der Tabelle III zusammengestellten Werthe.

III.

Q₂ Bruttogewicht des zur Hälfte beladenen Wagenzuges in Tonnen.

sin α _{max}	K i l o m e t e r				
	v = 16,7	18	21,6	25,2	28,8
1 : ∞	—	—	—	—	885,1
1 : 500	1034	946,8	755,6	616,8	511,0
1 : 300	792,3	725,3	—	—	391,9
1 : 200	607,2	—	—	—	298,3
1 : 100	344,3	313,3	246,3	197,8	160,9

Bei einem mittleren Bruttogewichte des einzelnen Wagens q₂ = 10 Tonnen darf das Bruttogewicht des Wagenzuges nicht grösser als 750 Tonnen sein, wenn die zulässige Zahl von 150 Achsen nicht überschritten werden soll. Die fettgedruckten Werthe überschreiten daher die zulässige Grenze.

Die bei verschiedenen Geschwindigkeiten eines zur Hälfte beladenen Güterzuges geleisteten Brutto-Tonnenkilometer sind in Tabelle IV zusammengestellt.

IV.

v. Q₂ Brutto-Tonnenkilometer in einer Stunde bei zur Hälfte beladenem Wagenzuge.

sin α _{max}	K i l o m e t e r				
	v = 16,7	18	21,6	25,2	28,8
1 : 500	17268	17042	16321	15543	14717
1 : 300	13232	13055	—	—	11287
1 : 200	10140	—	—	—	8591
1 : 100	5750	5639	5320	4984	4634

Die Werthe dieser Tabellen lassen erkennen, dass die Zahl der Tonnenkilometer bei den verschiedensten Steigungen mit abnehmender Geschwindigkeit wächst, sodass also die grösste Leistung der Locomotive in Tonnenkilometern bei der Minimalgeschwindigkeit v = 16,7 km erreicht wird, so lange nicht zur vollen Ausnutzung derselben die zulässige Achsenzahls überschritten werden müsste. Letzteres würde aber bei vollbelasteten Zügen auf horizontaler Bahnstrecke eintreten müssen, sobald die Geschwindigkeit kleiner als etwa 26 km per Stunde wird und bei zur Hälfte belasteten Güterzügen auf horizontaler Bahnstrecke, sobald die Geschwindigkeit kleiner als etwa 32 km, bei Steigungen 1 : 500, sobald sie kleiner als etwa 22 km und bei Steigungen 1 : 300, sobald sie kleiner als etwa 17,5 km pro Stunde wird. Ein Herabgehen unter diese Grenzen würde nur auf Kosten der guten Ausnutzung der Locomotive geschehen können.

Die in Tabelle II enthaltenen Werthe der Brutto-Tonnenkilometer pro Stunde für vollbelastete Güterzüge lassen sich annähernd durch folgende empirische Formel wiedergeben:

$$4) v Q_2 = \frac{71000}{y + 2} \left(1 - \frac{v - 16,7}{100} \right) - 30 (v - 16,7),$$

wenn y die Steigung in Millimetern pro Meter, jedoch zwischen den Grenzen y = 0 und y = 10 und v die Geschwindigkeit in Kilometern pro Stunde, jedoch zwischen den Grenzen 16,7 und 28,8 km pro Stunde, bedeutet.

Hiernach würden wir diese Minimalgeschwindigkeit von 16,7 km pro Stunde vorbehaltlich der erwähnten Einschränkungen als die vortheilhafteste Geschwindigkeit hinstellen können, wenn es von vornherein erwiesen wäre, dass diejenige Geschwindigkeit, bei welcher die meisten Tonnenkilometer gefördert werden können, auch die geringsten Selbstkosten verursache.

Allein die Höhe der Betriebskosten wird noch durch manche andere Umstände beeinflusst, z. B. die Gehälter des Locomotiv- und Zugpersonals, die Kosten für Unterhaltung und Verzinsung der Fahrzeuge u. s. w., sodass es von Interesse erscheint, die Abhängigkeit der Betriebskosten von den Geschwindigkeiten der Züge bei verschiedenen Steigungs-, Krümmungs- und Verkehrs-Verhältnissen zu untersuchen, um so in den Stand gesetzt zu sein, den Einfluss zu bestimmen, den eine gewisse Abweichung von der vortheilhaftesten Geschwindigkeit auf die Höhe der Betriebskosten hat.

Zu diesem Zwecke wollen wir annehmen, dass eine Strecke von L Kilometer Länge durch Güterzüge mit je einem leeren Gepäckwagen und n Güterwagen mit je q Tonnen Waarengewicht und q₂ Tonnen Bruttogewicht derartig befahren werde, dass dieselben täglich t Stunden mit einer stündlichen Geschwindigkeit von v Kilometer sich bewegen und somit eine Wegelänge von vt = l Kilometer täglich zurücklegen und M Tage gebrauchen, um die ganze Länge L = M l zurückzulegen. Dabei möge jede Theilstrecke gleichzeitig täglich von m-Zügen befahren werden.

Es werden also täglich n q m M l Waaren-Tonnenkilometer auf der ganzen Bahnstrecke befördert und dafür K n q m M l verausgabt, wenn K die Selbstkosten für jeden Tonnenkilometer ausdrückt.

Diese Selbstkosten setzen sich auf folgende Weise zusammen.

a) Tägliche Kosten für einen Zug.

Da das Locomotivpersonal eine gewisse Ruhezeit täglich haben muss, so wird man für den wirklichen Fahrdienst eine bestimmte tägliche Stundenzahl t annehmen müssen, die in dem vorliegenden Falle unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit ist. Denn wenn mit grösseren Geschwindigkeiten auch heftigere Erschütterungen und somit grössere Anstrengungen des Personals verbunden sind und man diesem Umstande bei grossen Geschwindigkeitsdifferenzen, wie z. B. bei Schnellzügen gegenüber den Güterzügen Rechnung tragen würde, so braucht hierauf doch bei solchen Geschwindigkeitsänderungen, wie dieselben für Güterzüge in Frage kommen, keine Rücksicht genommen zu werden. Nehmen wir aber an, dass die Locomotive während dieser t Stunden mit ihrer Maximalleistung arbeitet, so wird der Dampf- bzw. Wasserverbrauch, wie dies auf Seite 82 meiner Eingangs erwähnten Abhandlung nachgewiesen ist, derselbe sein, ob die Fahrgeschwindigkeit eine etwas grössere oder kleinere ist, auch wird er unabhängig von der zu befördernden Last und den Bahnverhältnissen bleiben. Weil aber der Brennmaterialverbrauch wieder in einem ganz bestimmten Verhältnisse zum Wasserverbrauche steht, so ergibt sich für den Tagesverbrauch der Locomotive an Wasser und Kohlen ein constanter Betrag.

Dieser Betrag wird nun vermehrt durch die Zinsen der Locomotiv-Beschaffungs- und Erneuerungskosten, sowie die Gehälter des Locomotivpersonals. Aber auch die Reparaturkosten der Locomotive fallen zum grossen Theil hierher. Denn da die durch die Dampfarbeit verursachten inneren Reibungsarbeiten der Locomotive ebenso wie die Dampferzeugung des Kessels nach Seite 79 meiner Eingangs erwähnten Abhandlung in einem constanten Verhältnisse zu der gesammten Arbeitsleistung stehen, so werden auch die Kosten zur Unterhaltung des Triebwerks, der Schmierung desselben und die Kosten zur Unterhaltung des Kessels in einem bestimmten Verhältnisse zu den Kosten des Brennmaterials stehen.

Nehmen wir ferner an, dass sich in jedem Güterzuge unabhängig von der sonstigen Belastung desselben ein Gepäckwagen mit Zugführer und Packmeister befindet, so werden noch die Zinsen für die Neubeschaffungs- und Erneuerungskosten, sowie die Gehälter dieser Beamten für jeden Tag zu berücksichtigen sein.

Drücken wir alle diese Kosten für jeden Tag und Zug durch den Buchstaben K_1 aus, so erwachsen auf der ganzen Strecke bei M m Zügen $K_1 m$ M Kosten.

b) Kosten für jeden Zugkilometer.

Abhängig von der Zahl der täglichen Züge und der durchfahrenen Wegelänge sind die Kosten für Reparatur und Schmierung von Achsen und Lagern der Locomotiven nebst Tendern und Gepäckwagen, sowie die Kilometergelder des Locomotivpersonals des Zugführers und Packmeisters. Bezeichnen wir diese für jeden Zugkilometer erwachsenden Kosten mit K_2 , so werden auf der ganzen Strecke dafür täglich $K_2 m$ M l Kosten entstehen.

c) Kosten für jeden Brutto-Tonnenkilometer des Wagenzuges ausschliesslich des Gepäckwagens.

Dieselben bestehen aus den Kosten zur Unterhaltung und Schmierung der Güterwagen. Bezeichnen wir sie mit K_3 , so betragen dieselben täglich auf der ganzen Strecke $K_3 n q_2 m$ M l Kosten.

d) Kosten für jeden Last-Tonnenkilometer einschliesslich der Lasten von Locomotive, Tender und Gepäckwagen.

Die hierher gehörenden Kosten zur Unterhaltung des Oberbaues werden freilich mit der Geschwindigkeit der Züge wachsen, weil aber über die Abhängigkeit dieser Kosten von der Geschwindigkeit kein zuverlässiges Versuchsmaterial vorliegt, so habe ich, statt in dieser Beziehung eine immerhin unsichere Hypothese einzuführen, vorgezogen, diese Kosten im Verhältnisse zu der die Strecke passirenden Last-Tonnenkilometer zu setzen. Bezeichnen wir diese Kosten pro Tonne und Kilometer mit K_4 , so entstehen auf der ganzen Strecke täglich $K_4 (n q_2 + Q) m$ M l Kosten, wenn Q das Gewicht der Locomotive nebst Tender und Gepäckwagen ist.

e) Tägliche Kosten für jeden Wagen im Zuge.

Abhängig von der Zahl der Wagen im Zuge sind die Zinsen für die Neubeschaffungs- und Erneuerungskosten und die Kosten zur Besoldung der in jedem Zuge befindlichen Bremser. Bezeichnen wir diese auf jeden Wagen entfallenden Kosten mit K_5 und fügen noch als tägliche Zinsen für den Werth der Ladung die Kosten γ hinzu, so entstehen hierfür täglich auf der ganzen Strecke $(K_5 + \gamma) n m$ M Kosten.

Wenn die Zinsen für den Werth der Ladung im Allgemeinen auch dem Versender zur Last fallen, so sind sie doch wirtschaftlich von Bedeutung und können bei Vorhandensein von Concurrenzlinien für die Festsetzung der Tarife wohl in Frage kommen.

f) Kosten für jeden Wagenkilometer.

Hierher rechnen wir die Kosten für das Expediren, Revidiren und Rangiren der Wagen, da dieselben proportional der durchlaufenen Wegelänge gesetzt werden können. Bezeichnen wir dieselben mit K_6 für jeden Wagenkilometer, so entstehen dafür täglich auf der ganzen Strecke $K_6 n m$ M l Kosten.

g) Kosten für jeden Kilometer Bahnlänge.

Abhängig von der Länge der Bahn sind die Kosten zur Verzinsung der Bahnanlage, zur Unterhaltung der Böschungen, Einfriedigungen, Schutzstreifen, sowie die Kosten zur Besoldung der Bahnwärter. Bezeichnen wir die hierfür auf jeden Kilometer Bahnlänge entfallenden Kosten mit K_7 , so betragen die täglich auf der ganzen Bahnstrecke hierfür erwachsenden Kosten $K_7 M$ l.

h) Kosten für jeden Waaren-Tonnenkilometer.

Die allgemeinen Verwaltungskosten, sowie die Zinsen für die Neubeschaffungs- und Erneuerungskosten der auf den Stationen zur Beladung und Entladung befindlichen und in Reserve stehenden Wagen können proportional den geförderten Waaren-Tonnenkilometern gesetzt werden. Bezeichnen wir die hierfür auf jeden Waaren-Tonnenkilometer entfallenden Kosten mit K_8 , so entstehen dafür auf der ganzen Strecke täglich $K_8 n q m$ M l Kosten.

Sollten nun die täglichen Ausgaben und Einnahmen sich decken, so würde die Beziehung stattfinden müssen:

$$K n q m M l = K_1 m M + K_2 m M l + K_3 n q_2 m M l \\ + K_4 (n q_2 + Q) m M l + (K_5 + \gamma) n m M \\ + K_6 n m M l + K_7 M l + K_8 n q m M l$$

Setzen wir darin $l = v t$, um die Geschwindigkeit v einzuführen, so ergeben sich die Selbstkosten für jeden Waaren-Tonnenkilometer aus der Gleichung:

$$5) K = \frac{K_1}{n q v t} + \frac{K_2}{n q} + K_3 \frac{q_2}{q} + \frac{K_4 (n q_2 + Q)}{n q} + \frac{(K_5 + \gamma)}{q v t} \\ + \frac{K_6}{q} + \frac{K_7}{n q m} + K_8.$$

Die Ermittlung der Kosten K_1 bis K_8 werde ich thunlichst auf Grund der im Betriebsjahre 1882/83 auf den für Rechnung des Preussischen Staates verwalteten Eisenbahnen erzielten Ergebnisse vornehmen, welche in einem von Sr. Excellenz dem Minister der öffentlichen Arbeiten Herrn Maybach dem Hause der Abgeordneten übergebenen Berichte enthalten sind.

a) Tägliche Kosten K_1 für einen Zug.

Der Wasserverbrauch einer Güterzuglocomotive beträgt nach meiner Eingangs erwähnten Abhandlung Seite 82

$$K = \frac{N}{500} + 0,18 \text{ kg in einer Secunde,}$$

worin N die Anzahl der geleisteten Pferdekräfte bedeutet, mithin in 1 Stunde

$$6) \alpha = \left(\frac{N}{500} + 0,18 \right) 3,6 \text{ Tonnen.}$$

In t Stunden werden also αt Tonnen Wasser verbraucht, zu deren Verdampfung $\frac{\alpha t}{7}$ Tonnen Kohlen zu 9 Mark erforderlich sind. Hiernach betragen die Kosten des Brennmaterials $\frac{9}{7} \alpha t = 1,286 \alpha t$.

Auf den für Rechnung des Preussischen Staates verwalteten Eisenbahnen haben im Betriebsjahre 1882/83 die Kosten des Wassers das 0,06 fache der Kosten des Brennmaterials betragen, sodass wir dafür setzen können: $0,06 \cdot 1,286 \alpha t = 0,077 \alpha t$.

Die Neubeschaffungskosten einer Locomotive können zu 40000 Mark angenommen werden. Rechnen wir nun für Zinsen und Erneuerung hiervon jährlich 7% und nehmen wir mit Rücksicht auf die Reparatur- und Ruhezeit 225 wirkliche Fahrtage im Jahre an, so entfallen auf jeden Tag

$$\frac{0,07 \cdot 40000}{225} = 12,44 \text{ Mark.}$$

Die Kosten für die Unterhaltung des Kessels, des Triebwerks und die Schmierung des Letzteren, welche, wie bereits hervorgehoben, in einem constanten Verhältnisse zu den Kosten des Brennmaterials stehen, sollen zu $\frac{2}{3}$ der gesammten Unterhaltungskosten der Locomotive angenommen werden. Nach den Betriebsergebnissen der Preussischen Bahnen vom Jahre 1882/83 würden sie alsdann etwa das 0,777 fache der Brennmaterialkosten betragen, sodass wir dafür setzen können:

$$0,777 \cdot \frac{9}{7} \alpha t = \alpha t.$$

Die Neubeschaffungskosten eines Gepäckwagens betragen etwa 6000 Mark, sodass bei Annahme von 7% an Zinsen und Erneuerungskosten, sowie bei 300 Fahrtagen im Jahre auf jeden Tag $\frac{0,07 \cdot 6000}{300} = 1,4$ Mark entfallen.

Rechnen wir das Jahresgehalt

eines Locomotivführers zu	2400	Mark,
< Heizers	< 1200	<
< Zugführers	< 2100	<
< Packmeisters	< 2100	<
	zusammen	7800

so fallen bei 300 Fahrtagen im Jahre auf jeden Tag 26 Mark.

Rechnen wir schliesslich noch für das Putzen und Verpacken für jede Locomotive und Tag 1,16 Mark, so können wir diese Kosten wie folgt zusammenfassen:

$$1,286 \alpha t + 0,077 \alpha t + 12,44 + \alpha t + 1,4 + 26 \\ + 1,16 = 41 + 2,36 \alpha t \text{ Mark} \\ \text{oder } K_1 = 4100 + 236 \alpha t \text{ Pfennige.}$$

b) Kosten für jeden Zug-Kilometer.

Die Kosten der Unterhaltung und Schmierung der Locomotiv-Achsen und Lager, sowie die Unterhaltung und Schmierung von Tender und Gepäckwagen berechnen sich für jeden Zug-Kilometer auf 0,04 Mark.

Dazu kommen die Kilometergelder des Locomotivführers, Heizers, Zugführers und Packmeisters mit 0,035 Mark, so dass wir zusammen dafür setzen können:

$$0,04 + 0,035 = 0,075 \text{ Mark} \\ \text{oder } K_2 = 7,5 \text{ Pfennige.}$$

c) Kosten für jeden Brutto-Tonnenkilometer des Wagenzuges ausschliesslich des Gepäckwagens.

Die Kosten zur Unterhaltung und Schmierung der Güterwagen ergeben sich für jeden Brutto-Tonnenkilometer zu 0,0006 Mark, so dass wir setzen können: $K_3 = 0,06$ Pfennige.

d) Kosten für jeden Last-Tonnenkilometer einschliesslich der Lasten von Locomotive, Tender und Gepäckwagen.

Die Kosten zur Unterhaltung des Oberbau's einschliesslich der Kosten für Schienen, Kleineisenzeug, Schwellen, Weichen, Herzstücke, Kies und Bettungs-Material und Geräthschaften, ferner für Arbeiterlöhne und Gehälter der Bahnmeister haben auf den Preussischen Bahnen 38766000 Mark betragen, während von sämmtlichen Zügen und Locomotiven etwa 34282000000 Tonnenkilometer geleistet sind, so dass auf jeden Tonnenkilometer 0,00113 Mark fallen und somit $K_4 = 0,113$ Pfennige beträgt.

e) Tägliche Kosten für jeden Wagen im Zuge.

Die Neubeschaffungskosten eines Güterwagen betragen durchschnittlich 3000 Mark, so dass bei Annahme von 7% an Zinsen und Erneuerungskosten bei 300 Fahrtagen im Jahre täglich für jeden Wagen $\frac{0,07 \cdot 3000}{300} = 0,7$ Mark entstehen.

Die Annahme von 300 Fahrtagen ist aber deshalb zulässig, weil wir die Aufenthaltszeiten auf den Stationen behufs Beladen und Entladen der Wagen an anderer Stelle berücksichtigen.

Dazu kommen die Kosten der Bremser und Schmierer, welche bei einem Gehalte von 1000 Mark und 300 Fahrtagen täglich $\frac{1000}{300} = 3,333$ Mark erhalten.

Die Zahl der Bremser ist aber durch das Bahnpolizeireglement für die Eisenbahnen Deutschlands für die verschiedenen Steigungen vorgeschrieben und zwar soll bei Steigungen

bis 1 : 500 auf je 12 Wagen 1 Bremse,

< 1 : 300 < < 10 < 1 <

< 1 : 200 < < 8 < 1 <

< 1 : 100 < < 7 < 1 <

kommen, so dass die Bremserkosten für einen Wagen bei Steigungen

$$\text{bis } 1 : 500 \quad \sigma = \frac{3,333}{12} = 0,278 \text{ Mark} = 27,8 \text{ Pfg.}$$

$$< 1 : 300 \quad \dots \quad \sigma = 33,3 <$$

$$< 1 : 200 \quad \dots \quad \sigma = 41,7 <$$

$$< 1 : 100 \quad \dots \quad \sigma = 47,6 <$$

betragen.

Die täglichen Kosten für jeden Wagen im Zuge belaufen sich demnach auf $K_5 = 70 + \sigma$ Pfennige.

f) Kosten für jeden Wagen-Kilometer.

Auf den für Rechnung des Preussischen Staates verwalteten Eisenbahnen sind im Jahre 1882/83 etwa 1634653000 Güterwagen-Kilometer zurückgelegt, während an Gehältern für Rangir- und Wagenmeister, Güter- und Kohlenexpedienten und Lademeister 4188600 Mark verausgabt sind. Auf jeden Wagenkilometer kommen daher $K_6 = 0,256$ Pfennige.

g) Kosten für jeden Kilometer Bahnlänge.

Die Anlagekosten der unter Staatsverwaltung stehenden Preussischen Eisenbahnen haben für 1 Kilometer 308900 Mark gekostet, wovon nach Verhältniss der Einnahmen aus dem Personen- und Güterverkehr 228000 Mark und bei einer Verzinsung von 4% für jeden Tag $\frac{0,04 \cdot 228000}{365} = 25$ Mark oder 2500 Pfennige auf den Güterverkehr fallen würden.

Nach demselben Verhältnisse der Einnahmen vertheilt, betragen die dem Güterverkehr zur Last fallenden Kosten für Unterhaltung der Böschungen, Einfriedigungen, Schutzstreifen, sowie die Kosten zur Löhnung der Bahnwärter 1,4 Mark oder 140 Pfennig, sodass wir die hierher gehörenden Kosten $K_7 = 2640$ Pfennige setzen können.

h) Kosten für einen Waaren-Tonnenkilometer.

Die allgemeinen Verwaltungskosten haben im Jahre 1882/83 auf den für Rechnung des Preussischen Staates verwalteten Eisenbahnen 116800000 Mark betragen, wovon nach Verhältniss der Einnahmen auf den Güterverkehr 85500000 Mark kommen. Hierzu sind die Zinsen und Erneuerungskosten für diejenigen Wagen zu rechnen, welche behufs Beladung und Entladung auf den Stationen sich befinden. Weil aber der dritte Theil der vorhandenen Güterwagen bei 300 Fahrtagen und einer täglichen Leistung von 130 km genügen würde, um die von allen Güterwagen geleistete Achskilometerzahl zu erreichen, so können wir annehmen, dass $\frac{2}{3}$ des gesammten Wagenparks sich auf den Stationen befindet.

Die Gesamtkosten der Güterwagen haben nun 358750000 Mark betragen und es werden zwei Drittel dieses Werthes bei Annahme von 7% zur Verzinsung und Erneuerung jährlich einen Betrag von $0,07 \cdot \frac{2}{3} \cdot 358750000 = 16740000$ Mark erfordern.

Da nun die Anzahl der Waaren-Tonnenkilometer 7955000000 betragen hat, so kommen auf jeden Tonnenkilometer

$$\frac{85500000 + 16740000}{7955000000} = 0,01285 \text{ Mark}$$

oder es ist $K_8 = 1,285$ Pfennige.

Diesem letzteren Werthe würden noch die Zinsen derjenigen Waaren hinzugerechnet werden können, welche sich zum Zwecke des Versendens, Umladens oder Abladens auf den Stationen befinden. Doch wollen wir darauf verzichten.

Führen wir diese für K_1 bis K_8 erhaltenen Werthe in die Gleichung 5 ein, so erhalten wir die für einen Waaren-Tonnenkilometer aufzunehmenden Kosten K nach der Gleichung:

$$\begin{aligned} 7) \quad K &= \frac{4100 + 236 \alpha t}{n q v t} + \frac{7,5}{n q} + 0,06 \frac{q_2}{q} + \\ &+ 0,113 \frac{(n q_2 + Q)}{n q} + \frac{70 + \sigma + \gamma}{q v t} + \frac{0,256}{q} + \\ &+ \frac{2640}{n q m} + 1,285 \text{ Pfennige.} \end{aligned}$$

Wenngleich der Zinswerth γ der auf dem Transport befindlichen Waaren unter Umständen von Wichtigkeit sein kann, so wollen wir denselben bei den weiteren Betrachtungen, mit Rücksicht darauf, dass er im Allgemeinen von dem Versender getragen werden muss, vernachlässigen, indem wir $\gamma = 0$ setzen.

Nehmen wir nun an, dass die Locomotive mit ihrer vollen Maximalleistung $N = 340$ Pferdekräfte oder $A = 91,8$ stündliche Tonnenkilometer arbeitet, so wird nach Gleichung 6:

$$\alpha = \left(\frac{340}{500} + 0,18 \right) 3,6 = 3,1.$$

Setzen wir ferner die tägliche Fahrzeit $t = 5$ Stunden, das Gewicht der Locomotive nebst Tender und Gepäckwagen $Q = 70$, das Bruttogewicht eines Güterwagens $q_2 = 15$ Tonnen und das Gewicht der Ladung $q = 10$ Tonnen, so erhalten wir für vollbelastete Güterzüge als Kosten für den Waaren-Tonnenkilometer:

$$\begin{aligned} 8) \quad K &= \frac{155}{n v} + \frac{0,75}{n} + 0,09 + 0,0113 \frac{(n \cdot 15 + 70)}{n} + \\ &+ \frac{70 + \sigma}{50 v} + 0,0256 + \frac{264}{n m} + 1,285 \text{ Pfennige.} \end{aligned}$$

Bei einem Gewichte des Gepäckwagens von 10 Tonnen ist

$$n q_2 + 10 = Q_2 \quad \text{oder} \quad n = \frac{Q_2 - 10}{15},$$

worin Q_2 das Bruttogewicht des Wagenzuges einschliesslich Gepäckwagen bedeutet und für verschiedene Geschwindigkeiten und Steigungen nach Gleichung 3 zu ermitteln, oder, weil es sich hier um vollbelastete Züge offener Güterwagen handelt, der Tabelle I. zu entnehmen ist. Wird schliesslich noch die Anzahl der täglichen Züge constant und zwar $m = 10$ gesetzt, so ergeben sich als Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer der Bergfahrt für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten die in Tabelle V. enthaltenen Werthe für K , welche bei der Minimalgeschwindigkeit $v = 16,7$ km in 1 Stunde für alle Steigungen am geringsten ausfallen.

Ihre Abhängigkeit von Steigung und Geschwindigkeit lässt sich annähernd durch die Formel ausdrücken:

$$9) K = 2,216 + (y - 2) 0,14 + y (v - 16,7) 0,012,$$

wenn y die Steigung in Millimetern auf einen Meter bedeutet, aber $y \geq 2 \leq 10$ und die Geschwindigkeit $v \geq 16,7 \leq 28,8$ km pr. Stunde ist.

Wir wollen nun annehmen, dass dieselbe Neigung nach 2 Richtungen vorhanden sei und dass ein mit der Maximal-Arbeitsleistung der Locomotive hinaufgebrachter Zug mit einer Geschwindigkeit von 40 km abwärts bewegt werden dürfe, vorausgesetzt, dass die von der Locomotive geleistete Arbeit dies gestattet. Im Gefälle wird nun $\sin \alpha_{max}$ negativ und es berechnet sich die Arbeit A in Tonnenkilometern nach Gleichung 1:

$$A = 1,04 v_t (\mu_1 Q_1 + \mu_2 Q_2 + 0,057 + \lambda (F_1 + F_2)) v_t^2 - (Q_1 + Q_2) \sin \alpha_{max}.$$

Bei Steigungen 1:500 und einer Geschwindigkeit $v = 16,7$ ist nun nach Tabelle I. $Q_2 = 1066$, die Anzahl der Güterwagen $n = 70,4$, mithin $F_2 = 1,2 + 71,4 \cdot 0,4 = 29,76$.

Behalten wir nun für μ_1, Q_1, μ_2, F_1 die oben bereits eingeführten Werthe, so ergibt sich für $v_t = 40$, $A = 53,08$ Tonnenkilometer oder $N = 196,6$ Pferdekkräfte.

In Folge dessen wird $\alpha = \left(\frac{196,6}{500} + 0,18 \right) 3,6 = 2,0628$ und $K_1 = 4100 + 236 \alpha \cdot t = 6534$ Pfennige.

Ebenso berechnet sich für $v = 28,8$ und $v_t = 40$ $K_1 = 5800$ Pfennige.

Auf den Gefällen 1:300, 1:200, 1:100 erreichen die betreffenden Züge ohne Dampf schon die Geschwindigkeit von 40 km, so dass hier $\alpha = 0$, mithin $K_1 = 4100$ Pfennig wird.

Durch Einführung dieser Werthe in Gleichung 7 ergibt dieselbe als Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer der Thalfahrt mit 40 km Geschwindigkeit in einer Stunde die in Tabelle V. unter K_t aufgeführten Werthe.

V.

Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer bei vollbeladenen Güterwagen. $m = 10$.

Steigung $\sin \alpha_{max}$	Anzahl der Güterwagen in einem Zuge.	Bergfahrt		Thalfahrt $v_t = 40$ Pfg.	Mittelwerth Pfg.
		Kilom. in 1 St.	Pfg.		
	$n =$	$v =$	$K =$	$K_t =$	$K_m =$
1:500	70,4	16,7	2,216	2,062	2,139
"	64,5	18	2,246	—	—
"	51,7	21,6	2,340	—	—
"	42,7	25,2	2,446	—	—
"	35,8	28,8	2,569	2,481	2,525
1:300	53,6	16,7	2,388	2,181	2,285
"	26,8	28,8	2,881	2,736	2,809
1:200	40,6	16,7	2,621	2,365	2,493
"	20,1	28,8	3,305	3,118	3,211
1:100	22,5	16,7	3,364	2,961	3,163
"	20,5	18	3,483	—	—
"	16	21,6	3,873	—	—
"	12,7	25,2	4,347	—	—
"	10,3	28,8	4,885	4,539	4,712

Wechseln die Steigungen mit Gefällen von gleicher Neigung, so entsprechen die Selbstkosten dem arithmetischen Mittel

der Werthe K und K_t und sind in der letzten Spalte der Tabelle V. unter K_m aufgenommen. Die Abhängigkeit dieser Kosten von der Steigung und der Geschwindigkeit lässt sich annähernd durch folgende Formel ausdrücken:

$$10) K_m = 2,140 + (y - 2) 0,124 + y (v - 16,7) 0,0124,$$

worin $y \geq 2 \leq 10$ und $v \geq 16,7 \leq 28,8$ ist.

Haben wir bisher die verschiedenen Bahnstrecken mit einer gleichen Anzahl Züge belastet, so wollen wir jetzt annehmen, es sei die Wagenzahl, welche täglich über die verschiedenen Strecken gefördert werden soll, unveränderlich und zwar möge die einer Geschwindigkeit $v = 16,7$, einer Steigung 1:500 entsprechende Wagenzahl $n = 70,4$ unter Annahme von 10 täglichen Zügen der weiteren Untersuchung zu Grunde gelegt, mithin $mn = 704$ angenommen werden.

Die für vollbelastete Güterzüge aufgestellte Gleichung 8 nimmt alsdann, wenn wir zugleich sämtliche unveränderlichen Glieder zusammenfassen, die Form an:

$$11) K = \frac{155}{nv} + \frac{0,75}{n} + 0,0113 \frac{(n \cdot 15 + 70)}{n} + \frac{70 + \sigma}{50v} + 1,7756 \text{ Pfennige.}$$

Hieraus ergeben sich für die Bergfahrt bei verschiedenen Steigungen und Geschwindigkeiten die in Tabelle VI. unter K aufgeführten Werthe.

VI.

Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer bei vollbeladenen Güterwagen. $mn = 704$.

Steigung $\sin \alpha_{max}$	Anzahl der Güterwagen eines Zuges.	Bergfahrt		Thalfahrt $v_t = 40$ Pfg.	Mittelwerth Pfg.
		Kilom. in 1 St.	Pfg.		
	$n =$	$v =$	$K =$	K_t	$K_m =$
o	128 (unstatthaft)	16,7	2,111	—	—
"	65,7	28,8	2,111	—	—
1:500	70,4	16,7	2,216	2,062	2,139
"	35,8	28,8	2,206	2,141	2,173
1:300	53,6	16,7	2,271	2,063	2,167
"	26,9	28,8	2,274	2,126	2,200
1:200	40,6	16,7	2,346	2,089	2,217
"	20,1	28,8	2,367	2,179	2,273
1:100	22,5	16,7	2,566	2,163	2,365
"	10,3	28,8	2,697	2,351	2,524

Ogleich wir bei horizontaler Bahn und der Geschwindigkeit $v = 16,7$ km mit der Zahl der Wagen weit über die zulässige Grenze von 75 gegangen sind, um die Leistungsfähigkeit der Locomotive auszunutzen, so finden wir doch sowohl hier als bei Steigungen 1:300 bei zunehmender Geschwindigkeit keine oder doch nur eine sehr geringe Zunahme der Selbstkosten, während auf der Steigung 1:500 sogar eine Verminderung derselben eintritt. Ueberhaupt ist aber die Aenderung der Selbstkosten in Folge der Geschwindigkeit bei constanter Wagenzahl auf der Bergfahrt eine sehr geringe. Ihre Abhängigkeit von Steigung und Geschwindigkeit lässt sich durch folgende Formel zum Ausdruck bringen:

12) $K = 2,216 + 0,043 (y - 2) + 0,0015 (y - 3) (v - 16,7)$, worin $y \geq 2 \leq 10$ und $v \geq 16,7 \leq 28,8$ ist.

Nehmen wir jetzt an, dass auf die Steigung ein Gefälle von gleicher Neigung folge, auf welchem die aufwärts voll belasteten Züge mit einer Geschwindigkeit von 40 km in 1 Stunde hinabbewegt werden, so erhalten wir als Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer der Thalfahrt die in Tabelle VI unter K_t aufgeführten Werthe.

Die Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer der Berg- und Thalfahrt erhalten wir durch Aufsuchung des arithmetischen Mittels von K und K_t und finden die betreffenden Werthe für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten unter K_m in Tabelle VI eingetragen.

Aus diesen Werthen sehen wir, dass in Folge des günstigen Einflusses der Thalfahrt, der sich um so mehr bemerklich macht je grösser die Wagenzahl ist, die Selbstkosten für alle Steigungen wieder bei der Minimalgeschwindigkeit am geringsten sind und mit der Geschwindigkeit, wenn auch in einem sehr geringen Grade wachsen. Die Abhängigkeit dieser Werthe K_m von der Steigung und der Geschwindigkeit lässt sich annähernd durch folgende Formel ausdrücken:

13) $K_m = 2,140 + 0,027 (y - 2) + 0,0022 \left[\frac{(y-3)^2}{10} + 1 \right] (v - 16,7)$, worin $y \geq 2 \leq 10$ und $v \geq 16,7 \leq 28,8$ ist.

Vergleichen wir jetzt die Werthe K_m der Tabellen V und VI mit einander, so findet sich, dass sowohl der schädliche Einfluss der grösseren Geschwindigkeiten nach Tabelle VI ungemein abgenommen hat, obgleich die Anzahl der Wagen in den einzelnen Zügen dieselbe geblieben ist. Offenbar rührt dies daher, dass die unverminderte Beibehaltung der täglich zu befördernden Wagenzahl $m n$ für alle diejenigen Bahnstrecken und Geschwindigkeiten eine Zunahme des Verkehrs bedingt, bei denen nach Tabelle V. die Wagenzahl n kleiner als 70,4 ist.

Weil somit die Grösse der täglichen Wagenzahl einen solch erheblichen Einfluss auf die Selbstkosten ausübt, so wollen wir jetzt einmal die Selbstkosten für verschiedene Werthe von $m n$ bestimmen.

Durch Vermehrung oder Verminderung des Werthes $m n$ wird sich in Gleichung 7) lediglich das Glied $\frac{2640}{n q m}$ ändern, wofür wir bei einer Nettobelastung des einzelnen Wagens $q = 10$ auch $\frac{264}{n m}$ setzen können. War nun bisher $m n = 704$, so er giebt sich jetzt eine Aenderung der Selbstkosten um den Werth $\frac{264}{n m} - \frac{264}{704} = \frac{264}{n m} - 0,375$.

Wollen wir daher unsere Formel für eine beliebige täglich zu fördernde Wagenzahl gelten lassen, so haben wir nur zu setzen:

$$K_m = 2,140 + 0,027 (y - 2) + 0,0022 \left[\frac{(y-3)^2}{10} + 1 \right] (v - 16,7) + \frac{264}{m n} - 0,375$$

oder

$$14) K_m = 1,765 + 0,027 (y - 2) + 0,0022 \left[\frac{(y-3)^2}{10} + 1 \right] (v - 16,7) + \frac{264}{m n}$$

Würden die Züge aufwärts mit der Minimalgeschwindigkeit $v = 16,7$ Kilometer in 1 Stunde befördert bei einer Thalfahrt $v_t = 40$ Kilometer in 1 Stunde, so erhielten wir die einfache Formel

$$15) K_m = 1,765 + 0,027 (y - 2) + \frac{264}{n m},$$

welche sowohl der Steigung als der Stärke des Verkehrs Rechnung trägt und namentlich den erheblichen Einfluss des letzteren durch das Glied $\frac{264}{m n}$ erkennen lässt.

Bei unseren bisherigen Betrachtungen haben wir in den Güterzügen ausser dem Gepäckwagen lediglich vollbelastete Güterwagen angenommen. Weil aber in Wirklichkeit in den Zügen auch schwach beladene und leere Güterwagen vorkommen, so wollen wir jetzt einmal untersuchen, wie sich die Selbstkosten stellen werden, wenn die Güterzüge zur Hälfte aus voll beladenen, zur Hälfte aus leeren offenen Güterwagen bestehen.

Nehmen wir das Eigengewicht der Wagen zu 5 Tonnen, das Gewicht der Ladung zu 10 Tonnen an, so wird das mittlere

Bruttogewicht $q_2 = \frac{5 + 15}{2} = 10$ Tonnen und das mittlere

Nettogewicht $q = \frac{10}{2} = 5$ Tonnen betragen. Setzen wir da-

bei voraus, dass eine Locomotive von der oben bezeichneten Konstruktion und Leistungsfähigkeit aufwärts ihre volle Leistung entwickle, so werden die bei verschiedenen Steigungen und Geschwindigkeiten geförderten Bruttolasten Q_2 entweder nach Gleichung 3 ermittelt, oder aus der Tabelle III entnommen werden können. Die Anzahl der in einem Zuge laufenden Güterwagen ist aber, wenn wir das Gewicht des Gepäckwagens auch hier zu 10 Tonnen annehmen, $n = \frac{Q_2 - 10}{10}$.

Die Selbstkosten berechnen sich wieder nach Gleichung 7), worin α , weil von der Maximalleistung der Locomotive abhängig, den früheren Werth $\alpha = 3,1$ beibehält.

Dieselbe nimmt nach Einführung der angenommenen Zahlenwerthe und Annahme von $t = 5$ Stunden täglicher Fahrzeit die Form an:

$$16) K = \frac{310}{n v} + \frac{1,5}{n} + 0,12 + \frac{0,0226 (n \cdot 10 + 70)}{n} + \frac{70 + \sigma}{25 v} + 0,0512 + \frac{528}{n m} + 1,285 \text{ Pfennige.}$$

Nehmen wir nun zunächst die Anzahl der täglichen Züge konstant und zwar $m = 10$ an, so erhalten wir für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten die folgenden in Tabelle VII. zusammengestellten Werthe.

VII.

Selbstkosten auf gleichmässiger Steigung bei konstanter Anzahl zur Hälfte beladener Güterzüge.

	$m = 10$	$\sin \alpha_{\max} = 1 : 500$	
$v = 16,7$	$n = 102,4$ (unstatthaft)		$K = 2,643$ Pfg.
$v = 18$	$n = 93,7$	"	$K = 2,680$ "
$v = 21,6$	$n = 74,6$		$K = 2,805$ "
$v = 25,2$	$n = 60,7$		$K = 2,961$ "
$v = 28,8$	$n = 50,1$		$K = 3,148$ "

$$\sin \alpha_{\max} = 1 : 100$$

v = 16,7	n = 33,4	K = 4,191 Pf.
v = 18	n = 30,3	K = 4,354 "
v = 21,6	n = 23,6	K = 4,874 "
v = 25,2	n = 18,8	K = 5,494 "
v = 28,8	n = 15,1	K = 6,258 "

Hier macht sich sowohl die Steigung, als auch die Zunahme der Geschwindigkeit in weit ungünstiger Weise auf die Selbstkosten geltend, als dies bei voller Belastung der Fall ist. Wir wollen daher die Selbstkosten nunmehr auch für den Fall berechnen, dass die täglich zu befördernde Wagenzahl unveränderlich und zwar $m n = 740$ ist, ohne dass die Wagenzahl und Belastung der einzelnen Güterzüge geändert würde.

Die unter dieser Voraussetzung bei verschiedenen Steigungen und Geschwindigkeiten auf der Bergfahrt sich ergebenden Selbstkosten sind in Tabelle VIII. unter K aufgeführt.

Lassen wir sodann dieselben Züge mit einer Geschwindigkeit von 40 Kilometer auf Gefällen von gleicher Neigung abwärtsfahren, so berechnet sich bei Neigungen

$$1 : 500 \text{ für } n = 74 \alpha = 2,29, \text{ für } n = 50,1 \alpha = 1,76$$

$$1 : 300 \text{ für } n = 74 \alpha = 1,096, \text{ für } n = 38,2 \alpha = 0,87,$$

sodass sich die zugehörigen Werthe von $\alpha = 2,29$ bzw. $1,096$ berechnen, während die Züge auf Neigungen $1 : 200$ und $1 : 100$ schon ohne Dampf eine Geschwindigkeit von 40 Kilometer in einer Stunde erreichen, mithin $\alpha = 0$ wird.

VIII.

Selbstkosten für einen Waaren-Tonnenkilometer bei zur Hälfte beladenen Güterzügen. $m n = 740$.

Steigung $\sin \alpha_{\max}$	Anzahl der Güter- wagen eines Zuges.	Bergfahrt		Thalfahrt	Mittel- werth Pfg.
		Kilom. in 1 St.	Pfg.	$v_t = 40$ Pfg.	
	n =	v =	K =	$K_t =$	$K_m =$
0	74	31,8	2,692		
1 : 500	74	21,7	2,811	2,627	2,719
"	50,1	28,8	2,808	2,678	2,743
1 : 300	74	17,5	2,913	2,613	2,763
"	38,2	28,8	2,902	2,713	2,807
1 : 200	59,7	16,7	3,026	2,646	2,836
"	28,8	28,8	3,031	2,756	2,894
1 : 100	33,4	16,7	3,323	2,727	3,025
"	15,1	28,8	3,474	2,987	3,231

Als Selbstkosten für die Thalfahrt erhalten wir daher die in Tabelle VIII unter K_t aufgeführten Werthe.

Für eine wechselnde Berg- und Thalfahrt ergeben sich aber die Selbstkosten für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten als arithmetisches Mittel aus den entsprechenden Werthen für K und K_t . Dieselben sind in Tabelle VIII unter K_m zusammengestellt und lassen sich in ihrer Abhängigkeit von den Steigungen und Geschwindigkeiten der Bergfahrten durch folgende Formel ausdrücken:

$$17) K_m = 2,710 + 0,04 (y - 2) + 0,002 \left[\frac{(y - 2)^2}{10} + 1,7 \right] (v - 16,7).$$

Ein Vergleich dieser Werthe K_m mit denen der Formel 13 bzw. der Tabelle VI. zeigt nun, dass sowohl der Gesamtwert der Selbstkosten für irgend eine Steigung und Geschwindigkeit als auch der Einfluss der Steigungen auf die Selbstkosten wesentlich gewachsen ist; während der Einfluss der Geschwindigkeit sich nur sehr wenig verändert hat.

Wollen wir jetzt diese für einen täglichen Verkehr von 740 Wagen ermittelte Formel für einen beliebigen Verkehr Geltung verschaffen, so brauchen wir nur statt des Gliedes $\frac{528}{740}$ den Werth $\frac{528}{m n}$ der Gleichung 16 wieder einzuführen, indem wir die Differenz beider,

$$\text{nämlich } \frac{528}{m n} - \frac{528}{740} = \frac{528}{m n} - 0,713$$

den Werthen für K_m hinzufügen.

Dadurch entsteht abgerundet:

$$18) K_m = 2 + 0,04 (y - 2) + 0,002 \left[\frac{(y - 2)^2}{10} + 1,7 \right] (v - 16,7) + \frac{528}{m n},$$

worin $y \geq 2 \leq 10$ und $v \geq 16,7 \leq 28,8$ ist.

Nehmen wir auch hier wieder an, dass die Bergfahrt mit der Minimalgeschwindigkeit $v = 16,7$ erfolge, so erhalten wir:

$$19) K_m = 2 + 0,04 (y - 2) + \frac{528}{m n} \text{ Pfennige,}$$

eine Gleichung, durch welche wieder in hervorragender Weise der Einfluss der Verkehrsstärke $m n$ zur Geltung kommt.

Nach diesen Untersuchungen stimmt diejenige Geschwindigkeit, bei welcher die geringsten Selbstkosten erwachsen, im Allgemeinen mit der Geschwindigkeit überein, bei welcher die grösste Anzahl Tonnenkilometer in einer Stunde befördert wird. Während aber der Einfluss der zunehmenden Steigungen und Geschwindigkeiten für den einzelnen Zug in Folge Verminderung der zu befördernden Bruttolast in hohem Grade nachtheilig ist und somit Bahnstrecken von stärkeren Steigungen oder mit grösseren Zuggeschwindigkeiten bei gleicher Anzahl Züge eine erhebliche Vermehrung der Selbstkosten für den Tonnenkilometer zeigen, so vermindert sich dieser Einfluss sowohl in Bezug auf die Steigungen als auch in Bezug auf die Geschwindigkeiten, sobald ein gleicher Verkehr bzw. eine gleiche tägliche Wagenzahl vorausgesetzt wird. Ja wir finden sogar unter dieser Voraussetzung bei vollbeladenen, wie bei zur Hälfte beladenen Güterzügen auf der Bergfahrt bei mässigen Steigungen eine gewisse, wenn auch nicht erhebliche, Abnahme der Selbstkosten bei zunehmender Geschwindigkeit.

Da wir nun auf der einen Seite den zur Zeit noch nicht genügend ermittelten Einfluss der Geschwindigkeit der Züge auf die Bahnunterhaltung, auf der anderen Seite aber den Vortheil der rascheren Güterbeförderung unberücksichtigt gelassen haben, so werden sich diese beiden Faktoren bei Bestimmung der vorteilhaftesten Geschwindigkeit vielfach Ausschlag gebend gegenüberstehen.

Wenn man bei uns mit der Verminderung der Güterzuggeschwindigkeit vielfach sehr weit gegangen ist, so mag dies zum Theil seinen Grund darin haben, dass man zu sehr die Mehrkosten berücksichtigt hat, welche einem einzelnen Zuge

durch grössere Geschwindigkeiten erwachsen, während man in den meisten Fällen mit einem gegebenen Verkehr, also einer mittleren täglichen Wagenzahl rechnen sollte.

Durch die vorstehenden Betrachtungen finden die zum Theil wesentlich grösseren Geschwindigkeiten der Güterzüge in Eng-

land ihre Erklärung. Auch führen dieselben zu der Erwägung, ob nicht auch bei uns auf manchen Bahnstrecken eine raschere Beförderung der Güter ohne nennenswerthe Mehrkosten stattfinden könnte.

Hannover, den 10. April 1885.

Versuche der sächsischen Staatsbahn über Wagenwiderstände auf normalspurigem Gleise.

Mitgetheilt von F. Hoffmann, Obermaschinenmeister in Chemnitz.

Die seither zur Verfügung gestandenen Angaben über die Widerstände litten zumeist an dem Mangel, dass sie den Curvenwiderstand für bestimmte Krümmungshalbmesser und Fahrzeugradstände unberücksichtigt liessen und auch bezüglich des Einflusses der Geschwindigkeit bedeutende Abweichungen zeigten, abgesehen davon, dass auch das für den Widerstand im graden Gleise bei geringster Geschwindigkeit geltende Glied, der meistentheils von englischen und französischen Lehrstühlen oder Praktikern herrührenden Formeln bedeutend schwankte. Es ist daher kein Wunder, wenn nach und nach dem Bedürfniss nach zuverlässigen und ergiebigen Angaben seitens der Eisenbahnen durch Wort und That Ausdruck verliehen wurde, namentlich da in dem letzten Decennium die Neuerung der Lenkachsen die Widerstandsfrage neu belebte.

Der Norddeutsche Eisenbahnverband hat in Erkennung der Wichtigkeit der Sache die Widerstands- und Lenkachsen-Frage vor einer Reihe von Jahren auf seine Tagesordnung gesetzt und seitdem auf allen Conferenzen weiter bearbeitet. Auf seine Veranlassung wurden auf den curvenreichen Linien der sächsischen Staatsbahnen, der Heimath der einzelschwingenden Lenkachse (anfangs der 70er Jahre von Nowotny und Bergk in's Leben gerufen) ausgedehnte Versuche mit den wichtigsten Lenkachsen-Constructionen unternommen und deren Resultate in einem eingehenden Berichte der betreffenden Subcommission (Referent Baurath Wolff, Oldenburg) zusammengefasst. Auch der Messung der Widerstände unterzog sich auf Veranlassung des Verbandes die genannte Bahn seit einigen Jahren mittelst eines eigens für diesen Zweck construirten, in einem besonderen Wagen aufgestellten Indicator-Apparates. Im Sommer 1884 wurden, im Anschluss an die bis dahin ausgeführten Einzelversuche und auf Grund der gewonnenen Erfahrungen, systematische Gesamtversuche angestellt, deren Gang und Resultate in Nachfolgendem mitgetheilt werden sollen.

Da die zahlreichen älteren Formeln, wie schon erwähnt, bedeutend von einander abweichen und meist nur für grades Gleis gelten, so konnte man sich nicht damit begnügen, eine oder die andere Formel herauszugreifen und mit derselben eine Coefficienten-Bestimmung vorzunehmen, sondern es fiel den Versuchen die Aufgabe zu, die geeignetste Construction der Formel sammt dem Werth der Coefficienten ausfindig zu machen, wie dies auch bei den im Jahre 1877 von der Bayerischen Staatsbahn vorgenommenen ausgedehnten Ablaufversuchen und bei den neuerdings von der linksrheinischen Bahn angestellten Untersuchungen geschah. Es war daher auf folgende Hauptresul-

tate, aus welchen der Gesamtwiderstand sich zusammensetzte, auszugehen.

- 1) Bestimmung der Grund-Widerstandes, nämlich des Widerstandes des Fahrzeuges in den Graden bei geringster Geschwindigkeit, als eigenthümliche Eigenschaft des Fahrzeuges auf den betreffenden Bahnen,
- 2) Bestimmung des Grund-Curvenwiderstandes, nämlich Vermehrung des Widerstandes (1) durch die Gleiskrümmung, und zwar bezüglich des Einflusses:

a. des Curvenhalbmessers,	}	bei geringster Geschwindigkeit
b. des Wagenradstandes,		
- 3) Bestimmung des Einflusses der Bewegungsgeschwindigkeit auf den Widerstand:

a. in den Graden,	}
b. in der Curve,	
- 4) Verhalten der Lenkachsen gegenüber den Steifachsen.

Die unter 1) und 3a) angeführten Angaben sind in allen früheren Formeln enthalten und zwar Werth 1) als eine constante Grösse, Werth 3a) als ein aus verschiedenen Potenzen der Fahrgeschwindigkeit zusammengesetztes Glied.

Der Grund-Curvenwiderstand (Curvenwiderstand bei kleinster Geschwindigkeit), welcher in Redtenbacher's »Gesetze des Locomotivbaues 1855« einer eingehenden theoretischen Untersuchung unterzogen ist, wurde von uns in diesen Blättern (Jahrgang 1880, Heft 6) unter Berücksichtigung des durch diesseitige Versuche gefundenen und schon früher von Wöhler ausgesprochenen Gesetzes der Hinterachsstellung theoretisch weiter entwickelt. Nach diesem Gesetz stellt sich die Hinterachse eines steifachsigen Eisenbahnfahrzeuges stets radial ein, wenn der Spielraum im Gleis hierzu ausreicht, läuft also an der Innenschiene an, wenn der Spielraum im Gleis gleich oder kleiner ist, als die erwähnte Radialstellung verlangt. Der Abstand des hinteren Radsatzes von der Innenschiene wird daher durch den Ausdruck $\sigma - \frac{L^2}{2R}$ und der Winkel β , welchen die Vorderachse mit dem Curvenradius bildet durch $\sin \beta = \frac{L}{R}$ bestimmt (worin σ den Gesamtspielraum im Gleis, L den Radstand und R den Curvenhalbmesser bedeutet). Für $\sigma < \frac{L^2}{2R}$ läuft die Hinterachse an der Innenschiene an und ist der Vorderachswinkel $\sin \beta = \frac{L}{2R} + \frac{\sigma}{L}$ (siehe Organ 1880, S. 199).

Der theoretische Curvenwiderstand der Lenkachsen, welche letztere ebenfalls in jener Abhandlung des Organs untersucht worden sind, ist null, doch lässt er sich in Wirklichkeit, wie die Resultate zeigen werden, nicht bis zu dieser Grenze hinabdrücken.

Die bayerischen und linksrheinischen Versuche haben sich mit der Auffindung des Curvenwiderstandes der Steifachsen ebenfalls beschäftigt, doch fehlt den ersteren die Berücksichtigung des so wesentlichen Einflusses des Radstandes und die Formel der linksrheinischen Resultate lässt den Curvenwiderstand mit abnehmender Geschwindigkeit so sehr steigen, dass der Grund-Curvenstand unendlich gross wird, während nach den bayerischen und — wie hier schon vorausgeschickt werden soll — nach den diesseitigen Versuchen der Curvenwiderstand als unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit, also 3 a) und 3 b) als gleichwerthig für die Praxis angenommen werden kann.

Zur Auffindung dieser Resultate wurde folgendes Programm festgestellt und durchgeführt.

Messungs-Apparate.

Sämmtliche Widerstände wurden vermitteltst des hierzu vorhandenen Indicatorwagens gemessen. Derselbe ist im »Civilingenieur«, XXIX. Band, Jahrg. 1883, von Baurath Bergk näher beschrieben und hat im Wesentlichen die Einrichtung, dass die möglichst reibungslos gelagerte Wagen-Zugstange auf eine besonders sorgfältig hergestellte Feder wirkt, deren Ausdehnungsgrösse auf 3 sich controlirende Indicatoren, nämlich auf einen Zeiger, ferner auf einen graphischen Arbeits-Indicator und auf einen durch Zahlen die Arbeitsgrösse angebenden Apparat übertragen wird. Um auch die bei geringen Widerständen durch Bewegungsverzögerungen auftretende Rückäusserung der lebendigen Kraft als Druckarbeit aufzusammeln und auch die Rückfahrten auf den Versuchsstrecken zu den Versuchen heranziehen zu können, wurde der Apparat hierzu entsprechend vervollkommenet.

Wahl und Herrichtung der

Versuchswagen und Versuchsstrecken.

Um Zufälligkeiten möglichst zu entkräften, die Verhältnisse des Betriebes möglichst nachzuahmen und möglichst sichere Durchschnittswerthe für den Widerstands-Coefficient der betreffenden Wagenarten zu erhalten, wurden nicht einzelne Wagen, sondern stets mehrere (meist 4 Stück) von ganz gleicher Bauart und Beschaffenheit zusammenverkuppelt über die Versuchsstrecken bewegt. Jeder der zu den Versuchen verwendete Wagen wurde auf ein Brutto-Gewicht von 5 Tonnen pro Achse gebracht. Es kamen folgende Wagengruppen zur Verwendung:

- a) 4 St. zweiachsige offene Güterwagen von 3^m Radstd.,
- b) 4 St. « Personenwagen « 5^m «
- c) 3 bis 4 St. « offene Güterwagen « 7^m «

also meist 40 Tonnen, selten 30 Tonnen Gewicht pro Versuchszug.

Die unter b und c genannten Wagen hatten Lenkachsen, konnten aber auch durch Feststellvorrichtungen an den Achsbüchsen steifachsig gemacht werden. Sämmtliche Wagen waren nach der letzten Revision mehrere Monate im Betriebe

gewesen und wurden nur die Radreifen (auf $\frac{1}{20}$ Conus) abgedreht, ohne jedoch dabei an den Achsschenkeln und Lagern etwas vorzunehmen.

Als Grade wurde ein 600^m langes Stück von $\frac{1}{168}$ Neigung; als Curven wurde ein Stück von 800^m Halbmesser, $\frac{1}{400}$ Neigung und 400^m Länge; ein Stück von 400^m Halbmesser, $\frac{1}{100}$ Neigung und 500^m Länge; ein Stück von 283^m Halbmesser, 300^m Länge, horizontal; ein Stück von 170^m Halbmesser, 200^m Länge, horizontal, gewählt.

Die Krümmungs- und namentlich die Neigungs-Verhältnisse wurden vor den Versuchen mit peinlichster Sorgfalt nachgemessen, verbessert und sodann auch während der Versuche in gutem Zustande gehalten. Die beiden Endpunkte eines jeden Versuchsstückes bezeichneten Holzsäulchen, welche zugleich auch als Contactpunkte für den Indicator dienten.

Ausführung der Versuche.

Um die Witterungsverhältnisse und speziellen Bahnzustände möglichst einflusslos zu halten, wurden die Versuche zur Ermittlung der Grundwiderstände und des Einflusses des Radstandes auf den Widerstand, sowie die Geschwindigkeitsversuche so angestellt, dass sämmtliche drei Wagengruppen und auch die beiden Lenkachsengruppen, also fünf Wagenfälle, an einem und demselben Tage oder an aufeinanderfolgenden Tagen auf ein und derselben Versuchsstrecke und so die einzelnen fünf Versuchsstrecken nach einander durchgenommen wurden.

Dagegen war es aus den gleichen Gründen nöthig, zur Ermittlung des Einflusses des Curvenhalbmessers auf den Grund-Curven-Widerstand, umgekehrt ein und dieselbe Wagengruppe möglichst an einem Tage über sämmtliche fünf Versuchsstrecken zu fahren.

Als Locomotive wurde eine kleine, zweiachsige, mit Geschwindigkeitsmesser versehene Tendermaschine von 24 Tonnen Gewicht und 1,1^m Raddurchmesser verwendet, nachdem die Vorversuche gelehrt hatten, dass mit einer solchen Maschine eine möglichst gleichmässige Geschwindigkeit und Kraftäusserung zu erzielen war.

An der Maschine hing der Indicatorwagen, welcher mit seinem jenseitigen Zughaken, der den Angriffspunkt des Indicatorapparates bildete, mit der Versuchswagengruppe verkuppelt war. Die Kuppeln der Versuchswagen waren bis zur schwachen Berührung der Buffer angezogen. Mit Ausnahme der Langsamfahrten (ca. 5 km) geschah jede Abfahrt entsprechend weit vom Anfangspunkt der Versuchsstrecke aus, um bis zu jenem Anfangspunkt eine bestimmte Geschwindigkeit beharrlich erreicht zu haben und hiermit die ganze Versuchsstrecke zu überfahren.

Bei jeder Versuchsfahrt war die im Apparatwagen durch einen Geschwindigkeitsmesser angezeigte Fahrgeschwindigkeit, ferner die vom Zählwerk des Indicators angegebene Zahl der am Zughaken geleisteten Arbeit (in Metertonnen) und der proportional mit dem Weg ablaufende Papierstreifen zu beobachten.

Auf letzterem erzeugten zwei Bleistifte über den entsprechenden Nulllinien das Widerstands- und das Geschwindigkeits-Diagramm, so dass aus der Fläche des ersteren die Widerstandsarbeit berechnet und aus dem letzteren die an jedem

Bahnpunkte stattgefundenen Geschwindigkeit nachgemessen werden konnte. Durch die Augenblicks-Berührung mit den Grenzpfählen wurde das Indicator-Zählwerk ein- und ausgelöst, sowie auf dem Papierstreifen diese Gleisstelle durch je einen Punkt markirt.

Bei den Langsam-Fahrten (5 km pro Stunde) begann die Bewegung am Anfangspfahl und endigte langsam auslaufend in der Nähe des Endpfahles, worauf die Entfernung vom Endpfahl genau gemessen und notirt wurde. Auf diese besondere Weise erhielt man Fahrten, bei welchen etwa unbeobachtete, auf die Resultate so einflussreiche Aenderungen der Anfangs- und End-Geschwindigkeit, nicht vorkommen konnten, da die beiden End-Geschwindigkeiten Null waren und der ganze in den Fahrzeugen erzeugte Betrag an lebendiger Kraft nach und nach, theils zum Ueberwinden des zu messenden Widerstandes, theils als Ueberfluss dem Indicator übergeben wurde, sodass unter allen Umständen die Differenz zwischen der vom Indicatorzughaken entnommenen und diesem wieder zurückgegebenen, also die vom Zählwerk angegebene Arbeit diejenige sein musste, welche zum Ueberwinden des Widerstandes während der Fahrt aufzuwenden war. Man hatte also dadurch ein Mittel, sowohl den Grund- (Fahrzeug-) Widerstand, wie auch den Grund-Curvenwiderstand (Curvenwiderstand bei kleinster Geschwindigkeit) sehr sicher festzustellen, was um so schätzenswerther war, als diese beiden Widerstände überhaupt die Grundlage zu der ganzen Untersuchung bilden mussten.

Auf der graden Versuchsstrecke mit Neigung $\frac{1}{168}$ und der Versuchcurve von 800^m Halbmesser und $\frac{1}{400}$ Neigung wurden, ausser den direkten Arbeitsmessungen, auch einige Ablaufversuche vorgenommen, jedoch nicht in der gebräuchlichen Weise mit veränderlicher Geschwindigkeit, sondern in der Absicht, die constante Geschwindigkeit ausfindig zu machen, bei welcher Widerstand und treibende Schwerkraft gleich ist, der Widerstand also für diese Geschwindigkeit durch genaues Nivellement der Neigung (selbst bei unbekanntem Gewicht der ablaufenden Fahrzeuge) sofort zu bestimmen ist, da die einfache Gleichung

$$q = \frac{1}{m} = \frac{w}{1000},$$

worin q den Widerstands-Coefficient, w den Widerstand in Kilogramm pro Tonne und $\frac{1}{m}$ das Neigungsverhältniss bedeutet, sofort den Werth von q oder w ergibt.

Leider war die grade Versuchsstrecke (600^m) für die Neigung $\frac{1}{168}$ zu kurz, um bei der Anfangsgeschwindigkeit, welche die kleine Maschine beim Abstossen hervorzubringen vermochte, die constante Geschwindigkeit zu erreichen, doch kam man derselben sehr nahe, da bei einer Abstosseschwindigkeit von 48,5 km die Geschwindigkeitszunahme vom Gipfel bis zum Fusse der Strecke (600^m) nur noch $1\frac{1}{2}$ km betrug.

Eine solche geringe Zunahme auf einem Weg von 600^m bietet übrigens auch Gelegenheit, mit ziemlicher Genauigkeit auf die übliche Art (aus der Zunahme der lebendigen Kraft) den Widerstand für die mittlere Geschwindigkeit zu berechnen und fand sich dieselbe für die angezogene Versuchsfahrt von ca. 49 km Geschwindigkeit zu 4,9 kg pro Tonne, während der Widerstand für die constante Geschwindigkeit $\frac{1000}{168} = 6$ kg

beträgt. Nach dem Vergleich mit den übrigen Resultaten würde dieser Widerstand (also auch die Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit) bei ca. 52 km aufgetreten sein. Dagegen war die constante Geschwindigkeit auf der $\frac{1}{400}$ geneigten 800^m Versuchcurve trotz der geringen Länge von 400^m bald zu erreichen. Man fand dieselbe für die verschiedenen Wagengattungen zwischen 21 und 26 km und zwar so bestimmt, dass die Fahrzeuggruppen, welche mit grösserer Geschwindigkeit abgestossen wurden, beim Ablauf nach und nach bis auf constante Geschwindigkeit zurückgingen und mit dieser weiterliefen.

Der Widerstand bei diesem Ablauf betrug also $\frac{1}{400}$ des Gewichtes, also $\frac{1000}{400} = 2,5$ kg pro Tonne für die Geschwindigkeiten 21 bis 26 km.

Einige der so gewonnenen Widerstände wurden (zum Vergleich) den Resultaten beigelegt, wenn sie auch dadurch etwas ungenau sind, dass der Widerstandscoefficient des Indicatorwagens und der Versuchswagen nicht übereinstimmt. Nach der angedeuteten Richtung hin würde sich aber vielleicht eine sichere und fruchtbare Versuchsweise zur Auffindung des Geschwindigkeitseinflusses auf den Widerstand ausbilden lassen und würde die Einwirkung der vorderen Stirnfläche dadurch herausgefunden werden können, dass man einmal einen Wagen allein und sodann zwei und mehrere ablaufen liesse und die jeweilige constante Geschwindigkeit ermittelte.

Behandlung der Versuchsergebnisse.

Von den 1724 einzelnen Versuchsfahrten waren ebenso viele Arbeits-Diagramme, Arbeitszahlen (in Metertonnen) und Geschwindigkeits-Notirungen gewonnen worden. Nachdem dieselben nach den verschiedenen Untersuchungsgruppen systematisch zusammengestellt worden waren, ging es an die Berechnung der Widerstandscoefficienten der einzelnen Fahrten unter Berücksichtigung des Schwerkrafteinflusses auf den geneigten Strecken und der etwa vorgekommenen Geschwindigkeitsänderungen.

Als Werthe für die geleistete Arbeit sollten Anfangs die Mittel der aus den planimetrirten Diagrammflächen und aus den Angaben des Indicator-Zählwerkes gefundenen Metertonnen zur Berechnung kommen; doch zeigte sich bald eine so schöne Uebereinstimmung zwischen diesen beiden Angaben, dass die umständliche Arbeit des Planimetrirens der Diagramme unterlassen werden und man sich mit den Zahlangaben des Indicators begnügen konnte.

Die Diagramme wurden dann nur in zweifelhaften Fällen nachgemessen und zur Feststellung der Geschwindigkeitsänderungen benutzt, was namentlich bei hohen Geschwindigkeiten nöthig war, da der Widerstandsfehler bei Vernachlässigung der Geschwindigkeitsänderung annähernd

$$\frac{7,7 V A}{S}$$

in Kilogramm pro Tonne beträgt, wenn V die Durchschnittsgeschwindigkeit und A die vernachlässigte Aenderung in Kilometer pro Stunde und S den Beobachtungsweg in Meter bedeutet.

Man sieht hieraus, welche grosse Fehler auch in dieser Beziehung bei Ablaufversuchen mit veränderlichen Geschwindigkeiten gemacht werden können, wenn die Geschwindigkeitsmessung nicht äusserst genau und der Beobachtungsweg für die zu beobachtende Geschwindigkeit nicht sehr gross ist, ganz abgesehen von dem Umstande, dass der Widerstand sich mit der Geschwindigkeit ändert.

Die Widerstände der Hin- und Rückfahrten von gleichen Geschwindigkeiten und sonst gleichen Umständen wurden bei der Berechnung zusammengenommen und der Mittelwerth als Widerstand für den betreffenden Fall angenommen, da selbst bei starken Bahnkrümmungen der Widerstand der Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt fast gleich erschien, wenigstens keine regelmässige Verschiedenheit zeigte, wenn nicht die Geschwindigkeit eine zu hohe war.

Man hatte durch dieses Verfahren den Vortheil, die Einwirkung der constant gerichteten Windströmungen einigermassen abzuschwächen, sowie ferner den Vortheil, die etwa ungenau bestimmten Neigungsverhältnisse oder unbemerkt eingetretenen Aenderungen derselben einflusslos zu halten, denn nennt man k_1 und k_2 die gemessenen Kraftäusserungen pro Gewichtseinheit, ρ den Widerstandscoefficient und $1/m$ das Neigungsverhältniss eines Versuchsstückes, so hat man

$$k_1 = \rho + 1/m \text{ (Bergfahrt)}$$

$$k_2 = \rho - 1/m \text{ (Thalfahrt)}$$

$$\frac{k_1 + k_2}{2} = \rho,$$

in welchem Ausdruck k_2 positiv oder negativ wird, je nachdem ρ grösser oder kleiner als $1/m$ ist.

Mit der Geschwindigkeit stieg der Widerstand der Rückfahrten mehr, als der der Vorwärtsfahrten, doch kam diese Ungleichheit nur bei den höchsten Geschwindigkeiten beachtenswerth zum Vorschein und werden deshalb die gefundenen Widerstandswerthe für die hohen Geschwindigkeiten etwas zu hoch sein, wenn die Werthe ausschliesslich für gezogene Wagenzüge gelten sollen. Da jedoch der Grund des Widerstandsunterschiedes zwischen Vorwärts- und Rückwärts-Bewegung hauptsächlich — wie gezeigt werden soll — in der Wirkung der freien Wagenstirnfläche der Rückwärtsfahrt zu suchen sein wird, so kann dieser Fehler in Anbetracht, dass diese Wirkung der freien Stirnfläche sich meist auf 4 Wagen = 40 Tonnen vertheilte und die Abweichung der Widerstände durch Combination der Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt überhaupt halbirt wird, bei den zur Anwendung gekommenen mässigen Geschwindigkeiten nicht bedeutend sein.

Man sucht zuweilen die Ursache des grösseren Widerstandes der gedrückten Fahrzeuge darin, dass die Kupplungen der gezogenen Fahrzeuge die Vorderachsen in der Curve von der Aussenschiene abziehen und die Räder bei gedrückten Zügen in grösserer Unregelmässigkeit laufen sollen.

Die erste Annahme muss jedenfalls als richtig anerkannt werden, doch berechnet sich die Kuppelkraft, welche die Vorderachse eines Wagens radial von der Aussenschiene abzieht, nach dem Ausdruck

$$p = k \frac{S + L}{2L} \left(\frac{L + l}{2R} + \frac{\sigma S}{lL} + \frac{\sigma}{L} \right),$$

(wenn k die Zugkraft, S die Wagenlänge, L Radstand, l Kuppellänge, R Curvenhalbmesser, σ Gleisspielraum bedeutet), welcher Ausdruck für die in Frage kommende geringe Anzahl von Versuchswagen und geringen Steigungen (also geringe Kraftäusserung für die Fortbewegung) einen so geringen Betrag im Vergleich mit dem Gesamtdruck gegen die Aussenschiene liefert, dass er den Widerstand kaum zu verändern vermag. Andernfalls müsste ja auch bei geringeren Geschwindigkeiten die Erscheinung ebenfalls zu Tage getreten sein, was jedoch — wie schon erwähnt — nicht der Fall war und kann dieser Umstand gleichzeitig auch als Beweis dafür dienen, dass der Einfluss der Achsenstellung bei gezogenen und gedrückten Fahrzeugen nicht merklich verschieden ist.

Dass aber der Einfluss des Luftwiderstandes auf die freie Stirnfläche ein sehr bedeutender sein muss, lehrt schon die Erfahrung der durch Windströmungen hervorgebrachten Flächendruckkräfte. Nach der »Hütte« beträgt der Druck gegen eine Wagenstirnfläche von 5 qm:

5,5 kg bei 10,8 km Windgeschwindigkeit,		
22,0 <	<	21,6 <
49,6 <	<	32,4 <
88,2 <	<	43,2 <
137,8 <	<	54,0 <
198,4 <	<	64,8 <

u. s. w.

Da es bezüglich des fraglichen Erfolges einerlei sein muss, ob man eine Fläche gegen ruhige Luft mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, oder ob die Luft mit dieser Geschwindigkeit gegen die ruhige Wand strömt, so zeigt obiges, wie sehr verschieden der Widerstand für hohe Geschwindigkeiten bei Fahrten mit verdeckten gegen solche mit freien Stirnflächen ausfallen muss und dass diese Verschiedenheit im Widerstandscoefficienten desto mehr hervortreten muss, je kleiner das Gesamtgewicht des Versuchswagen ist.

Beispielsweise würde man bei Versuchen mit freien Stirnflächen gegenüber solchen mit verdeckten (Ablaufversuche gegenüber directen Versuchen) folgende Unterschiede im Widerstande pro Tonne erhalten, wenn die wirksame Flächendifferenz 5 qm beträgt:

		bei 10 Tonnen Gesamtgewicht	bei 40 Tonnen Gesamtgewicht	
Geschwindigkeit.	{	10,8 km	0,5 kg	0,12 kg
		21,6 <	2,2 <	0,55 <
		32,4 <	5,0 <	1,25 <
		43,2 <	8,8 <	2,20 <
		54,0 <	13,8 <	3,45 <
		64,8 <	19,8 <	4,95 <

Man sieht also, welches Gewicht auf diesen Umstand zu legen ist und dürfte es kaum zweifelhaft sein, dass hierin hauptsächlich die Ursache der Verschiedenheit der aus den Ablaufversuchen und directen Versuchen, sowie ausgezogenen und gedrückten Fahrzeugen gefundenen Widerstandscoefficienten für hohe Geschwindigkeiten zu suchen ist. Es sei hierbei daran erinnert, dass auch von vielen früheren Beobachtern die Stirnfläche des vorderen Wagens als Factor von V^2 in die versuchten Formeln aufgenommen worden ist, wenn auch der Tender einen guten Theil dieser Stirnfläche bedeckt.

Bei der Behandlung der Versuchsergebnisse war ferner zu berücksichtigen, dass die Reibungsverhältnisse der Schienen und Reifen sich nicht allein mit der Witterung, sondern auch — namentlich bei kleinem Verhältniss $\frac{R}{L}$ (R Curven-Halbmesser, L Radstand) — durch fortgesetzte Benutzung der Schienen, bemerkenswerth änderten und dass auch bei den Geschwindigkeitsversuchen in den Graden verschiedene Versuchsreihen abweichende Widerstandscurven ergaben.

Da aber die zusammenzufassenden Widerstandswerthe nur

selten in gleicher Anzahl in jeder Versuchsreihe vorhanden waren, erschien es nöthig, die rechnerische Auffindung von Mittelwerthen nur auf die einzelnen kleineren Versuchsreihen für sich zu erstrecken, aus diesen Mittelwerthen Widerstandscurven (Geschwindigkeiten, Curvenhalbmesser oder Radstände als Abszissen, Widerstände als Ordinaten) zu bilden und aus diesen Curven auf graphischem Wege mittlere Curven zu suchen, wobei jedoch immer nur zwei Versuchsreihen zur Erzeugung einer Mittelcurve verwendet wurden.

(Schluss folgt.)

Sicherheits-(Warnungs-)Kuppelung für Bremsschläuche.

Von C. R. van Ruyven, Ingenieur zu Deventer (Holland).

(Hierzu Fig. 8—14 auf Taf. XXIII.)

Bei zusammenhängenden Bremsen ist die Kuppelung der Bremsschläuche zwischen zwei Eisenbahnwaggons ein wesentlicher Bestandtheil der Bremse.

Es braucht nur darauf hingewiesen zu werden, dass, wenn keine Verbindung zwischen den verschiedenen Waggons, von der Locomotive aus, bis zu dem letzten Waggon, besteht, die Bremskraft nicht vollständig sein kann, und darauf ist eben das Bremsvermögen des Bahnzuges gegründet.

Wenn in der Bremsleitung zwischen einem der Waggons ein Hahn geschlossen ist, dann können sie, von dem geschlossenen Hahn aus, bis zum Ende des Bahnzuges, nicht vom Locomotivführer gebremst werden. Je näher ein solcher Hahn bei der Locomotive ist, je mehr Bremskraft ausser seinem Bereiche ist, und wenn also ein Hahn zwischen der Maschine und dem ersten Waggon geschlossen sein würde, dann würde der Locomotivführer nur im Stande sein, nur seine Maschine zu bremsen, indem die Bremskraft für den ganzen Bahnzug ausser seinem Bereiche sein würde. Das Versäumniss um einen einzigen Hahn in der Bremsleitung geschlossen zu lassen, kann also furchtbare Folge haben.

Wenn der Führer über eine kräftige Bremse verfügen kann, rechnet er drauf und wird sich mit Vertrauen dem Orte von Gefahr mit grosser Schnelligkeit nahen. Damit dieses Vertrauen nun nicht beschränkt werde, muss man immer über die ganze gegenwärtige Bremskraft verfügen können, das nicht der Fall sein wird, wenn die Bremse nicht über den ganzen Zug zusammenhängend ist.

Wenn der Führer, auf die gegenwärtige Bremskraft vertrauend, mit grosser Schnelligkeit auf einen Bahnhof, wo der Zug gehemmt werden muss, angefahren kommt, so wird bei einem eingetretenen Hindernisse eine Collision unvermeidlich sein können.

Im Falle eine Entgleisung, ein Zusammenstoss oder dergl. Unglücksfall stattfindet, dann ist es von grosser Wichtigkeit, dass der Führer über die Bremskraft für alle Waggons verfügen kann, denn die Bremskraft jedes Waggons wird sehr viel dazu beitragen, einen Eisenbahn-Unfall abzuwenden oder einen solchen Unfall zu verringern.

Ausserdem ist es bei den Eisenbahningenieuren bekannt,

dass wenn eine kräftige Bremse nur auf einen Theil des Bahnzuges wirkt, andere Nachtheile entstehen können.

Hieraus folgt also, dass es von der grössten Wichtigkeit ist, wenn im ganzen Zuge die Bremse zusammenhängend ist und also alle Hähne zwischen den Waggons offen sind.

Da bei jeder Trennung von zwei Waggons zwei Hähne geschlossen, und bei jeder Verbindung von zwei Waggons zwei Hähne geöffnet werden müssen, kann leicht das Oeffnen eines Hahnes oder der beiden Hähne versäumt werden.

Um diesem Nachtheile vorzubeugen, sind schon verschiedene Anordnungen vorgeschlagen, meist durch Anwendung von automatischen Kuppelungen, versehen mit Absperrventilen oder Hähnen, welche bei dem An- und Abkuppeln der Bremsschläuche selbstthätig geöffnet und geschlossen werden.

Die Erfahrung hat aber bewiesen, dass diese Kuppelungen nicht dem Zwecke entsprochen haben, sodass sie wieder durch die Bestehenden ersetzt wurden.

Die Anwendung dieser selbstthätig wirkenden Kuppelungen hat wohl den Beweis geliefert, dass man immer das erwähnte Versäumniss fürchtet. Darum ist also das Controliren der Bremse vor der Abfahrt jedes Zuges nothwendig, wozu beim letzten Waggon am Ende der Bremsleitung mittelst eines Luftmaasses der Zusammenhang der Bremse untersucht wird.

Hieraus ergibt sich daher, dass es von grosser Wichtigkeit ist, wenn durch die nachfolgend beschriebene Einrichtung zur Ankuppelung und zur Oeffnung der Hähne gewarnt wird.

Beschreibung.

Die Zeichnung Fig. 8—14 auf Taf. XXIII zeigt in Fig. 8, 9 und 10 zwei Kuppelungen gleicher Form, welche vereinigt zur Verbindung der Bremsröhren von zwei Eisenbahnwaggons dienen.

Jede Kuppelung besteht aus einer Büchse 1, einer Kappe 2, einem Gummiring 3 und einer vorspringenden Nase 4, welche in die Rinne 5 passt. Letztere Theile dienen zur Verbindung der zwei Kuppelungen, sowie zu dem luftdichten Abschluss. Jede Kuppelung ist mit einem Schlauche verbunden. Soweit ist alles bekannt und bei zusammenhängenden Bremsen bereits angewendet.

Um nun durch die Kuppelung ein Warnungssignal zu geben, sind in derselben die Hähne a a mit den Kanälen b b in Verbindung mit den Kanälen c c, welche nach den Pfeifen d d führen, angebracht.

So lange ein Hahn a geschlossen ist (s. die punktirten Linien Fig. 8), dringt die comprimirte Luft durch die Kanäle b und c zu der Pfeife d und lässt dieselbe zur Warnung ertönen.

Die Hähne a a sind mit Hebeln e e versehen, welche nicht hindern, wenn die Kuppelung unter Kraftanwendung (z. B. bei dem Zerreißen von einem Zughaken eines Waggons), gelöst wird; so dass die Kuppelung unbeschädigt bleibt. Weil die Hähne offen bleiben, kann die Luft ausströmen und auf die Bremsen wirken.

Die Fig. 11 und 12 zeigen die Verbindung der Warnungskuppelung A mit einer Schliesskuppelung B, welche mittelst eines Halters f und eines Gelenkes g am Wagenkasten befestigt ist.

Die Schliesskuppelung besteht aus denselben Theilen 1 bis 5, wie die Warnungskuppelung, so dass die Mundstücke symmetrisch sind und, wenn das Bremsrohr des einen Waggons nicht mit dem Rohre des anderen Waggons verbunden ist, ein luftdichter Abschluss, wie bei der Verbindung von zwei Warnungskuppelungen, erlangt wird.

Diese Kuppelung kann nie durch das Rütteln des Waggons gelöst werden, weil sie gleichzeitig mittelst des Hebels e und des Ohres e' zusammenhängt, als wäre sie mit einem Schlusse versehen.

Ehe die Warnungskuppelung von der Schliesskuppelung getrennt werden kann, muss der Hebel e, in der Richtung der Pfeile, Fig. 11, aus dem Ohre e' der letzteren entfernt werden, wodurch der Hahn geschlossen wird. Ist die Warnungskuppelung von der Schliesskuppelung getrennt, dann lässt erstere so lange, bis sie wieder mit der anderen correspondirenden Kuppelung verbunden ist, das Warnungssignal ertönen. Der betreffende Beamte ist also auf diese Weise veranlasst, die Verbindung der beiden Schlauchkuppelungen wieder herzustellen.

Vor der Entkuppelung werden erst die Hähne durch die Hebeln e e in der Richtung der Pfeile (s. Fig. 10) geschlossen, und hierauf bleibt jede Kuppelung ebenfalls so lange warnend, bis sie mit der Schliesskuppelung verbunden ist.

Die Sicherheits-(Warnungs-)Kuppelung warnt also immer, wenn sie nicht gekuppelt und wenn der Hahn geschlossen ist. Folglich kann im Zuge nie unbemerkt ein Hahn geschlossen sein noch ein Hahn geschlossen werden, weil der normale Stand der Hähne offen ist und ein geschlossener Hahn warnt.

Durch diese Einrichtung besteht die Möglichkeit, den betreffenden Beamten, beim Verbinden der Zughaken der Waggons, auch auf die Verbindung der beiden Bremsschläuche aufmerksam zu machen.

Man würde die Schliesskuppelung B anstatt am Wagenkasten, mittelst eines Halters und eines Gelenkes am Zughaken des Waggons befestigen können (s. Fig. 13 und 14).

Alsdann muss mindestens eine der Warnungskuppelungen von der Schliesskuppelung getrennt werden, ehe die Waggons durch die Zughaken mit einander verbunden werden können; weil ohne die Trennung der Bügel des einen Waggons nicht in den Zughaken des anderen Waggons gebracht werden kann.

Wenn die Warnungskuppelung von der Schliesskuppelung getrennt ist, dann wird erstere so lange rufen, bis die Bremsschläuche mit einander verbunden und darnach die Kuppelungs-Hähne geschlossen sind.

Diese Sicherheitskuppelung hat dieselben Eigenschaften, leichte An- und Entkuppelung, luftdichte Verbindung u. s. w., wie die bestehenden Kuppelungen. Ausserdem bietet sie den Vortheil, dass sie in der Uebergangsperiode ohne Beschwerde angewandt werden könnte, weil die Mundstücke mit den bestehenden Kuppelungen symmetrisch sind und, wenn nöthig, vorläufig die Hebeln e wegbleiben und die bestehenden Hähne gebraucht werden können.

Schienenbefestigung auf eisernen Querschwellen.

(System Geibel.)

(Hierzu Fig. 1 und 2 auf Taf. XXIV.)

Unter den Gegenständen, welche zur Zeit der Hauptversammlung des Mittelrheinischen Architekten- und Ingenieurvereins im Jahre 1883 zu Darmstadt in den Räumen der technischen Hochschule ausgestellt waren, befand sich auch eine Schienenbefestigungsconstruction auf eisernen Querschwellen, entworfen von Bauaccessist Geibel.

Dieselbe bestand aus drei Theilen: Bügel, Klemmplatte und Horizontal-Keil. Vergl. Taf. XXIV., Fig. 1 und 2. Zur Verbindung von Schwelle und Schiene wurde der Bügel durch die in der Längsachse der ersteren befindliche Lochung, das hakenförmige Ende voran, von der Gleisaussenseite her eingebracht, durch das innere Loch herausgehoben und auf den Schienenfuss aufgeschoben. Hierauf die Klemmplatte aussen aufgesetzt und der Keil in die schlitzartige Oeffnung des geraden Bügelendes eingetrieben.

Die im Juli 1883 auf der freien Strecke bei km 27,7 der Main-Neckarbahn in einer Curve von 1800 m Radius eingelegten Probeschwellen mit dieser Befestigungsweise haben bis jetzt weder eine Lockerung des Keils noch aber im Uebrigen einen Mangel in der Verbindung erkennen lassen.

Es möge daher eine kurze Erklärung der Wirkungsweise der einzelnen Theile folgen. Durch die aus Fig. 1 ersichtliche schwach gebogene Form des zwischen den beiden Schwellenlochungen liegenden Bügelstückes wirkt der Bügel selbst hebelartig und presst so beim Eintreiben des Keils das Hakenende fest auf den inneren Schienenfuss. Dabei ist eine gewisse geringe Elasticität vorhanden, welche gestattet, dem Keil eine Nase zu geben, die das selbstthätige Herausgleiten aus dem Schlitz und damit die Lockerung der ganzen Verbindung verhindert. Die Klemmplatte hat sowohl auf der Sitz- als auch

Setzt man in die Gleichung 1 die aus der Fig. 1 sich ergebenden Werthe für

$$C D = \frac{r \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \text{ und } C D^1 = \frac{r \cdot (\sin \alpha - \beta)}{\cos \beta}$$

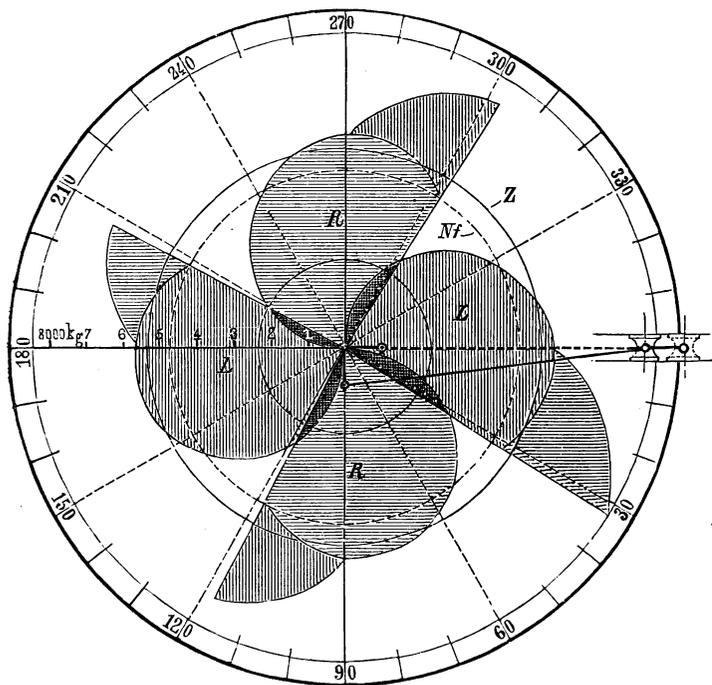
ein, so ergibt sich

$$Z = \frac{C D}{R} \cdot P \text{ resp. } Z_1 = \frac{C D_1}{R} \cdot P.$$

Da der Radius des Triebrades R und der Kolbendruck P für alle Kurbelstellungen constant sind, so folgt hieraus, dass die Tangentialcomponenten proportional den Abständen des Schnittpunktes der Schubstangenrichtung mit der verticalen Mittellinie von dem Centrum des Triebrades sind. Man braucht daher bei der graphischen Construction den Kräftemaassstab nur so zu wählen, dass der Radius R des Triebrades gleich dem Kolbendrucke P ist, um in den Abschnitten C D direct die durch den betreffenden Cylinder hervorgerufenen Zugkräfte darzustellen.

In der Fig. 51 ist diese Operation für genügend viele Kurbelstellungen einer zweiachsigen Rangirtenderlocomotive aus-

Fig. 51.



geführt und die gleichzeitig für beide Cylinder sich ergebenden Werthe Z auf dem Radius des rechten Kurbelarmes der Triebachse vom Centrum aus abgetragen. Die hierdurch entstandenen mit R bezeichneten Flächen entsprechen den aus dem rechten Cylinder resultirenden Zugkräften und die mit L bezeichneten denjenigen aus dem linken Cylinder. Es muss dabei noch berücksichtigt werden, dass die Locomotivsteuerungen meist nur eine Füllung bis zu 0,75 des Kolbenhubes zulassen und dass, sobald der Kolben über dieses Maass hinaussteht, der Einströmungscanal durch den Schieber geschlossen ist und kein frischer Dampf in den Cylinder eindringen kann. Die Zugkräfte gehen daher in dieser Stellung für den betreffenden Cylinder beim Anziehen plötzlich in Null über und die Flächen R und L dürfen über diese Grenze hinaus nicht weiter verfolgt werden.

Befindet sich die rechte Kurbel in einer Stellung, welche innerhalb der in Fig. 51 doppelt schraffirten Fläche liegt, so gelangen beide Cylinder zur Wirkung und die Gesamtzugkraft ergibt sich aus der äusseren Begrenzungslinie als Summe der beiden einzelnen Kräfte.

Die Curve zeigt, wie äusserordentlich verschieden die Zugkräfte im ersten Momente der Bewegung für die verschiedenen Anfangsstellungen der Kurbeln ausfallen (bei dem gewählten Beispiele schwankt die Zugkraft zwischen 2300 und 8300 kg) und lässt den Einfluss erkennen, den die Grösse der zulässigen Maximalfüllung auf das Minimum der Anzugskräfte ausübt. Für Rangirlocomotiven wird man hiernach bestrebt sein müssen, die Steuerung für einen möglichst grossen Füllungsgrad zu construiren.

Es sei noch bemerkt, dass man die an dem Triebrad-durchmesser wirklich ausgeübten Zugkräfte erst dann erhält, wenn man die Reibungswiderstände der Maschine in Abzug bringt oder besser, den Kolbendruck P von vorn herein mit dem Wirkungsgrade der Maschine, den man zu 0,9 wird annehmen können, multiplicirt.

Die ermittelten Zugkräfte können nur dann vollständig zur Wirkung gelangen, wenn sie kleiner ausfallen als der Reibungswiderstand der Triebräder auf den Schienen und jede Ueberschreitung der von der Maschine ausgeübten Kräfte über diese Grenze wird durch Reibungsarbeit vernichtet. In dem Diagramm Fig. 51 ist der von dem Adhäsionsgewichte N und dem Reibungscoefficienten f abhängige Widerstand N . f durch den punktirten Kreis mit dem Radius N . f verzeichnet und zwar für einen Reibungscoefficienten von $f = \frac{1}{6}$. Die von der betreffenden

Rangirtenderlocomotive ausgeübten Kräfte schwanken daher beim Anziehen nur zwischen den Grenzen von 2300 und 4700 kg.

Schon nach einer geringen Umdrehung der Triebräder ändern sich die Verhältnisse. Bei den oben erwähnten Kolbenstellungen, bei denen der Kesseldampf durch den Schieber abgeschlossen ist, gelangt der bereits im Cylinder befindliche Dampf vermöge der Expansion zur Wirkung, die hervorragenden Ecken in dem Diagramme, Fig. 51, runden sich ab, und der regulirende Einfluss der bewegten Massen gleicht die noch vorhandenen Unregelmässigkeiten immer mehr aus, bis schliesslich ein Beharrungszustand eintritt, in welchem die Zugkräfte für alle Kurbelstellungen nahezu constant sind. Würde die Maschine ohne Reibung laufen, so müsste die Summe der in den Cylindern während einer Umdrehung geleisteten Arbeit gleich der Arbeit am Umfange des Triebrades sein, also wenn p_i der mittlere nutzbare Kolbendruck pro Quadratcentimeter, d der Cylinderdurchmesser, l der Hub und D der Triebraddurchmesser, ist

$$Z \cdot \pi D = 4 \cdot p_i \frac{\pi d^2}{4} \cdot l$$

$$Z \cdot D = p_i d^2 \cdot l.$$

Berücksichtigt man den von der Maschinenreibung vernichteten Theil der Arbeit durch den Wirkungsgrad g_m , so erhält man die bekannte Gleichung

$$Z = g_m \cdot p_i \frac{d^2 \cdot l}{D} \dots \dots \dots 2.$$

in welcher sowohl g_m , als auch p_i von dem Füllungsgrade der Maschine abhängig ist.

In der Fig. 51 ist die für einen Füllungsgrad von 0,7 ermittelte Zugkraft durch den mit Z bezeichneten Kreis dargestellt.

Diese constante grösste Zugkraft wird von der Locomotive so lange ausgeübt werden können, als genügender Dampf mit der ursprünglichen Spannung in dem Kessel vorhanden ist. Folgen die Cylinderfüllungen bei zunehmender Geschwindigkeit so schnell aufeinander, dass der Kessel nur ebenso viel Dampf zu entwickeln vermag, als von den Cylindern aufgenommen wird, so muss bei regelmässiger Feuerung und Speisung des Kessels ein Zustand eintreten, in welchem sowohl der Wasserstand, als auch die Spannung des Dampfes dauernd constant bleiben. Eine weitere Vergrösserung der Geschwindigkeit wird alsdann eine Verringerung des Füllungsgrades bedingen, wenn nicht ein Sinken des Wasserstandes oder der Dampfspannung eintreten und die erzielte Zugkraft nur vorübergehend erreicht werden soll. Die Zugkräfte sind daher bei grösseren Geschwindigkeiten nicht allein abhängig von den Dimensionen der Maschine, sondern in erster Linie von der Verdampfungsfähigkeit des Kessels, also im Allgemeinen von der Grösse der Heiz- und Rostfläche. Die Beziehungen zwischen den dauernd zu erreichenden Zugkräften bei den verschiedenen Geschwindigkeiten und der Verdampfungsfähigkeit des Kessels sollen im Folgenden klar gelegt werden.

Der Grösse der Heizfläche einer Locomotive entspricht unter normalen Verhältnissen eine annähernd constante stündliche Dampfmenge, deren Volumen nach den Tabellen für gesättigte Wasserdämpfe nach Zeuner oder Fliegner aus der Spannung und dem Gewichte bestimmt werden kann. Soll nun der Kessel vollständig ausgenutzt werden, so muss die Summe aller in einer Stunde verbrauchten Cylinderfüllungen gleich diesem disponibeln Dampfvolumen sein. Neben den eigentlichen Cylinderfüllungen wird noch ein Theil des Dampfes von den schädlichen Räumen aufgenommen, denn der im Cylinder zurückbleibende Dampf wird niemals bis zur Spannung des frisch eindringenden Dampfes comprimirt werden. Im Folgenden ist daher angenommen worden, dass die schädlichen Räume noch zur Hälfte mit frischem Dampfe angefüllt werden müssen. Die Anzahl der stündlichen Umdrehungen n des Triebrades ergibt sich aus dem stündlich erzeugten Dampfvolumen V , dem Cylindervolumen v , dem schädlichen Raume $m \cdot v$ und dem Füllungsgrade $\frac{l_1}{l}$ zu

$$n = \frac{V}{4 \cdot \left(\frac{l_1}{l} \cdot v + \frac{1}{2} m \cdot v \right)},$$

wenn man nach Grove für Locomotiven $m = 0,06$ setzt

$$n = \frac{V}{4 \cdot v \cdot \left(\frac{l_1}{l} + 0,03 \right)} \dots \dots \dots 3.$$

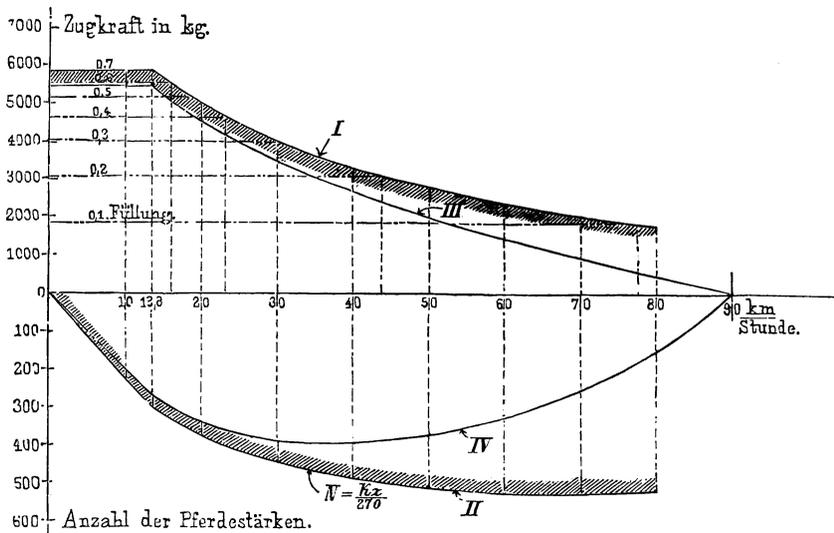
und die Geschwindigkeit k in Kilometer pro Stunde für einen Triebraddurchmesser D

$$k = \frac{n \cdot \pi D}{1000}$$

$$k = \frac{V \cdot \pi D}{4000 \cdot v \cdot \left(\frac{l_1}{l} + 0,03 \right)} \dots \dots \dots 4.$$

Für jeden beliebigen Füllungsgrad lässt sich somit diejenige Geschwindigkeit berechnen, bei welcher der Kessel vollständig ausgenutzt wird. Die Annahme, dass die stündlich erzeugte Dampfmenge für alle Geschwindigkeiten der Locomotive constant ist, entspricht allerdings nicht genau der Wirklichkeit, denn bei grossen Geschwindigkeiten wird in Folge einer gleichmässigeren Ausströmung des Auspuffdampfes die Verbrennung auf dem Roste eine lebhaftere und die Dampf-Entwicklung eine grössere. Da indessen genauere Untersuchungen hierüber nicht vorliegen und die Leistungsfähigkeit des Kessels überhaupt nur sehr annähernd bestimmt werden kann, so sind bei dem unten folgenden Beispiele diese Einflüsse ausser Acht gelassen.

Fig. 52.



Aus der oben entwickelten Gleichung 2

$$Z = g_m p_i \frac{d^2 \cdot l}{D}$$

lässt sich weiter für jeden Füllungsgrad, also auch für jede durch die Gleichung 4 bestimmte Geschwindigkeit die zugehörige Zugkraft der Locomotive, für welche der Kessel vollständig ausgenutzt wird, bestimmen. Eine Uebersicht über die Abhängigkeit der beiden Grössen wird sich am besten durch eine Curve, deren Abscissen die Geschwindigkeiten und deren Ordinaten die zugehörigen Zugkräfte sind, veranschaulichen lassen. In der Fig. 52 ist diese Curve I für die Normal-Güterzuglocomotive der preussischen Staatsbahnen dargestellt.

Die stündlich disponible Dampfmenge und zwar die thatsächlich entwickelte Dampfmenge mit Ausschluss des mitgerissenen Wassers ist im Maximum zu 40 kg pro Quadratmeter Heizfläche angenommen, so dass der Kessel von 125 \square^m stündlich 5000 kg Dampf erzeugt. Da nun 1 Cbkm Dampf von 10 Atmosphären nach der Tabelle von Fliegner an-

nähernd 5 kg (genau 4,967 kg) wiegt, so beträgt das zur Verfügung stehende Dampfvolumen $V = 1000 \text{ Cbm}$ pro Stunde. Aus dem Inhalte des Cylinders $v = 0,1 \text{ Cbm}$ (genau $0,10017 \text{ Cbkm}$) und dem Triebraddurchmesser $D = 1,29$ berechnet sich die Geschwindigkeit nach der Gleichung 4 zu:

$$k = \frac{1000 \cdot \pi \cdot 1,29}{4000 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{l_1}{1} + 0,03\right)}$$

$$k = \frac{10,131}{\frac{l_1}{1} + 0,03}$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Geschwindigkeiten für die Füllungsgrade von 0,7 bis 0,1 numerisch berechnet und gleichzeitig die aus der Gleichung 2

$$Z = g_m p_i \frac{d^2 l}{D} = g_m p_i \frac{45^2 \cdot 63}{129}$$

mit Benutzung der von Grove angegebenen Werthe*) für g_m und p_i sich ergebenden Grössen für die Zugkraft Z aufgeführt.

Füllungsgrad $\frac{l_1}{1}$	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
km pro Stunde	13,8	16	19,1	23,5	30,7	44	77,9
Wirkungsgrad g_m	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76	0,72	0,62
p_i für 10 Atmosphären	7,54	7,14	6,74	6,06	5,38	4,28	3,03
$g_m \cdot p_i$	6,032	5,64	5,26	4,66	4,09	3,08	1,88
Z	5963	5578	5202	4608	4044	3045	1859

Diese Werthe für die Zugkräfte sind in dem Diagramme Fig. 3 an die zugehörigen Geschwindigkeiten k angetragen und durch die continuirliche Curve I verbunden, aus welcher man nun für jede beliebige Geschwindigkeit die zugehörige dauernde Maximalzugkraft abgreifen kann.

Nach der Berechnung kann der Kessel erst bei einer Geschwindigkeit von 13,8 km vollständig ausgenutzt werden. Für kleinere Geschwindigkeiten sind die Zugkräfte allein aus den Dimensionen der Maschine, für grössere aus der Verdampfungsfähigkeit des Kessels zu berechnen.

Aus den entwickelten Resultaten können noch einige Schlussfolgerungen über die Leistung der Locomotiven bei den verschiedenen Geschwindigkeiten entnommen werden.

Die Anzahl N der Pferdestärken bestimmt sich aus der Zugkraft Z und der Geschwindigkeit k zu

$$N = \frac{k \cdot 1000 \cdot Z}{3600 \cdot 75}$$

$$N = \frac{k \cdot Z}{270} \dots \dots \dots 5.$$

Diese Werthe sind für das obige Beispiel in der Fig. 52 nach unten angetragen und durch die Curve II dargestellt. Die Leistungen wachsen vom Beginn der Bewegung an proportional der Geschwindigkeit bis zu dem Punkte, in welchem die

*) Siehe Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik III, pag. 159 und 160.

Verdampfungsfähigkeit des Kessels von Einfluss ist und sind alsdann abhängig von der Ausnutzung des Dampfes durch die Expansion und den Wirkungsgrad der Maschine.

Man übersieht aus der Curve, dass die vielfach gebräuchliche Annahme einer constanten Anzahl Pferdekkräfte pro Quadratmeter Heizfläche einer Locomotive niemals allgemein richtig sein kann. Es wird vielmehr jeder Geschwindigkeit eine andere Leistung entsprechen und eine constante Anzahl Pferdekkräfte nur für eine bestimmte mittlere Geschwindigkeit Gültigkeit haben.

Es könnte aus der Curve II in Fig. 52 den Anschein haben, als ob die Güterzuglocomotiven auch zweckmässig für die Beförderung der Züge mit hohen Geschwindigkeiten wären, denn die Leistungen beginnen erst zwischen 60 und 70 km ganz langsam zu fallen. Bei der rationellen Beförderung der Züge kommt es aber weniger auf die dargestellten Leistungen der Locomotive an dem Umfange des Triebrades an, sondern auf die grösstmögliche Leistung an den Zughaken des Tenders, und es muss zur Beurtheilung der zweckmässigen Verwendung von der angegebenen Leistung noch diejenige Reibungsarbeit, welche die Locomotive und der Tender als Wagen vernichten, in Abzug gebracht werden.

Bestimmt man den Widerstand w der Locomotive als Wagen für die verschiedenen Geschwindigkeiten k auf der Horizontalen nach der Gleichung

$$w = 4 \cdot \sqrt{n} + 0,002 k^2, *)$$

in welcher w der Widerstand in Kilogramm pro Tonne Locomotivgewicht, n die Anzahl der gekuppelten Achsen ist und bringt den Gesamtwiderstand von den an dem Triebradumfange wirkenden Zugkräften der Curve I, Fig. 3, in Abzug, so erhält man die durch die Curve III dargestellten wirklich nutzbar gemachten Zugkräfte am Zughaken des Tenders.

Würden alle Annahmen und Coefficienten der Rechnung mit der Wirklichkeit übereinstimmen, so würde die Güterzuglocomotive auf der Horizontalen bei voller Ausnutzung des Kessels überhaupt nur bis zu einer Geschwindigkeit von 90 km fahren und bei dieser Geschwindigkeit keine Zugkraft am Zughaken ausüben können.

Mit Hilfe der Gleichung 5 sind schliesslich auch die an den Zughaken des Tenders nutzbar gemachten Pferdekkräfte berechnet und durch die Curve IV dargestellt. Man sieht, dass die Praxis bereits die zweckmässigste Geschwindigkeit zur Beförderung der Güterzüge mit den vorhandenen Locomotiven gefunden hat. Die Maximalleistung liegt ungefähr bei 40 km und schwankt nur wenig zwischen den gebräuchlichen Geschwindigkeiten von 25 km und 45 km.

Stellt man dieselben Untersuchungen für Personen- und Schnellzuglocomotiven, bei denen es weniger auf eine billige Beförderung, als auf grosse Geschwindigkeiten ankommt, an, so wird das Maximum der Leistungen am Zughaken bei grösseren Geschwindigkeiten eintreten, keineswegs aber diejenigen Geschwindigkeiten erreichen, für welche die betreffenden Locomotiven bestimmt sind.

*) Siehe die Locomotiven von G. Meyer Seite 208.

Neuerung in der Anordnung der Tragfedern an Fuhrwerken.

(D. R.-P. No. 30577.)

Von J. W. Stous-Sloot, Oberingenieur und Chef des Maschinen- und Wagendienstes der Niederländ. Staatsbahn.

(Hierzu Fig. 7 bis 14 auf Taf. XXIV.)

Um mit Sicherheit zu constatiren, ob es möglich sei, den ruhigen Gang von einem Fahrzeug zu verbessern, ohne dazu Tragfedern von grösserer Länge anzuwenden (welches in vielen Fällen bei Locomotiven und bei Wagen auf Strassen Schwierigkeiten bereitet), wurde die Art und Weise, auf welche in der Regel die Federn der Fahrzeuge belastet werden, abgeändert, und zwar mittelst Hebel, Druck- und Zugstangen, die so angebracht und mit einander verbunden werden, dass sie die verticalen Auf- und Niederbewegungen des Wagenkastens durch die Durchbiegung verringern oder aufheben.

Der Apparat erfüllt, um diesen Zweck zu erreichen, folgende Bedingungen:

- die verticalen Schwankungen des Wagenkastens, verursacht durch die Durchbiegung der Tragfedern, werden durch den Apparat verringert oder vollständig beseitigt;
- der Apparat ist einfach construirt und kann billig hergestellt und angebracht werden;
- der Apparat kann an jeder beliebigen, auf Tragfedern ruhenden Art von Wagen angebracht werden.

Die Anordnung kann in der auf Taf. XXIV, Fig. 7—14 dargestellten Weise erfolgen:

A B, Fig. 7, Taf. XXIV., ist die untere Seite des Langträgers eines Eisenbahnwagens:

c d eine Tragfeder,
e f h ein Hebel, der

- in e durch ein Gelenk verbunden ist mit der Mitte der Tragfeder c d,
- in f mittelst eines Gelenkes verbunden ist mit dem Ende c bezw. d der Tragfeder,
- in h mittelst Hängeeisens verbunden ist mit einer Stütze k, welche an dem Langträger befestigt ist.

Die Anwendung des Apparates kann einseitig oder zweiseitig stattfinden (rechts oder links), oder nach Angabe der Fig. 9 und 10, Taf. XXIV.

Eine zweite Art der Anbringung ist in Fig. 11 und 12 angegeben. A B ist wiederum die untere Seite des Langträgers eines Eisenbahnwagens, c d eine Tragfeder, l h i ein ungleich- (oder gleich-) armiger Hebel, dessen Drehpunkt in h der Stütze m liegt, die an dem Langträger A B befestigt ist.

Der Arm l h des Hebels l h i ist mittelst Gelenkes mit dem Punkt e der Tragfeder verbunden. Das andere Ende i des Hebels ist mittelst einer Zugstange n i mit dem Ende n des Hebels n f verbunden. Dieser Hebel n f hat seinen Drehpunkt in g der Stütze k, welche an dem Langträger A B befestigt ist. Das Ende f des Hebels n f ist mittelst Hängeeisens mit dem Ende c bezw. d der Tragfeder c d verbunden, e l h i n f g sind Drehpunkte.

Eine dritte Art der Anbringung ist in Fig. 13 und 14, Taf. XXIV., angegeben. A B und C D sind der obere und

untere Theil einer elliptischen Tragfeder eines Omnibus. Der untere Theil ist bei g mit der Achse und der obere Theil bei e mit dem Untergestell des Wagens verbunden. In B und D und A und C sind die Enden des oberen und unteren Theiles der Federn derart durch Gelenke h i und h k verbunden, dass dieselben sich wohl in verticaler Richtung von einander ab- und nach einander zu bewegen, sonst aber sich nicht gegenseitig verstellen können.

Am oberen Theil der Feder ist bei i eine Stange i h und am unteren Theil k eine Stange h k befestigt. Das Ende h dieser Stangen wird mit der Zugstange h f gelenkartig verbunden, während das andere Ende f dieser Zugstange mittelst Zapfen zusammenhängt mit den Stangen e f, die bei e an den oberen Theil der Tragfeder, und mit den Stangen f g, die bei g an den unteren Theil der Tragfeder angeschlossen sind.

In e f g h i und k sind die dort verbundenen Theile drehbar eingerichtet.

Die Anwendung des Apparates kann auch hier wieder einseitig oder zweiseitig (rechts oder links) oder nach Angabe der Fig. 9 und 10 auf Taf. XXIV erfolgen.

Schon bei Versuchen in Zügen, welche der Maschinen-Ingenieur Herr Th. Bertrand in Tilburg nach Angabe des Obermaschinenmeisters Herrn F. Oberstadt ausführte, ergab es sich, dass es wünschenswerth wäre, diese Versuche fortzusetzen; da es jedoch mit Schwierigkeiten verbunden war, Diagramme darzustellen, die zur Vergleichung dienen konnten, wurden neuere Versuche in folgender Weise angeordnet:

Ein 30^m langes Nebengleise wurde so eingerichtet, dass grosse Unebenheiten darin vorkamen. An dem einen Ende dieses Gleises wurde der Versuchswagen normal auf die Schienen gestellt und dann der Wagen durch Arbeiter normal bis zum Endpunkt des Gleises (in 12 Sekunden) geschoben.

Neben dem Gleise befand sich ein Brett von 30^m Länge, auf welchem ein Streifen Papier geklebt war. Auf diesem Papierstreifen wurde zunächst das Längenprofil des Gleises (Neigung und Steigung) aufgetragen.

Während der Wagen von dem einen Ende des Gleises zum andern lief, wurde durch federnde Bleistifte, welche am Wagenkasten (bei den Achsgabeln) befestigt waren, die verticalen Bewegungen graphisch auf dem Papierstreifen angedeutet.

Aus diesen Linien ging hervor, dass bei Anwendung der neuen Federaufhängung, die verticalen Bewegungen des Wagenkastens viel geringere waren, als bei der bisherigen Federaufhängung.

Ich bemerke namentlich, dass die Versuche stets mit denselben Wagen, mit denselben Federn u. s. w. stattfanden, und dass, wenn zum Vergleich, der Apparat zeitweise ausser Thätigkeit gesetzt wurde, der Wagen dann, dem Hebelverhältniss entsprechend, mit Ballast beladen wurde.

Der Schienengleishebebock

von Civil-Ingenieur Fr. Westmeyer zu St. Johann a/Saar.

(D. R.-P. No. 31216.)

(Hierzu Fig. 5 und 6 auf Taf. XXIV.)

Der von Civil-Ingenieur Fr. Westmeyer zu St. Johann a/Saar construirte Schienengleishebebock soll als Ersatz für die beim Schwellenunterstopfen und Reguliren der Gleise gebräuchlichen Hebebäume von 3^m Länge dienen.

Die Construction geht aus der Fig. 5 und 6 auf Taf. XXIV. hervor. Auf zwei verticalen Achsen sind die Stirnräder p und q angeordnet. Das Rad p trägt angegossen eine Schraubenspindel S, auf welcher sich die Schraubenmutter r, welche durch die Nasen s und s' (Fig. 6) geführt wird, auf- und abbewegt. Beim Drehen des Rades q wird die Schraubenmutter r und mit ihr die Schiene beziehungsweise das Gleise gehoben. Handelt es sich um eine geringe Hebung der Schwellen oder Schienen, so kann diese mittelst der an der Schraubenmutter r angegossenen Nase t geschehen. Man hat in diesem Falle nicht nöthig, den ganzen Hebebock unter das Gleise zu bringen, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Im Allgemeinen empfiehlt sich jedoch mehr die Verwendung des Bockes in der Weise, dass man nur mit der oberen Mutterfläche r hebt, da alsdann der Druck vertical auf die Schraube geht, während bei dem Heben mit der Klaue eine schräge Belastung der Schraube eintritt.

Der in der vorstehend beschriebenen Weise hergestellte kräftige Schraubenmechanismus wird durch das Gehäuse g eingeschlossen und vor Schmutz u. s. w. geschützt. Um zu vermeiden, dass der Hebebock sich in den Kies drücke, kommt ein Stück Eisenplatte e als Unterlage in Anwendung.

Der durch die Zeichnung dargestellte Hebebock ist für eine Hubhöhe von 70^{mm} construiert; Hubverluste, welche entstehen, wenn der Hebebock um einige Millimeter zu tief unter den Schienenfuss zu stehen kommt oder trotz der Platte e beim ersten Anheben sich etwas in die Bettung drückt, werden durch Unterschieben eines Keiles unter der Schiene ausgeglichen.

Der Hebebock ist ganz aus Stahlguss und Schmiedeeisen hergestellt und wiegt einschliesslich des Schlüssels 21¹/₂ kg. Die Firma Dingler, Karcher & Cie. zu St. Johann-Saarbrücken hat die Ausführung übernommen.

Eine Anzahl Westmeyer'scher Hebeböcke sind seit September 1884 im Bezirke des Betriebsamts Saarbrücken in Benutzung.

Die mit denselben gemachten Erfahrungen können durchweg als günstig bezeichnet werden und haben sich dieselben bei Bahnmeistern und Rottenarbeitern schnell sehr beliebt gemacht. Während Reparaturen bis jetzt nicht nöthig waren, haben sich als wesentliche Vorzüge gegenüber den alten Hebebäumen folgende geltend gemacht:

1) Der Hebebock hat ein geringes Gewicht, so dass selbst ein schwächlicher Mann denselben bequem transportiren und

bedienen kann, was bei dem gewöhnlichen Hebebaum nicht der Fall ist.

2) Ein Mann ist nur nöthig zum Heben und vermag nicht allein eine Gleisstrecke, sondern auch eine Weiche ohne Hülfe zu heben, während bei Hebebäumen hierzu mindestens 2 bis 3 Mann nöthig sind. Ferner kann dieser eine Mann nach erfolgter Anhebung sofort wieder mitstopfen, wogegen beim Hebebaum die 2 bis 3 Mann auf dem Baume liegen bleiben müssen, bis die gehobene Stelle des Gleises unterstopft ist.

3) Der Hebebaum muss beim Befahren des Nachbargleises stets weggenommen werden, um das Profil frei zu machen, hierdurch tritt aber eine Störung in der Stopfarbeit ein, auch muss meistens alsdann der Baum von neuem eingesetzt werden, um das Gleise auf die richtige Höhe zu bringen.

Diese Störungen fallen bei dem Hebebock ganz weg, desgleichen die Gefahr des Ueberfahrenwerdens, welche den die Hebebäume bedienenden Arbeitern von in Nachbar-Gleisen verkehrenden Zügen droht.

4) Der neue Hebebock kann beim Befahren der betreffenden Gleisstelle ruhig unter dem Gleise stehen gelassen werden, während der Hebebaum stets entfernt werden muss und ein Neueinsetzen dann wieder nöthig ist; in diesem Falle empfiehlt es sich jedoch die Hebemutter 2 bis 3 cm zurückzudrehen und den Schlüssel abzunehmen, damit die Schiene nicht gespannt bleibt und dadurch ein besonders hoher Druck auf den Apparat kommt. Sehr passende Verwendung kann auch der Hebebock zur provisorischen Unterstützung von Schienenbrüchen finden, zumal zur Bedienung nur 1 Mann nöthig ist. Dies ist besonders von Wichtigkeit für die freie Strecke, wo meistens nur der Wärter zu solchen Arbeiten vorhanden ist.

5) Durch den Hebebock wird eine ruhig bleibende Höhenlage erzielt, sobald die letztere einmal festgestellt ist, während beim Hebebaum durch das lange Draufliegenbleiben bei etwas vermehrtem oder vermindertem Druck der Arbeiter sofort Abweichungen entstehen, welche durch nochmaliges Nachheben oder Senken regulirt werden müssen.

6) Durch Abrutschen des alten Hebebaums sind Unfälle der Arbeiter vorgekommen, was beim Hebebock vermieden wird.

7) Da der neue Hebebock bei einem Gewicht von 21¹/₂ kg selbst von einem schwächlichen Arbeiter transportirt und gehandhabt werden kann, so können grade die kräftigsten Leute zum Unterstopfen verwendet werden, was beim alten Hebebaum grade umgekehrt der Fall ist.

Bormann,
Regierungs- und Baurath.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

B a h n - O b e r b a u .

Das schwerste Schienenprofil in Amerika.

(Railroad Gazette 1885 I., S. 44.)

Die New-York-Central-Eisenbahn verwendet das Profil (Fig. 4 auf Taf. XXIV) auf der Strecke von Grand Central-Depot nach Mott-Haven-Junction, wo die Linie die Hudson-River Bahn verlässt. Die 8 Kilom. lange Strecke liegt vorwiegend in Tunnel oder auf Viaducten und hat einen bedeutenden Personenverkehr von mehreren anschliessenden Linien, während der Gütertransport auf der Hudson-River Linie bleibt. Die Schiene wiegt 39,7 Kilogr. auf 1^m und hat seit August 1884 bewiesen, dass sie den gestellten Anforderungen entspricht. Der Kopf ist breit und niedrig und ebenso ist der Fuss stark, aber nach amerikanischer Anschauung der Höhe gegenüber schmal. Das Profil ist von Professor Dudley nach genauem Studium für den vorliegenden Zweck eigens entworfen. Er beabsichtigte zunächst den Fuss behufs Erzielung guter Druckvertheilung auf die Schwellen erheblich weiter zu machen, doch wurde hiervon in Folge Abrathens der Walzwerke Abstand genommen, und die Druckvertheilung dadurch verbessert, dass man die Last durch vergrösserte Steifigkeit der Schiene auf mehr Schwellen vertheilt. Die Steifigkeit ist 42 % höher, als die des 32,26 Kilogr. wiegenden Normalprofils der New-York-Central-Bahn.

Die schwersten breitbasigen Schienen, welche bis dahin gewalzt sind, sind die von B. Baker für die Untergrundbahn in London entworfenen, doch haben diese ausserordentlich breite Füsse, nämlich 114,5^{mm} Höhe bei 161^{mm} Fussbreite; diese englische Schiene wiegt 41,69 Kilogr. auf 1^m, doch ist die amerikanische 28 % steifer.

Die Erbreiterung des Kopfes ist der Erhöhung vorgezogen, um die Lebensdauer zu erhöhen, indem man von der Anschauung ausging, dass ein breiter Kopf das Hohllaufen der Radreifen, wie auch die Abnutzung der Schiene vermindert. Die langsame Abnutzung erschien um so erstrebenswerther, als nach den gemachten Erfahrungen die Rauigkeit der Schienenoberfläche mit der Höhe der Abnutzung zunimmt, sodass die Erneuerung einer Schiene mit flachem Kopfe nach gewisser Zeit vortheilhafter erscheint, als weitgehende Abnutzung eines schmalen hohen Kopfes.

Die obere Kopfbegrenzung wurde nach genauer Beobachtung der Gestalt normal abgenutzter Radreifen festgesetzt, woraus sich die gewählte Krümmung ergab. Es scheint, als wenn es gelungen wäre, eine Form zu finden, welche die Abnutzung nahezu gleichmässig über die Kopfbreite vertheilt.

In der Bemessung der Fussdicke steckt ein erheblicher Zuschlag für Abnutzung auf den Schwellen, welche sich namentlich in Tunnels als sehr erheblich erwiesen hat.

Der Bolzen für die Laschen ist aus Stahl und nach der von Harvey vorgeschlagenen Form (siehe Referat über Mutterbefestigung No. 5, S. 188) gebildet. Die Befestigung erfolgt auf jeder Stossschwelle und der Schwelle in der Schienenmitte mit

Bush's Verschlussbolzen (siehe Engineer 1885, I., S. 145), sonst mit gewöhnlichen Schienennägeln. B.

Normalprofil des Kiesbettes und Planum der Michigan-Central-Bahn.

(Railroad Gazette 1885 I., S. 148.)

Gegen ältere Profile zeigt das in Fig. 3 auf Taf. XXIV dargestellte die Eigenthümlichkeit, dass die Bettung bis Schwellenoberkante reicht, während in Amerika die Schwellen aus Sparsamkeitsrücksichten und zur Erzielung guter Entwässerung meist nur auf die Bettung gelegt werden. Erfahrungen über diese Anordnung scheinen dort noch wenig vorzuliegen, denn es wird das Bedenken dagegen laut, es möchte bei wechselndem Thau- und Frostwetter der ganze Raum zwischen den Schienen bis Schienenoberkante ausfrieren, woraus dann Entgleisungen entstünden. B.

Wandern der Schienen.

(Engineer 1885 I., S. 85. Railroad Gazette 1885 I., S. 4.)

Ein ganz aussergewöhnliches Vorrücken der Schienen mit der Verkehrsrichtung macht sich auf der Mississippi-Brücke bei St. Louis und deren östlicher Rampe bemerkbar. Mr. J. B. Johnson berichtete über diese Erscheinung dem Ingenieurverein zu St. Louis. Die östliche Rampe liegt auf kurzen eisernen Trägern in einer Steigung von 1 : 66 bei 760^m Länge; die Steigung erstreckt sich bis zur Mitte der 487^m langen Brücke und ersteigt hier noch 1,52^m Höhe. Das Wandern auf der Rampe verhält sich zu dem auf der Brücke wie 162 : 100, und es beträgt bis zu 30 cm an einem Tage. Alle Mittel zur Verhinderung haben sich hier als unnütz erwiesen, Stahlnägel, Bolzen oder Laschen sind abgeschoren oder zerbrochen, und die Schienen selbst sind unter dem Drucke der nachfolgenden nach allen Richtungen verdrückt und verbogen. Da alle Versuche vergeblich waren, so hat man schliesslich am Fusse der östlichen Rampe und über beiden Brückenenden für den erforderlichen Spielraum gesorgt. Auf dem nördlichen Strange entstehen fortwährend Lücken am Rampenfusse und Einklemmungen am westlichen Endwiderlager, auf dem südlichen Strange umgekehrt; da wo Lücken entstehen, müssen fortwährend kürzere Schienen durch längere ersetzt werden, während man in den Anhäufungsstellen Verkürzungen vornehmen muss, und zwar wird das an den drei Unterbrechungsstellen der Stränge mehrere Male am Tage erforderlich. Der Vorarbeiter misst an jedem zweiten Tage das Maass des Vorrückens, und die Bewegungen werden monatlich im Bureau der Brückengesellschaft zusammengestellt. Die Schienen liegen in Zwillingsträgern von 30,5 cm hohen [-Eisen auf Holzklötzen von 13 cm Höhe, 23 cm Breite und 43 cm Länge mit 48 cm Zwischenraum; die Vignole-Schienen sind auf diese Klötze genagelt, und die Klötzen sind durch Nagelung mit unter die [-Eisen genieteten Blechen verbunden. Auf dem steigenden Gleise wurde in einem Jahre eine Verschiebung um 122^m, auf

dem fallenden Gleise eine solche um 126^m in der Verkehrsrichtung konstatiert.

Aehnliche Beobachtungen wurden auch an der Brücke über den Susquehanna bei Harrisburgh gemacht, wo die Kurven an den Brückenenden sich fortwährend verschoben. Genaue Messungen sind hier nicht vorgenommen, aber es haben mehrfach Längen bis zu 1,22^m von dem einen Brückenende nach dem anderen verlegt werden müssen. Hier ist man jedoch der Bewegung durch Festlegung jeder einzelnen Schiene mittels genagelter Winkellaschen vollständig Herr geworden, ein Mittel, dessen Anwendung bei St. Louis noch nicht versucht zu sein scheint. Man hat hier die Mittel zur Festlegung immer nur an einzelnen Punkten verwendet, also langen Strangtheilen in sich Beweglichkeit gelassen, wodurch allerdings die feste Lage nicht zu erreichen ist.

Eigenthümlich und sehr gekünstelt erscheint die Erklärung des Ingenieurs Johnson, nach welcher die Wellenbewegung der Schienen unter den vorrückenden Lasten der einzige Grund des Wanderns sein soll, er leitet aus dieser Anschauung die Behauptung ab, dass eine am Kopfe unterstützte Schiene rückwärts wandern würde.

B.

Aussergewöhnliches Wandern von Schienen.

(Railroad Gazette 1885 I., S. 6 und 67.)

Auf einer nordamerikanischen Bahnstrecke, welche theils horizontal, theils in 1:264 liegt, wurde beobachtet, dass die nördliche Schiene in einem Jahre 447^{mm} bergauf gewandert war, während sich die südliche desselben Geleises um 1549^{mm} bergab bewegt hatte.

Diese entgegengesetzte Bewegungsrichtung zu erklären, werden verschiedene Versuche gemacht. Nach einer Erklärung liegt die Ursache in schiefer Einschlagen der Nägel, welche, mit einer scharfen Kante auf den Schienenfuss fassend, nach Art der Klinke eines Sperrrades wirken, indem sie Bewegung der Schiene nach einer Seite zulassen, nach der andern hemmen. Eine andere Erklärung sucht den Grund in der Stellung der scharf an die Fusskanten getriebenen Nägel nach Fig. 15 statt nach Fig. 16, Taf. XXIV. Wie die Pfeile andeuten, entstehen aus dem Drucke beider Schienen gegen die Nägel in Fig. 15 gleichgerichtete Drehmomente, welche die Schwelle im Sinne des Pfeiles zu verdrehen suchen und dabei nothwendig eine Schiene vor, die andere zurückschieben. In Fig. 16 heben sich diese Momente bei gleich scharfer Ansetzung aller Nägel auf.

B.

Entfernung der Laschenbolzen vom Stosse.

(Railroad Gazette 1885 I., S. 133.)

Wenn besondere Sicherungen gegen das Lösen der Bolzenmuttern angeordnet werden, so wird empfohlen, die beiden mittleren Bolzen zunächst dem Stosse nicht mehr als 127^{mm} von einander zu setzen, da die zuerst belastete Schiene durch die Keilform der Kopfunterseite die Laschen nach geringer Lösung der Mutter weit von einander keilen und erhebliche Durchbiegung annehmen kann, ohne dass diese auf die Laschen und das andere Schienenende übertragen würde. Die Stösse gegen die Räder werden so offenbar verstärkt. Bei guter

Sicherung der Bolzenmuttern können die mittleren Bolzen bis 203^{mm} von einander rücken.

B.

Sollen die Schienenstösse versetzt werden oder nicht?

(Railroad Gazette 1885 I., S. 72, 88, 118.)

Diese bei uns wohl als abgeschlossen anzusehende Frage wird in Amerika eifrig diskutirt, und man scheint zu dem Ergebnisse zu gelangen, dass auf sehr schlechter Strecke die Stösse in Normale zur Gleisachse zu legen seien, dass sie aber auf mittelmässiger und guter Strecke versetzt werden sollen.

Zerbrochene Winkellaschen.

(Railroad Gazette 1885 I., S. 146.)

Auf einer 3,2 km langen Strecke zweigleisiger Bahn, nahe Pittsburgh sind folgende Daten über das Brechen von Winkellaschen gesammelt.

Die Unterhaltung der Strecke war gut, die Bettung bestand aus Hochofenschlacke, die Querschwellen aus geschnittenem Eichenholze, die Schienen wiegen 29,8 kg auf 1 m, die Winkellaschen sind 61 cm lang und alle Bolzen haben Federlinge (Verona) unter den Muttern, die Schienen lagen seit 3 Jahren.

Die Brüche vertheilten sich auf Innen- und Aussenlasche wie folgt:

Gleis nach Westen	Nord-schiene	Aussen	12
		Innen	4 (bei allen Bruch auch aussen).
	Süd-schiene	Aussen	1
		Innen	4 (bei keiner Bruch aussen).
Gleis nach Osten	Nord-schiene	Aussen	1
		Innen	—
	Süd-schiene	Aussen	4
		Innen	2 (bei beiden Bruch auch aussen).

im Ganzen Brüche 28: 18 Aussen, 10 Innen.

Auf beiden Gleisen kamen also die meisten Brüche auf die rechte Schiene und jeder der 6 Brüche einer Innenlasche in einer Aussenschiene war vom Bruche der zugehörigen Aussenasche begleitet. Bezeichnet man die Schiene, welche vom fahrenden Zuge zuerst erreicht wird, mit 1, die später nach Passiren des Stosses erreichte mit 2, so vertheilten sich die Laschenbrüche bezüglich ihrer Lage zum Stosse wie folgt.

Gleis nach Westen	Nord-schiene	Aussen	Schiene 1	9
			Im Stoss	—
	Innen	Aussen	Schiene 2	3
			Im Stoss	1
	Süd-schiene	Aussen	Schiene 1	3
			Im Stoss	—
	Innen	Aussen	Schiene 2	1
			Im Stoss	—
	Innen	Aussen	Schiene 1	3
			Im Stoss	—
	Innen	Aussen	Schiene 2	1
			Im Stoss	—

		Brüche.		
		Trnspt.	21	
Gleis nach Osten	Nord- schiene	Aussen	Schiene 1	—
			Im Stoss	—
		Schiene 2	1	
	Süd- schiene	Innen	Schiene 1	—
			Im Stoss	—
		Schiene 2	—	
	Aussen	Schiene 1	2	
		Im Stoss	1	
		Schiene 2	1	
	Innen	Schiene 1	1	
		Im Stoss	1	
		Schiene 2	—	
			28	

Davon 18 Brüche in der Schiene 1, 3 im Stosse, 7 in Schiene 2. Die Brüche folgten unregelmässig gewundenen Linien, in 15 Fällen erstreckten sie sich nur durch den vertikalen Schenkel, in 12 Fällen griffen sie auch in den horizontalen Schenkel über; nur eine Lasche war wirklich durchgebrochen. In mehreren Fällen verzweigte sich der im vertikalen Schenkel einfache Bruch von der Winkelecke aus im horizontalen Schenkel in zwei Risse. Die meisten Brüche erfolgten in versunkenen Stössen, doch fanden sich auch einige an zu hoch und an regelrecht liegenden Stössen. B.

Mittel zur Feststellung der Laschenbolzenmuttern in Nord-Amerika.

(Railroad Gazette 1885 I, S. 19.)

Die Redaction der Railroad Gazette hat von den Nord-amerikanischen Eisenbahngesellschaften Berichte über die Art und Wirksamkeit der verwendeten Mittel zur Befestigung der Laschenbolzenmuttern eingefordert und Antworten erhalten, welche von den rund 194000 km haltenden Bahnstrecken 146000 km decken, wovon freilich noch etwa 29000 km in Folge zu grosser Unbestimmtheit der Aeusserungen abgehen.

Es sind die folgenden Mutterbefestigungen in Gebrauch:

1) Verona entspricht genau dem auch auf deutschen Bahnen vielfach eingeführten aufgeschnittenen und spiralförmig aufgebogenen Federringe, welcher durch die angezogene Mutter niedergedrückt wird und auch dann noch Spannung, d. h. Reibung in der Mutter erzeugt, wenn der Bolzen in Folge Abnutzung der Laschen zu lang wird. Dabei wirkt der vorspringende schneidenartige Rand, des sich wieder ausdehnenden Ringes auf Vergrösserung der Reibung.

2) Pratt. Ein Kautschukring liegt in einem runden Blechkästchen, dessen Boden für den Bolzen gelocht ist und welches über dem Ringe durch einen gleichfalls gelochten Blechdeckel geschlossen wird. Die Wirkungsweise ist die von 1, die Blechumhüllung hat den Zweck, den Ring vor dem Wetter und den Angriffen beim Drehen der Mutter zu schützen.

3) Holz und Eisen. Auf die Aussenlasche werden 25^{mm} dicke Brettchen aus harten Holzabfällen gelegt, welche Löcher für zwei Bolzen enthalten und unter den Muttern mit dünnem Bleche abgedeckt.

4) Vulkanisirte Faserringe. Die Ringe sind zunächst aus mit Säuren behandelten Faserstoffen gepresst und

dann vulkanisirt. So verwendet, wurden sie schnell zerstört, daher später oben mit Blechdeckel versehen (vergl. Organ 1885, S. 95).

5) Harvey's Bolzen hat am Ende Gewinde mit scharfen rechtwinkelig gebildetem Gangquerschnitt, dessen zur Bolzenachse normale Seite nach dem Kopfe zu gerichtet ist; in den letzten Gängen neigt sich das Dreieck des Gangquerschnittes noch mehr nach dem Kopfe zu, so dass nun beide Seiten des überhängenden Dreiecks nach dem Kopfe zu geneigt sind. Die Gänge der Mutter haben den rechtwinkelligen Querschnitt der oberen Gänge, also wird bei festem Anziehen trotz der constanten Ganghöhe und Neigung ein Anliegen der Aussenkante der Bolzengänge im Muttergewinde, also ein geringes Einfressen der einen in die andern und somit Vergrösserung der Reibung eintreten.

6) Atwood's geschlitzte federnde Mutter (vergl. Organ 1885, S. 95).

7) Van Kuran versieht die eigentliche Unterlegscheibe mit seitlichen Vorsprüngen an den 4 Seiten der quadratischen Form, welche eine zweite federnde Platte unverrückbar festhalten. Wird die Mutter festgedreht, so wirkt auch diese Doppelplatte wie 1.

8) Van Dusen's gezahnte Klemmscheibe (vergl. Organ 1885, S. 95).

9) Unterlagscheibe von Howe auf der Texas und Houston Bahn (vergl. Organ 1885, S. 95).

10) Mercer's Z Bügel besteht aus einem aus hochkant zur Lasche gestellten Z förmig gebogenen, leicht federnden Flacheisen (Fig. 17, Taf. XXVI), das an jedem Ende in einer Ausschmiedung ein Loch für einen Bolzen aufnimmt. Sind die beiden Bolzen eingesteckt, so steckt man den Bügel auf dieselben, drückt das federnde Z etwa durch eingekleitete Holzstückchen so weit auf, dass die quadratischen Muttern festgedreht werden können, und nachdem beide so eingestellt sind, das die Seiten vertikal bzw. horizontal stehen, lässt man das Z wieder zusammenschnellen, wodurch die Muttern unbeweglich gemacht sind.

11) Cambria (vergl. Railroad Gazette 1878, 23. Aug.) wird ein langes, schmiedeeisernes Keilstück genannt, welches die Mutter gegen die Lasche mittelst einer zu dem Zwecke in diese eingewalzten Nuth feststellt.

12) Das Iron-City-Schloss besteht aus einem an beiden Enden zu einem dem Bolzendurchmesser entsprechenden Auge umgebogenen Drahte, welcher mit den Augen auf zwei Bolzen geschoben, oberhalb dieser an der Lasche anliegt. Auf dem Draht als Achse hängt mit einer Hülse ein Blechstreifen, welcher frei niederhängend grade zwischen die beiden Muttern passt, diese also gegen einander feststellt. Nach oben geklappt giebt das Blech dagegen die Muttern zur Drehung frei.

13) Smith Mutterbefestigung (vergl. Organ 1885, S. 94).

14) Fisher's Schienenstoss ist hier wegen der eigenthümlichen Anordnung mit aufzuführen. Der Stoss ist schwebend, aber zwischen zwei sehr nahe liegenden Schwellen und zwar ohne Stegverlaschung, vielmehr nur mit auf beiden Schwellen genagelter Unterlegplatte angeordnet. Diese Unter-

legplatte ist nach oben durchgebogen, so dass die beiden Schienenenden in der Mitte federnd aufrufen. Von unten her ist nun ein Bügel mit den beiden aufgebogenen Enden durch entsprechende Ausklinkungen der Schienenfüsse in der Stossfuge durch Lochungen der Unterlegplatte geschoben, wobei er eine auf dem untern horizontalen Theile ruhende Blattfeder mit ihren Enden gegen die Unterfläche der Unterlegplatte presst. Die aufstehenden mit Schraubengewinden versehenen Bügelenden nehmen dann zunächst beide Schienenfüsse fassende, der Neigung der Füsse entsprechend keilig geformte Klemmplatten und über diesen die beiden Muttern auf, deren Anziehen dann mittels der unten eingeschobenen Feder Schiene und Platte fest aufeinander pressen. Die durchgebogene Feder wirkt dann durch Erhaltung der Spannung auch bei Beginn der Lösung der Muttern dieser Lösung nach Art von No. 1 entgegen. Dieser laschenlose schwebende Stoss soll sich nach Angabe des Oberingenieurs Ch. Latimer auf der Pennsylvania und Ohio Eisenbahn durchaus bewährt haben.

15) Ruffner, Dunn & Co. biegen eine Stahlstange von 6^{mm} Seite eines Quadrats im Querschnitte zu einer S form für je zwei Bolzen zusammen und zwar so, dass sich eine Federwirkung wie bei 1 ergibt.

16) Von der Befestigung nach Adams Western ist keine nähere Beschreibung gegeben.

17) Eine Bahn führt neben der angezogenen Mutter einen Meisselschlag in die Lasche, um durch den aufgebogenen Span die Mutter zu halten.

Viele Bahnen verwenden keine besondern Schutzvorkehrungen, einige bedecken die Schraubengänge mit Bleiweiss.

Das Gesamtergebniss des eingegangenen Materiales ist folgendes:

Nummer		Es geben dem vorstehenden Mittel den Vorzug oder erklären dasselbe für ebenso gut wie andere		Es geben einem andern als dem vorstehenden Mittel den Vorzug	
		Gesellschaften	mit km Bahn rot.	Gesellschaften	mit km Bahn rot.
		1	Verona	90 ^{1/2}	69300	11	8670
2	Pratt	10	17500	4	9740
3	Holz und Eisen	9	10050	3	1150
4	Vulkanisirte Faserringe .	9	4025	6	11100
5	Harvey	4	2770	2	160
6	Atwood	2	705	—	—
7	Van Kuran . .	1	1000	1	6200
8	Van Dusen . .	1	760	—	—
9	Howe-Scheibe .	1	1200	—	—
10	Mercer	1/2	440	—	—
11	Cambria	1	580	—	—
12	Iron-City	2	465	1	670
13	Smith	1	3020	—	—
14	Fisher Stoss . .	2	330	—	—
15	Ruffner Dunn & Co.	2	520	—	—
16	Adams Western	1/2	56	1	257
	Bleiweis	1	76	—	—
	Gute Bolzen u. Wachsamkeit	5 ^{1/2}	3800	—	—

Die Zahl $\frac{1}{2}$ unter den Anzahlen der Gesellschaften entsteht daraus, dass jede Gesellschaft, welche zwei Mittel für gleich gut erklärte, für jedes Halb angerechnet ist.

Wenn hiernach der aufgeschnittene Stahlring (Verona) als das beste Mittel erscheint, so ist dabei zu beachten, dass die meisten andern erheblich jünger sind und daher noch nicht Zeit gehabt haben, in dem Wettkampfe die ihnen gebührende Stellung zu erreichen. B.

Maschinen- und Wagenwesen.

Rotirende Dampfschneeschaukel.

Auf den canadischen Eisenbahnen wurde eine Maschine der Rotary Steam Snow Shovel Co. Paterson mit gutem Erfolg zur Beseitigung von Schneeverwehungen angewendet.

Die Maschine besteht aus einem stark construirten acht-rädrigen Wagen, welcher Dampfkessel, Wasser- und Kohlen-cysternen und eine liegende Zwillings-Dampfmaschine trägt. An der Stirn des Wagens ist ein viereckiger Rahmen von starkem Stahlblech befestigt, welcher circa 3,5^m Seitenlänge besitzt und dicht auf den Schienen aufstösst.

In diesem Rahmen ist eine Art Schiffsschraube mit Flügeln von Stahlblech von circa 3,2^m Durchmesser mit horizontaler Achse angebracht; auf derselben Achse läuft hinter der Schraube ein Ventilator von gleichem Durchmesser mit der Schraube. Schraube und Ventilator werden durch die Dampfmaschine in circa 200 Umdrehungen pro Minute, aber in entgegengesetzte Drehrichtung versetzt und wird dieser Schneeschaukelwagen mittelst einer Locomotive langsam in die Schneeverwehungen hinein geschoben. Der durch die rotirenden Schraubenflügel gefasste Schnee wird den Ventilatorflügeln zugeführt und von

denselben durch eine seitlich angebrachte Auswerföffnung weit fortgeschleudert.

Die Wirkung dieses Apparates soll eine ganz überraschende sein. (Railroad Gazette, Sept. 1884, mit Abbildungen.) E.

London und North-Western Reparaturwerkstätten in Crewe.

Excursionsbericht des Iron & Steel-Institute.

Die London und North-Western Gesellschaft besitzt in Crewe unbestritten die best eingerichteten, ausgedehntesten und vollständigsten Werkstätten aller Eisenbahnen der Welt. Sie fabricirt sämmtliche Locomotiven und das rollende Material ihres Bedarfs und stellt den enormen Bedarf von Schienen, Radreifen, Stahlblechen, Achsen etc. in den eigenen Werkstätten her.

Die Gesellschaft besitzt zur Zeit 2462 Locomotiven, 50 000 Güter- und 6000 Personen-Wagen.

Die Belastung eines Schnellzuges betrug 1864 1100 Ctr., bei einem durchschnittlichen Personenwagengewicht von 137 Ctr., 1884 3300 Ctr., bei einem durchschnittlichen Wagengewicht von 234 Ctr. Diese schweren Züge werden mit einer Maschine und zwar in neuerer Zeit mit den Webb'schen Compound-Maschinen

(Cylindersystem) befördert. Die tägliche Leistung der Locomotiven dieser Bahn beträgt 48 Mill. engl. Meilen.

Als Beweis der guten Construction, der guten Ausführung und des guten Materials der Maschine wird angeführt, dass eine Schnellzugmaschine in 15 Monaten 151000 engl. Meilen zurücklegte. Diese Maschine lief täglich 375 engl. Meilen von Manchester—London und zurück und wurde von 2 Führern und Feuerleuten wechselseitig bedient.

Während der 15 Monate wurden einmal die Räder abgedreht und die Achsbüchsen reparirt. Nach jeder Tagestour wurde der Kessel abgeblasen und mit Hilfe der Injectoren, wobei Dampf von einem stationären Kessel entnommen wurde, wieder gefüllt. Nach Beendigung der 15 monatlichen Laufzeit wurde die Maschine einer 14tägigen Reparatur unterworfen, wobei die Siederöhren ausgewechselt wurden.

In den Crewe-Werkstätten werden 6400 Arbeiter beschäftigt, in den übrigen Werkstätten 8700 und 600 im Signaldepartement, so dass die Zahl der sämtlichen Arbeiter der Maschinenabtheilung 15700 Köpfe beträgt.

Sämtliche Ofenanlagen der Stahlhütte, des Walzwerks, der Schmiede und der Gelbgiesserei werden mit Gas geheizt und werden pro Jahr für die Gasöfen 37000 Tonnen Kohlen verbraucht. Die Stahlhütte besitzt 4 Stück 5-Tonnen Bessemer Converter und 5 Siemens-Oefen, welche zusammen pro Jahr 30000 Tonnen Stahl produciren. Stahlguss wird im grossen Maassstab als Ersatz für Schmiedestücke angewendet und ist 1 Siemens-Ofen ausschliesslich für Stahlguss beschäftigt.

Locomotivradsterne werden genau in den Dimensionen der geschmiedeten Radsterne von Gusstahl hergestellt und werden in rotirenden Formen gegossen. Der Einguss geschieht vom Radmittel aus durch einen verlorenen Kopf von 4 Fuss Höhe. Die Form macht während des Giessens ca. 70 Umdrehungen pro Min. und wird mittelst dieses Verfahrens ein äusserst dichter und blasenfreier Guss erzielt.

Der in der Einführung begriffene stählerne Oberbau, System Webb, wird ebenfalls hier hergestellt. Die Schienenstühle werden aus den bei der Schienenfabrikation abfallenden Blockenden ausgewalzt, gepresst und gelocht und wird zur Herstellung eines Stuhles 1 Min. Zeit gebraucht. Die stählernen Schwellen und Stühle werden im warmen Zustand in ein Theerbad getaucht und wird beim Aufnieten der Stühle auf die Schwellen eine Zwischenlage von getheertem Papier gegeben.

Die Locomotivkessel werden ausschliesslich aus Bessemer Stahlblech hergestellt und hydraulisch genietet. Feuerbüchsen sind von Kupfer und Röhren von Messing. Das Material zu den Kesselblechen wird mit der grössten Sorgfalt ausgewählt und werden von jeder Kesselplatte Proben auf chemischem und mechanischem Wege genommen. Die Nietlöcher der nicht geflantschten Bleche werden sämtlich gelocht und werden die Platten nach dem Lochen geglüht. Das Flantschen der Platten geschieht mittelst grosser hydraulischer Pressen. Unter diesen Pressen werden auch die Kurbelachsen mit nur einer Kröpfung für die Compound-Locomotiven hergestellt.

Das Radreifenwalzwerk erzeugt sämtlichen Bedarf an Radreifen, die Dampfhammerschmiede ist mit den besten Werk-

zeugen ausgerüstet und wird in ausgedehntem Maass Gesenkschmieden und Pressen angewendet.

Eine besondere Werkstatt ist zur Bearbeitung der gussstählernen Locomotivräder und der Kurbelachsen mit den neuesten und zweckmässigsten Specialwerkzeugmaschinen ausgerüstet.

(Engineering Oct. 1884.) E.

Personenzug-Locomotive für die oberitalienischen Eisenbahnen.

Diese für die 75 km lange Strecke Genua-Alessandria mit Steigungen bis 1:62,5 bestimmte Locomotive war auf der Turiner Ausstellung ausgestellt und soll Züge von 120 bis 130 Tonnen Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 40—45 km auf den stärksten Steigungen, und von 60 km in den Horizontalen ohne Ablösung befördern. Die Locomotive hat drei gekuppelte Achsen und ein zweiachsiges Drehgestell, aussenliegende Cylinder mit Gooch'scher Steuerung. Der Kessel ist verhältnissmässig lang und dabei die Feuerkiste zu einer in den Langkessel hineingeführten Verbrennungskammer erweitert. Das Blasrohr ist nach amerikanischem Muster ziemlich weit unten in der Rauchkammer angebracht; eine Reihe weiter Düsen führen die Verbrennungsgase zum Schornstein. Folgendes sind die hauptsächlichsten Dimensionen: Durchmesser der Triebräder 1,68^m, der Laufräder 0,84^m; Radstand 1,20 + 2,30 + 1,95 + 1,80 = 7,25^m; Cylinder-Durchmesser 0,48^m; Kolbenhub 0,62^m; ganze Länge des Kessels 8,2^m; Länge der Feuerkiste ausschliesslich der Verbrennungskammer 2,2^m; Länge der Verbrennungskammer 0,891^m; Länge der Siederöhren zwischen den Rohrwänden 3,81^m, Zahl derselben 202; äusserer Durchmesser derselben 50^{mm}; kleinster innerer Kesseldurchmesser 1,37^m; Heizfläche 110 + 15,2 = 125,2 qm; Rostfläche 2,2 qm; Gewicht der Locomotive im Dienste 53 Tonnen, leer 49 Tonnen. Mit Abbildungen.

(Engineering 1884, Juli S. 32.)

Der Salonwagen der Jackson & Sharp Comp. zu Wilmington (Del.).

Auf der Ausstellung in Chicago war ein Salonwagen obiger Fabrik mit 58 Sitzplätzen ausgestellt, welche in der in Amerika gebräuchlichen Weise angeordnet sind und umklappbare Rücklehnen haben. Der Wagenkasten ist mittelst Hängeschienen an zwei 2achsigen Radgestellen aufgehängt, wie sie nach einer neuen Anordnung von der Suspension car truck manufactory company hergestellt werden. Die Heizung geschieht durch Warmwasser-Röhren nach Searle's Patent, die Beleuchtung durch Gas nach einer Anordnung von Foster, welche ähnlich der Pintsch'en Beleuchtungsweise eingerichtet ist, dabei erfolgt das Anzünden der Flamme auf electricischem Wege. Ausserdem zeichnet sich der Wagen durch die höchst reiche Ausstattung aus. Mit Abbildung.

(Engineer 1884, Aug. S. 164 und Sept. S. 230.)

Strassenbahn-Locomotive für die Burnley-Padiham Bahn.

In der Falcon-Maschinen- und Wagenfabrik wurde nach der Construction von Scott Russell eine zweiachsige Locomotive mit innenliegenden Cylindern und gewöhnlichen Locomotivkessel gebaut. Die Condensation des Abdampfes geschieht in einer der Luft ausgesetzten Röhrengruppe, welche oberhalb des Kessels liegt. Um die Geschwindigkeit der Locomotive

innerhalb der gesetzlich zulässigen Grenze von 16 km in der Stunde zu halten, ist ein Schwungkugel-Regulator angebracht, welcher durch ein auf die Schienen gepresstes Reibungsrad angetrieben, bei zu grosser Geschwindigkeit eine Verringerung des Dampfzutrittes nach den Cylindern bewirkt und gleichzeitig die

Bremsen in Thätigkeit setzt. Die Hauptdimensionen sind: Raddurchmesser 0,76^m; Radstand 1,37^m; Cylinder-Durchmesser 0,200^m; Kolbenhub 0,360^m; Gewicht, betriebsfähig, 9 Tonnen. Mit Abbildungen.

(Engineering 1884, Mai S. 455.)

Signalwesen.

Phelp's Inductions-Telegraph.

(Railroad Gazette 1885, I, S. 114.)

Die Erscheinung, welche sich bei Telephonleitungen wiederholt unangenehm fühlbar gemacht hat, dass nämlich ein Strom in einer Leitung in einer andern in beträchtlicher Entfernung, aber auf lange Strecken parallel laufend einen Inductionsstrom erzeugt, ist von Phelp benutzt, um Bahnzüge auf der Strecke oder auch kleinere Stationen mit einer Hauptleitung so in Verbindung zu setzen, dass die Depeschen der Hauptleitung ohne eigentliche Aufnahme verstanden werden können. Phelp legt einen 5 cm im Quadrat weiten Holztrug mit dünnem Holzdeckel mitten zwischen die Schienen des Gleises so auf Holzklötze, dass er überall in derselben Entfernung vom Wagenboden bleibt. Der Trug wird wasserdicht abgedeckt und nimmt einen isolirten Leitungsdraht auf. Durch diesen Draht wird mittels eines besonders construirten Polwechselschlüssels ein Strom von 1 $\frac{1}{2}$ ampères geschickt. Im Aufnahmewagen des Zuges befindet sich ein Inductionskreis von etwa 90 Umgängen und einer Länge gleich der Wagenlänge aus Kupferdraht Nr. 14, welcher etwa 2,4 km Draht enthält und dessen untere Parallelzweige isolirt in einem 5 cm Gasrohre 18 cm über dem Leitungsdrahte unter dem Wagenboden aufgehängt sind, während die obere Zweige

über die Wagendecke laufen. Ist der Wagen kurz, so ist die Anzahl der Windungen zu vermehren. Im Wagen ist in diesen Kreis ein polarisirtes Relais eingeschaltet, welches jeden Polwechsel des Hauptstromes scharf aufnimmt. Durch dasselbe wird ein amerikanischer Sprechapparat in Bewegung gesetzt (buzzer), welcher die Morsezeichen dem Gehöre vernehmbar angiebt und zwar bis zu rund 9,5^m Entfernung, so dass ein anderweit im Wagen beschäftigter Beamter auch den Aufnahmedienst versehen kann. Das Relais wird von einer Zelle im Wagen betrieben, es sind jedoch noch vier weitere vorhanden, um auch Nachrichten aus dem Zuge an die aufnehmende Centralstelle gelangen lassen zu können. Sollte diese Aufnahme in derselben Weise erfolgen, wie im Wagen, so müsste jeder Wagen eine ebenso starke Batterie haben, wie die Centralstelle. Es wird daher vorgezogen, das Geräusch, welches der schwache induzirende Strom im Wagen am Sprechapparat erzeugt, mittels des induzirten Stromes telephonisch in der Centralstelle aufzunehmen, woselbst nöthigen Falles ein Mikrophon verwendet werden kann. Nachrichten vom Centralbureau werden nach dieser Einrichtung gleichzeitig in allen auf der Strecke befindlichen Zügen gehört, während Rufe aus einem Zuge ausschliesslich in der Centralstation hörbar sind. B.

Allgemeines und Betrieb.

Eisenbahn Suakin-Berber.

(Engineering 1885 I S. 192.)

Nach längeren Untersuchungen, welche Bahnen von 406^{mm} Spur doppelgleisig, 1067^{mm} und 1435^{mm} eingleisig in Betracht zogen, hat man sich für normalspurige Anlage entschlossen, obwohl namentlich die Bahn mit 1067^{mm} Spur wegen des in Menge vorrätigen Materiales schneller herzustellen gewesen wäre.

Die ganze Strecke ist 395 km lang. Sie steigt von Suakin am rothen Meere auf 120 km bis zur Höhe von 875^m bei Haratri gleichmässig an. Hier liegt ein sehr enger und tief eingeschnittener Pass in den Hügeln, welcher schwer zu überwinden sein wird. Es folgen nun 112 km in der Küstenebene, welche von niedrigen Hügelreihen quer durchzogen werden, und der Rest bis Berber liegt in flacher, völlig unfruchtbarer Ebene; Berber selbst liegt 305^m über dem Meere. An der Strecke liegen 11 Gruppen von Brunnen, welche jedoch für ein solches Werk zum grössten Theile ungenügend sind, und es ist fraglich ob sie durch Vertiefung verbessert werden. Um sich von der Wassergewinnung unabhängig zu machen ist zunächst ein Vertrag auf Legung eines 102^{mm} weiten Wasserrohres entlang der ganzen Strecke abgeschlossen. Die Pumpen liefern die

Worthington Hydraulic works in Newyork (Engineering XXXVIII S. 450), welche für Leitungsanlagen auf grosse Entfernung in in den nordamerikanischen Petroleum-Districten Erfahrungen gesammelt haben. Es werden 6 Doppelpumpen aufgestellt, deren Dampfzylinder 457^{mm} Durchmesser und Hub haben bei 127^{mm} Durchmesser und 457^{mm} Hub der Pumpzylinder.

Im Dienste der Unternehmer Lucas und Aird werden die Ingenieure Ferry und Blue den Bau leiten. Der Transport des Materiales von Hull und London nach Suakin wird durch die englische Flotte besorgt, und zwar wird die ganze Ausrüstung für je 8 km Bahn in ein Schiff verladen, damit nicht ein Unfall eines Schiffes den Bau durch Mangel irgend welcher Theile unterbricht. Auch die Vorkehrungen für elektrische Erleuchtung sind vorgesehen. Das Material wird im Laufe des Monats Mai in Suakin anlangen. Der Fortschritt der Arbeit hängt dann sehr vom Verlaufe der Operationen der englischen Armee und davon ab, ob es gelingt, unter den Eingeborenen geeignete Arbeiter zu finden. *) B.

*) Der Bau dieses grossartig vorbereiteten Unternehmens musste bekanntlich in Folge des Abzugs der englischen Truppen aus dem Sudan aufgegeben werden, nachdem bereits grosse Summen darauf verwendet und das Material an dem Bestimmungsort angelangt war. Anmerk. d. Redact.

Die neue Northern Pacific Eisenbahn in den Vereinigten Staaten von Amerika,

welche im Herbst 1883 eröffnet worden ist, bildet die dritte Hauptverbindung zwischen dem Osten und Westen Nordamerikas. Die Bahn beginnt im Osten in St. Paul, einer bedeutenden Stadt im Staate Minnesota und Knotenpunkt von sieben grösseren Eisenbahnen und endet in Portland (Oregon) im Anschlusse an die südwärts nach San Francisco führende Linie. Ihre Länge beträgt rund 1700 engl. Meilen (2730 km); das Felsengebirge wird in der Nähe von Helena in einer Höhe von 1800^m über dem Meeresspiegel übersetzt. Bei Bismark überschreitet die Northern-Pacific den Missouri mit einer 427^m langen eisernen Brücke. Das System der Bismarkbrücke ist das der Fachwerkbrücken mit Bolzenverbindung. Die Fundationsarbeiten wurden unter Anwendung von Caissons ausgeführt und boten viele Schwierigkeiten, da schlammiger Boden, von Fels durchzogen, vorherrschend war. Die anschliessende Yellowstone-Abtheilung ist die an interessanten Naturschönheiten reichste Strecke; in baulicher Beziehung bot sie aber die meisten Schwierigkeiten, da sie grösstentheils in die zum Yellowstone-River steilabfallende Lehne gelegt ist. Eine Zweigbahn nach dem berühmten Nationalparke (im Staate Wyoming) ist, von der Station Livingstone aus, im Bau begriffen. Die Rocky-Mountain-Abtheilung enthält einen 1100^m langen Tunnel durch den Kamm des Bozemann-Passes und dann den 1175^m langen Tunnel, mit dem der Haupthöhenzug der Rocky-Mountains am Mullan-Passe überschritten wird. In den Gebirgsstrecken ist die Maximalsteigung, welche sonst nicht über 1:100 beträgt, auf 1:45 erhöht. An weiteren grösseren Bauwerken ist das Mount Gulch Trestle Work, 68^m hoch und 228^m lang, eine 470^m lange Brücke über den Snake River und ein noch im Bau begriffener Tunnel von 2775^m Länge über den Stampede-Pass hervorzuheben. (Deutsche Bauzeitung 1884 S. 44.)

Die Eisenbahnen der Welt.

(Engineer 1885, I., S. 116.)

Nach dem deutschen Archiv für Eisenbahnen waren auf der Erde bis Ende 1879 350031 km Eisenbahnen gebaut, Ende 1883 war die Zahl auf 442199 km angewachsen. Von den 92168 km, welche in diesem Zeitraume entstanden sind, bauten die vereinigten Staaten von Nordamerika 56327 km, Mexiko 3727 km, die nordamerikanischen englischen Colonien 2160 km, Brasilien 2050 km, Indien 2786 km, Australien 3603 km, Algerien und Tunis 1166 km. In Europa wurden gebaut in Frankreich 4500 km, in Deutschland 2716 km, in Oesterreich-Ungarn 2263 km, in England 1399 km, in Belgien 257 km, in Holland 282 km und in der Schweiz 302 km. B.

Betriebskosten auf Dampf-Trambahnen.

Auf der Dewsbury, Batley und Birstal Dampf-Trambahn, welche mit Merryweather-Maschinen betrieben wird, betragen im zweiten Halbjahr 1884 die Kosten der Locomotiven für 1 km Fahrt 0,134 M. und die Gesamtbetriebskosten 0,27 M.

(Engineer 1885, I., S. 46.) B.

Elektrischer Betrieb auf den Hochbahnen in New-York.

(Railroad Gazette 1885, I., S. 20.)

Professor M. G. Farmer hat für Herrn C. W. Field den nachfolgenden vergleichenden Anschlag zwischen elektrischem und dem jetzigen Locomotivbetriebe auf der Hochbahn in der 2. Avenue aufgestellt.

Eine feststehende Maschine, welche in der Mitte der Strecke aufgestellt werden kann, verbraucht in der Stunde für jede Pferdekraft 0,8 kg Kohlen zum Preise von 10,3 M. für 1 Tonne.

Jede der jetzt vorhandenen 20 Locomotiven hat 110 indircirte Pferdekraften mit 2,25 kg Kohlenverbrauch für 1 Pferdekraft in der Stunde zum Preise von 16,53 M. für 1 Tonne. Die verwendeten Stahlschienen wiegen 34,74 kg auf 1^m, eine gleiche muss für den elektrischen Strom mitten in die Spur gelegt werden; 1,6 km dieser Schiene werden $\frac{1}{20}$ Ohm Widerstand geben. Es wird angenommen, dass die stehende Maschine stark genug sein soll, um 20 Locomotiven in jeder beliebigen Stellung auf der Linie gleichzeitig mit Strom zu versorgen. Eine Pferdekraft entspricht 746 ampère volts, es werden sonach zum Ersatze der 20 Locomotiven von je 110 Pferdestärken $20 \cdot 110 \cdot 746 = 1641200$ ampère volts erfordert.

Jeder Erzeuger verwandelt 90% der empfangenen mechanischen Arbeit in elektrischen Strom und umgekehrt verwandelt jeder Empfänger 90% des erhaltenen Stromes in Arbeit.

Die Strecke der 2. Avenue ist 10,4 km lang. Hiernach wird berechnet, dass sich die Kosten der Krafterzeugung für den Locomotivbetrieb auf 82,53 M. für die Stunde stellen, während die für den elektrischen Betrieb betragen: 27,64 M. bei 500 volts elektromotorischer Kraft, 23,60 M. bei 1000 volts und 22,6 M. bei 2000 volts. Demnach würde die Ersparung bei der Krafterzeugung für elektrischen Betrieb 54,89 M., 58,93 M. bzw. 59,93 M. betragen. B.

Preis Ausschreibungen

des Vereins deutscher Maschinen-Ingenieure.

Der Verein deutscher Maschinen-Ingenieure hat für das Jahr 1885 zwei Preise von 1000 Mark bzw. 300 Mark nebst Veröffentlichungshonorar für die beste Bearbeitung nachstehender Preisaufgaben ausgesetzt:

1. Aufgabe. — Preis 1000 Mark.

Entwurf zu einer Kesselschmiedewerkstatt, in welcher gleichzeitig 16 Stück Locomotivkessel erbaut werden können.

2. Aufgabe. — Preis 300 Mark und Veröffentlichungshonorar.

Welche Befestigung der Radreifen auf den Rädern der Eisenbahnfahrzeuge ist nach dem Stande der gegenwärtigen Erfahrungen als die zweckmässigste zu erachten?

Die näheren Angaben und Bedingungen, unter denen die Concurrenz stattfindet, werden in dem ausführlichen Sitzungsbericht des genannten Vereins in den »Annalen für Gewerbe und Bauwesen,« Band XVI, No. 190, Heft 10, vom 15. Mai 1885 enthalten sein und sei hier nur angeführt, dass die Betheiligung auch deutschen Fachgenossen, welche nicht Vereinsmitglieder sind, freisteht. Die Arbeiten müssen bis zum 28. Febr. 1886 an den Verein deutscher Maschinen-Ingenieure, zu Händen des Herrn Commissionsrath Glaser, Berlin SW., Lindenstrasse 80, eingesandt werden und können Interessenten von dem Genannten auch das ausführliche Programm beziehen.