

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XVI. Band.

5. Heft. 1879.

Die Grenzen der Zugbelastungen bei verschiedenen Steigungen und die zu deren Beförderung notwendigen Locomotivgewichte bei verschiedenen Systemen mit besonderer Berücksichtigung der Zahnschienenbahnen.

Von Karl Müller, Civilingenieur in Freiburg i/B., früher Oberingenieur für die Höllenthalbahn-Vorarbeiten.

(Hierzu die graphischen Tafeln XXVI und XVII.)

Die hohen Kosten der Zugförderung auf Rampen mit grösserer Steigung haben nicht nur ihren Grund in den grösseren Auslagen für den Zug- oder Locomotivkilometer allein, sondern sie sind eine wesentliche Folge der geringen Zugbelastung überhaupt, wodurch die Kosten pro Kilometertonne noch mehr erhöht werden, als durch erstere Kostensteigerung. So verhalten sich beispielsweise die Kosten pro Zugskilometer bei Rampen von 25 ‰ Steigung gegenüber denen der Linien von weniger als 10 ‰ annähernd wie 1 : 1,4 bis 1,5, während die Kosten pro Kilometertonne sich verhalten wie 1 : 3. Hieraus entspringt das Verlangen des Betriebes nach möglichst schwachen Steigungen, während die hohen Kosten, welche die Erfüllung dieser Wünsche bei Gebirgsbahnen mit sich bringt, zu dem Gegentheil, zur Anwendung möglichst grosser Steigungen drängen. Vergleicht man aber das, was auf unseren grossen Bahnen mit starken Steigungen gezogen wird, mit dem, was bei der zulässigen Anstrengung der Kuppelungen gezogen werden könnte, so findet man, dass bei den gewöhnlichen Förderungsarten noch lange nicht die Grenze des Zulässigen und Möglichen erreicht ist, sondern dass noch ein weites Feld vor uns liegt, auf welchem bis zu einem gewissen Grad eine Vereinigung der sich gegenüber stehenden Interessen herbeigeführt werden kann.

Nehmen wir die zulässige Zugspannung der Kuppelapparate zu 500 Kilogr. pro Quadratcentimeter an, so ergibt sich für dieselben bei einem Querschnitt von 13 cm^2 eine zulässige Zugkraft von 6,5 Tonnen.

Der durchschnittliche Widerstand eines Zuges exclusive Maschine auf ebener Bahn kann im Mittel zu 4 ‰ angenommen werden und erhält man die, bei verschiedenen Steigungen von $x \text{ ‰}$ pro Kilometer gezogenen Lasten P in Tonnen aus der Gleichung

$$P = \frac{1000 \times 6,5}{x + 4}$$

oder für $x =$ 0 5 10 15 20 25 30 35 40 ‰

$P =$ 1625 722 464 342 271 224 191 167 148 T.

Die übrigen Zahlen sind in der am Schluss folgenden Tabelle*) in der zweiten Reihe eingetragen und auf Taf. XXVI durch die — Curve dargestellt.

Wir sehen aus dieser Curve zunächst, dass die zulässige Zugbelastung auf ebener Bahn sehr gross ist, und mit beginnender Steigung sehr rasch abnimmt, dass aber diese Abnahme mit zunehmender Steigung viel langsamer wird.

Während z. B. die Differenz in den Zugsgewichten bei 10 und 20 ‰ Steigung 193 Tonnen beträgt, ist der Unterschied bei 40 und 50 ‰ nur noch 28 Tonnen.

Die Zugbelastungen, die man bei voller Anstrengung der Kuppelungen erhält, sind in den kleineren Steigungen ausserdem viel grösser, als dies für die Praxis anwendbar erscheint.

Da zu lange Züge einen exacten Betriebsdienst erschweren, indem deren Formirung ein zu grosses Anstapeln von Gütern auf den Hauptstationen nöthig machen würde; da ferner die Kreuzungen auf Zwischenstationen und das Rangiren und Ausstossen von Wagen zu schwierig würde; sind die Züge meist viel kleiner und gehören solche von über 100 Achsen in der Regel zu den Seltenheiten. Dieser Achszahl entspricht ein Zugsgewicht von etwa 500 Tonnen,**) und dürften sich daher unsere Betrachtungen hauptsächlich auf Bahnen von mehr als 10 ‰ Steigungen beziehen, bei denen obige Zahl ohne Zuhilfenahme von Schubmaschinen nicht mehr erreicht werden kann.

Dagegen sehen wir aber, dass bei grösseren Steigungen zwischen 20 und 30 ‰ auf unseren grossen Bahnen lange nicht das gefördert wird, was gefördert werden könnte. So zieht z. B. auf der badischen Schwarzwaldbahn ein Achtkuppler bei 18 ‰ 250 Tonnen, während 300 Tonnen zulässig sind.

Die Semmeringbahn wird mit Zügen von 160 Tonnen pro Achtkuppler-Maschine befahren, während bei 25 ‰ Steigung 224 Tonnen zulässig erscheinen. Bei gleicher Steigung beför-

*) Die Tabelle folgt im nächsten Heft.

**) Bei Bahnen in Kohlengenden, wo die Wagen in einer Richtung meist voll beladen sind, kommen allerdings schwerere Züge vor.

dert man mit gleichen Locomotiven auf der Apenninen-Bahn Pistoja-Porretta nur 130 Tonnen. Auf der Giovi-Bahn werden von ähnlichen Achtkupplern, welche aber etwas leichtere Tender haben, bei 35 ‰ durchschnittlich 110 Tonnen befördert, während 167 Tonnen gezogen werden könnten.

Wir sehen hieraus, dass ohne eine Verringerung der gegenwärtig üblichen Zugsgewichte viel grössere Steigungen angewendet werden könnten, indem 150 Tonnen noch bei 40 ‰ und 110 Tonnen noch bei 55 ‰ zulässig erscheinen, also bei Steigungen, welche um so viel grösser sind, als die vorgenannten, dass hierdurch beim Bau der Gebirgsbahnen ganz enorme Summen erspart werden könnten, ohne dass man mit den Zugbelastungen unter obiges gebräuchliches Maass herabkommen würde.

Um die Ursachen dieses Missstandes erkennen und gleichzeitig beurtheilen zu können, in wie weit eine Abhilfe möglich ist, erscheint es nothwendig, die Gewichts- und Zugkraftverhältnisse der verschiedenen Locomotivsysteme zu vergleichen und zu ermitteln, unter welchen Bedingungen obige Grenzwerte der Zugbelastung erreicht werden können.

Das weitaus am häufigsten verwendete Maschinensystem ist das mit separatem Tender, wobei das Tendergewicht, welches in der Regel halb so gross ist, als das Gewicht der Maschine, für die Adhäsion vollständig verloren geht.

Nennt man P das Zugsgewicht, P_1 das Locomotivgewicht, welches zur Erzeugung einer Zugkraft von $Z_1 = 6,5$ Tonnen am Zughaken nothwendig ist, P_2 das Locomotivgewicht, welches zur Erzeugung einer Zugkraft Z_2 nothwendig ist, welche den Steigungswiderstand der Maschine überwindet, α das Verhältniss zwischen Zugkraft und Locomotivgewicht, so erhält man zunächst

$$\alpha = \frac{2}{3 \times 7,5} = 0,089$$

wenn $\frac{1}{7,5}$ für den Reibungscoefficienten nach Abzug der, für die Eigenbewegung der Maschine auf der Horizontalen nothwendigen Reibung gesetzt wird und $\frac{2}{3}$ das Verhältniss des Adhäsionsgewichtes zum Gesamtgewicht der Maschine incl. Tender bezeichnet. Das zur Erzeugung einer Zugkraft von 6,5 Tonnen am Zughaken nöthige Locomotivgewicht ist hiernach

$$P_1 = \frac{Z_1}{\alpha} = \frac{6,5}{0,089} = 73 \text{ Tonnen.}$$

Für das weitere Maschinengewicht P_2 hat man die Relation

$$P_1 + P_2 = \frac{1000 Z_2}{x}$$

$$Z_2 = \alpha P_2$$

woraus sich ergibt

$$P_2 = \frac{P_1 x}{1000(\alpha - x)} = \frac{73 x}{89 - x},$$

und erhält man hieraus für die verschiedenen Steigungen

$x =$	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	89 ‰
$P_2 =$	0	4,3	9,2	14,8	21,2	28,5	37,1	59,5	93,6	151	269	648	∞ T.
$P_1 + P_2 =$	73	77	82	88	94	101	110	132	166	224	342	721	∞ T.
$P + P_1 + P_2 =$	1698	799	546	430	365	325	301	280	286	325	430	798	∞ T.

Diese Werthe für das Gesamtmaschinengewicht und das Gesamtzugsgewicht finden sich in der Tabelle und Taf. XXVI durch die oberste ——— und — — — Linie dargestellt.

Das erste, was uns bei diesen Zahlen auffällt, ist die Grösse und das rasche Zunehmen des Locomotivgewichtes.

Schon bei 5 ‰ hat die Maschine das Gewicht einer schweren Achtkuppler-Semmeringmaschine und bei 12 ‰ ist mit 84 Tonnen die Grenze erreicht, bei welcher jede der 4 Treibachsen mit 14 Tonnen belastet ist.

Bei 25 ‰ müssten schon 10 gekuppelte Räder vorhanden sein, was um so mehr über die Grenze des Ausführbaren hinausgehen würde, als die Achtkuppler schon an sich monströse Maschinen sind, welche auf den Oberbau äusserst nachtheilig einwirken und im Verhältniss zu ihrem Kessel eine sehr geringe Verdampfung zeigen.

Bei 42,5 ‰ ist das Locomotivgewicht gleich der beförderten Last, bei welcher Steigung das Gesamtzugsgewicht sein Minimum erreicht. Die Zunahme des Locomotivgewichtes wird von hier an immer rascher und wird dasselbe bei $x = 1000 \alpha$ unendlich.

Wir erkennen aus diesen Zahlen, dass Maschinen mit separatem Tender vollständig am Platze sind, so lang es nicht darauf ankommt, ob 20 bis 27 Tonnen mehr gezogen werden und eine Tendermaschine als zwecklose Complication angesehen werden müsste. Die Grenze hierfür mag zwischen 12 und 15 ‰ liegen.

Sobald aber höhere Steigungen zur Anwendung kommen, bei welchen das Tendergewicht ein grosser Bruchtheil des Zugsgewichtes ist, oder mit anderen Worten, wodurch das Maschinengewicht vergrössert wird, ohne dass das Mehrgewicht zur Erzeugung von Reibung ausgenutzt wird; erscheint das System nicht mehr rationell, indem eine verhältnissmässig grosse Last unter Verhältnissen unnöthiger Weise befördert wird, bei denen die Beförderung pro Tonneneinheit schon mit grossen Kosten verknüpft ist. Sind beispielsweise die Kosten der Zugförderung pro Locomotivkilometer in der Ebene 85 Pf. und bei der Bahn von 25 ‰ Steigung 1 Mk. 20 Pf. und werden auf der ersten 500 Tonnen, auf der letzteren incl. Tender 185 Tonnen befördert, so kostet die Förderung des 25 Tonnen schweren Tenders im ersten Fall 4,2 Pf., im letzteren dagegen 16 Pf., was bei einer 100 Kilom. langen Bahn bei täglich 10 Güterzügen im Jahr rund 60000 Mark ausmachen würde, welche Zahl sich, wenn man auch noch die Oberbauabnutzung durch das zu Thale Bremsen des Tendergewichtes in Rechnung zieht, noch vergrössert.

In richtiger Würdigung dieser Verhältnisse ist seit lange das Bestreben der Constructeure und Maschinenfabriken dahin gerichtet, Tendermaschinen zu bauen, bei welchen das ganze Maschinengewicht für die Adhäsion ausgenutzt wird, doch haben diese Maschinen aus bekannter Anhänglichkeit an das Herkömmliche in der Praxis bei den grossen Bahnen noch keine nennenswerthe Verwendung gefunden, während wir sie bei den meist freier verwalteten Secundärbahnen vorzugsweise angewendet sehen.

Da das Adhäsionsgewicht dieser Maschinen variabel mit der Tenderfüllung ist, muss der Berechnung der Zugkraft ein nahezu leerer Tender zu Grunde gelegt werden. Auf das mitzuführende Tenderwasser braucht man aber gar keine Rücksicht zu nehmen, da das Wasser unter allen Umständen so

viel Reibung erzeugt, als zur Beförderung seiner selbst nöthig ist.

Nimmt man wieder, wie oben, den Reibungscoefficienten zwischen Schiene und Rad nach Abzug der, für die Eigenbewegung der Maschine auf der Horizontalen nöthigen Reibung zu $\frac{1}{7,5}$ an, so erhält man

$$\alpha = \frac{1}{7,5} = 0,133$$

$$P_1 = \frac{6,5}{0,133} = 48,8$$

oder rund 49 Tonnen.

Für P_2 hat man die Gleichung

$$P_2 = \frac{49x}{133 - x}$$

und ergibt sich bei

$x =$	0	5	10	15	20	25	30 ‰
$P_2 =$	0	1,9	4,0	6,2	8,6	11,3	14,3 T.
$P_1 + P_2 =$	49	51	53	55	58	60	63 T.

Die übrigen Werthe, sowie diejenigen von $P + P_1 + P_2$ sind in der Tabelle eingetragen und in Taf. XXVI durch die zweite und Linie dargestellt.

Wir finden zunächst, dass die Maschinengewichte nicht nur um Vieles kleiner sind, sondern dass auch die Gewichtszunahme mit zunehmender Steigung eine wesentlich geringere ist, als bei den eben betrachteten Maschinen mit separatem Tender. Das Minimum des Gesamt-Zuggewichtes findet erst bei 65 ‰ statt, an welcher Stelle das Maschinengewicht gleich der gezogenen Last ist.

Die schwersten Maschinen, welche bis jetzt als Tendermaschinen gebaut wurden, sind nach System Majer oder Fairlie und haben bei vollem Tender 72 Tonnen, bei leerem dagegen 65 Tonnen Gewicht, welches einer Steigung von 33 ‰ entspricht, bei welcher also noch das Maximalzuggewicht befördert werden kann.

Für eine geringere Steigung wären solche Maschinen zu stark, da die Kuppelungen auf mehr als 6,5 Tonnen angestrengt würden.

Diese Maschinen haben 4 Cylinder und je 3 zusammengekuppelte Räderpaare, wobei die Achsbelastung im Minimum 10,8, im Maximum 12 Tonnen ist.

Bei 25 ‰ würden Maschinen von 60 Tonnen ohne und 65 Tonnen mit Wasser genügen, wobei die Maximalbelastung einer Achse nur 10,8 Tonnen wäre.

Tendermaschinen-einfachen Systems mit nur 2 Cylindern würden bei 14 Tonnen Maximalachsdruck pro Achse und nach Abzug von 4 Tonnen Wasser erst bei 8 ‰ zulässig werden und folgt hieraus, dass, wenn das Maximalzuggewicht befördert werden soll, man nur viercylindrige Maschinen brauchen kann, dagegen kann dann die Maximallast bis zu Steigungen von 33 ‰ mit Locomotiven bewältigt werden, welche nicht nur leichter sind, als die am Semmering verwendeten, sondern auch durch ihren geringeren Achsdruck und ihre grössere Beweglichkeit in den Curven die Schienen und den ganzen Oberbau weit weniger angreifen.

Begnügt man sich dagegen mit den Tonnenbelastungen,

wie wir sie beim Semmering u. s. w. gesehen, so kommt man mit verhältnissmässig sehr leichten einfachen Maschinen aus. 160 Tonnen würden auf 25 ‰ mit Maschinen von 48 Tonnen incl. Tenderwasser (Achtkuppler mit 12 Tonnen Achsdruck) befördert werden können, während für die 110 Tonnen der Giovibahn bei 35 ‰ eine gleiche Maschine ausreichend wäre.

Ein Bild über die finanzielle Tragweite dieser Gewichtersparniss erhält man am Besten durch Betrachtung eines bestimmten Beispielles.

Unser eben betrachteter Semmering-Zug hat 160 Tonnen Zugs- und 78 Tonnen Maschinengewicht und würde sich die gleiche Gesamtzugsbelastung bei Anwendung von Tendermaschinen auf 188 Tonnen Zugs- und 50 Tonnen Locomotivgewicht vertheilen.

Bei Zugrundelegung von 1 Mk. 20 Pf. Zugförderungskosten für den Locomotivkilometer würde die Kilometertonne im ersten Fall 0,75 Pf. und im zweiten aber nur 0,64 Pf. kosten.

Die Beförderung kostet somit im ersten Fall 17% mehr, was bei einem Verkehr von 1000000 Bruttotonnen (Zuggewicht) jährlich auf einer 100 Kilom. langen Bahn 110000 Mark ausmachen würde. Hierbei ist der Antheil an den übrigen, von dem Verkehr abhängigen Kosten sowie die Differenz in den Unterhaltungskosten des Oberbaues, welche in Folge der geringeren Achsbelastungen und leichteren Beweglichkeit in den Curven entsteht noch gar nicht inbegriffen.

Forscht man nach den Gründen, mit welchen die Verwendung dieses Systems bekämpft wird, so findet man dieselben hauptsächlich in den folgenden Sätzen:

Die Construction der Locomotive wird durch den Tender eine schwerfällige, die Massen sind schwerer auszubalanciren, die einzelnen Maschinentheile werden durch die Wasserkästen unzugänglicher, das Adhäsionsgewicht ist variabel und ist gegen das Ende der Rampe in dem Moment meist am kleinsten in dem die grössten Anforderungen an die Maschine gestellt werden. Den Fairlie- und Majer-Maschinen insbesondere wird die mangelhafte Dichtung der Dampfzuleitung und die vermehrte Locomotivunterhaltung entgegengehalten.

Auffallend ist hierbei, dass man dieses Sündenregister der Tenderlocomotiven nie von solchen Bahnen zu hören bekommt, welche dieselben wirklich verwenden und die Sache aus Erfahrung kennen müssen, sondern nur von solchen, welche dieselben nicht einführen, und von dem Hergebrachten nicht abkommen wollen.

Dass eine Tendermaschine, bei der alles praktisch gelagert ist und alle Massen sich auch bei variablem Tenderwasserstand gut ausbalanciren, mehr Sorgfalt im Entwurf erfordert, als eine andere, ist allerdings richtig; betrachten wir uns aber nur einmal die diesbezüglichen Maschinen, welche auf unseren Weltausstellungen ausgestellt sind, so wird man das Problem schon in ganz ausgezeichnete Weise gelöst finden. Der Einwurf wegen des variablen Gewichtes erscheint durchaus nichtig, wenn man die Zugkraft der Maschine nach dem leeren Tender bemisst und berücksichtigt, dass das Tenderwasser nicht auf Kosten der angehängten Last mitgenommen werden muss, sondern dass es sich die Reibung zu der ihm nöthigen Zugkraft selbst erzeugt. Da überdies der Tender nur in seltenen Fällen

ganz leer ist, ergibt sich hieraus für den grössten Theil der Rampe ein Ueberschuss von Reibung, der das so nachtheilige Schleudern der Räder verhindert und hierdurch nur vortheilhaft wirkt.

Dass die Doppelmaschinen etwas mehr Unterhaltung kosten, als einfache Maschinen, mag wohl richtig sein, doch wird sich diese Differenz hinreichend durch die geringere Inanspruchnahme des Oberbaues ausgleichen. —

Von diesen beiden Systemen durchaus verschieden sind die Zahnradlocomotiven. Ihr Wesen besteht darin, dass die Kraftübertragung auf den Oberbau nicht durch die so sehr veränderliche Reibung zwischen Schiene und Rad, sondern durch ein Zahnrad bewirkt wird, welches in eine am Oberbau befestigte Zahnstange eingreift. Hierdurch kann der Maschine eine beliebige Zugkraft gegeben werden, ohne dass das Locomotivgewicht direct hiervon abhängig wäre; dagegen muss die Geschwindigkeit so gewählt werden, dass pro Metertonne Arbeit in der Secunde ein Maschinengewicht von beiläufig 1,20 Tonnen vorhanden ist, welche Zahl erfahrungsgemäss noch eine, in jeder Beziehung solide Construction der Maschine zulässt. Man hat somit zwischen Zugkraft, Geschwindigkeit und Maschinengewicht die Relation:

$$Z_1 + Z_2 = \frac{(P_1 + P_2)}{1,2 v}$$

Um hierbei eine möglichst grosse Zugkraft bei kleinem Maschinengewicht zu erlangen, muss man die Geschwindigkeit möglichst klein nehmen. Bei den Maschinen, wie sie beispielsweise auf der Arther Rigibahn, der Rorschach-Heidener Bahn u. s. w. laufen, ist im Mittel $v = 2,22$, $(P_1 + P_2) = 16$ Tonnen und man erhält hierbei

$$Z_1 + Z_2 = \frac{16}{1,2 \times 2,22} = 6,02$$

oder rund 6 Tonnen.

Um trotz der grossen Zugkraft einen, der übrigen Maschine und dem Kessel entsprechenden Cylinderdurchmesser und genügender Kolbengeschwindigkeit zu erhalten, muss der Durchmesser des Triebrades a (Fig. 13) sehr klein genommen werden, und lässt man dieses in der Regel nicht direct in die Zahnstange c eingreifen, sondern schaltet ein Zwischenrad b mit grösserem Durchmesser ein. *)

Die Anordnung, wie sie jetzt am gebräuchlichsten ist, ersieht man aus Figur 13 und 14, während Figur 16 eine Anordnung darstellt, bei der das Zahnrad direct in die Zahnstange eingreift. Erstere Einrichtung wird sich mehr für grössere, letztere für kleinere Geschwindigkeiten eignen.

Durch den kleinen Durchmesser des Triebrades a, der nicht grösser oder sogar kleiner ist, als der Kolbenhub, erreicht man eine hinlänglich rasche Kolbengeschwindigkeit, wodurch es ermöglicht ist, mit verhältnissmässig sehr kleinen Kesseln auszukommen und ein günstiges Verhältniss zwischen Zugkraft und Kolbendurchmesser zu erhalten. **)

*) Transmissionsräder, wie sie bei den älteren Maschinen zu finden sind, werden nicht mehr angewendet, indem man jetzt das Zahnrad a an der Triebwelle direct in das Laufzahnrad b eingreifen lässt.

**) Eine erschöpfende Behandlung dieser Verhältnisse würde hier zu weit führen, nur mag so viel erwähnt sein, dass das Verhältniss

Dehnen wir unsere Untersuchungen auf diese Maschinen aus, so erhalten wir zunächst aus der Formel

$$Z_1 = \frac{P_1}{1,2 \times 2,22}$$

für $Z_1 = 6,5$ Tonnen $P_1 = 17,3$ Tonnen

$$\text{und } \alpha = \frac{6,5}{17,3} = 0,375.$$

Für P_2 erhält man bei

x =	0	5	10	15	20	25	30 ‰
$P_2 =$	0,0	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5 T.
$P_1 + P_2 =$	17,3	17,5	17,8	18,0	18,3	18,5	18,8 T.

Die übrigen Werthe bis zu einer Steigung von 375 ‰ sind in der jeweiligen 4ten Reihe der Tabelle eingetragen und durch die unterste — Linie in Taf. XXVI veranschaulicht.

Fig. 13.

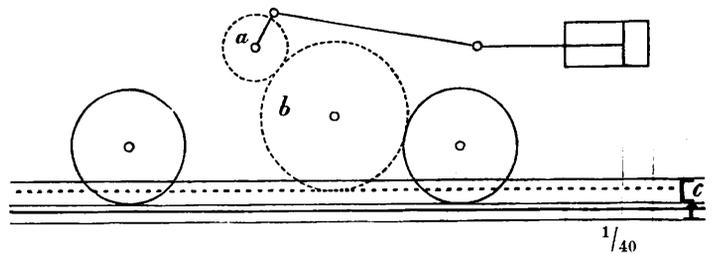
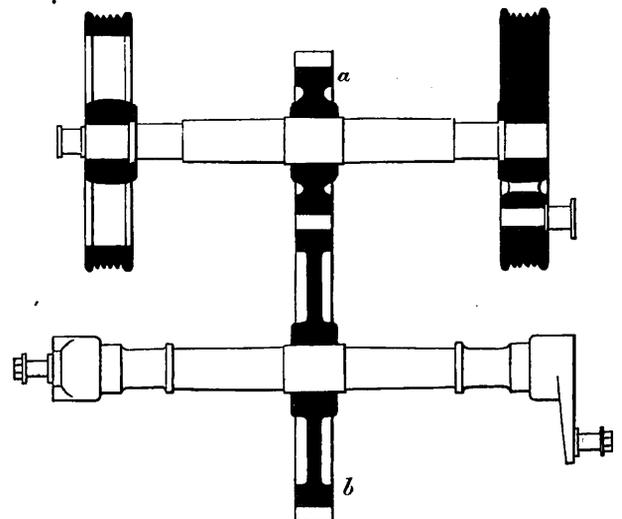


Fig. 14.



Ebenso finden wir an der betreffenden Stelle das Gesamtzugsgewicht $P + P_1 + P_2$ dargestellt.

Was uns hier zunächst auffällt, ist der ganz ungeheure Unterschied gegen die vorher gefundenen Zahlen.

Das Maschinengewicht bei 0 ‰ ist mehr als 4 mal so klein, als bei den Locomotiven mit separatem Tender und 3 mal so klein als bei Tendermaschinen.

zwischen Arbeitsleistung und Heizfläche bei den Zahnradmaschinen ziemlich dasselbe ist, wie bei guten Adhäsionspersonenmaschinen, dass aber die Semmeringmaschinen bei ihren ungemein langen Kesseln und langsamer Kolbenbewegung eine nur halb so grosse Verdampfung pro Einheit-Heizfläche haben. Vergl. Pezholdt, Die Locomotive der Gegenwart: Zeitschrift für Baukunde 1879 S. 220—230, Müller, über Zahnradlocomotiven.

2 Arten geschehen kann, nämlich unter Beibehaltung von nur 2 Cylindern und mit 4 Cylindern.

Die nach dem ersten System durch die Aarauer Fabrik in Paris ausgestellte Maschine (im Uebrigen nach Art der Rorschacher Maschinen) hat die Einrichtung, dass die Triebwelle entweder das grosse Zahnrad, oder eine Welle in Bewegung setzt, welche mit den Adhäsionsrädern durch Kuppelung in Verbindung ist. Eine solche Maschine fährt bei ein und

derselben Kolbengeschwindigkeit als Adhäsionsmaschine mit grosser und als Zahnradmaschine mit kleiner Geschwindigkeit und wiegt die ausgestellte Maschine bei 6 Tonnen Zugkraft, 2,22^m Geschwindigkeit 18 Tonnen, somit 1,4 Tonnen pro Meter-tonne. Als Adhäsionsmaschine legt dieselbe 20—25 Kilom. pro Stunde zurück. *) (Schluss folgt im nächsten Heft.)

*) Vergl. Zeitschr. für Baukunde 1879 S. 218—220.

Ein Wort für die Schienenschrauben

von **A. J. Susemihl**, Baumeister und Vorsteher der Hinterpommerschen Bauinspektion zu Stargard.

(Hierzu Fig. 1—4 auf Taf. XXIV.)

Bekanntlich findet das bei Verwendung von Schienenschrauben nöthige Vorbohren der Schwellen unter Anwendung einer Bohrschablone statt, die den Bohrer führt und so die vorgeschriebene Richtung der Bohrlöcher sichert.

Die bezüglichen Instructionen geben meistens an, dass die Richtung der Bohrlöcher rechtwinkelig zur Lagerfläche des Schienenfusses zu machen sei; dies ist indessen, wie die nachfolgende Betrachtung zeigen wird, unter Umständen völlig falsch. In der Regel werden die Schienenschrauben so construirt, dass die Unterfläche des Kopfes eine ebene Fläche rechtwinkelig zur Schaftrichtung bildet; zieht man eine solche Schienenschraube den Instructionen gemäss rechtwinkelig zur Lagerfläche des Schienenfusses ein, so berührt die Peripherie des Kopfes den Schienenfuss nur in einem Punkt (s. Fig. 1 auf Taf. XXIV). Wird die Schraube fester angezogen, so wird dieselbe durch den einseitigen Gegendruck des geneigten Schienenfusses seitwärts gedrängt und krumm gebogen, ja sogar bei verstärktem Anziehen ganz von der Schiene herabgedrängt (s. Fig. 2 auf Taf. XXIV). (Das vielfach bemerkte Abbiegen der Schienenschrauben dürfte in den meisten Fällen hierauf zurückzuführen sein.) Nimmt man dagegen bei so construirt Schienenschrauben die Richtung des Bohrloches rechtwinkelig zur geneigten Oberfläche des Schienenfusses, auf welche sich der Kopf der Schraube auflegt (s. Fig. 3 auf Taf. XXIV), so ist man im Stande, durch kräftiges Anziehen der Schraube den Schienenfuss so an die Schwelle zu pressen, dass ein weiteres Zusammenpressen des Schwellenholzes, wie es gewöhnlich beim Befahren neuer Gleise eintritt, nicht mehr zu befürchten ist. Werden Schienenschrauben angewandt, welche so construirt sind, dass der Uebergang vom Kopf zum Schaft dem Profil

des Schienenfusses genau entspricht, dann muss allerdings rechtwinkelig zur Lagerfläche des Schienenfusses vorgebohrt werden (s. Fig. 4 auf Taf. XXIV); der Schienenfuss wird indessen von einer solchen Schienenschraube nur in einer Linie berührt, es dürfte daher die Befestigung nach Fig. 3 den Vorzug verdienen.

Im Juni 1877 sind von mir auf einer kurzen Gleisstrecke versuchsweise die Schienen am äusseren Fuss mit Hakennägeln und am inneren Fuss mit Schienenschrauben nach Fig. 3 auf eichenen Schwellen befestigt; ein besonderes Gewicht legte ich darauf, dass die Schienenschrauben so fest als möglich angezogen wurden. Diese Befestigungsweise hat sich so ausgezeichnet bewährt, dass bis heute an dieser Gleisstrecke keine Correcturarbeit irgend welcher Art nothwendig geworden ist und voraussichtlich auch für eine geraume Zeit nicht nothwendig werden wird. Es ist mehrfach versucht, die Schrauben nachzuziehen, doch stets vergeblich; ein Beweis für den innigen Schluss zwischen Schiene und Schwelle. Dieser festen Verbindung, welche man niemals bei alleiniger Verwendung von Hakennägeln erreichen kann, ist jedenfalls der gute Erfolg zu danken.

Es sei noch erwähnt, dass bei Verwendung von Schienenschrauben möglichst auch Vorkehrung gegen das Wandern der Schienen zu treffen ist, da das bei Hakennägeln beobachtete Einschleifen des Schienenfusses in den oberen Theil des Schaftes in verstärktem Maasse bei Schienenschrauben eintritt. Auf der angeführten Versuchsstrecke ist dieser Uebelstand nicht aufgetreten, dagegen in hohem Grade auf einer Strecke, deren Schienen nach Fig. 1 auf Taf. XXIV befestigt waren.

Stargard, im Februar 1879.

Zur allgemeinen Schienen-Statistik.

Von **Moriz Pollitzer**, Oberingenieur in Wien.

(Hierzu die graphische Tabelle auf Taf. XXIV.)

An die vielen Institutionen die der Verein der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen zur Hebung und Förderung des gesammten Eisenbahnwesens durch sein gedeihliches Wirken bis-

her ins Leben gerufen, schliesst sich würdig die nun erfolgte Inaugurirung einer allgemeinen Schienen-Statistik an.

Mit erhöhtem Interesse wird jeder Fachmann der Ent-

wicklung dieser zeitgemässen Einrichtung folgen, um dem zielbewussten Streben nach Kräften beizustehen.

Von diesem Grundsatz beseelt hat der Verfasser dieser Zeilen bereits im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens XIV. Band, Heft 2. 1878 seine Anschauungen über eine erspriessliche Durchführung der allgemeinen Schienen-Statistik zur Veröffentlichung gebracht und hofft durch das hier noch Folgende dem guten Zwecke ferner dienen zu können und seine diesem Gegenstande gewidmete Arbeit zu vervollständigen.

Die Hauptmomente, die eine allgemeine Schienen-Statistik zu Tage fördern soll, concentriren sich in nachstehenden Punkten:

- a) Die stetige Ausnutzung der in Verwendung gekommenen Schienen soll, sowohl mit Bezug auf die über denselben transportirte Bruttolast, als auch mit Bezug der ganzen Bahnlage und der Verkehrsweise sich klar ausprägen.
- b) Durch die günstige oder ungünstige Ausnutzung des Schienen-Materials soll, sowohl über dessen constructive Formung, als auch über dessen chemische Eigenschaften ein sicheres Urtheil gefällt werden können.
- c) Es sollen durch die eben erwähnten Punkte verlässliche Factoren zur Abschätzung der ökonomischen Ausnutzung des Schienen-Materials gewonnen werden, beziehungsweise sollen diese die Daten liefern, mit welchen man die Kosten des Betriebes — gegenüber dem Verbräuche an Schienen-Material — in Rechnung ziehen kann.

In Erwägung des Punktes a) wurde bereits in dem früheren Aufsätze nachgewiesen, wie ungenügend der Nachweis über das Höhenmaass der Abnutzung mit Bezug auf den Transport der Bruttolast sich gestaltet, um auf die Grösse des Nutzeffectes der Schienen schliessen zu können. Hierzu muss vielmehr die ganze Fläche der Abnutzung in Betracht gezogen werden können, da nur diese allein als entscheidendes Merkmal für den Ausnutzungseffect — sowohl im Vergleich zur gesammten transportirten Last, als auch zur Beurtheilung über die Influenz der Bahnanlage und der Art des Verkehrs auf dieselbe — zur Geltung kommen kann.

So z. B. werden die Abnutzungsflächen in stark gekrümmten Bahnanlagen, in Folge der seitlichen Beanspruchung durch die Spurkränze — die auf eine intensive Abnahme in der Kopfbreite der Schienen hinwirken — das Material bis dicht an die Benutzungsgrenze führen, bevor dieses noch durch eine wesentliche Verminderung in der Höhe sich kennzeichnet. Wieder umgekehrt können in geraden und stark geneigten Strecken, wo die Bremsen intensiv zur Wirkung kommen, bedeutende Verluste in der Höhe der Schienen eintreten, ohne eine merkliche seitliche Abnahme zu zeigen, welche die Dienstfähigkeit der Schienen wie in der früheren Weise alterirt.

Trotzdem beharren viele Autoren bei dem falschen Principe, die Einheit in der Höhenabnutzung mit dem Transport der Bruttolast als Maassstab des Nutzeffectes anzuführen; ohne weiter anzugeben, in welchem Punkte der Schiene diese Höhenabnahme zu messen ist. Soll dieser in der Achse der Schiene sein, dann ist allen Trugschlüssen Thür und Thor geöffnet, da — wie bereits erwähnt — eine seitliche Abnutzung die Schienen ausser Verwendung bringen kann, wo die Abnahme in der Höhe noch geringfügiger Natur ist.

In Betreff des Punktes b) wird man zu einem klaren Resultate über die zweckmässige Anordnung des Materials im Schienenprofil erst dann gelangen, wenn das Verhältniss der zulässigen Abnutzung zur ganzen Fläche und das der ersteren zur factisch stattgehabten Abnutzung bei der Ausserverwendungsetzung des Materials immer deutlich zur Anschauung gebracht wird.

Eine schlechte Vertheilung des Materials im Schienenkopfe kann z. B. — wie bereits besprochen — in Bahnen mit ungünstigen Richtungsverhältnissen eine starke seitliche Abnutzung der Schienen nach kurzer Verwendungszeit nach sich ziehen, die ein weiteres Belassen derselben in der Bahn nicht mehr gestattet, da derartige seitliche Abnutzungen eine zu grosse Erweiterung der Spur veranlassen, welche auf die Betriebsmittel schädlich ja sogar — wegen leicht eintretender Entgleisungen — gefährlich einwirken können.

Soll endlich nach c) eine richtige Abschätzung über die ökonomische Ausnutzung des Schienenmaterials ermöglicht werden, so muss einerseits eine klare und übersichtliche Anordnung der gesammelten Daten, andererseits eine Unität in der Aufnahme und Sichtung derselben angestrebt werden. Beide Bedingungen würden durch eine graphische Darstellung, wie auf Taf. XXIV zur Anschauung gebracht wird, sich auf das Eclatanteste durchführen lassen.

Nebst allen Angaben, welche die Charakteristik der ganzen Bahnstrecke enthalten, werden die transportirten Bruttolasten durch einfache Linien markirt und bilden mit den ersteren alle auf die Statistik bezughabenden Daten.

Das graphische Feld für die zur Schienen-Statistik gehörigen Elemente ist durch die Linien A bis E versinnlicht.

Die Linie A repräsentirt die Abscisse oder die Basis des graphischen Feldes, das durch die von 5^{mm} zu 5^{mm} parallel gezogenen Linien und von Kilometer zu Kilometer aufsteigenden Ordinaten in Quadrate getheilt ist, wovon die erstere Seite 1000^m und die zweite 50^{mm} gleichkommt.

Ein solches Feld entspricht einer Material-Abnutzung von 50 Cbkd. oder von 375 Kilogr. Masse. Die Linie A stellt hiermit die volle Profilfläche der eingelegten Schienen dar.

Die Linie B wird durch das Auftragen der Abnutzungen, die sich in der Achse der Schiene ergaben, erhalten,*) während die Linie C die schraffierte Abnutzungsflächen begrenzt, die bei einer hierzu gehörigen Höhenabnutzung sich ergeben.**)

Die Linie D bildet die Begrenzung der Abnutzung bis zur vollen Verwendungsdauer, welche immer von den jeweiligen Anordnungen der Bahnverwaltung abhängig sein wird, während die Linie E die zulässigste Abnutzungsgrenze angiebt, über welche hinaus die Beanspruchung des Materials nicht mehr im Bereiche der Gefahrlosigkeit bleibt: endlich stellt die Linie F die Gesamtfläche des verwendeten Schienenprofils dar und welche somit das graphische Feld abschliesst.

Es ist nun leicht erkennbar, wie durch die praphische

*) Der Höhenmaassstab ist in der voliegenden Zeichnung in natürlicher Grösse genommen.

**) Selbstredend werden die Schraffirungen viel einfacher durch Farben (etwa orangegelb) ersetzt werden können.

Verzeichnung dieser Linien ein Bild entsteht, welches durch seine Uebersichtlichkeit und exacte Darstellungsweise alle Momente zum Ausdruck bringt, welche zur Schaffung einer rationalen Schienen-Statistik nöthig sind und durch welches Bild die an eine solche Statistik gestellten Fragen ihre schnelle und sichere Beantwortung finden müssen.

So wird das Verhältniss der Abnutzung der Höhen zur ganzen Fläche, beziehungsweise ob der Verschleiss der Schienen mehr durch die Richtungsverhältnisse, als durch die Beanspruchung derselben von der darüber gerollten Bruttolast, hervorgerufen wird, einfach durch den Abstand der Linien B und C versinnlicht.

Die Frage über den jeweiligen Verlust an Schienen-Material bei einer Ausnutzung desselben durch eine bestimmte Bruttolast wird in auffälliger Weise durch die von den Linien A und C begrenzte Fläche nachgewiesen und ergibt ein einfaches Abzählen der quadratischen Flächen das Flächen-Cubik-Maass und das Gewicht des durch den Verkehr absorbirten Materiales an. *)

*) Es ergibt nämlich ein Feld von 1mm Höhe = $10 \square \text{mm}$ und mit der Länge eines Kilom. = $10 \square \text{mm} \times 1000 \times 1000 = 10 \text{ Cbkd.}$, sonach ein ganzes quadratisches Feld = $50 \text{ Cbkd.} = 375 \text{ Kilogr.}$ Gewicht.

In wiefern endlich zwischen dem auszunutzenden und dem ganzen Profile ein günstiges Verhältniss obwaltet, erhellt ganz einfach durch die Linien D, E und F. *)

Solche Darstellungen sind ferner dazu geeignet, eine Unität in der Wiedergabe der zu diesem Zwecke erhobenen Daten herzustellen; zudem erfordert dieselbe weniger physische Arbeit als bei der bisher üblichen Ausfüllung der Rubriken mit Zahlen und Worten, bei der viel leichter Undeutlichkeiten und Irrthümer unterlaufen können und trägt das graphische Verfahren überhaupt für allgemeine, vergleichende Studien zur besseren Veranschaulichung und zur markanteren Erfassung des Stoffes bei. Aus diesen Aufzeichnungen kann endlich eine Total-Ansicht geschaffen werden, welche die statistischen Ergebnisse vieler Bahnen auf das Schärfste hervorhebt und über alle Phasen der Schienen-Statistik das hellste Licht wirft. Welche Schwierigkeiten jedoch einer solchen übersichtlichen Darstellung durch die Gruppierung von Zahlen erwachsen, bedarf keiner besonderen Nachweisung denn: »Zahlen beweisen« — »Linien sprechen«!

Wien, im März 1879.

*) Wo Doppelgleise zur Darstellung gelangen sollen, wird entweder eine 2te gleiche Uebersichts-Tafel verwendet, oder die graphischen Felder für die Schienen-Statistik über einander angeordnet.

Achsendrehbank in der Hauptwerkstätte der Gr. Badischen Staatsbahnen, ausgeführt von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft in Grafenstaden.

Mitgetheilt vom Obermaschinenmeister **Esser** in Karlsruhe.

(Hierzu Fig. 1—7 auf Taf. XXII.)

In der Hauptwerkstätte der Gr. Badischen Staatsbahnen werden die Achsen der Locomotiven periodischen Revisionen unterworfen, bei welchen die Räder und Kurbeln abgezogen und die sorgfältig gereinigten Achsen in Bezug auf etwaige Anbrüche genau untersucht werden. Es war vorauszusehen, dass sich hierbei Veranlassung geben würde, Achsen auszuschiessen und durch neue zu ersetzen, es war daher geboten, sich auf Bearbeitung neuer Achsen besonders einzurichten.

Da diese ausnahmslose in vorgedrehtem Zustande von den Gussstahlwerken bezogen werden, so handelte es sich speciell um Anschaffung einer Drehbank, die besonders geeignet ist, sowohl neue Achsen fertig zu drehen, als auch alte Achsen behufs der Revision und Egalisirung aufzunehmen.

Von verschiedenen nach diesem Programme eingegangenen Offerten wurde das Project der Elsässischen Maschinenfabrik in Grafenstaden als das zweckentsprechendste zur Ausführung gewählt. Da die hiernach angefertigte Bank bereits seit $1\frac{1}{2}$ Jahr im Betriebe ist und sich in allen Theilen gut bewährt hat, dürfte die Veröffentlichung der Construction einiges Interesse bieten. Dieselbe ist auf Taf. XXII in Fig. 1—5 in den zum Verständniss nöthigen Ansichten dargestellt und bedarf die Zeichnung keiner weiteren Beschreibung. Fig. 2 zeigt die Position, in welche Support und Antriebdocke gebracht werden können, um die eine Seite der Maschine vollständig frei zum Auf- und Abspannen zu machen. Da die Bank in der Haupt-

werkstätte Karlsruhe parallel zu dem Gleise aufgestellt ist, auf welchem ein zur Bedienung der Räder-Drehbänke bestimmter Ramsbottom'scher drehbarer Schnurkrahnen sich bewegt, so ist das Auf- und Abspannen der schwersten Achsen in der That äusserst leicht gemacht.

Dieser Bank wurde in der Hauptwerkstätte Karlsruhe noch ein werthvoller neuer Bestandtheil hinzugefügt, wodurch dieselbe auch zum Fraisen von Keilnuthen an den Achsen vorzüglich verwendbar gemacht wurde. Es ist dies ein kleiner Fraiseapparat, bestehend aus Fraisekopf, Spindel und Antriebsriemenscheibe, der nach Entfernung des obersten Schlittens auf die Supports aufgesetzt wird. Wenn der Fraiseapparat arbeitet, ist natürlich der Antrieb für die Drehung der Achse ausgerückt, und nur der Antrieb für den Selbstgang wird benutzt, um den Vorschub für den Fraiser zu geben. Der Apparat ist auf Taf. XXII in Fig. 6 u. 7 gezeichnet und bedarf keiner weiteren Erklärung. Es mag hier nur noch bemerkt werden, dass bei Anfertigung neuer Achsen zur Vermeidung aller scharfen Ecken, auch bei Keilnuthen, die Nuthen für Rad- und Kurbelsitz nicht in die Achsen eingelassen werden, sondern durch die Nuth nur im Segment des Querschnitts der Achse abgeschnitten ist, so dass die Keile flach aufliegen, und dass auch in solchen Fällen, wo, wie bei Excentersitzen, eingelassene Keile nicht vermieden werden können, die Nuthen mit stark abgerundeten Ecken hergestellt werden.

Leicht bewegliche Regulatoren bei Locomotiven.

Mitgetheilt von H. Tapezierer, Obergeringieur der Aussig-Teplitzer Eisenbahn in Teplitz.

(Hierzu Fig. 8—10 auf Taf. XXII.)

Im 3. Bande von Heusinger's specieller Eisenbahntechnik fasst Strick die wichtigsten Momente für die Anordnung des Regulators in folgende Worte zusammen:

»Vollkommen dampfdichter Verschluss, Gestattung einer leichten und raschen Bewegung, eine Lage und Construction, die das Mitreissen von Wasser in die Cylinder möglichst verhindert.«

Indem wir uns mit diesen Anforderungen vollinhaltlich einverstanden erklären, wollen wir uns in den folgenden Zeilen mit der zweiten Anforderung: »Gestattung einer leichten und raschen Bewegung« etwas eingehender beschäftigen.

Zunächst drängen sich die Fragen auf, ob es noch Regulatoren giebt, welche nicht hinreichend leicht bewegbar sind, und, ob die weniger leichte Bewegbarkeit denn gar so nachtheilig ist.

Die erste Frage kann ohne Rückhalt bejaht werden, nachdem wir in unserer Eisenbahn-Praxis vielfach Gelegenheit hatten und noch haben, zu sehen, mit welchem grossem Kraftaufwand häufig der Locomotivführer genöthigt ist, den Regulator zu öffnen oder zu schliessen. Diese Erscheinung tritt auch bei sonst leicht beweglichen Regulatoren ein, wenn die Locomotive einen längeren Dienst geleistet hat, und ist gerade da am nachtheiligsten, weil das Maschinenpersonal dann in Folge der längeren Dienstleistung nicht mehr jene Frische besitzt, die es nach einer Ruhepause, bei Beginn der Dienstleistung hatte.

Wir haben selbst beobachtet, dass Locomotivführer ihre volle Kraft aufbieten mussten, um einen widerspänstigen Regulator zu öffnen, und ein Fachgenosse, an dessen Glaubwürdigkeit wir zu zweifeln keine Ursache haben, hat versichert, ihm sei der Fall vorgekommen, dass Führer und Heizer ihre Kräfte vereinigen mussten, um den Regulator zu bewegen.

Gehören nun auch solche extreme Fälle zu den Ausnahmen, so kann doch als unbestritten hingestellt werden, dass die Thatsache der Möglichkeit dieses Vorkommens eine für den Locomotivbetrieb keineswegs erfreuliche ist, denn es geht daraus hervor, dass der Locomotivführer seine Maschine nicht immer vollkommen beherrscht. Abgesehen von den grossen Unglücksfällen, welche durch das Versagen eines wichtigen Organes der Locomotive entstehen können, sind es zunächst die Zug- und Stossapparate, dann die Untergestelle und Kasten, endlich auch die Ladungen der Eisenbahnfahrzeuge, welche in Folge des schweren Ganges der Regulatoren in Mitleidenschaft gezogen werden. Ist nämlich der Regulator, wenn die Maschine in Gang gesetzt werden soll, nicht leicht zu bewegen, so ist der Führer genöthigt, zum Oeffnen des Regulators mehr Kraft aufzuwenden, der Regulator öffnet sich sodann plötzlich, es strömt auf ein Mal zu viel Dampf in die Cylinder, und da ja in diesem Momente gewöhnlich auch die Steuerung auf volle Füllung steht, so erhält die Locomotive einen zu plötzlichen, kräftigen Impuls zur Bewegung. Die angekuppelten Fahrzeuge

erhalten einen heftigen Ruck und Kuppelungen, Buffer u. s. w. werden zerrissen und gebrochen.

Wer erinnert sich nicht selbst, im Coupé eines Personenzuges beim Anziehen der Locomotive einen so heftigen Ruck erhalten zu haben, dass Taumeln, Collision mit Mitreisenden, sogar mit herabfallendem Handgepäck, die unmittelbaren Folgen waren. Das grosse Publicum, den Eisenbahnen gegenüber an summarische Verurtheilung gewöhnt, belegt ein solches Vorkommniss mit allen denkbar möglichen, aber nicht zarten Bezeichnungen und führt auch gar im Beschwerdebuche Klage über die Ungeschicklichkeit des Locomotivführers. Da man sich jedoch überall zur Führung der Personenzüge die verlässlichsten und erfahrensten Männer heraussucht, so ist die Annahme richtiger, dass nicht der Führer, wohl aber der schwere Gang des Regulators die Ursache der vorgekommenen Collisionen sein müsse. Hiermit ist der Nachweis geliefert, dass es schwer gehende Regulatoren giebt und ihr Vorhandensein von vielen Nachtheilen begleitet ist.

Es sind in richtiger Erkenntniss dieses Uebelstandes und zu dessen Abhülfe eine grosse Anzahl verschiedener Constructionen geschaffen worden. Das Bedürfniss ist jedoch erst in den letzten 15 Jahren besonders fühlbar geworden, als die ursprünglich leichten und schwachen Locomotiven durch grössere und stärkere verdrängt wurden, bis endlich jetzt Sechs- und Achtkuppler mit 10 bis 12 Atmosphären effectiver Dampfspannung 80—100 beladene Wagen mit 25 Kilom. Geschwindigkeit befördern.

Die verschiedenen Constructionen, welche zu diesem Zwecke gemacht wurden, bestehen in horizontalen, verticalen, geneigten, flachen, kreisförmigen, dann in Dreh- und Hülfschiebern, in entlasteten Schiebern und Ventilen. Die geistreichen Lösungen dieses Problems durch Grimmer's entlastete Schieber und Clapet's Ventil sind aus der Literatur bekannt. Viel Eingang vermochten diese Constructionen sich nicht zu verschaffen, weil nebst der kostspieligen Beschaffung auch die schwierige Instandhaltung hindernd in den Weg trat.

Auf den meisten böhmischen Eisenbahnen sind verticale Regulatorschieber im Gebrauch, deren Einfachheit dieselben empfiehlt; jedoch leiden sie öfter am schweren Gange. — Man hat nun meist gewöhnliche Schmierhähne, um von Zeit zu Zeit den Regulatoren Oel zuzuführen, und dadurch einen leichten Gang zu erzielen. Dieses Mittel, wenn es sich auch bewährt hat, hilft stets nur auf kurze Zeit, weil das Oel in wenigen Minuten aus dem Schmierhahn abläuft und dann der Regulatorschieber wieder trocken laufen muss. Hieraus folgt, dass der Regulatorschmierhahn oft mit Oel gefüllt werden muss und bei nur unvollkommener Erreichung des Zweckes viel Oel verbraucht wird.

Die Gleitflächen des Regulators werden bisweilen durch minimale Lagen von Rost oder vielmehr einem Gemenge von Eisen-Kalk-Magnesia- oder anderen sich bildenden Seifen gleich-

sam aneinander gekittet und dient dies zur Erklärung der schweren Gangbarkeit der Schieber. Wird aber beständig eine Fettschicht von ganz geringer Dicke auf die Gleitflächen gebracht, so werden die, die Reibung vermehrenden Vertiefungen des Materials ausgefüllt und die Bewegung des Regulators bleibt eine constant leichte. Gebauer in Prag versuchte zuerst im Jahre 1873 bei der Buschtehrader Eisenbahn durch eine beständige und sparsame Oelung einen leichten Gang der Regulatoren zu erzielen; der Versuch gelang über Erwartung, die Schieber waren immer gleichmässig und ohne Anstrengung zu bewegen. Die Buschtehrader Eisenbahn gab nach und nach auf ihre sämtlichen Locomotiven Gebauer's Regulatorsparöler; bald darauf erkannten die Nachbarbahnen die Vortheile, und es versahen die Kaiser Franz Josef-Bahn, die Kgl. Sächs. Staatsbahn, die Turnau-Kralup-Prager, Prag-Duxer, Dux-Bodenbacher und Aussig-Teplitzer Eisenbahn ihre Regulatoren ganz oder zum Theil mit dieser Einrichtung.

Die Aussig-Teplitzer Eisenbahn liess genaue Versuche über das Verbrauchsquantum an Oel bei Anwendung dieses Apparates anstellen und es betrug der Oelverbrauch:

Auf 1 Kilom. Fahrt 0,000158 Kilogr. oder auf 10000 Kilom. 1,58 Kilogr., während die gewöhnlichen Schmierhähne mehr als das dreifache dieses Quantums verbrauchten und der Zweck der immerwährenden leichten Beweglichkeit nicht erreicht wurde.

Diese Beobachtungen wurden an der für Personen-, gemischte- und Manipulations-Lastzüge verwendeten Locomotive Donnersberg (3fach gekuppelt) gemacht, und wurde der Endzweck, dass der Regulator stets gleichmässig und leicht bewegbar sei durch den Gebauer'schen Apparat vollständig erreicht.

Fig. 8 auf Taf. XXII zeigt den Apparat in halber natür-

licher Grösse und Fig. 9 die Anbringung desselben auf dem Dampfdom, Fig. 10 die Seitenansicht des Regulatorkopfes.

Das Wesen des Apparates besteht in der Regulierungsschraube, mittelst welcher man im Stande ist, den Oelzufluss zum Regulatorschieber auf das Genaueste zu regeln.

Der Dampf tritt aus dem Kessel durch das 5^{mm} weite kupferne Schmierröhrchen in den Apparat, erwärmt das Oel und condensirt sich anfangs, nimmt aber bald wieder die ausdehnbar flüssige Form an und befördert im Vereine mit dem hydrostatischen Druck der Flüssigkeitssäule das Oel zum Regulatorschieber in eine entsprechende Schmiernuth, und zwar nur in dem Maasse, als man durch die jeweilig von der Regulierungsschraube gebildete Durchgangsöffnung gestatten will. Wichtig ist hierbei, dass das Röhrchen bis zum Schieber reiche, indem sonst leicht das Oel an einen anderen Ort gelangen und unwirksam werden würde; wünschenswerth ist ferner, dass das Röhrchen möglichst gerade sei, unbedingt schädlich jedoch wäre eine syphonartige Krümmung desselben. Der Absperrhahn ist angebracht um die Oelvase auch dann füllen zu können, wenn im Kessel Dampfdruck vorhanden ist.

Fassen wir die Vortheile dieser Oelungsmethode zusammen, so ergibt sich:

- 1) Einfachheit der Construction und die Möglichkeit, dieselbe überall ohne Schwierigkeit anzuwenden,
- 2) geringe Anschaffungs- und Anbringungskosten,
- 3) Zweckmässigkeit, indem der Regulator stets einen leichten Gang hat,
- 4) Sparsamkeit im Schmierstoffverbrauch und
- 5) erhöhte Betriebssicherheit, indem weniger Beschädigungen an den Fahrbetriebsmitteln vorkommen.

Der Apparat ist in der Oesterrichisch-Ungarischen Monarchie, dem Deutschen Reiche und in Frankreich patentirt.

Teplitz, im März 1879.

Weltausstellungsberichte

von Emil Stötzer, Werkstättenbeamter der K. K. priv. Kaiserin-Elisabethbahn in Linz.

I. Güterzugs-Locomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn Nr. 4060.

(Hierzu Fig. 1-6 auf Taf. XXIII.)

Aus der grösseren Anzahl sehr interessanter Gegenstände, welche unter der Aegide des rühmlichst bekannten Chef-Ingenieurs M. Marié der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn auf der dritten Weltausstellung zu Paris vorgeführt waren, sei vorläufig das interessanteste dieser Objecte herausgegriffen und in nachfolgenden Zeilen einer kurzen Beschreibung unterzogen, welche die Abbildung auf Taf. XXIII des Weiteren erläutern möge.

Die 8fach gekuppelte Güterzugs-Locomotive der P.-L.-M.-Bahn stellt eine neuere Type dieser Bahnanstalt dar, von welcher bereits 94 Stück in den eigenen Werkstätten zu Paris seit einigen Jahren angefertigt wurden.

Speciell für den Gebirgsdienst mit Steigungen bis 1:40 und Radien bis 180^m bestimmt, fällt trotzdem die Anordnung dass ausser der hinteren Kuppelachse, auch der vorderen Kuppel-

achse ein seitliches Spiel von 50^{mm} in den Lagern gestattet ist, ganz besonders auf und lässt sich deshalb darauf schliessen, dass dieser Maschinen-Gattung nur eine geringe Fahrgeschwindigkeit zugemuthet wird.

Ebenso abweichend von den allgemeinen Normen sind die 2 Feuerungsöffnungen, von denen eine jede einen Durchmesser von 375^{mm} misst; diese Anordnung wird jedoch durch den 1350^{mm} breiten Rost (System Raymondier) etwas aufgeklärt.

Die Feuerkistendecke ist nach altem System mittelst Barren versteift, welche durch Kloben mit dem äusseren Feuerkistenmantel verbunden sind; Feuerkistenrückwand ist stark nach vorne geneigt.

Der Aschenkasten besitzt die empfehlenswerthe Einrichtung,

dass die Asche vermittelt einer am Boden angebrachten grossen Klappe rasch entfernt werden kann.

Der cylindrische Kessel besteht aus 4 Sätzen (Eisenblech) mit vorne und rückwärts je einem Schlamm sack; in der Mitte des Kessels ist eine Querwand als Stütze für die Feuerrohre derart angebracht, dass dieselbe weder oben noch unterhalb die Wasserbewegung hemmt; rückwärts sind 6 Stück Prätzen zur Versteifung der Feuerkistenrohrwand angebracht.

Die 245 Feuerrohre in 21 Verticalreihen sind von Messing und zu beiden Seiten mit Ringen gedichtet.

Im Rauchkasten ist ein trichterförmiger Schirm mit Siebboden angebracht, welcher die Feuergase unmittelbar der Oeffnung des im Schirme selbst stehenden Blasrohres zuführt; an den Schienen schliesst sich unmittelbar die aus starkem Eisenblech gefertigte, durchaus cylindrische Esse von 540^{mm} Durchmesser, an.

Die Maschine ist nur mit einem einzigen Speiseapparat (Injector Giffard) ausgerüstet; derselbe hat 11^{mm} Bohrung und fördert pro Minute 175 Liter Wasser.

Wie auf der Zeichnung Fig. 1—6 Taf. XXIII ersichtlich, sind die Rahmen rückwärts in Folge des ausserordentlich breiten Rostes bedeutend abgekröpft; ausser der sehr verstärkten Kröpfung sind dieselben durchaus 30^{mm} stark. Sie stehen 40^{mm} von der Feuerkiste ab, züfolge dessen sind hinter den Befestigungslaschen zwischen Rahmen und Feuerkiste Backen eingeschaltet. Der Zwischenraum zwischen Rahmen und Feuerkiste dürfte in Hinsicht auf die unter den Rahmen ausmündenden Stehbolzen einen unbestreitbaren Werth haben.

Die Räder nach System Arbel haben eingeschmiedete Gegengewichte; die Bandagen sind durch Kopfschrauben versichert.

Die Dampfcylinder sind nach der in Frankreich besonders beliebten Art hergestellt, wonach der hintere Cylinderdeckel von Innen eingeschoben und von Aussen durch Mutterschrauben angezogen wird.

Die Kolben, schwedischen Systems, sind mit der Stange aus einem Stück geschmiedet und werden dieselben durch je einen ca. 40^{mm} breiten Ring aus Gusseisen gedichtet.

Die aussenliegende Steuerung ist nach System Gooch mit Schraubenumsteuerung angeordnet; Schieber auffallend schmal und von Phosphorbronze.

Schliesslich sei noch des auf dem Schutzdache angebrachten Respirationsapparates (System Galibert) Erwähnung gethan. Obgleich dieser Apparat vorläufig nur noch einen sehr localen Werth hat, so ist damit doch angedeutet, dass ein Mittel existirt, welches grosse Bedenken bei der Anlage von

sehr langen Tunnels niederschlagen dürfte, indem Galibert's Apparat auch an den Wagen angebracht werden kann.

Das Wesentliche des Apparates wurde bereits von Ingenieur A. Askénasy (siehe Organ 1878, Heft IV, S. 167 u. f.) mitgetheilt, wozu unsere Zeichnung ebenfalls etwas beitragen möge.

Zur allgemeinen Erläuterung diene endlich nachstehende Tabelle über die Hauptabmessungen der oben beschriebenen Locomotive.

Kessel:	
Rostlänge	1,536 ^m
Rostbreite	1,350 ^m
Rostfläche	2,073 ^{□m}
Feuerkistenhöhe (vorne)	1,680 ^m
« (rückwärts)	1,400 ^m
Feuerkistenvolumen	3,20 Cbkm.
Anzahl der Feuerrohre	245
Länge derselben	5,360 ^m
Durchmesser derselben (innerer) (vorne)	0,044 ^m
« « « (rückwärts)	0,046 ^m
Heizfläche der Feuerrohre	189,77 ^{□m}
Heizfläche der Feuerkiste	9,71 ^{□m}
Totale Heizfläche	199,48 ^{□m}
Durchmesser des cyl. Kessels	1,500 ^m
Stärke der Kesselplatten	0,0155 ^m
Höchste Dampfspannung	9 Atm.
Mechanismus:	
Cylinderdurchmesser	0,540 ^m
Kolbenweg	0,660 ^m
Mitte zu Mitte Cylinder	2,100 ^m
Excenter-Voreilung	35°
Grösster Schieberweg	0,140 ^m
Innere Ueberdeckung	0,0005 ^m
Aeussere Ueberdeckung	0,029 ^m
Lichte Weite der Einströmung	0,045 ^m × 0,360 ^m
Lichte Weite der Ausströmung	0,090 ^m × 0,360 ^m
Grösste Füllung	80,3 %
Aeusserster Radstand	4,050 ^m
Rad-Durchmesser	1,260 ^m
Gewichte:	
Belastung der vorderen Achse (Tonnen)	12,150
« « zweiten « 	12,150
« « dritten « 	13,700
« « vierten « 	13,700
Dienstgewicht	51,700
Gewicht der leeren Maschine	45,300

Linz, am 25 Januar 1879.

Locomotivkessel mit Vorfeuer aus feuerfestem Material.

Von Stefan Verderber, General-Inspector der königl. ung. Staatsbahnen.

(Hierzu Fig. 7—13 auf Taf. XXIII.)

Den königl. ungarischen Staatsbahnen steht auf den meisten Strecken zur Speisung der Locomotivkessel nur schlechtes, beträchtliche Mengen von Kesselstein ablagerndes Wasser zur Verfügung. Die Folge hiervon ist, dass die Reparaturen an den Kesseln, namentlich an den Feuerbüchsen viel häufiger und in grösserem Umfange auftreten, als bei anderen über gutes Wasser verfügenden Bahnen.

Diese Umstände veranlassten auch mich — wie so viele meiner Fachgenossen — die Beseitigung oder doch Milderung der durch die Feuerbüchse im Betriebe verursachten Uebelstände zu versuchen.

Durch die Prüfung der einschlägigen Bemühungen Anderer gewann ich die Ueberzeugung, dass den mit der Feuerbüchse verbundenen Uebelständen radical nur durch die Weglassung der wasserumhüllten Feuerbüchse selbst abgeholfen werden könne. Ich entschloss mich daher, die Lösung der Aufgabe auf diesem Wege anzustreben, und nahm einen einfachen cylindrischen Röhrenkessel, und ein Vorfeuer aus feuerfestem Material zur Aufnahme des Rostes in Aussicht.

Die Thatsache, dass die Feuerbüchse bei mässiger Anwendung des Blasrohres nahezu 50% des gesammten durch den Kessel producirten Dampfes liefert, hat allgemein zu der irrigen Auffassung verleitet, dass der cylindrische Theil des Locomotivkessels ohne Zuhilfenahme der Feuerbüchse nicht im Stande sei, den zum Betriebe der Locomotiven nöthigen Dampf zu erzeugen.

Meine Betrachtungen führten mich zu einer anderen Schlussfolgerung. Ich stellte mir zunächst die Frage: warum leistet die Heizfläche des Röhrenkessels der Locomotive so wenig im Vergleiche zur Feuerbüchse?

Die Ursachen der geringen Leistung der Siederöhren im Vergleiche zur Feuerbüchse sind folgende:

- 1) Der Umstand, dass die Verbrennungsgase nur durch einen Theil der Röhren ziehen, und daher ein Theil der Röhren gar nicht oder nur theilweise in Wirkung tritt;
- 2) der Umstand, dass die Temperatur der Verbrennungsgase bei der fortschreitenden Bewegung in den Röhren abnimmt, und daher auch weniger Wärme in den Kessel übertreten kann;
- 3) endlich und hauptsächlich ist die Ursache der geringen Leistung der Siederöhren dem Umstande zuzuschreiben, dass nahezu 50% der verwertbaren Wärme bei dem Locomotivkessel durch die Feuerbüchse absorbiert wird, ehe die Verbrennungsgase in die Röhren gelangen, und daher den Siederöhren die Möglichkeit entzogen ist, mehr zu leisten.

Es ist auch absolut kein stichhaltiger Grund anzugeben, warum unter gleichen Umständen, d. i. bei gleicher Temperatur und Dichtigkeit der Verbrennungsgase die Heizröhren per Quadratmeter Oberfläche weniger Wasser verdampfen sollen, als die Feuerbüchse?

Es war daher für mich auch zweifellos, dass die Heizröhren, wenn die Verbrennungsgase mit der ursprünglichen Temperatur in dieselben geleitet werden, die gesammte verwertbare Wärme aufnehmen, und daher der Röhrenkessel ohne Feuerbüchse ebensoviel leisten wird, als mit der Feuerbüchse, d. i. dass die Feuerbüchse als dampferzeugender Theil des Locomotivkessels überflüssig ist.

Obschon eine genaue Prüfung der Resultate der schönen Versuche, welche die französische Nordbahn über die Verdampfungsfähigkeit des Locomotivkessels anstellte und M. Ch. Couche in seinem Werke «Materiel roulant et exploitation technique des chemins de fer, tome III.» veröffentlichte, mich zu der gleichen Schlussfolgerung führte, so wollte ich doch ehe ich den Umbau einer Locomotive in Angriff nahm, mich durch ein Experiment von der Richtigkeit meiner Ansicht überzeugen. Ich hatte zu diesem Behufe die Wände der Feuerbüchse durch mit Chamotte belegte Blechwände von der Flamme isolirt. Die Figuren 7 und 8 auf Taf. XXIII zeigen wie die Isolirung bewerkstelligt wurde. Die Blechwand stand von der kupfernen Feuerbüchse 60 bis 70^{mm} ab; der auf diese Weise gebildete Zwischenraum war durch die verticale Wand ab in zwei Theile getrennt, durch den trichterförmigen Ansatz c wurde die äussere atmosphärische Luft in den Zwischenraum, und von dort unter den Rost geleitet. Die Temperatur in dem durch die Chamottewand und Feuerbüchse gebildeten Raum war während dem Stillstande der Maschine 300—350° Celsius, während der Fahrt 70—90° Celsius, je nachdem die Fahrgeschwindigkeit und in Folge dessen auch die Luftströmung grösser oder kleiner war. Da die Maschine mit 8½ Atmosphären arbeitete, so war die Temperatur während der Fahrt in dem Zwischenraume beinahe nur halb so gross, als die Temperatur der Wände der kupfernen Feuerbüchse, es wurde daher während der Fahrt dem Kessel durch die Wände der Feuerbüchse nicht nur keine Wärme zugeführt, sondern sogar Wärme entzogen. Die mit diesen Isolirungswänden eingerichtete Maschine war eine Personenzugs-Maschine und beförderte die Personenzüge zwischen Budapest und Miskolcz durch circa 10 Wochen. Das Ergebniss war, dass die Leistung der Kohle die gleiche war, d. i. ein Kilogr. Kohle verdampfte dieselbe Wassermenge, wie vor dem Einsetzen der Wände. Nachdem die Maschine durch circa 10 Wochen im regelmässigen Dienste war, wurden die Isolirungswände, welche sich über die beiden Seitenwände und Decke der Feuerbüchse verbreiteten, entfernt und wurden neuerdings auf derselben Strecke mit der normalen Zugsgeschwindigkeit und Belastung die Beobachtungen fortgesetzt und dieselbe Leistung der Kohle constatirt. Durch diese höchst einfachen Versuche war dargethan, dass bei den heutigen Dimensionen des cylindrischen Theiles des Locomotivkessels die Feuerbüchse als dampfentwickelnder Bestandtheil entbehrt werden kann. Wenn daher einige Fachleute durch die Vergrösserung der directen Heizfläche resp. der Feuerbüchswände besonders

günstige Resultate erzielt haben wollen, und auch wirklich erzielt haben, so ist die erzielte vergrösserte Leistung des Kessels nicht der grösseren Feuerbüchse zuzuschreiben.

Der Versuch mit den Isolirwänden hat auch über die Dauerhaftigkeit des feuerfesten Materials in der Feuerbüchse Aufschluss gegeben. Es hat sich gezeigt, dass das Material, wenn es von Aussen gekühlt wird, wie dies bei den Isolirwänden der Fall war, durch das Feuer in der Feuerbüchse nicht im Geringsten angegriffen wird.

Nachdem durch die Isolirungswände die Entbehrlichkeit der Feuerbüchse als dampferzeugender Theil, und die Dauerhaftigkeit des feuerfesten Materials nachgewiesen war, wurde der Umbau einer Locomotive vorgenommen. Es wurde zu diesem Behufe eine Lastzuglocomotive — Locomotive Nr. 39 — mit 3 gekuppelten Achsen und 36 Tonnen Adhäsionsgewicht gewählt, da die kupferne Feuerbüchse derselben defect war, und durch eine neue hätte ersetzt werden müssen.

Die Umgestaltung wurde in der in Fig. 9 und 10 auf Taf. XXIII angegebenen Weise bewerkstelligt. Die Rohrplatte wurde am Ende des Langkessels eingesetzt, so dass die Siederöhre ihre ursprüngliche Länge beibehielten; zur Aufnahme des Rostes wurde ein von 9^{mm} starkem Bleche angefertigter Kasten in den äusseren Feuerbüchsmantel eingeschoben. Die inneren Wände dieses Kastens waren mit einer 30—40^{mm} dicken Chamotteschicht belegt; das Festhalten der Chamotteschicht an den Blechwänden wurde durch eingienietete Häkchen bewerkstelligt. Selbstverständlich wurden die Wasserstandsanzeiger, Probirhähne, Dampfpeife etc. in der durch die Umgestaltung bedingten Weise angeordnet.

Nachdem die so umgestaltete Maschine einige Tage in der Station anstandslos Vershubdienst leistete, wurde am 11. August 1877 eine Probefahrt angeordnet. Der Probezug bestand aus der Maschine, Tender und 37 leeren Lastwagen. Die Maschine bewegte den Zug mit circa 5 Meilen Geschwindigkeit. Die Dampferzeugung war normal, wie bei den Maschinen mit der gewöhnlichen Feuerbüchse.

Der Zug ging von Budapest ohne Aufenthalt nach Isaszeg, ca. 28 Kilom.; nachdem der Zug in Isaszeg etwa 10 Minuten stand, fingen die gegen die Mitte der Rohrplatte gelegenen Röhren im Feuerkasten plötzlich zu rinnen an, so dass anfänglich das Wasser — zwischen Rohrwand und den Röhren — in Bogen ausströmte und das Feuer auslöschte. Die Maschine wurde in Folge dessen dienstuntauglich und in die Werkstätte gebracht.

Eine genauere Untersuchung zeigte, dass die Rohrplatte eine S förmige Krümmung erlitt und circa die Hälfte der Röhren in der Rohrplatte lose war. Da keine weiteren Mängel beobachtet wurden, wurden die Röhren gedichtet und weitere Probefahrten eingeleitet.

Bei den weiteren Probefahrten blieb die Krümmung der Rohrplatte unverändert, das Rinnen der Rohre trat jedoch — wie bei der ersten Probefahrt — nach jedem längeren Aufenthalte ein.

Als Grund des Rinnens der Röhren wurde der Umstand erkannt, dass der Rand der Rohrplatte dem Feuer nicht ausgesetzt war und die Platte sich nicht frei ausdehnen konnte. Durch die Erwärmung erfuhren nämlich die Stege — das Material der Rohrplatte zwischen den Röhren — eine Ausdehnung; in Folge dieser Ausdehnung wurden die Löcher in der Platte kleiner und die Rohrenden — Kupferstützen — gestaucht; bei der eintretenden Abkühlung nahmen die Rohrlöcher ihren ursprünglichen Durchmesser an. Nicht aber auch die Rohrenden, welche den durch die Stauchung bewirkten kleineren Durchmesser beibehielten und das heftige Rinnen verursachten.

Wenn durch diese ersten Versuche auch keine für den Betrieb geeignete Construction gewonnen wurde, so war durch dieselben doch der Beweis erbracht, dass die Feuerbüchse als dampferzeugender Theil des Locomotivkessels entbehrt werden kann, und hierdurch war auch die Fortsetzung der Versuche in dieser Richtung gerechtfertigt.

Um die bei den ersten Versuchen mit Locomotive Nr. 39 beobachteten Uebelstände zu beseitigen, wählte ich die Construction Fig. 11 u. 12 auf Taf. XXIII. Wie aus der Fig. 12 ersichtlich ist, ragt der cylindrische Röhrenkessel in den Feuerungsraum, die Rohrplatte ist aus zwei Theilen zusammengesetzt und kann sich dieselbe in horizontaler und verticaler Richtung gleichmässig frei ausdehnen.

Mit dieser Construction wurde die Locomotive Nr. 104, gleichfalls eine Lastzugmaschine mit 3 gekuppelten Achsen und 36 Tonnen Adhäsionsgewicht ausgerüstet; dieselbe wurde im Monat Mai 1878 dem Betrieb übergeben und versieht seitdem regelmässigen Dienst.

Um für die Leistung der umgebauten Maschine Nr. 104 verlässliche Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden mit derselben in den Monaten Mai und Juli 1878 eingehende Leistungsproben vorgenommen; um vergleichende Resultate zu gewinnen wurden mit Nr. 19 einer Locomotive derselben Construction wie Locomotive Nr. 104, jedoch mit der gewöhnlichen Feuerbüchse versehen, Parallelproben gemacht. Die Resultate dieser Versuche sind in den beigegebenen Tabellen enthalten. Zur Feuerung wurde Salgó-Tarján Kohle verwendet, welche zu den besseren Braunkohlengattungen gehört.

Die Tabellen gestatten ein Urtheil über die Leistungsfähigkeit des Kessels ohne Feuerbüchse als dampferzeugenden Apparat. Die Recapitulation zeigt — in der letzten Rubrik —, dass die Locomotive Nr. 104 per Kilogramm Kohle 4,55 Kilogr. Wasser verdampfte, die Locomotive Nr. 19 dagegen 4,62 Kilogr., mithin um $1\frac{1}{2}\%$ mehr. Diese Differenz ist so unbedeutend, dass man nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob sie der Construction oder Zufällen, welche bei jedem derartigen Versuche eintreten, ohne ihren Einfluss bestimmen zu können, zuzuschreiben sind.

Feuerbüchse. Es wird daher auch das Volumen der Verbrennungsgase beim Eintritt in die Siederöhren um 30 bis 40 % grösser sein als bei der gewöhnlichen Feuerbüchse.

- 2) Die Ablagerung der festen Bestandtheile aus dem Speisewasser, welche bei der gewöhnlichen Construction in der Feuerbüchse erfolgt, geschieht hier ungefähr im ersten Drittel des Röhrenkessels und beweist, dass dieser Theil den Dampf producirt, welcher bei der gewöhnlichen Construction der Feuerbüchse zufällt. Aus diesem Grunde muss eine häufigere Reinigung in dieser Partie des Kessels vorgenommen werden. Zu diesem Behufe ist es gut einige der unteren Siederöhre wegzulassen und statt derselben Waschbolzen anzubringen. Als sehr zweckmässig hat sich auch die Anbringung eines Mannloches am Bauch des Kessels erwiesen. Fig. 8, 10 u. 12.
- 3) Durch die Weglassung der Feuerbüchse ist die Wassermenge im Kessel bedeutend reducirt, in Folge dessen sinkt im Betriebe, wenn nicht gespeist wird, der Wasserspiegel rascher, als bei der gewöhnlichen Construction. Dem Uebelstande ist am leichtesten durch einen kleineren, dem mittleren Wasserverbrauche entsprechenden und continuirlich speisenden Injector abzuhelpen. Wie denn überhaupt zur Erleichterung des Personals jede Locomotive mit einem continuirlich speisenden Injector versehen sein sollte.
- 4) Der Feuerkasten ist mit Blech verkleidet, und der Zwischenraum — etwa 50^{mm} — ist mit Schlackenwolle ausgefüllt. In Folge dessen ist die Temperatur des Verkleidungsbleches viel geringer, als bei der gewöhnlichen Locomotive. Man kann bei der Locomotive Nr. 104 auf das Verkleidungsblech während dem Betriebe der Maschine die Hand andauernd legen, was bei der gewöhnlichen Construction nicht möglich ist; es ist daher auch die Wärmeabgabe nach Aussen bei dem Vorfeuer geringer, als bei der gewöhnlichen Feuerbüchse.
- 5) Die Locomotive Nr. 104 hatte anfangs einen Blechkasten mit Chamotte-Belag, wie in Fig. 7 u. 8 die Locomotive Nr. 39, später wurde der innere Kasten entfernt und ein gewöhnliches Mauerwerk mit Gewölbe aufgeführt. Das Mauerwerk nach Fig. 11 u. 12 ist seit etwa 5 Monaten im Betriebe und hat sich vorzüglich gehalten. Meine Befürchtung, dass durch die Erschütterungen der Loco-

motive das Mauerwerk leiden könnte, hat sich als unbegründet erwiesen.

Der Blechkasten mit der Chamottverkleidung hat den Vorzug, dass die Maschine beim Anheizen rascher Dampf bekommt, weil eben die nur 30—40^{mm} dicke Chamotteschicht weniger Wärme absorbiert, als die massive Mauer; allein der Blechkasten ist kostspieliger und die Chamottmasse bröckelt sich gerne ab, — es ist somit die einfache Ausmauerung vorzuziehen.

Fig. 13 bringt die Anordnung der Kessel-Armaturretheile an der Locomotive Nr. 104.

Durch die vorstehend beschriebenen Versuche ist zunächst eine für den Eisenbahntechniker gewiss sehr interessante Thatsache constatirt; nämlich, dass der cylindrische Theil des Locomotivkessels für sich allein genügend ist, den für den Betrieb nöthigen Dampf zu liefern, und dass die Feuerbüchse als dampferzeugender Theil des Locomotivkessels entbehrt werden kann, resp. dass die Vergrösserung oder Verringerung der Heizfläche der Feuerbüchse für die Dampfproduction bei den heute üblichen Dimensionen der Röhrenkessel gleichgültig ist. Nicht uninteressant dürfte für die Techniker auch die Thatsache sein, dass die Wände des Vorfeuers und das Gewölbe desselben weder durch die Bewegung der Locomotive, noch durch die Temperatur in der Feuerbüchse leidet, resp. dass also ein Vorfeuer aus feuerfestem Material bei dem Locomotivkessel anwendbar ist.

Den weiteren Erfahrungen muss es vorbehalten bleiben zu constatiren, in wie weit die Verwerthung dieser Thatsachen durch die von mir gewählte Construction ihre Lösung gefunden; es wäre wünschenswerth, dass die Versuche in dieser Richtung auch von Anderen aufgenommen würden, denn die eminenten Vortheile, welche durch die Weglassung der Feuerbüchse erwachsen, liegen auf der Hand. Diese Vortheile sind durch die Differenz der Kosten des einfachen cylindrischen Röhrenkessels und des gewöhnlichen Locomotivkessels mit kupferner Feuerbüchse zur Genüge gekennzeichnet. Der Ersatz einer defect gewordenen Feuerbüchse durch eine neue, ist bei grösseren Locomotiven immer mit 2500 bis 3000 fl. Kosten verbunden, während der Umbau nach der oben erwähnten Construction mit feuerfestem Vorfeuer, inbegriffen den Rückgewinn an altem Kupfer, nicht ganz auf 500 fl. zu stehen kommt.

Budapest, im November 1878.

Ueber Oberbau mit eisernen Querschwellen und die Befestigung der Schienen auf den Schwellen.

Von A. Müller, Baumeister in Magdeburg.

(Hierzu Fig. 3—8 auf Taf. XXV.)

Der eiserne Oberbau mit Langschwellen hat bekanntlich den Nachtheil, dass der Umbau bestehender Gleise mit hölzernen Querschwellen in einen solchen mit eisernen Langschwellen nur mit grösseren Nebenkosten sich bewerkstelligen lässt; die umzubauende Strecke muss für den Betrieb gesperrt werden,

zweigleisige Strecken müssen daher eingeleisig befahren werden, es müssen beide Gleise durch Weichen vor und hinter der Umbaustrecke verbunden werden, zu welchem Zwecke sich ein vermehrter Signaldienst nothwendig macht; oder es wird zwischen je zwei Stationen eingeleisig gefahren, dann ist die Lage

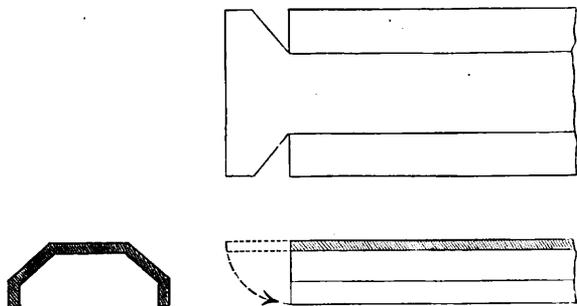
der Weichen auf den Bahnhöfen hierfür meist nicht hinreichend, es müssen neue Weichen interimistisch gelegt werden, damit die Züge aus dem einen Hauptgleis in das andere übergeführt werden können, ohne erst zurückstossen zu müssen. Während der Zeit des Umbaus können Züge auf den betreffenden Strecken überhaupt nicht kreuzen, wodurch häufig Fahrplanänderungen nothwendig werden. Bei eingleisigen Bahnen ist andererseits ein derartiger Umbau gar nicht möglich, da sonst der Betrieb ganz eingestellt werden müsste.

Dazu kommen die erheblichen Kosten des Montirens und Verlegens: die Langschweller müssen mit grösster Sorgfalt nach Schablonen gebohrt werden, wobei die Herstellung der Löcher für parabolische Anschlusscurven grossen Schwierigkeiten begegnet; sodann die Kosten für Beschaffung von Krahnenvorrichtungen zum Verlegen, oder bei Vermeidung der letzteren die Kosten für die Herbeiziehung von Arbeitskräften in grösserem Umfange zum Transport der combinirten Langschwelle und Schiene.

Alle diese Uebelstände werden bei den eisernen Querschwellen vermieden. Bei Anwendung dieses Systems ist es nicht nothwendig, ganze Strecken auf einmal umzubauen, sondern es kann dies je nach Bedürfniss geschehen; sobald eine Holzschwelle derart schadhafte ist, dass sie beseitigt werden muss, wird an deren Stelle eine eiserne Schwelle eingezogen, wobei die Arbeit des Einlegens und Befestigens der eisernen Schwelle nicht die geringsten Mehrkosten gegenüber einer Holzschwelle verursacht. Auf diese Weise gelangt man nach und nach zu einem Oberbau mit vollständig eisernen Querschwellen, ohne einen vermehrten Kostenaufwand für den Umbau zu haben. Wird Gewicht auf parabolische Anschlusscurven gelegt, so lassen sich dieselben nach diesem System ohne jede Schwierigkeit durch Ausrichten des Gleisgestänges erreichen, während die Construction dieser Curven beim Langschwellerensystem auf Schwierigkeiten stösst.

Diese Momente sprechen für das System mit eisernen Querschwellen. Ein Vorwurf, welchen man den letzteren macht, ist bekanntlich die leichte Verschiebbarkeit des Gleises nach der Seite. Diesem Uebelstande hat man zur Genüge abgeholfen durch untergenietete L- oder ⊥-Eisen. Neuerdings macht man dies noch einfacher, indem man die Schwellen an den Enden einfach umbiegt und die überstehenden Dreiecke abschneidet (cfr. Skizze Fig. 17). Diese Methode eignet sich besonders

Fig. 17.

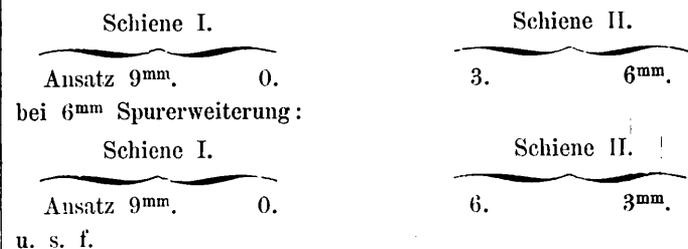


dann, wenn die Schwellen aus sogen. Flusseisen hergestellt werden, welches neben einer grossen Festigkeit auch ausserordentliche Zähigkeit besitzt und jene Manipulation leicht ver-

trägt, ohne im Geringsten an der Biegungsstelle Risse zu zeigen. Schwellen mit derartigem Verschluss haben neuerdings beispielsweise der Bochumer Verein und das Stahlwerk Hösch in Dortmund hergestellt.

Ein anderer Vorwurf, den man den eisernen Querschwellen macht, ist die Verschiedenheit der Lochungen in den Curven und die Menge der Sorten von Kleineisenzeug je nach den verschiedenen Spurerweiterungen. Beide Uebelstände lassen sich durch folgendes Verfahren leicht vermeiden, resp. vermindern.

Soll beispielsweise das Befestigungssystem mittelst Klemmplatten und Hakenschrauben angewendet werden und ist die Bedingung gestellt, dass die Spurerweiterungen bis zu 18^{mm} gehen und von 3 zu 3^{mm} springen sollen, so wendet man in der geraden Linie zwei verschiedene Sorten Klemmplättchen an, nämlich im Innern des Gleises Plättchen mit dem Ansatz 0, auf der äusseren Seite mit dem Ansatz von 9^{mm} (cfr. Fig. 3 und 4 auf Taf. XXV). Bei 3^{mm} Spurerweiterung nimmt man für



In nachstehender Tabelle sind die Combinationen angegeben, mit Hülfe derer man bei Anwendung von nur 4 Sorten Klemmplättchen Spurerweiterungen bis zu 18^{mm} bei einer Abstufung von 3 zu 3^{mm} erreichen kann:

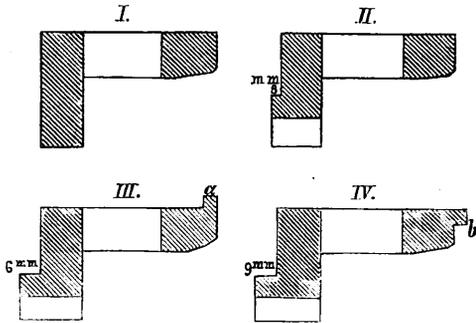
Spurerweiterung.	Stärke des Ansatzes der Klemmplatten.			
	Schiene I.		Schiene II.	
	äussere Klemmpl.	innere Klemmpl.	innere Klemmpl.	äussere Klemmpl.
0	9	0	0	9
3	9	0	3	6
6	9	0	6	3
9	9	0	9	0
12	6	3	9	0
15	3	6	9	0
18	0	9	9	0

Millimeter.

Bei 18^{mm} Spurerweiterung liegen sonach die Klemmplatten mit 9^{mm} Ansatz leider im Inneren des Gleises, die Plättchen ohne Ansatz auf der äusseren Seite desselben. Die Lochung der Querschwellen bleibt in allen Fällen dieselbe. — Was nun die Unterscheidung der verschiedenen Sorten der Plättchen betrifft, so hatte man dieselbe bisher dadurch bewirkt, dass man bei den Plättchen mit Ansatz eine Leiste a (cfr. nachstehende Skizze) anwalzte und dieselbe je nach der Breite des Ansatzes mit Kerben versah; so kommen beispielsweise bei ausgeführten Oberbauconstructions Plättchen mit 1—5 Kerben vor. Diese Kerben versetzen sich häufig mit Schmutz und werden dadurch unkenntlich; auch erheischt die Herstellung derselben gewisse Mehrkosten. Diese Kerben lassen sich vermeiden, wenn man die Plättchen I und II ohne Leiste walzt, III und IV mit

Leiste, aber an verschiedenen Stellen, wie in nachstehender Figur 18 angegeben ist (a und b).

Fig. 18.



Die Feststellung der Muttern der Hakenschrauben wird durch die bisher häufig angewendeten Fixirungsplättchen nur in untergeordnetem Maasse erreicht: besser bewährt sich hierfür die Anbringung federnder Unterlagsringe unter den Muttern, wobei der Bolzenschaft etwa 6mm länger als ohne diese Ringe anzunehmen ist.

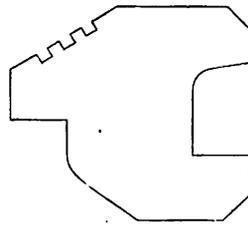
Das obige Verfahren lässt sich in derselben Weise auch auf die Befestigung mittelst Krampen und verticalem Keil, sowie auf das System Heusinger von Waldegg (Krampen mit federnden horizontalen Keilen) anwenden. Ist bei ersterem System z. B. die Stärke der Krampen A, B, C bezüglich 34, 21, 12mm (cfr. Fig. 5 und 6 auf Taf. XXV), so lässt man die Krampe B stets in derselben Stärke von 21mm bestehen und ändert nur die Krampen A und C, entsprechend der nachstehenden Tabelle:

Spur- erweiterung.	Stärke der Krampen.			
	Schiene I.		Schiene II.	
	A.	C.	C.	A.
0	34	12	12	34
3	34	12	15	31
6	34	12	18	28
9	34	12	21	25
12	31	15	21	25
15	28	18	21	25
18	25	21	21	25

Millimeter.

Hiernach giebt es wiederum von den Krampen A und C nur je 4 Sorten, die Lochung der Schwellen bleibt in allen Fällen dieselbe. Unterscheidungsmerkmale dieser Krampen sind schwieriger zu erreichen und lassen sich am besten durch eingewalzte Kerben erreichen, obgleich der Uebelstand, dass sich dieselben mit Schmutz zusetzen, nicht zu vermeiden ist. Man wird dabei die Sorten: A zu 34mm und C zu 12mm Dicke, welche am meisten vorkommen, ohne Kerben lassen, und die

Fig. 19.



übrigen Sorten mit je 1, 2, oder 3 Kerben versehen (cfr. nebenstehende Fig. 19).

Bei dem Befestigungssystem Heusinger von Waldegg erhält man unter denselben Voraussetzungen wie vorher und unter der Annahme, dass die Krampen in der geraden Linie 30 und 21mm stark sind, die folgende Tabelle (cfr. auch Fig. 7 u. 8 auf Taf. XXV):

Spur- erweiterung.	Stärke der Krampen.			
	Schiene I.		Schiene II.	
	äussere Krampen.	innere Krampen.	innere Krampen.	äussere Krampen.
0	30	21	21	30
3	30	21	24	24
6	30	21	27	24
9	30	21	30	21
12	24	24	30	21
15	24	27	30	21
18	21	30	30	21

Millimeter.

Die Unterscheidung dieser vier Sorten kann nach nachstehenden Skizzen geschehen:

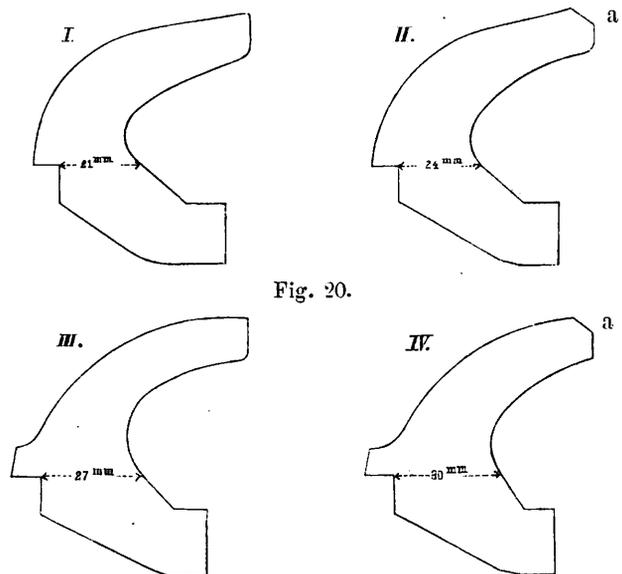


Fig. 20.

- I. 21mm stark, Profil wie vorstehend ohne besonderes Merkmal.
- II. 24mm. Dasselbe Profil, aber bei a die Ecke abgefasst.
- III. 27mm. Das Profil wie I, aber im Rücken geschweift.
- IV. 30mm. Das Profil wie III, aber bei a die Ecke abgefasst.

Kommen auf einer Fahrstrecke nur solche Radien vor, für welche eine Spurerweiterung nicht über 12mm nothwendig ist, so bedarf es bei einer sprungweisen Erweiterung der Spur um 2mm gleichfalls 4 Sorten Kleiseisenzeug. bei einer stufenweisen Erweiterung um 3mm nur 2 Sorten, u. s. f. *)

*) Auf der Saarbrücker Bahn wurden ebenfalls kürzlich eine Strecke von 1000 eisernen Querschwellen in scharfen Curven mit verschieden starken Krampen nach Patent Heusinger von Waldegg mit dem günstigsten Erfolge verlegt. Anmerk. d. Redaction.

Apparat zur Aufnahme der Abnutzung der Radreifen.

Von **Otto Schulz**, Maschinenmeister-Assistent der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn in Stendal.

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

Die Bandagen der Locomotiven einer Eisenbahn werden in der Regel von verschiedenen Fabrikanten geliefert: über die Qualität der Bandagen und ihre Dauerhaftigkeit war man in vielen Reparatur-Werkstätten bisher nur im Stande ein Urtheil zu fällen auf Grund der Achsenbücher, in welchen die Bandagenstärken vor und nach dem Abdrehen derselben eingetragen, und auf Grund der Kilometer-Bücher, aus welchen die von der Bandage durchlaufenen Kilometer ausgezogen werden. und begnügte man sich, die Lieferanten heranzuziehen, wenn Bandagen vor der contractlich versprochenen Zeit abgedreht werden mussten. Um das Verhalten der Bandagen der verschiedenen Bezugsquellen besser gegeneinander halten zu können, construirte ich den auf Taf. XXV Fig. 1 u. 2 gezeichneten Apparat, mittels welchen ich die wirkliche Abnutzung der Bandagen des rechten und linken Rades bildlich darstelle.

Die Construction des Apparates geht aus der Zeichnung genügend deutlich hervor und möchte nur zur Erläuterung noch zu sagen sein, dass concentrisch zur Achse an der Nabe des Rades ein Blatt Papier auf einem Brett, welches durch Schrauben und Stege an die Speichen des Rades befestigt wird,

aufliegt. Dieses Papier trägt 2 concentrische Kreise, die in 12 gleiche Theile getheilt sind. Den äusseren Kreis benutze ich immer zur Aufnahme der Abnutzung der rechten, den inneren Kreis zu der der linken Bandage, und da bei den Aufnahmen beider Bandagen die Achse jedesmal nach vorwärts gerollt wird, so ist ersichtlich, dass die Zeichnungen der Abnutzungen ihrer gegenseitigen Lage nach der Wirklichkeit entsprechen, und zeichnet sich die Peripherie der Lauffläche im verkleinerten Maassstabe, die unregelmässige Abnutzung dagegen in natürlicher Grösse auf.

Durch wiederholtes Aufzeichnen der Abnutzungen vor jedesmaligem Abdrehen der Bandagen unter Berücksichtigung der durchlaufenen Kilometer und Vergleichung der erhaltenen Zeichnungen mit den Aufzeichnungen der Bandagen anderer Fabrikanten kann man mit grösserer Sicherheit auf die Qualität der Bandage einen Schluss ziehen, wie die Aufzeichnungen auch im Stande sind, andere Fragen einer Lösung näher zu bringen. Es soll mich freuen wenn ich höre, dass dieser Apparat von meinen Herren Collegen als brauchbar erkannt wird.

Die Diagonal-Systeme der eisernen Brücken gegen Winddruck.

Ueber den in der Ueberschrift bezeichneten Gegenstand erschien im V. Hefte des Organs (Jahrgang 1878) vom Unterzeichneten ein Aufsatz, dessen Ergebnisse in einem mit demselben Titel versehenen Artikel des 4. Heftes im gegenwärtigen Jahrgang theils zu widerlegen versucht, theils als unwesentlich dargestellt sind. Der Unterzeichnete kann die Ansichten des letzterwähnten Artikels, welche dort aufgestellt sind, ohne erwiesen zu werden, nicht theilen und bemerkt dazu Nachstehendes.

Der Verfasser, Herr Professor E. Winkler in Berlin, sagt dort, dass die von mir gemachte Voraussetzung, dass die rechteckigen Querschnitte der Brücke unverschiebbar seien und dass in Folge dessen keine seitliche Abweichung der Untergurte eintrete, bei den üblichen Constructionen der Quer-Verstrebungen nicht ganz zutreffend sei. In meinem Aufsatz habe ich nun gezeigt, dass in Folge der ungleichen Ausdehnungen und Zusammenpressungen, welche die unteren beziehungsweise oberen Gurtungen durch einseitige Belastung erfahren, eine Drehung des Querschnitts in einem Sinne erfolgen müsste, welche derjenigen Drehung desselben entgegengesetzt ist, die bei einseitiger Belastung dadurch eintritt, dass auf der mehr belasteten Seite eine stärkere Senkung sein muss. Ist nun der Querschnitt ganz unverschiebbar, so müssten durch die zuletzt genannte Drehung die Gurte von der Seite, auf welche sie in Folge der erwähnten Ausdehnungen und Zusammenpressungen gebracht würden, auf die andere Seite ihrer ursprünglichen Lage, also über letztere hinausgeführt werden.

In meinem Aufsatz ist aber nur angenommen, dass die Gurtungen in die ursprüngliche Vertikal-Ebene und nicht darüber hinausgepresst würden; demnach ist also stillschweigend angenommen, dass schon eine geringe Verschiebung des Querschnittes statt gefunden hat, und es müssen also die dort berechneten übermässigen Spannungen in den Diagonalen auch unter dieser Bedingung vorhanden sein.

Um auf diesen Gegenstand, welcher für die Ableitungen meines früheren Aufsatzes wichtig ist, mehr einzugehen, wollen wir die Verschiebung berechnen, welche die Querschnitte des Brücken-Balkens durch einseitige Belastung erfahren müssten, wenn die Querschnitte ohne jeden Widerstand verschiebbar wären und dabei annehmen, dass sich zwischen den Enden der Träger Quer-Versteifungen befänden, welche ihrer grösseren Stärke wegen nicht an der Verschiebung Theil nehmen. Im vorigen Aufsatz war eine Brücke von 100^m Länge angenommen; die Ausdehnung der unteren Gurtung bei Belastung beider Gleise war 3,33^{cm} und bei einseitiger Belastung war die stärker belastete Gurtung mit $\frac{29}{34}$, die weniger belastete mit $\frac{22}{34}$ von der totalen Belastung derselben belastet. Hieraus ergibt sich, dass bei einseitiger Belastung zwischen den Ausdehnungen der unteren Gurten eine Differenz von $\left(\frac{29}{34} - \frac{22}{34}\right) 3,33^{\text{cm}} = 0,7^{\text{cm}}$ statt hat. Da die Querschnitte Verschiebungen derselben keinen Widerstand entgegensetzen sollen, so können die Abweichungen der Gurtungen aus der Vertikalebene ungehindert

vor sich gehen und es werden die horizontalen Diagonal-Systeme eine Krümmung derselben herbeiführen. Der Radius der von denselben gebildeten Curve ist, da die Distanz der Gurtungen = $8,5^m$ angenommen war, wie leicht erkenntlich $= \frac{8,5}{0,007} \times 100 = 121429^m$ und daher die Pfeilhöhe des Bogens der Gurte, das ist ihre Abweichung aus der Vertikal-Ebene $= \frac{50^2}{2 \times 121429} = \frac{2500}{242858}$ Meter, also abgerundet $= 1^m$. Die oberen Gurtungen weichen um eine Grösse, die

Fig. 21.

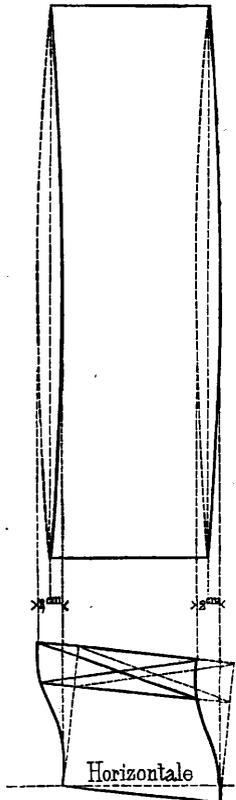


Fig. 22.

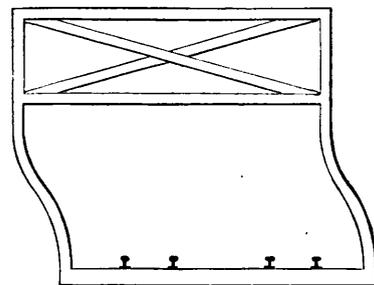


Fig. 23.

geringe Verschiebung der Querschnitte, und einer solchen ist in der oben erwähnten Weise bei der Ableitung im früheren Aufsatz Rechnung getragen.

dieser ungefähr gleichkommt, nach der entgegengesetzten Seite aus, sodass der Horizontal-Abstand einer oberen Gurtung von der unteren in der Brücken-Mitte 2^m betragen würde. (Siehe zur besseren Anschauung in nebenstehender Skizze (Fig. 21) die ausgezogenen Linien als Grundriss der unteren, die punktierten krummen Linien als Grundriss der oberen Gurtungen an). Es müsste also eine Verschiebung des Querschnittes von der in nebenstehender Skizze (Fig. 22 u. 23) angedeuteten Art eintreten, und in der Brücken-Mitte würden die Querschnitte in Folge der schrägen Lage, welche dieselben dadurch annehmen, dass die belastete Seite mehr gesenkt wird, um mehr als 2^m verschoben werden müssen.

Nimmt man nun an, dass die Verschiebung nicht ohne Widerstand vor sich gehen kann, so liegt es auf der Hand, dass, um allen verschobenen Querschnitten das Gleichgewicht zu halten (wenn nicht etwa die Querschnitte von solcher Construction sind, dass die Widerstandsfähigkeit gegen eine Verschiebung ganz gering ist, was aber selten der Fall ist) eine sehr starke Spannung in den Diagonalen der Endfelder des unteren und oberen Rahmens nothwendig ist. Dadurch werden aber eben die Gurtungen zurückgeführt nach der ursprünglichen Lage. Hierbei entsteht zugleich eine (freilich sehr

In dem Aufsatz des Herrn Winkler heisst es, dass, wenn Quer-Versteifungen zwischen den Enden der Träger nicht bestehen, bei jeder Belastung ein Zug in den Diagonalen der unteren Wind-Verstrebung, in den Normalen der oberen Wind-Verstrebung etc. eintritt. Dies möchte doch wohl bei jedem Brücken-Balken der Fall sein, denn wenn die unteren Gurtungen ausgedehnt werden, so müssen die dazwischen befestigten Diagonalen auch ausgedehnt werden. Die dabei erfolgende Anspannung kann bei Belastung beider Geleise aber nicht, wie der Herr Verfasser behauptet, der Anspannung in den Gurten ziemlich nahe kommen. Sind die Diagonalen unter 45° gegen die Gurtungen geneigt, so beträgt, wie leicht zu berechnen, die Spannung der Diagonale, wenn die Gurtungen ausgedehnt werden, die Hälfte der Spannung der letzteren. Da nun die Berechnung des früheren Aufsatzes eine Beanspruchung der Diagonalen in den Endfeldern am Ende, wo die beweglichen Auflager liegen, bei einseitiger Belastung ergab, welche das $1\frac{1}{2}$ fache der zulässigen Beanspruchung betrug, so folgt mithin, dass die einseitige Belastung eine 3 mal so grosse Beanspruchung als die totale zur Folge hat, während der Herr Verfasser behauptet, dass dieselbe in der Regel kleiner bleiben muss, als es bei Belastung beider Geleise der Fall ist.

Der Herr Verfasser macht sodann in Betreff der Lockerung gewisser Diagonalen Vorschläge, welche den früher von mir gegebenen ähnlich sind und sagt, dass ein wesentlicher Nachtheil in der übermässigen Spannung der Diagonale nicht zu überblicken ist. da ein Bruch einer Wind-Diagonale einen weiteren Nachtheil nicht herbeiführen würde. Ein Bruch, welcher übrigens doch schwerlich eintreten dürfte, wäre doch schon ein grosser Nachtheil. Endlich erblickt der Herr Verfasser einen kleinen Vortheil in den Spannungen der Diagonalen, weil dadurch die Gurtungen der Hauptträger etwas entlastet werden und sagt, dass man die Querschnitte der Gurte entsprechend schwächer halten kann. Da aber die grössten Spannungen der Diagonale bei einseitiger Belastung vorkommen, also dann, wenn die Gurtungen nicht bis zum Maximum angespannt sind, so würde in diesem Falle eine Reduction der Spannungen keinen Vortheil haben. Bei totaler Belastung wird allerdings durch die Spannung der Diagonalen eine geringe Verminderung der Maximal-Spannung der Untergurte bewirkt; dies könnte jedoch nur von Nutzen sein, wenn man eine entsprechende Verminderung des Querschnittes der Gurtungen vornehmen könnte. Von diesem Mittel darf aber in der Praxis kein Gebrauch gemacht werden, weil eine geringe Schloffheit nur einer Diagonale sofort zur Folge haben würde, dass in den Gurtungen eine solche Spannung entsteht, wie sie vorhanden ist, wenn an der betreffenden Stelle gar keine Diagonale da wäre.

Ratzburg, im April 1879.

Jebens.

Neue Laschenverbindung der Schienenstösse.

Von Julius Buch, techn. Director der Völklinger Eisenhütte.

(Hierzu Fig. 5—10 auf Taf. XXIV.)

a) Schwebender Stoss mit Sicherheitsbolzen, Federkeilen und elastischen Laschen.

Fig. 5—10 Taf. XXIV.

Die Hauptübelstände bei allen bisherigen Laschen-Verbindungen der Eisenbahnschienen sind:

1. dass die Schraubenmutter sich allmählig von selbst lösen, trotz aller angewandten Schutzmittel gegen das Lockerwerden derselben, wie Doppelmutter, aufgebogene Schutzbleche, untergelegte Stahldrahtspiralen etc. etc.;
2. dass das Widerstandsmoment im Laschenquerschnitt am Schienenstosse kleiner ist, als das Widerstandsmoment des Schienenprofils selbst.

Die in Fig. 5 Taf. XXIV dargestellte Construction der Laschenverbindung soll erreichen,

1. dass die Mutter M der Bolzen B durch die eingeschobenen Federkeile K am Drehen verhindert werden, dass also ein sich von selbst Lösen der Laschenverbindung absolut unmöglich wird;
2. dass durch die eigenthümliche Form der Lasche eine Elasticität derselben erreicht wird, wodurch die Verbindungsmittel (Bolzen) stets in Spannung gehalten werden und dadurch ein Lockerwerden der Verbindungsmittel erschwert wird,
3. dass durch die Form der Laschen im Querschnitt des Schienenstosses ein grösseres Widerstandsmoment erreicht wird, als der Querschnitt der Schienen es selbst bietet.

In losen Zustande liegen nämlich die Laschen nur bei a und b (Fig. 5 Taf. XXIV) an der Schiene an, während bei d e ein Zwischenraum bis zu 2^{mm} bleibt. Werden die Mutter M angezogen, so legt sich zunächst die Fläche b c an, während gleichzeitig der Punkt a fest an die Schienenfüsse gepresst wird. Es entsteht also ein Federn der Laschen und sind diese deshalb als elastische Laschen zu betrachten.

Es ist einleuchtend, dass durch das Anliegen der Laschen

an die Schienen in den Punkten a b c d e eine sehr solide Verbindung der Schienen erreicht ist, und wenn diese Verbindung sich von selbst nicht lösen kann, auch die Schienenstossverbindung eine durchaus feste bleiben muss.

Ein Lockerwerden der Mutter ist aber nicht möglich, so lange die Keile K an ihrer Stelle bleiben, diese also nicht von selbst herausfallen. Hieran aber werden sie durch ihre eigene Federkraft gehindert. Diese Federkraft wird dadurch erreicht, dass die Keile, hergestellt aus halbrund gewalztem Feinkorneisen, an einem Ende umgebogen und am anderen Ende zusammen geschweisst sind. Fig. 7 Taf. XXIV. *)

b) Unterstützter Stoss mit Sicherheitsbolzen, Federkeilen und entsprechend gewalzten Laschen. Fig. 10 Taf. XXIV.

Die elastischen Laschen sind, weil sie unter den Schienenfüssen greifen, nur bei schwebenden Schienenstössen verwendbar. Bei unterstützten Stössen lässt sich dagegen die Laschenverbindung mit Sicherheitsbolzen, Federkeilen und entsprechend gewalzten Laschen, wie in Fig. 10 dargestellt, als unlösbare Laschenverbindung ebenso vorzüglich empfehlen. Fig. 8 und 9 Taf. XXIV stellen die Seitenansicht und Längsdurchschnitt obiger Laschen-Verbindungen dar.

Die Laschenverbindung mit Sicherheitsbolzen, Federkeilen und entsprechenden Laschen ist seit dem 9. Juli 1878 im Deutschen Reiche patentirt, während die Bekanntmachung der Anmeldung des Patentgesuches für die elastischen Laschen am 14. Januar 1879 erfolgte.**)

Völklingen, im Januar 1879.

*) Das Deutsche Reichs-Patent für elastische Laschen wurde am 29. März 1879, laufend vom 25. November 1878 ab, ertheilt.

**) Die Saarbrücker Bahn hat zu einem grösseren Versuch bereits 5000 Stück Laschen, 10000 Stück Laschenschraubenbolzen und 20000 Stück Federkeilen nach obiger Construction bestellt.

Anmerk. d. Redaction.

Betrachtungen über die Feuerung der Locomotivkessel.

Von R. Zumäch, Ingenieur und Hülfсарbeiter in der Administration der Belgischen Staatsbahnen.

Die Ausgaben für das Heizmaterial der Locomotiven erreichen im Allgemeinen die Höhe von 9% der sämtlichen Betriebsausgaben einer Eisenbahn, variiren aber bei den verschiedenen Bahnen zwischen 5% und 12%. Obwohl bei dieser Antheilsbestimmung die allgemeine Kostspieligkeit des Betriebes und die Transportweite der Heizmaterialien hauptsächlich maassgebend sind, indem ein Transport über ca. 250 Kilom. Eisenbahnstrecke die Brennstoffkosten bereits verdoppelt, so werden die letzteren doch auch durch die Art und Weise des Brennstoffconsumirens erheblich modificirt. Ueber die Wichtigkeit der Brennstofffrage an sich lassen die obigen Ziffern keinen Zweifel.

Die deutschen Eisenbahnen zahlen gegenwärtig für eine Tonne Steinkohlen loco Verbrauchsstation durchschnittlich etwa 7,5 bis 27 Mark. Die geringeren dieser Preise fallen natürlicherweise auf die inmitten bedeutender Kohlenwerke gelegenen Bahnen und zwar steht die Berg.-Märk. Eisenbahn hier am günstigsten. Wenn wir nun erfahren, dass bei den Belgischen Staatsbahnen die nämlichen Ausgaben, reducirt um die ungefähren Transportweitenverhältnisse der Berg.-Märk. Bahn, nicht mehr als 5,5 Mark betragen, bei einem Jahresbedarf von beispielsweise 200000 Tonnen, also etwa 400000 Mark erspart werden, so legen wir uns die Frage vor: Differiren bei den

verschiedenen Kohlenwerken, von welchen die Bahnen mit Rücksicht auf ihre örtliche Lage etc. sich veranlasst sehen, ihren Bedarf zu entnehmen, die Selbstkosten um ein so Bedeutendes oder erwachsen aus dem Gebrauche der billigsten Kohle Uebelstände, welche die Verwendung derselben nicht rathsam erscheinen lassen resp. durch Erzeugung anderweitiger Mehrausgaben eine wirkliche Ersparniss auf diesem Gebiete nicht aufkommen lassen?

Die erste Frage erledigt sich durch Mittheilung der folgenden Tabelle:

Kohlensorte.	1875	1876	1877	1878	
	Preise per 1 Tonne in Mark D. R.-W.				In diesem Jahre wurden bezogen Tonn. à 1000 Kilogr.
Charbon en roche (gute reine Stückkohle, deren entspr. Sorte Ruhrkohle jetzt nicht über 8 bis 9 Mark kosten wird) . . .	20,8	19,13	16,79	12,34	1313,765
Coke industriel	16,58	16,07	14,56	13,46	1794,289
Coke de gaz	16,58	16,07	14,56	—	—
Charbon du Flénu	15,7	13,05	11,2	—	—
Briquettes	18,4	18,4	17,9	18,4	4,951
Charbon pour forges (p. réchauffer)	18,4	10,31	8,39	9,38	1685,600
Ch. gailleteux (halbfette Grusskohle)	11,48	10,31	8,39	6,61	106910,687
Ch. maigre (magere Staubkohle)	9,23	7,98	6,12	4,88	344353,184

Die Tabelle zeigt Preise, welche beträchtlich über allen deutschen und österreichischen Kohlenpreisen stehen. Zur Vergleichung führen wir die Kohlenentnahme einiger Hauptbahnen für das Betriebsjahr 1878 hier auf:

Hannoversche Staatsbahn. Westphälische Kohle 49000 Tonnen Stückkohle (mit 90—92 % Stückgehalt) zu 6,6 bis 7,5 Mark pro Tonne. 40000 Tonnen melirte Kohle (mit 50—70 % Stückgehalt) à 5 bis 5,6 Mark.

Bayerische Staatsbahnen. Ruhrkohle 92500 Tonnen (Sorte wahrscheinlich mit Rücksicht auf den weiten Transport gewählt) à 10,4 Mark. Böhmisches Steinkohle 88700 Tonnen. Sächsische Russkohle 44000 Tonnen à 8 Mark loco Grenzstation. Saarkohle 9000 Tonnen.

Badische Staatsbahnen. Ruhrkohle 80000 Tonnen (wohl wie oben) à 11,7 Mark franco Waggon loco Mannheim, Saarkohle (I. Sorte Heinitz) sehr geringes Quantum, welches nur zur Aushilfe auf starken Steigungen dient) wahrscheinlich à 9,6 Mark loco Grube.

Kgl. Preussische Ostbahn. Westphälische Kohle (vom Kohlen-Ausfuhr-Verein in Bochum) 1800 Tonnen à 18 Mark loco Hafenufer Memel. Königshütte in Oberschlesien 64000 Tonnen à 5,8 Mark franco Waggon loco Zechestation, Berginspektion Zabrze 64000 Tonnen à 6 Mark franco Waggon loco Zabrze.

Thüringische Eisenbahn. Westphälische (Dortmunder) Kohle 2100 Tonnen à 5,8 Mark. Oberschlesische Kohle 6000 Tonnen à 5 Mark, Sächsische (Zwickau) 1200 Tonnen à 8,2 Mark — sämtliche Preise loco Grube. Der Heizwerth der sächsischen Kohle wird dabei nur zu 80—85 %

von demjenigen der Westphälischen und Oberschlesischen Kohlen gerechnet.

Oesterreichische Nordwestbahn. Schwarzkohle und zwar Kleinkohle: Niederschlesische und Böhmisches 65000 Tonnen à 8 bis 10 Mark und darüber franco Einlieferungsstation. Braunkohle (aus dem Aussiger Becken) 31000 Tonnen à 4,6 Mark. Der Heizwerth der Braunkohle beträgt nur 54 % desjenigen der Waldenburger Kleinkohle.

Oesterr. Südbahn. Köflacher Lignitkohle, deren Brennwerth 47 % desjenigen schlesischer Kokse beträgt. Untersteirische Braunkohle, deren Heizwerth 57 % und Obersteirische Braunkohle, deren Heizwerth 70 % desjenigen derselben Kokse beträgt (Letztere hat also sehr gute Qualität). Im Ganzen ca. 400000 Tonnen à 6,8 bis 16 Mark.

Wir sehen in diesen Angaben, welche genügen, um die allgemeinen Verhältnisse des Locomotivkohlenbezuges vom vorigen Jahre zu charakterisiren, dass die Belgischen Staatsbahnen so ziemlich den höchsten Preis für 1 Tonne Kohlen loco Grube bezahlen. Wenn dennoch der Durchschnittspreis pro Tonne Brennstoff bei diesen Bahnen weitaus am niedrigsten steht, so kommt dies nur daher, dass von 456000 Tonnen des jährlichen Bedarfs mehr als 344000 Tonnen von einem Materiale entnommen werden, dessen scheinbare Werthlosigkeit unter den Locomotivkohlen ohne Gleichen ist. Wir wollen, so sehr sie auch dazu reizen, an diese Thatsachen hier keine Betrachtungen knüpfen.

Die andere oben aufgestellte Frage nach irgend welchem schädlichen Gefolge der Staubkohlenfeuerung, behalten wir uns vor, verneinend zu beantworten, soweit dies heute überhaupt noch nöthig ist. In der Folge sind wir bemüht darzustellen, wie eine sorgfältige und gewissenhafte Betrachtung der Locomotivkesselfeuerung ohne Weiteres zum Gebrauche einer staubförmigen Kohle auffordert.

Die Kohle ist bekanntlich häufig schon im unverritzten Zustande mit feinen Spalten und Klüftungen durchzogen und erfährt durch die mechanischen Einwirkungen bei Gewinnung, Förderung und Transport eine Zerbröckelung, welche den meisten Consumenten unerwünscht ist. Man nimmt daher oft den Stückgehalt der Förderkohle zum Maassstabe für die Güte der Sorte, was jedoch für den Gebrauch der Kohle als Locomotivkohle von gar keinem Werthe ist. Die Erfahrung hat bewiesen, dass jeder, selbst der kleinste heute noch vorhandene Locomotivrost nicht so viel Stückkohle nöthig hat, als die, in dieser Beziehung schlechteste Förderkohle enthält und andererseits wird häufig genug reine harte Stückkohle ausgegeben, welche nur in sehr mangelhafter Weise den auf dem Roste an sie gestellten Anforderungen entspricht. Dass man allerdings Kleinkohle oder gar Staubkohle im Allgemeinen nicht mit denselben Apparaten gleich vorthellhaft verarbeiten kann, welche man für grobe Stückkohle benutzt, ist selbstverständlich. Auf einem Roste für Staubkohlen kann man ebensowenig Stückkohle verfeuern, man müsste sie denn zuvor ganz klein geklopft haben. In Folge der übertriebenen Werthbeimessung der stückreichen Kohle, der theilweise schwierigen Separationsvorhaben und endlich in Folge der spärlichen Verwendung des Kohlenkleins seit Einschränkung der Kokerei, beträgt der Verkaufspreis der Klein-

kohlen selten die Hälfte, oft nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ und noch weniger, von demjenigen der reinen Stückkohle.

Die Verbrennung der Kohlen auf dem Roste kann man in zwei Perioden scheiden: die Gasentwicklung unter Abschluss der Luft und die Verbrennung der entwickelten Gase. Für die erste Periode ist die erforderliche Zersetzungstemperatur um so höher, je einfacher zusammengesetzt das Fossil ist, d. h. je weiter es im Vermoderungsprocesse vorgeschritten ist. Die bei der Zersetzung unter Abschluss der Luft (also bevor das Stück so weit zerklüftet ist, dass die Verbrennungsluft in sein Inneres eindringen kann) entstehenden Kohlenwasserstoffe und Oxyde entwickeln sich um so schneller, je schneller, dem ganzen Stücke eine möglichst hohe Temperatur mitgetheilt wird, also je kleiner es aufgegeben wird, um so schneller je leichter die entstandenen Gase sich einen Ausweg aus dem Inneren des Stückes heraus verschaffen können, je leichter sie dasselbe zerklüften können — also wiederum je kleiner das Stück ist, und endlich um so schneller, je mehr sonstige Eigenschaften eine Zerklüftung des Stückes befördern, also je magerer die Kohle ist. Da aber auf 1000 Theile Kohlenstoff nur etwa 60 Theile Wasserstoff neben dem entsprechenden Sauerstoff in dem Brennstoffe enthalten sind, so wird der bei weitem grössere Theil des Brennstoffes während der ersten Zersetzungsperiode als reiner Kohlenstoff zurückbleiben. Während dieser Periode muss demnach dafür gesorgt werden, dass womöglich jedem Kohlenpartikelchen die spätere Berührung mit dem Sauerstoff der durch den Rost gesogenen atmosphärischen Luft ermöglicht werde. Hierauf ist um so mehr Gewicht zu legen, als die Oberfläche des Brennstoffstückchens ohnehin bald mit einer Schicht unverbrennlicher Substanzen bedeckt sein wird, welche die Verbindung des Sauerstoffes der Luft mit dem Graphit des Brennstoffstückchens erschweren. Ein solches Freilegen der sämtlichen Kohlenpartikelchen geschieht aber um so vollständiger und schneller, je kleiner die aufgegebenen Stücke sind und wir erkennen hieraus die Nothwendigkeit, das Brennmaterial um so mehr zerkleinert aufzugeben, je wasserstoffärmer es ist. Der bei der ersten Zersetzung zurückbleibende Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff der Verbrennungsluft zu Kohlensäure, welche jedoch, falls sie nicht sehr schnell abgeführt wird, durch weitere Berührung mit dem Brennstoffe wieder zu Kohlenoxyd reducirt wird. Geschieht letzteres, so sind eben fast sämtliche brennbaren Stoffe vor ihrer eigentlichen Verbrennung zu Kohlensäure in Gas verwandelt worden und es ist die grosse Oberfläche dieser Gase, also ihre leichte Mischbarkeit mit atmosphärischer Luft, welche eine schliessliche Verbrennung rasch, d. h. unter Entwicklung von viel Wärme in einem verhältnissmässig geringen Raume gestattet.

Wir haben, gemäss dem Vorstehenden, drei Schichten in der Brennmaterialmasse über dem Roste zu unterscheiden. Der untersten Schicht ist Luft zur Verbrennung zuzuführen, damit hier die für die schnelle Zersetzung der darüber liegenden Schicht erforderliche Temperatur erzeugt werde. Dieser zweiten Schicht ist Luft zuzuführen, damit die Oxydation des nach Entwicklung der Kohlenwasserstoffe rückständigen Kohlenstoffes geschehen kann. Von bedeutendem Vortheile sowohl für die schnelle als auch für die vollkommene Verbrennung würde es

natürlicherweise sein, wenn sämtliche hier anfänglich entstandene Kohlensäure nicht wieder durch überschüssigen Kohlenstoff reducirt werden würde. Da aber die Luftzufuhr gerade bei Locomotiven eine beschränkte bleiben muss, so kann die Reduction der Kohlensäure nur dadurch bekämpft werden, dass man die Brennstoffschicht so niedrig wie nur irgend möglich hält.

Endlich haben wir noch der dritten Schicht, nämlich der dicht über der festen Brennstoffschicht lagernden Gasmasse atmosphärische Luft zur vollständigen Oxydation der Gase zuzuführen.

Bei der Anwendung von Backkohlen, also an disponiblen Wasserstoff reichen Kohlen, wird die grosse Menge der aus der Kohle heraus entwickelten Kohlenwasserstoffgase, bei sehr hoher Temperatur der glühenden festen Kohlenschicht während ihres Entweichens aus der letzteren, durch Zersetzung eine reiche Graphitmenge ausscheiden, welche die in den Zerklüftungen des Kohlenstückes in Folge der Gasentwicklung freigelegten Kohlenpartikel wieder miteinander verkittet. Damit ist eben die backende Eigenschaft der Kohle gekennzeichnet. Diese Eigenschaft erschwert aber den Luftzutritt zu den einzelnen Kohlenpartikeln und darum eignet sich eine solche Kohle nicht zur Verfeuerung als Stückkohle resp. in hohen Schichten. Endlich erkennen wir, dass die Anthracite mit Nutzen nur in völlig zerkleinertem Zustande, in ganz niedrigen Schichten verfeuert werden können, indem dieselben ausser aller Beziehung zu dem Vergasungsprocesse stehen und fast ausschliesslich auf den directen Abbrand in Berührung mit der atmosphärischen Verbrennungsluft angewiesen sind. Sie sind so zu sagen, natürliche Kokse, ohne jedoch die Eigenschaften zu besitzen, welche die fabricirten Kokse in dicken Schichten verwendbar machen. Unter den Anthraciten bilden diejenigen von Süd-Wales und Pennsylvanien den Uebergang zu den Sinterkohlen.

Wir können jetzt den Schluss dahin ziehen, dass die Auswahl unter denjenigen Locomotivkohlen, welche sich mit Vortheil als Stückkohle verfeuern lassen, sehr gering ist. Die Hauptanforderungen, welche wir an eine solche Kohle stellen müssen, sind diese: Die Kohle muss während des Zersetzungsprocesses eine sehr grosse Menge Gase aus ihrem Inneren heraus entwickeln; diese Gase dürfen nur zum allergeringsten Theile Kohlenwasserstoffe sein. Je weiter wir dagegen das Brennmaterial mechanisch zerkleinern, je niedriger wir die Kohlenschicht halten, um so mehr nähern wir uns der Möglichkeit, jede Kohle mit Vortheil und Befriedigung verfeuern zu können.

Die hier angedeuteten Eigenschaften der Kohle beziehen sich selbstverständlich nur auf die aschenfreie Substanz derselben. Die Qualität des Aschengehaltes kann aber eine Kohle backend oder sinternd erscheinen lassen, ohne dass diese, der Zusammensetzung der aschenfreien Substanz nach, die scheinbare Eigenschaft wirklich besitzt.

Ueber die Briquettes ist hier nur zu sagen, dass wir es in den besten derselben quasi mit einer backenden Stückkohle zu thun haben und von dieser möchten wir uns gerne emancipiren. Die Briquettes werden überall nur als Vorläufer der reinen Staubkohlenfeuerung zu begrüssen sein und darin liegt auch ihr einziger wahrer Werth.

Die vollständige Verbrennung kann, wie bereits angedeutet

wurde, nicht inmitten der festen Brennmaterialschicht vor sich gehen, sondern erst in der über derselben lagernden, resp. in der Form von mehr oder weniger langgezogenen Flammen von der festen Schicht sich entfernenden Gasmasse. Die Verbrennung wird dort um so vollkommener geschehen, je inniger die Gasmasse mit dem erforderlichen Luftquantum durchmischt ist und je heisser die Masse und die sie umgebende Wandung ist. Während die durch die Rostspalten eintretende Verbrennungsluft die glühende Brennstoffschicht durchzieht, muss sie auf eine sehr hohe Temperatur gebracht werden. Die geringste Dicke, welche wir der festen Kohlenschicht geben dürfen, muss also noch gross genug sein um eine hohe Erwärmung der Luft zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke darf die Schicht um so niedriger sein, je dichter sie an sich ist. Wird nämlich die Luft durch das feinzerteilte Brennmaterial so zu sagen hindurchgesiebt, so hat jedes Lufttheilchen Gelegenheit durch directe Berührung sich zu erwärmen und ausserdem kommt die Wärmestrahlung im Inneren des Kohlenbettes in hohem Grade zur Wirkung. Bei hoher Stückkohlenlage dagegen ist zwar der Weg länger, dafür aber jeder Luftstrahl viel dicker. Es kommen also viel weniger Lufttheilchen in directe Berührung mit dem glühenden Brennstoffe und ausserdem ist die Wärmefortpflanzung im Inneren des Kohlenbettes beinahe nur auf die directe Berührung angewiesen. Durch stückreiches Brennmaterial kann die Luft, selbst wenn der Rost aus einem feinmaschigen Drahtsiebe bestände, nicht anders als in Strahlenbüscheln in die Gasmasse eintreten. Denn selbst, wenn die Stückkohle bereits durch die, in ihrem Inneren entwickelten Kohlenwasserstoffgase zerklüftet und mit zahlreichen Canälen versehen ist, durch welche die atmosphärische Luft ihren Weg nehmen könnte, so wird doch durch diese Canäle der oben lagernden Gasmasse keine Verbrennungsluft zugeführt werden können. Vielmehr werden aus diesen Canälen immer nur sauerstoffarme Kohlenoxyde in die Gasmasse eintreten, während der für die Verbrennung derselben erforderliche atmosphärische Sauerstoff nur durch die weiteren Canäle zwischen den einzelnen Kohlenstücken hindurch gelangen kann und also, unterstützt durch die grösseren Widerstände, welche die feinen Canäle im Inneren der Kohlenstücke dem Durchzuge der Gase bieten, in dichten Büscheln die Gasmasse trifft und zwar mit einer Vehemenz, welche an die kräftigsten Gebläse erinnert, auch in der That starke Stichflammen erzeugt und also, abgesehen von ihrer Schädlichkeit für die Büchsenwände, ein genügend vollkommenes Mischen der Luft mit der Gasmasse unmöglich macht. Diejenigen Gastheile, auf welche ein solcher Luftstrahl zufällig trifft, werden allerdings vollständig verzehrt werden: die übrigen aber entweichen um so schneller unverbrannt in die Röhren — in denen keine Nachverbrennung mehr möglich ist — je kürzer der Weg bis dahin ist. Die scharfe Saugung, welche bei einer hohen Feuerung nöthig ist, entfernt die ganze Gasmasse mit jedem Kolbenwechsel beinahe momentan durch den Schornstein und wir begegnen hier dem bei solchen Feuerungen gar nicht zu beseitigenden Uebelstande, dass bei einer etwa nöthig werdenden bedeutenden Forcirung des Feuers zwar weit mehr Kohle verbrannt werden kann, die Dampfentwicklung jedoch nicht nur nicht gleichen Schritt

damit hält, sondern oft noch geringer ist als bei mässigem Feuer. Diese für den Betrieb überaus betrübende Erscheinung ist nur dadurch zu verhüten, dass man die Verbrennung möglichst vollkommen continuirlich und gleichmässig fliessend geschehen lässt. Dem nähern wir uns um so mehr, je schwächer die Saugung sein kann, um doch noch ein genügendes Quantum genügend heftig strömender Luft zu liefern, also je niedriger die Brennstoffschicht und je feiner zerteilt und fester aufeinanderliegend das Brennmaterial ist. Hier haben wir auch den Grund dafür, dass Belpaire's Kessel niemals, auch nicht bei der denkbar schärfsten und angestrengtesten Fahrt, Dampfangel leiden, während fast alle Locomotiven mit mittleren und kleinen Rosten gelegentlich die traurige Erscheinung zeigen, dass dem robusten Geschöpfe der Athem ausgeht. Belpaire hat niemals die grosse directe Heizfläche als den Hauptvorzug seiner Kessel angesehen — was hätte ihn dann gehindert, dieselbe noch weiter zu vergrössern? Ist ein Staubkohlenrost so eingerichtet, dass eine Brennstoffschicht von 6 bis 7^{cm} Höhe für mittlere Verhältnisse genügt, so wird man für die schärfsten Fahrten die Schicht auf nicht mehr als 10^{cm} erhöhen. Dann hat aber die schärfere Saugung, welche zur Beschaffung des nunmehr erforderlichen grösseren Luftquantums nöthig ist, noch lange nicht jene Grenze erreicht, bei welcher ein allzu schnelles Entweichen der Heizgase zu befürchten ist. Die weiteste Oeffnung des Blasrohrmundstückes beträgt bei Belpaire's Maschinen 162^{mm}. Wir können versichern, dass alle Führer nur diese weiteste Oeffnung benutzen. In Deutschland findet man schwerlich Blasrohre, welche weiter sind als 124^{mm}. Wohl aber haben die meisten nur 116^{mm} Durchmesser. Wir erinnern auch daran, dass viele Bahnen Deutschlands die veränderlichen Blasrohre abgeschafft haben, weil das Personal allzu unlieb-samen Gebrauch von dem engsten Querschnitte machte und den Kessel ruinirte. Das ist ein trauriges Eingeständniss. Das Personal wird hier wie dort von dem engsten Blasrohrquerschnitte nicht öfter Gebrauch machen als es unbedingt nöthig ist — besonders wenn es Kohlenprämien erhält. Was ändert es aber an der Sache, wenn der Führer, dem das verstellbare Blasrohr abgenommen wurde, nur zu oft einen Haken oder Schraubenschlüssel oder dgl. in die Mündung zu hängen für gut befindet, welche Art der Selbsthülfe doch hinreichend bekannt sein dürfte.

Um ganz sicher zu gehen, dass der über der festen Kohlenschicht lagernden Gasmasse das genügende Quantum Luft zugeführt werde, hat man bekanntlich sog. Rauchverbrennungseinrichtungen getroffen, auf welche wir jedoch selbstverständlich hier nicht eingehen, da es zweifellos ist, dass bei der von uns angestrebten reinen Kleinkohlenfeuerung selbst die wenigen einigermaassen bewährten Apparate dieser Art mindestens überflüssig sind. Letzteres lehrt auch ein Blick auf die Belpaire'sche Feuerthür, welche bekanntlich die Rauchverbrennung unterstützen soll; man nimmt nämlich wahr, dass die in Rede stehende Vorrichtung niemals gebraucht wird. Wenn nun eine derartige Vorrichtung, welche durchaus keiner Wartung und Handhabung bedarf, deren Princip vollkommen richtig und deren Ausführung tadellos ist, nicht benutzt wird, so ist das wohl ein Beweis, dass dasselbe, was jene Vorrichtung

bezwecken sollte, bereits auf anderem Wege erreicht ist. So ist es auch wirklich. Die Belpaire'sche Feuerthür ist zweiflügelig, legt geöffnet die ganze Rostbreite frei und besteht aus zwei parallelen Wänden, deren innere kupferne 10^{mm} starke und durch Stehholzen versteifte in einem Abstände von 90^{mm} von der äusseren so mit dieser verbunden ist, dass ein geschlossener 6seitiger flacher Kasten entsteht. In diesem Kasten sind Oeffnungen so angebracht, dass atmosphärische Luft durch die gusseiserne Wand eintreten, in dem Kasten an der nahezu rothglühenden Kupferwand sich ziemlich hoch erwärmen und dann in den Feuerraum entweichen kann; letzteres durch Spalten, welche sich in der Kupferwand in drei Horizontalreihen angeordnet finden, deren unterste 100^{mm}, deren oberste 200^{mm} über der Rostfläche an dieser Stelle liegt. In der unteren Begrenzungswand des Thürkastens, welche ca. 8^{mm} von der Sohle des Thüringes entfernt bleibt, befinden sich ebenfalls mehrere Oeffnungen, durch welche heisse Luft direct in das Brennmaterial hineinströmen und die mangelhafte Luftzufuhr durch den Rost an dieser Stelle unterstützen kann. Wir führen, wie man sieht, durch die Benutzung dieses Apparates tadellose Vorgänge herbei. Wenn man, wie gesagt, die Benutzung desselben dennoch für überflüssig oder höchstens bei Verwendung ganz schlechter Kohlen für wünschenswerth hält (d. h. Belpaire's Maasstab an die Qualität der Kohlen gelegt, nach welchem ganz schlechte Locomotivkohlen kaum existiren) so erklärt sich dies nur dadurch, dass die vielen unverbrannten Gase von der Feuerthür bis zur Rohrwand, über den langen Rost hinweg und unterstützt durch die hier verhältnissmässig langsame Bewegung der Gasmasse, genügend Gelegenheit finden, verbrannt zu werden. Wir wollen hier die Bemerkung nicht unterlassen, dass keineswegs, wie man oft annimmt, die Beschickung des Belpairerostes hauptsächlich oder gar ausschliesslich in der Nähe der Feuerthür erfolgt. Vielmehr wird die Kohle mit kleinen, leichten, flachen Schaufeln ohne Rand gleichmässig über die ganze Fläche gestreut — selbstverständlich je nach Umständen.

Die nachträgliche Luftzufuhr durch eine der Belpaire'schen ähnliche Feuerthür, würde im Princip von wesentlichem Nutzen sein für eine discontinuirliche Verbrennung, als welche wir die Stückkohlenfeuerung auf kleinen und mittleren Rosten betrachten dürfen, insofern der Rost gelegentlich mit kostbarer Stückkohle möglichst vollgepackt und dann sich selbst überlassen wird, bis die Brennstoffschicht auf ein Minimum heruntergebrannt ist oder aber, bis das bekante Geheul der sog. falschen Luft das Personal benachrichtigt, dass an einer oder der anderen Stelle des Rostes bereits seit geraumer Zeit eine kräftige armdicke Stichflamme die Büchsenwände maltrairt hat. Der Heizer füllt sodann mit dem daneben liegenden glühenden Brennstoffe den entstandenen Schacht an, glättet das Ganze und bringt durch Aufschütten frischer Kohlen die Schicht wieder auf ihre ursprüngliche Höhe, worauf das Spiel von Neuem beginnt. Die Discontinuität der Verbrennung wird durch Verwendung backender Kohlen noch gefördert; denn solche Kohlen können nicht lange sich selbst überlassen bleiben, sie müssen vielmehr oftmals aufgebrochen, auseinander gerissen werden, wodurch der Aufbau des Feuers mehr oder weniger zerstört wird. Die Saugung des Blasrohrs bleibt nun gemeinhin

dieselbe, ob die Kohlenschicht hoch oder niedrig ist. Also wird der niedrigsten Brennstoffschicht im Allgemeinen zu viel, der höchsten zu wenig Luft zugeführt werden und dies um so mehr, da die dünne durchgebrannte Schicht der zugeführten Luft weit weniger Widerstand entgegengesetzt als die dicke Schicht frischer fester Kohlen. Dasjenige, was geschieht, läuft also schnurstracks demjenigen, was geschehen sollte, entgegen. In der Periode der Erneuerung der Kohlenschicht entwickelt sich die grösste Menge der Kohlenwasserstoffe. Bei der mangelhaften Luftzufuhr während dieser Periode können die Kohlenwasserstoffe aber in dem oberhalb der festen Kohlenschicht befindlichen Gasgemenge nicht einmal mit Kohlensäure, viel weniger mit freiem Sauerstoff, sondern fast nur mit Kohlenoxydgas in Berührung kommen. Die zu dieser Zeit niedrige Temperatur und die leichte Verbrennbarkeit des Wasserstoffes zu Wasser, machen eine Ausscheidung fast des sämmtlichen Kohlenstoffes aus den Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyden unvermeidlich. Der Stand der Verbrennung ist an dem massenhaft ausgeschiedenen, aus dem Schornsteine hervorquellenden reinen Kohlenstoff direct wahrnehmbar. Während dieses Vorganges, welcher mit bedeutenden Verlusten verbunden ist, könnte eine Zufuhr von Luft, welche nicht den Rost, resp. die Kohlenschicht passirt hat, von Vortheil sein. Diese Luftzufuhr müsste aber mit der wechselnden Qualität der Gasmenge variiren, womit Complicirtheiten in Anlage und Handhabung entständen, welche den Werth einer derartigen Vorrichtung in Frage stellen. Einige der hier in Betracht kommenden Uebelstände sind ja durch sinnreiche Constructionen überwunden.

Wir haben noch eine dritte Bedingung genannt, welche zur vollständigen Verbrennung der Gasmasse erfüllt sein muss. Dieselbe besteht darin, dass die den Feuerraum einschliessende Wandung eine so hohe Temperatur und eine solche Beschaffenheit habe, dass sie durch Wärmestrahlung die Gasmasse genügend entzünden resp. auf hoher Temperatur erhalten kann. Die Erfüllung dieser Bedingung findet bei den Locomotivkesselfeuerungen nur in geringem Maasse statt und zwar nur durch Zurückstrahlung der augenscheinlich an das Kesselwasser nicht abgegebenen Wärme der Büchsenwände. Um so mehr Werth ist also der Erfüllung der anderen Bedingungen, der Entwicklung heisser und sauerstoffreicher Gase heizumessen. Die untere Einhüllungswand des Feuerraumes resp. der Gasmasse ist die glühende Brennstoffschicht; von dieser muss allerdings eine Ausstrahlung von Wärme in die Gasmasse erwartet werden. Da nun diese Ausstrahlung am meisten dann erfordert wird, wenn sie am meisten erschwert wird, nämlich wenn die glühende Schicht mit frischer schwarzer Kohle bedeckt ist, so folgt auch hier wiederum mit Nothwendigkeit, dass das Brennmaterial so oft und so dünn aufgestreut werden muss, dass bei jeder Beschickung nur ein geringer Theil der glühenden Fläche durch schwarze Kohle bedeckt wird. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Rostfläche sehr gross ist.

Neben der Ausdehnung der Rostfläche ist die ganze Art und Weise ihrer Anlage von der grössten Wichtigkeit. Die hauptsächlichsten Details des Rostes müssen mit der Ausdehnung desselben unbedingt Hand in Hand gehen, wenn die grosse Rostfläche ihren wichtigen Zweck vollständig erreichen soll.

Jedes Brennmaterial bedarf zur Entwicklung der intensivsten Hitze einer gewissen Stärke des Luftstromes. Diese ist aber nach Menge und Heftigkeit bei den Locomotivfeuerungen unabhängig von der Grösse der freien Rostfläche und von der Wirkung des Blasrohrs. Nun hat man durch Versuche gefunden, was ohnehin selbstverständlich ist, dass bei sich gleichbleibender Blasrohrwirkung und überhaupt sonst gleichen Verhältnissen, um so weniger atmosphärische Luft durch die Rostspalten geführt wird, je kleiner die freie Rostfläche ist, indem nämlich in Folge des grösseren Widerstandes in den Rostspalten ein grösserer Theil des Vacuums im Verbrennungsraume und der Rauchkammer durch die unverbrannten Gase aus den inneren Brennstoffcanälen ausgefüllt wird — weswegen auch die Rauchentwicklung um so grösser ist, je kleiner die freie Rostfläche ist. Der theilweise Ersatz der atmosphärischen Luft durch die grössere Masse unverbrannter Gase reicht jedoch augenscheinlich noch nicht hin, um das Vacuum zu füllen, vielmehr wird der Luftzug gegen die untere Fläche der Brennstoffschicht heftiger. Der heftigste Zug erzeugt nun allerdings (innerhalb gewisser Grenzen) die höchsten Hitzegrade. Ist nämlich der Zug unvollkommen, d. h. bewegt sich die Luft mit geringer Geschwindigkeit gegen die glühenden Brennstoffstücke, so haften die Verbrennungsgase, welche sich an der Oberfläche der Stücke gebildet haben, vermöge Adhäsion und Reibung länger an derselben, bewegen sich also mit noch geringerer Geschwindigkeit durch die Brennstoffschicht, als die durch den Rost ziehende Luft, welche letztere in Folge dessen theilweise unverbrannt entweicht. Die Luft will aber auch, während sie das glühende Material durchzieht, angewärmt werden: sie entzieht also, ohne selber viel zur Verbrennung beizutragen, den vorhandenen Heizgasen einen Theil ihrer Wärme, wodurch die Temperatur sowohl im Brennmaterial selbst, als auch in dem darüber befindlichen Gasgemische vermindert wird. Ist dagegen der Zug ein sehr lebhafter, so wird die durch unmittelbare Berührung der heissen Verbrennungsluft mit der reinen Oberfläche der Kohle entstandene Kohlensäure nicht Zeit haben, sich zu reduciren; sie wird vielmehr sofort nach ihrer Entstehung nebst allen Gasen, welche überhaupt an der Kohle haften, in die Kesselzüge gerissen und abgeführt werden. Dadurch bietet die Oberfläche der Kohlenstücke der an ihr vorbeistreichenden Luft immer neue Gelegenheit zur Bildung von Kohlensäure dar. Wir erhalten also bei diesem Vorgange bereits eine recht vollkommene Verbrennung in der festen Brennmaterialschicht selbst, sind jedoch beinahe ausschliesslich auf den directen Abbrand der Wände der verhältnissmässig wenigen von unten bis oben durchgehenden Canäle angewiesen, während die Hauptmasse der sonst noch entwickelten Gase unverbrannt fortgerissen wird. Der heftigere Zug erzeugt die grössere Hitze und verzehrt, falls er durch Verkleinerung der freien Rostfläche verstärkt wurde, weniger Brennstoff. Auf diesen Satz hat man das Princip der Verkleinerung der freien Rostfläche gegründet. Es fragt sich nur, ob die Benutzung jener scheinbar sehr werthvollen Wahrheit für unsere Zwecke auch wirklich von Werth ist und diese Frage muss verneint werden.

Es handelt sich, um einen heftigen Zug überhaupt zu ermöglichen nur darum, der Luft, bevor sie in den Gasraum

über der Brennstoffschicht gelangt, einen grossen Widerstand entgegenzusetzen. Schaffen wir diesen Widerstand, indem wir die freie Rostfläche verkleinern, so haben wir nicht nur den Zug verstärkt, sondern auch das eindringende Luftquantum verringert. Schaffen wir den Widerstand aber erst in der festen Brennstoffschicht selbst und denken uns, dass es möglich wäre, die Brennstoffschicht schwebend, ganz ohne Rost zu erhalten, so können wir vielleicht den Zug verstärken, ohne das Luftquantum zu verringern. Wir können aber den Widerstand in der Brennstoffschicht vergrössern, indem wir die Dicke der Schicht vergrössern, oder indem wir die Dicke unverändert lassen, aber das Material in kleinerer Form aufgeben — also dichter schütten, oder endlich, indem wir beides gleichzeitig thun. Selbst wenn bei einem fein zertheilten, dicht geschütteten Materiale die Summe der zwischen den einzelnen Stückchen frei bleibenden Durchgangscanäle genau so gross wäre wie bei Anwendung grosser Stücke, so würde doch der Widerstand bei dem feineren Materiale grösser sein, weil alle seine Canäle enger sind, so dass beinahe jedes einzelne Lufttheilchen die Reibung an den Wänden zu überwinden hat. In der Wirklichkeit wird aber die Summe der Canäle bei dem feineren Materiale geringer sein als bei dem gröberen. Wir haben jetzt gegenüber der Methode der Verkleinerung der freien Rostfläche den Vorgang, dass wir nicht das geringere Luftquantum zwingen, sich zwischen den grossen Stücken hindurchzudrängen, durch einige Canäle, welche sich durch Abbrand ihrer Wände rasch erweitern, sondern es steht uns ein unbegrenztes Luftquantum zur Verfügung, welches wir völlig gleichmässig durch die Brennstoffschicht hindurchsieben und von welchem die Brennstoffschicht nur so viel aufnimmt, als sie verarbeiten kann. Die Heftigkeit, mit welcher die Luft eine solche Schicht durchzieht, wird von unten nach oben hin zunehmen, gemäss dem grösseren Widerstande, welchen die oberen, weniger durchgebrannten Lagen der Luft entgegensetzen. Das passt jedenfalls sehr gut zu unseren Wünschen. Je feiner das Material zertheilt ist, um so mehr wird die vollständige Verbrennung zu Kohlensäure bereits in der festen Brennstoffschicht selbst stattfinden, weil jedes Kohlenpartikelchen, jedes Kohlenwasserstoffbläschen sofort von atmosphärischer Luft getroffen und verbrannt werden kann. Der Vorgang findet um so vollkommener statt, je niedriger die Brennstoffschicht ist und diese kann wiederum mit Bezug auf den erforderlichen Widerstand zur Ermöglichung starken Zuges um so niedriger sein, je feiner zertheilt das Brennmaterial ist. Eine Grenze zieht hier nur die Praxis und dieser überlasse man es getrost, sich die Höhe der Brennstoffschicht herauszusuchen. Für uns kommt es nur darauf an, die Zuführung von möglichst viel Luft zu ermöglichen, aber dafür zu sorgen, dass kein einziger Luftstrahl auf einen Canal treffe, welchen er sich nicht erst selbst gebahnt hätte.

Die Verwendung eines dünnen staubförmigen Materials erfordert demnach zwei Hauptbedingungen, eine bedeutende Rostfläche und viele und enge Spalten. Um in einer gegebenen Zeit eine bestimmte Dampfmenge erzeugen zu können, muss eine gewisse Menge Kohle verbrannt werden. Während nun Stückkohle je nach der Grösse der Stücke ganz gut in Schich-

ten von 0.3 bis 0.5^m Höhe verbrannt werden kann, wird das staubförmige Material, ohne besondere Forcirung des Zuges, der Luft nicht mehr den Durchzug gestatten, wenn es in Schichten von mehr als 6 bis 10^m Höhe auf dem Roste lagert. Soll nun die Schicht eine so niedrige sein, so muss, da sowohl die Anzahl der Beschickungen pro Zeiteinheit durch die Erfahrung beschränkt wird, als auch, da die fortwährend nothwendige, durchglühte Unterlage der frischen Kohlschicht eine zwar für die verschiedenen Materialien und Verbrauchsmengen verschiedene, in jedem Falle aber erfahrungsmässig ziemlich genau festgestellte Höhe haben muss, die Flächenausdehnung des Rostes eine sehr bedeutende sein. Diese Ausdehnung kann ebenfalls nur durch die Erfahrung bestimmt werden, indem die Theorie hier vorläufig weiter nichts sagt, als dass auf einem kleinen Roste die hohe Schicht genau ebenso schnell verbrannt werden kann als auf dem grossen Roste die niedere Schicht, wenn nur das für die Verbrennung erforderliche Luftquantum beschafft wird, welches proportional dem Gewichte des Brennstoffes veränderlich ist. Mit der Höhe der Brennstoffschicht hat dieses Luftquantum nichts zu thun, da die Schicht um so weniger gleichmässig durchglüht ist, je höher und je stückreicher sie ist.

Die Erfahrung lehrt, dass die totale Rostfläche etwa verdoppelt werden muss, wenn man gemäss der Wahl eines anderen Brennstoffes für dieselbe Anforderung die Höhe der Schicht um etwa zwei Drittel vermindert. Da ferner das Verhältniss der freien Rostfläche zur totalen nicht wesentlich anders als 1:3 gestaltet werden kann, so sehen wir uns genöthigt, mit der totalen Rostfläche auch zugleich die freie Rostfläche zu verdoppeln, während das Verbrauchsquantum des Brennstoffes dasselbe bleibt. Damit wird aber auch die Geschwindigkeit der Luft in den Rostspalten auf nahezu die Hälfte herabgezogen, worin jedoch nicht nur kein Fehler, sondern der Vortheil liegt, dass nun die untere, ohnehin der Abkühlung am meisten ausgesetzte Fläche der Brennstoffschicht nicht so leicht ausgelöscht wird. Durch die geringe Anfangsgeschwindigkeit der Luft wird auch die innige Vermischung mit dem zerkleinerten Materiale sehr begünstigt. Der grösste Widerstand gegen die Verbrennungsluft bietet sich bei der Staubkohlenfeuerung erst, wenn die Luft bereits durch den Rost hindurch und in die untersten Schichten eingedrungen ist, was auch schon ein aufmerksamer Blick auf die Feuerfläche lehrt. Wir nehmen nämlich wahr, dass die Heftigkeit, mit welcher die Flämmchen aus der Kohlschicht emporspriessen, bei den grossen Belpaire'schen Rosten nicht nennenswerth geringer ist als bei den kleinen Rosten mit hoher Stückenschüttung und gleicher Anforderung an das Feuer, während doch die Geschwindigkeit der Luft in den Rostspalten im ersten Falle nur 2 bis 3^m, im zweiten Falle aber 4 bis 5^m pro Secunde beträgt. Durch mechanisches Herabdrücken und Glätten der Kohlschicht haben wir es ausserdem vollständig in der Hand, den Widerstand so gross oder so klein werden zu lassen, als es uns genehm ist. Jene Manipulation hat jedoch nur bei an und für sich ganz niedriger Kohlschicht Werth und Zweck. Bei hoher Schicht würden wir damit die ohnehin mangelhafte Constitution des Feuers gänzlich ruiniren — den Gang des

Verbrennungsprocesses stören. Die Möglichkeit, nur durch Auflockern oder Zusammendrücken der Kohlschicht die Heftigkeit des Luftzuges wirksam reguliren zu können, ist für die Praxis von ausserordentlichem Werthe. Damit gelangen wir aber zu der Nothwendigkeit, die sonst allgemein übliche Gestaltung und Lage der Feuerthür und des Aschkastens resp. der Aschkastenklappen gänzlich zu verlassen und diese Construction vorzüglich jenem bestimmten Zwecke anzupassen.

Der Rost soll gegen die Rohrwand hin sanft geneigt sein. Einer alten Erfahrung gemäss muss bei längeren Rosten die Kohlschicht nach der Rohrwand zu dicker werden, weil hier ein stärkerer Abbrand erfolgt und nebenbei auch, weil man sorgen muss, dass besonders in der Nähe der Rohrwand immer die nöthige Temperatur herrsche. Wäre nun der Rost horizontal, so müsste man an der Rohrwand Stückkohle feuern, was bei einer, im allgemeinen dünnen Schicht unzweckmässig ist, oder aber die Oberfläche der Kohlschicht würde gegen die Rohrwand hin ansteigen. Im letzteren Falle würden aber die unverbrannten Gase, welche von der Feuerthür aus in einem ohnehin kleinen Winkel gegen die Horizontale, nach der Rohrwand streichen, immer dicht über der Oberfläche der Kohlschicht bleiben. Sie würden sich also fortwährend mit den sonst noch entwickelten unverbrannten Gasen vermengen, würden immer mit der frischen Kohle in mehr oder weniger naher Berührung bleiben und von Rauchverbrennung würde nicht die Rede sein können. Je näher der Rohrwand, um so mehr Rauch würde vorhanden sein, während es bei nach vorne hin geneigten Rosten umgekehrt ist. Demgemäss erschwert ein horizontaler Rost auch die Uebersicht.

Das Einfeuern geschieht alle 3 bis 4 Minuten und da an Quantität erfahrungsmässig nicht viel weniger gebraucht wird, als bei Stückkohlenfeuerung, so ist die Summe des Arbeitsaufwandes bei beiden Feuerungen ziemlich gleich. Vermehrt wird die Arbeit bei der Staubkohlenfeuerung nur dadurch, dass der Heizer sich, um einen Centner Staubkohle zu verfeuern, zweimal öfter herumdrehen muss. Ob derselbe hiergegen vorzieht, mit grossen schweren Stücken und unbeholfenen Schaufeln zu arbeiten, ist Geschmackssache. Die scharfe Aufmerksamkeit, zu welcher der Heizer hinter dem Belpairekessel gezwungen wird, bildet ihn und nützt dem Kessel. Uebrigens wird durch zweckmässigere Vertheilung der Arbeiten zwischen Führer und Heizer dem belgischen Heizer ein angenehmeres Dasein bereitet als die meisten deutschen Heizer es haben; seine nothwendige Arbeit wird ihm durch die vorzügliche Detailconstruction der Feuerungsanlage und der Hilfswerkzeuge so leicht wie möglich gemacht. Die Schaufeln sind leicht und äusserst bequem und der lange Zweizahn ist spielend zu handhaben. Die auf manchen Bahnen gebräuchlichen derartigen Werkzeuge scheinen eher geeignet, den Calamitäten der Eisenindustrie abzuhelpen, als zum Gebrauche zu verlocken.

Die Sohle der Feuerthüröffnung, deren Centrum etwa in der Horizontalebene der untersten Rohrreihe liegt, befindet sich mit dem Fussboden des Tenders, also Kohlenlagers, in demselben Niveau, in welchem auch der Führerstand liegt. Unmittelbar vor der Feuerthür ist in den Führerstand ein Kasten von 475^{mm} Tiefe, 1.155^m Länge und 1.25^m Breite eingelassen,

in welchen der Heizer hinabsteigt, wenn er einfeuern will — resp. in welchem er meistens stehen bleibt. Diesen Anordnungen zufolge braucht der Heizer sich weder beim Nässen und Nehmen der Kohlen, noch überhaupt während des Einfeuerns zu bücken, womit ihm eine der grössten Lasten abgenommen ist.

Die Uebersicht über das Feuer, welche zur Instandhaltung desselben von besonderer Wichtigkeit ist, gestattet der Belpaire'sche Rost weit vollständiger und bequemer als jeder andere Rost. Man braucht nur erst den einen und dann den anderen Flügel der Feuerthür zu öffnen, um ohne Mühe und ohne eine unbequeme Stellung nehmen zu müssen, die ganze Rostfläche zu überblicken. Dabei entzieht sich in der That kein Winkel dem Auge und die Beobachtung ist um so weniger gestört als man nirgendwo blendende Stichflammen, weissglühende armdicke Flammenbüschel und auch nirgendwo Raumbildungen wahrnimmt. Der Heizer lässt den Zweizahn fortwährend neben sich liegen (was bei anderer Anordnung des Führerstandes als der beschriebenen gar sehr geniren würde) und benutzt denselben fleissig, theils um entstandene kleine Vertiefungen mit dem bereits glühenden Material anzufüllen, theils um die ganze Schicht glatt zu klopfen, herabzudrücken und damit, wenn es erforderlich ist, den Widerstand gegen die Verbrennungsluft zu vergrössern etc.

Die grössere Weite der Belpaire'schen Feuerthüröffnung, sowie auch das häufige Oeffnen derselben wird, wie auch die genaueste Beobachtung lehrt, nicht zum Vorwurfe für das System. Denn, wenn Beschickung oder Schüren nöthig ist, so ist auch der Zeitpunkt eingetreten, an welchem die durch den Rost streichende Verbrennungsluft den geringsten Widerstand erfährt. Da ferner die Saugung überhaupt schwächer ist als bei anderen Locomotivkesseln, und endlich die durch die Thüröffnung eintretende Luft einen weiten Weg bis zur Rohrwand zurückzulegen hat, so ist der Unterschied des Widerstandes, welchen die Luft im Roste erfährt, gegen denjenigen, welchen sie in der Feuerthür erfährt, nicht schädlich. Das weit seltenere Oeffnen der Thür einer kurzen Büchse mit hoher Kohlenschicht wirkt ungleich schädlicher.

Das Reinigen eines Locomotivrostes ist während der Fahrt nur sehr selten nöthig. In der Regel wird es kaum erst erfordert, wenn eine Personenmaschine etwa 10 bis 15 Meilen angestrengtester Fahrt, eine Gütermaschine einen diesem entsprechenden Dienst geleistet hat. Das Rostreinigen wird also immer erst dort nöthig sein, wo ohnehin ein längerer Aufenthalt stattfindet. Dies ist so bei Kleinkohlenfeuerung als auch bei Stückkohlenfeuerung u. s. w. Ist es anders, so liegen eben ganz besonders unglückliche Constructions-, Verbrauchs- und Dienstverhältnisse vor, deren keines nicht beseitigt werden könnte. Dass nun beim Stillstande der Maschine resp. bei genügender Musse, ein Locomotivrost um so leichter gereinigt werden kann, je grösser er ist, d. h. je niedriger die Brennstoffschicht pro Flächeneinheit für das Reinigen bleiben darf, braucht wohl kaum gesagt zu werden. Die Schlacken werden nun selbst von den reinen Belpairerosten meistens nur zur Feuerthür herausgezogen. Nur, wenn die Schlacke sich in sehr vielen kleinen Stücken abgesondert hat, reinigen die bel-

gische Führer jede Rosthälfte (d. h. die vordere und die hintere) für sich und entfernen die Schlacke der vorderen Hälfte durch den beweglichen Rost, welcher unmittelbar an der Rohrwand liegt. 326^{mm} lang ist und sein Scharnier richtigerweise auf der der Rohrwand zugekehrten Seite hat.

Das Reinigen des Rostes geschieht bekanntlich wie folgt. Man zieht die noch brauchbaren Kohlen von dem Ende des Rostes nach der Feuerthür her zurück, so dass der Rost etwa zur Hälfte seiner Länge von Kohlen entblösst wird. Während dessen sondert man bereits die mit den Kohlen vermengten oder bei unvorsichtigem Zurückziehen der letzteren schon gelösten Schlacken von den Kohlen und lässt sie liegen oder schiebt sie nach der Rohrwand hinunter auf die Rostklappe (jette feu). Diese wird geöffnet und die Schlacken fallen in den Aschkasten, aus welchem sie an geeigneten Orten von unten her entfernt werden. Bei der neuesten Belpaire'schen Disposition des Aschkastens fällt die Schlacke direct durch die nicht verschliessbare Aschkastenöffnung auf die Erde, was gewiss das einfachste ist. Die Klappe wird schnell wieder geschlossen und nun schiebt man sämtliche Kohle nach der Rohrwand hin auf die gereinigte Rosthälfte, reinigt den oberen Theil auf die nämliche Weise und entfernt die hier befindlichen Schlacken, indem man sie einfach zum Feuerloch herausharkt. Es ist doch unzweifelhaft leicht zu erkennen, wie beschwerlich und lästig die ganze Manipulation ist, wenn das Feuerloch in der verticalen Wand ca. $\frac{1}{2}$ m hoch über dem Roste liegt. Die Schlacke kann dann nur entfernt werden, indem man jedes Stück mit dem Zweizahn oder einer Zange packt und unter der Gefahr es mehrmals fallen zu lassen, herauspracticirt. Bei einer Feuerung nun gar, welche eine nur niedrige Höhe des Kohlenbettes erfordert und sehr viele kleine (nussgrosse) Schlacken neben den festeren Kuchen absetzt, also bei einer Kleinkohlenfeuerung, ist ein so hoch gelegenes Feuerloch ganz unverständlich.

Das Reinigen des Belpairerostes haben wir in Belgien wiederholt versuchsweise auf Schnellzugsfahrten vorgenommen, während der Fahrt selbst. Es war in 5 Minuten gesehehen. Die Dampfspannung fiel dabei um kaum $1\frac{1}{2}$ Atmosphären und auf der dünnen Schicht des noch vorhandenen Brennmaterials war das Feuer sehr schnell wieder in guten Zustand gebracht, was bei den alten Feuerbüchsen bekanntlich äusserst schwierig ist. In dem Fussboden des in den Führerstand versenkten Kastens befindet sich eine Fallthür, durch welche die herausgenommene Schlacke entfernt wird. Diese Fallthür setzt natürlicherweise das Nichtvorhandensein eines Zugkastens für die Kuppelung zwischen Locomotive und Tender voraus. Ein solcher Zugkasten, welcher wenig für sich, vieles aber wider sich hat, existirt auch auf den Locomotiven des Etat Belge nicht; vielmehr wird die hintere Begrenzungswand des Kastens, welcher den Standort des Heizers während des Einfeuerns bildet, als Zug- und Bufferbohle benutzt und der Tender mit der Maschine in ähnlicher Weise verkuppelt wie mit dem Waggon. Zu den vielen Vorzügen dieser Kuppelung, welche in Belgien von jeher im Gebrauch gewesen ist, gehört z. B. auch die Leichtigkeit, mit welcher losgekuppelt werden kann.

Den deutschen Bahnen wird anempfohlen, die Entfernung der Aschkastensole von der Rostfläche nicht zu klein zu wählen, ferner dichten Verschluss der Aschklappe vom Führerstande

aus zu ermöglichen, lange Bodenflächen und womöglich Sicherung der Oeffnungen durch Drahtnetze anzuwenden. Von alledem ist bei den neuesten Belpaire'schen Maschinen nichts zu finden und dennoch wird man in der hier auftretenden Aschkastenconstruction kaum einen Fehler finden.

Vermöge der grossen Länge der Feuerbüchse kann deren Tiefe unter der Kesselachse auf ein Minimum reducirt werden; dies Minimum beträgt vorn 1,192^m, hinten 0,892^m, also in der Mitte 1,042^m bis zur Unterkante der Feuerbüchse. Bei anderen, ähnlich mächtigen Kesseln mit ca. 1,3^m Langkessel-durchmesser beträgt jener mittlere Abstand in der Regel nicht weniger als 1,4^m. Obige Verhältnisse gestatten die ungenirte Unterstützung der Feuerbüchse an beliebiger Stelle ihrer Länge. Die Hinterachse liegt 1,25^m unter der Kesselachse; zwischen Rostunterkante und Achsenmittel liegt eine Entfernung von 200^{mm}, welcher geringe Abstand keinerlei Uebelstände hinsichtlich der Erwärmung der Achse herbeiführt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die in geringer Entfernung von einander liegenden und fortwährend in kalter Luft gebadeten dünnen Roststäbe eine verhältnissmässig niedere Temperatur behalten. Hohe Schichten auf kurzen Rosten strahlen, unterstützt durch die breiten Rostspalten, natürlicherweise weit mehr Wärme nach unten aus, als Achsen ertragen könnten, welche unter den Roste lägen — wenn Platz vorhanden wäre.

Der Aschkasten ist 60^{mm} über der Oberfläche der Achsen über diese hinweggeführt. Auf den Scheitel der Wölbung dieser Aschkasteneinziehung ist zum Ueberflusse noch ein dünnes Winkelblech aufgesetzt, welches eine dreikantige prismatische Luftschicht über der Achse abschliesst und von dem Roste selbst noch 60^{mm} entfernt bleibt. Die eigenthümliche und von allem bisherigen Gebrauche abweichende Lage der Aschkastenöffnungen, sowie das Profil der Aschkastensohle, bewirken eine (wenigstens dem Augenscheine nach) vollkommen gleichmässige Anfachung des Feuers auf der ganzen Fläche, sowie einen zur Rostfläche überall normalen Durchzug der Luft und bewirken endlich, dass die, durch die vordere Oeffnung eintretende Luft nicht unmittelbar an der Rohrwand die Kohlschicht durchbricht und so zu schneller Zerstörung der Rohrwand und viel zu schnellem Abbrande der Kohlen an dieser Stelle beiträgt, sondern dass durch das Zusammenwirken der Richtungen der eingesogenen Luftströme und der abgeführten Gasströme die Luft eben nahezu vollkommen gleichmässig unter der Rostfläche vertheilt ist. Ganz vollkommen wird dies niemals zu erreichen sein oder höchstens durch erhebliche Complicationen, während die vorliegende Einrichtung eine Vereinfachung der bisher gebräuchlichen ist. Aschkappen sind, weil nicht erforderlich, auch nicht vorhanden. So lange die Maschine unter Dampf fährt, fegt die eintretende Verbrennungsluft die Asche immer wieder zurück. Kommt das Blasrohr ausser Thätigkeit, so ist die Asche schon längst abgekühlt und wenn sie nun allmählig herausfällt auf die Strecke, so wird sie eben später im Schuppen

nicht mehr lästig. Uebrigens erinnern wir daran, dass die Rostspalten nur 4^{mm} weit sind. Was da noch herausfällt, kann keinen Brückenbelag mehr in Brand setzen, um so weniger, als die glühenden Stückchen beim Herunterrollen auf der schiefen Ebene der Aschkastensohle beinahe gänzlich ausgelöscht werden.

Eine wichtige Rolle bei der Kleinkohlenfeuerung spielt das Nässen der Kohlen. Von der irrigen Ansicht, dass durch das Nässen irgendwelcher Steinkohle eine Erhöhung ihres Heizwerthes erzielt werde, dürfte wohl Niemand mehr befangen sein. Vielmehr wird dasselbe in der Regel einen — wenn auch ganz unbedeutlichen — Wärmeverlust herbeiführen. In gewissen Fällen, z. B. wenn bei sehr heftiger Fahrt das Feuer in sehr hohe Gluth gekommen ist, geben wir mit Vortheil abwechselnd einen sehr nassen Brei auf. Es würde nämlich ein grosser Theil der in Folge der rapiden Brennstoffverzehrung entwickelten bedeutenden Wärmemenge unbenutzt zum Schornstein hinausfliegen, wenn wir nicht durch das behutsame Aufgeben von Wasser die Verbrennung verzögerten — womit also ein kleiner Verlust absichtlich herbeigeführt wird, um einen grossen Verlust zu vermeiden. Dass diese Maassnahme theoretisch gerechtfertigt ist, wird man leicht erkennen, wenn man sich über die Gasentwicklung klar macht; dass sie praktisch wirksam ist, weiss jeder Führer. Im Uebrigen ist das Nässen der meisten Förderkohlen und aller Staubkohlen nöthig, um die Kohlen für die Verbrennung geeigneter zu machen — was auseinanderzusetzen hier zu weit führen würde.

Wir glauben zur Genüge dargethan zu haben, dass die langen Roste nicht nur da sehr wohl am Platze sind, wo die Natur des Brennmaterials niedrige Schichten verlangt, wie bei Staubkohle und Anthracit, sondern dass man überhaupt keine Stückkohle auf Locomotivrosten verbrennen sollte — dass man vielmehr nur Kleinkohle resp. Staubkohle ankaufen und verfeuern sollte — zur grösseren Ausnutzung der Dampfbildungsfähigkeit der Wassermasse, zur Erhaltung der Büchsenwände, zur Ausnutzung des Materials und zur Ersparung von Brennstoffkosten. Man wird aber kaum jemals durch die Klein- resp. Staubkohlenfeuerung vollkommen befriedigt werden können, wenn man auch nur einen der hier auseinandergelegten Umstände unberücksichtigt lässt. Es darf keineswegs etwa nur bei dem grossen Roste sein Bewenden haben. Die Staubkohlenfeuerung kann nur in der Form ausgenutzt werden, in welcher sie von Belpaire seit langer Zeit ausgenutzt wird. Dass diese Feuerung für jede Locomotivgattung genau gleich gut ist, hat die Erfahrung auf dem grossen Netze der belgischen Staatsbahnen (weit über 1000 Locomotiven im Betriebe) evident bewiesen. Eine andere Feuerung existirt dort gar nicht. Es bedarf vielmehr des Beweises, warum diese Feuerung z. B. für den Schnellzugdienst nicht genügen sollte. Die belgischen Expresszüge fahren auf vielen Strecken mit weit über 80 Kilom. pro Stunde und mit niemals weniger als 14 Achsen Nettolast.

Theorie der Eisenbahn-Gleise-Curven respective theoretische Untersuchung der Wirkung der Conicität der Radreifen auf die Bewegung der Bahnfahrzeuge.

Von J. Schlosser, k. b. Obergeringieur in Kempten.

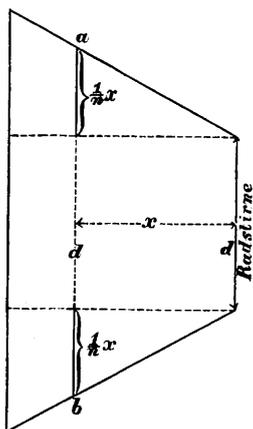
Nachfolgend ist der schüchtere Versuch gemacht, eine Formel zu entwickeln, welche dazu dienen soll, die Spurweiten gekrümmter Gleise durch Rechnung so zu bestimmen, dass die Reibungswiderstände der Fahrzeuge bei ihrer Bewegung in denselben auf das möglichst geringe Maass reducirt werden.

Dieser Zweck dürfte, so weit dies überhaupt möglich ist, erreicht werden, wenn es gelänge, die Lage der beiden Schienenstränge derart zu fixiren, dass die Rolllinien auf denselben den Laufkreisen der Radreifen eines Räderpaares je per Achsumdrehung an Längen gleichkämen.

Dienstbar für diese Entwicklung sind:

- 1) Conicität der Radreifen = $\frac{1}{n}$ (Tangente des Neigungswinkels der Radreifen)
- 2) Breite der Radreifen = b
- 3) Durchmesser der Radreifen = d (an der Radstirne)
- 4) Abstand der grössten Laufkreise eines Räderpaares = c
- 5) Abstand der Schienen-Innenkanten = w (Spurweite)
- 6) Krümmungshalbmesser der Gleise = R .

Fig. 24.



Die Länge eines Laufkreises z. B. Kreis a b (Skizze) ist allgemein $= \left(d + \frac{2x}{n}\right) \pi = \frac{(dn + 2x)\pi}{n}$ wenn x die Entfernung des resp. Laufkreises von der Radstirne bezeichnet.

Hieraus ergibt sich für die Länge des grössten Laufkreises bei $x = b$ der Ausdruck:

$$\frac{(dn + 2b)\pi}{n} \quad \dots \quad I$$

Ebenso ergibt sich für die Länge des grössten Laufkreises am inneren Radreifen desselben Räderpaares bei $x = b + c - w$ der Ausdruck:

$$\frac{\{dn + 2(b + c - w)\}\pi}{n} \quad \dots \quad II$$

Nachdem nun bei der Eingangs erörterten Voraussetzung der Gleichheit der Laufkreise eines Räderpaares mit den Rolllinien auf den beiden Schienen eines gekrümmten Gleises,

dann bei dem proportionalen Verhältnisse dieser Rolllinien zu ihren zuständigen Radien sich der Ausdruck erstellt:

$$\frac{(dn + 2b)\pi}{n} : \frac{\{dn + 2(b + c - w)\}\pi}{n} = R : (R - w)$$

so ergibt sich:

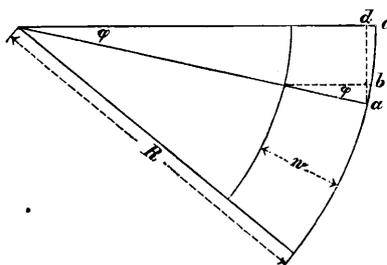
$$w = \frac{2cR}{2R - 2b - d} \quad \dots \quad III$$

$$R = \frac{(dn + 2b)w}{2(w - c)} \quad \dots \quad IV$$

Eine andere Art der Lösung dieser Aufgabe wäre folgende:

Die Differenz der per Achsumdrehung aufgerollten Laufkreise eines Räderpaares nach Formel I und II ist

Fig. 26.



$$= \frac{2(w - c)\pi}{n} = a b$$

und wenn keine Gleitreibung eintreten soll, so muss

$$\frac{2(w - c)\pi}{n} = w \varphi$$

sein, nachdem φ den Winkel darstellt, welcher zum Bogen die

Peripherie eines Rades hat. Da aber dieser Winkel wegen des grossen Radius sehr klein ist, so kann man statt seiner auch seinen Sinus setzen = $\frac{a d}{R} = \frac{a c}{R}$ (und bei $a c =$ dem grössten Laufkreise des äusseren Rades)

$$= \frac{(dn + 2b)\pi}{nR} : \text{also } w \varphi = \frac{w(dn + 2b)\pi}{nR} = \frac{2(w - c)\pi}{n}$$

und hieraus:

$$w = \frac{2cR}{2R - 2b - d} \quad \dots \quad III$$

$$R = \frac{(dn + 2b)w}{2(w - c)} \quad \dots \quad IV$$

Wenn nun die Grössen b, c, d, n und w als gegeben angenommen werden, so kann es nur ein bestimmtes R sein, bei dessen Anwendung zur Gleisegestaltung keine Gleitreibung stattfindet; während:

- A. bei jedem grösseren R Gleitreibung am inneren Strange und
- B. bei jedem kleineren R Gleitreibung am äusseren Strange stattfindet.

Setzt man z. B. die Grössen

- $b = 0,105^m$
- $c = 1,425^m$
- $d = 1,842^m$ (bayr. Eilzugs-Maschine)
- $n = 15$ und
- $w = 1,465^m$ (Max.-Spurweite)

so findet man aus IV $R = 509,82^m$ als den Radius, bei welchem eine Gleitreibung nicht stattfindet. Wendet man dann zur Probe in Formel III, $R = 509,82^m$, an, so findet man wieder $w = 1,465^m$.

Ebenso findet man:

- 1) bei $w = 1,459^m$ $R = 600^m$
- 2) " " = $1,450^m$ " = 800^m
- 3) " " = $1,445^m$ " = 1000^m
- 4) " " = $1,435^m$ " = 2000^m .

Hat man aber einen grösseren Radius für dasselbe w , z. B. R , so muss das innere Rad von n , bis m gleiten, da dasselbe beim Punkte n , seine Peripherie schon abgerollt hat. V

Fig. 27.

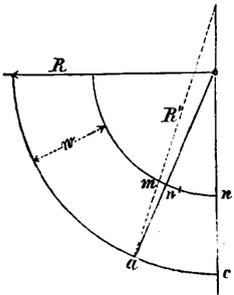
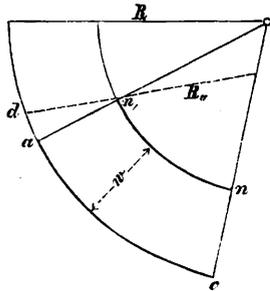


Fig. 28.



Hat man dagegen einen kleineren Radius für dasselbe w , z. B. R'' , so muss das äussere Rad von a nach d gleiten, weil dasselbe seine Peripherie bei a schon abgerollt hat. VI

Es ist sonach der Beweis erbracht, dass bei Curven von gegebenen Radien bei den hierfür aus III gefundenen Werthen für die Spurweiten keine Gleitreibung stattfindet.

Wird übrigens der Fall V, bei welchem Gleitreibung auf dem inneren Strange stattfindet, untersucht, so findet man,

dass diese Erscheinung die Bewegung der Fahrzeuge in Curven dadurch begünstigt und die Sicherheit erhöht, dass in Folge gedachter Gleitreibung auf dem inneren Strange das äussere Rad von dem äusseren Strange abgezogen und hierdurch in die Curvenrichtung gelenkt bzw. der Wirkung der Centrifugalkraft entgegengearbeitet d. i. das äussere Rad zu einem kleineren und das innere zu einem grösseren Laufkreis gezwungen und so die Differenz n, m abgeschwächt wird; während umgekehrt, Beispiel VI, das gerade Gegentheil der Fall ist, weil hier in dem Grade, als das innere Rad dem äusseren vorläuft, das Hindrängen desselben gegen den äusseren Strang wächst.

Hieraus folgt:

Die zulässige grösste Spurweite ist in allen Curven stets anzuwenden, d. i. auch gerade dann, wenn dieselbe Gleitreibung am inneren Strange zur Folge hat, weil sie überhaupt die Bewegung der Fahrzeuge mit festen Achsen in den Curven ohnehin schon begünstigt und insbesondere bei Erzeugung von Gleitreibung auf dem inneren Strange der Wirkung der Centrifugalkraft entgegenarbeitet und hierdurch die Fahrzeuge in die Richtung der Krümmung lenkt, also die Sicherheit erhöht.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Oberbau.

Die eisernen Langschwelen-Systeme auf der Pariser Ausstellung (1878) von J. Vautherin, Barthélemy Brunon und de Soignie.

(Hierzu Fig. 9—16 auf Taf. XXV).

I. Vautherin's eiserne Langschwelen mit Fahrschienen von Stahl. Die Anwendung der Stahlschienen wird immer allgemeiner, sie sind besonders vorthellhaft, wenn sie auf Langschwelen statt auf Querschwellen befestigt werden, da die fortlaufende Unterstützung das Gewicht der Schienen zu vermindern gestattet.

Die Langschwelle Vautherin's unterscheidet sich von dessen eiserner Querschwelle durch die grössere Breite und durch an der Deckplatte angewalzte vorspringende Ränder, an welche sich die Befestigungsschrauben anlehnen.

Die Fig. 9 u. 10 auf Taf. XXV stellt ein System der Schienenbefestigung auf den Langschwelen ähnlich dem bei Vautherin'schen Querschwellen angewandten, dar, mit der Abweichung, dass auf der einen Seite statt der Klauen eine einfache Schraube mit konischer Mutter und auf der andern Seite ein elastischer Krampen angewandt ist, welcher sich gegen den Rand der Langschwelen stützt und beim Zusammendrücken der Nasen das Herausnehmen gestattet.

Das beschriebene System bildet eine Befestigung mit Ausgleichung, die um so zweckmässiger ist, als die Schienen nicht immer vollkommen gerade sind und ist bei diesem System der

Langschwelen unentbehrlich, damit die Befestigung mehr oder weniger rechts oder links erfolgen kann, je nachdem sich der Schienenfuss näher oder entfernter von dem correspondirenden Rand der Langschwelle befindet.

Diese Langschwelle hat eine Länge von 6^m und ruht mit ihren beiden Enden auf ähnlich geformten zwei Querschwellen, welche nur an Stelle der beiden vorspringenden Seitenränder mit einer kleinen Rippe in der Mitte der Deckplatte versehen sind und welche dazu dienen, die Längerverschiebung der Langschwelen zu verhindern, indem diese mit ihren Enden an die Rippe anstossen (Fig. 11).

Die Querschwellen sind an den Enden aufgebogen, um der Langschwelle und Schiene die bestimmte Neigung zu geben. Die Art der Befestigung der Langschwelle auf der darunter liegenden Querschwelle ist in Fig. 10 dargestellt. Die genaue Spurweite wird durch Schraubenstangen, welche durch die Schienenstege gezogen sind, hergestellt.

Das Gewicht der Langschwelle beträgt 24 Kilogr. pro lauf. Meter; dasselbe kann ohne Nachtheil auf 22 Kilogr. vermindert werden, wenn man eine leichtere Schiene mit einem nur 90^{mm} breiten Fuss verwendet.

Die Gewichte und Preise der Langschwelen mit Befestigungstheilen und Schienen werden für Belgien und England sich folgendermaassen stellen:

2000 ^m Langschwelle von 24 Kilogr. pro Meter = 48000 Kilogr.	
à 16 Fr.	7660 Fr.
166 Querschwelle von 60 Kilogr. pro Meter	
= 9860 Kilogr. à 16 Fr.	1593 «
2000 ^m Schienen von 28 Kilogr. in Gussstahl	
= 56000 Kilogr. à 17 Fr.	9520 «
Befestigungsmittel der Schienen	800 «
Laschen und Laschenbolzen	530 «
Spurstangen	270 «

Preis pro Kilometer 20373 Fr.

Daher pro lauf. Meter 20 Fr. 37.3 Cent., während sich der Vautherin'sche Querschwelle-Oberbau in den genannten Ländern gegenwärtig 19 Fr. 70 Cent. stellt. In Frankreich berechnet sich in Folge der höheren Eisenpreise der beschriebene Langschwelle-Oberbau auf 24 Fr. 40 Cent., während der Vautherin'sche Querschwelle-Oberbau 23 Fr. 50 Cent. kostet.

II. Das Langschwelle-System nach Barthélemy Brunon. Dieses System ist sowohl bei breitbasigen als doppelköpfigen Schienen anwendbar; wir wollen hier nur die erstere Construction beschreiben, welche in Paris unter Classe 64, Gruppe VI ausgestellt war. Es ist dieses ein gemischtes System, denn die Langschwelle, auf welchen die Schienen ruhen, sind in Abständen von 4^m unterbrochen, um an diesen Stellen Querschwelle ebenfalls direct unter den Schienen aufzunehmen. Die Fig. 13 auf Taf. XXV zeigt diese Anordnung im Grundriss. Auf 8^m Bahnlänge sind erforderlich:

- 1) Eine Querschwelle am Stoss,
- 2) Eine mittlere Querschwelle.
- 3) Vier Langschwelle von 3,50^m Länge.

Die Befestigungspunkte in einer Anzahl von 10 Stück an jeder Seite des Schienenstranges sind in Entfernungen von 80^{cm} angebracht.

Die Querschwelle am Stoss und in der Mitte bestehen aus gewalztem und gepresstem Eisenblech von halbkreisförmigem Querschnitt.

Die Form der Laschenplatten nebst gebogenem Bolzen und Muttern zum Festhalten des Schienenfusses sind aus der Fig. 12 auf Taf. XXV zu entnehmen. Dieselbe Figur zeigt auch den Querschnitt der Langschwelle von der Gestalt eines umgekehrten und abgeflachten V. Die Wandstärke schwankt zwischen 6 und 9^{mm}. Der Schienenfuss ruht auf einer 9^{cm} breiten Deckplatte der Langschwelle, während die geneigten Seitenwände eine Basis von 30^{cm} haben, um eine genügende Auflagefläche in der Bettung zu erhalten.

Ein gebogener Bolzen von 25^{mm} Durchmesser und halbcylindrischem Querschnitt dient zum Festschrauben an den Befestigungsstellen, welche einerseits die Ränder des Schienenfusses umfassen und zugleich die Spurweite sichern. Die gewöhnliche Neigung der Schienen wird durch ein Aufbiegen der Querschwelle an den Enden und Unterstopfen des Bettungsmaterials unter die Langschwelle erlangt.

Das Gewicht einer mittleren Querschwelle beträgt:

Schwellekörper	27 Kilogr.
2 Bolzen	2 «
4 Scheiben oder Deckplättchen	3 «
Im Ganzen	32 Kilogr.

Gewicht einer Stossverbindung:

Schwellekörper	36 Kilogr.
4 Bolzen	4 «
4 Laschenbolzen	2 «
4 Laschen und 8 Deckplättchen	8 «

Im Ganzen 50 Kilogr.

Gewicht eines lauf. Meters Langschwelle 22,142 Kilogr.

Preis eines lauf. Meters Gleise mit Lang- und Querschwelle (ohne Fahrschiene):

1 Querschwelle am Stoss mit Befestigungstheilen	50 Kilogr.	
wiegend	= 14 Fr. 00 Cent.	
1 mittlere Querschwelle	32 Kilogr.	= 9 « 00 «
14 ^m Langschwelle	310 Kilogr. à 20 Fr.	
die 100 Kilogr.	= 62 « 00 «	
16 gebogene Bolzen	16 Kilogr. à 0,40 Fr.	= 6 « 40 «
32 Scheiben oder Deckplättchen	24 Kilogr.	
à 0,20 Fr.	= 4 « 80 «	
Im Ganzen	= 96 Fr. 20 Cent.	

Für 8^m Gleise daher $\frac{96 \cdot 20}{2} = 12$ Fr. pro lauf. Meter.

III. Eintheiliges Langschwelle-System de Soignie. Das aus einem einzigen Gussstahlstück hergestellte Langschwelle-System de Soignie, wovon die Zeichnung in Paris ausgestellt war, hat einige Aehnlichkeit mit der Barlow-Schiene. Das Profil unterscheidet sich durch geringere Breite und etwas grössere Höhe als letztere.

Die Schiene oder Langschwelle ist aus einem einzigen Stahlgussblock auf einem Reversir-Walzwerk, ohne Schweissung, gewalzt, sie hat eine geneigte Lauffläche von 1:20 ohne Vorsprünge und Vertiefungen, der Kopf hat die gewöhnliche Stärke, ohne die verticale Widerstandsfähigkeit zu beeinträchtigen. Die Seitenflügel sind in ihren oberen Theilen verstärkt und endigen mit Verstärkungsrippen von geringer Breite. In Folge dieser Anordnung liegt die Langschwelle fest in der Bettung, mit welcher sie gleichsam einen Körper bildet.

Der Constructeur glaubt, dass der vom rollenden Material ausgeübte Druck nur eine schwache Neigung zum Aufbiegen der Seitenflügel der Schwelle ausübt, deren Widerstand noch durch die ihr eigne Elasticität vermehrt wird.

Ausserdem trägt die Rippe unter dem Kopf in der Höhlung dieser Langschwelle noch wesentlich zur Vermehrung der Stabilität des Gleises bei.

Dieses Gleisesystem besteht aus: 1) Aus zwei Langschwelle von dem Profil der Fig. 14 auf Taf. XXV, die meist in Längen von 9^m verwendet werden. 2) In Querverbindungen von L-Eisen, die abwechselnd in 4 und 5^m Entfernung unter den Langschwelle angebracht sind (Fig. 14 und 15). Die Laschenverbindung der Langschwelle (Fig. 14 und 15) befindet sich immer in der Mitte des Zwischenraumes von 4^m.

Jede Querverbindung ist 2,20^m lang und an der äussern Seite durch 2 aufgenietete Schliessplättchen, welche die Spurweite sichern und an der innern Seite durch 2 Schrauben mit Unterlagsscheiben verbunden.

Zur Erhaltung des Principis der gleichmässigen Unterstützung des Langschwelle-Oberbaues sind starke Querverbindungen, welche sich mit den Bedingungen der Langschwelle nicht ver-

einigen lassen, vermieden und nur Querverbindungen von geringer Breite angewandt, welche durch ihr Eingreifen in die Bettung die Längenverschiebungen verhindern.

Die Schienenstösse entbehren ganz der Querträger, eine breite und kräftige Lasche stellt die Continuität her und unterstützt diese schwachen Punkte des Gleises in vorzüglicher Weise. Zur Ausgleichung der Dilatation sind die Bolzenlöcher in den Laschen oval.

Von vier Langschwelen sind je zwei an ihren Enden durch angenietete Laschen verbunden, während die andern beiden auf den sattelförmig vorstehenden Laschen durch Schraubenbolzen mit viereckigen Ansätzen und Unterlegschrauben verschraubt sind (Fig. 14 und 15 auf Taf. XXV).

Nach Angaben des Constructeurs ist ein Bettungsmaterial aus grobkörnigem Sand, vermischt mit Kieselsteinen vorzüglich, es stopft sich dieses in die Höhlungen der Langschwelen gut und bildet einen festen und dauerhaften Kiesrücken.

Die Langschwelle de Soignie wiegt . . . 51,5 Kilogr.
pro lauf. Meter: dies ergibt pro Meter Gleise 103 «
100 Kilogr. ergeben bei 100 Fr. pro Tonne 18 Fr. 54 Ctm.
Klein-Eisenzeug und Montage 2 « 03 «

Im Ganzen pro Meter . . . 20 Fr. 57 Ctm.

Während der Oberbau mit Vignoles-Schienen auf hölzernen Querschwellen 21 Fr. 69 Ctm.
pro Meter kostet und der eiserne Oberbau
nach System Hilf 22 « 22 «

Unsere Quelle enthält ferner noch die Beschreibung der bekannten eisernen Oberbau-Construction von Hagmeister & Wagner (siehe Organ 6. Suppl. Bd., S. 49), Hilf (ebendasselbst S. 44), de Serres & Battig (daselbst S. 50), Legrand (einer Nachahmung des letzteren Systems) und Hohenegger (6. Suppl. Band des Organs S. 49).

(Revue générale der chemins de fer. 1879. Januar. S. 3).

Vorteilhafte Verwendung alter Bahnschwelen zu Zäunen.

Die alten unbrauchbaren Bahnschwelen werden häufig zu Schneezäunen benutzt dadurch, dass die Schwelen dicht an einander in die Erde gesetzt werden. Das grösstentheils schon verdorbene Holz verfault in der Erde sehr schnell, so dass eine baldige Erneuerung oder Kürzung der Schwelen nothwendig wird. — Zur Vermeidung dieses Uebelstandes wird vorgeschlagen, einzelne gesündere Schwelen in solcher Entfernung in den Boden einzugraben, dass dazwischen eine horizontal gelegte Schwelle mit den vertical stehenden durch passende Einschnitte verbunden werden kann. An diesem horizontalen Riegel sollen halbe Schwelen, welche den Boden nicht berühren, vertical befestigt, und ausserdem noch oben und unten durch sog. Wald- oder Spalt-Latten mit verwechselten Stössen unter sich verbunden werden. Obgleich die Ersparniss nicht gross ist, so soll doch die Dauer der nicht in der Erde stehenden Schwelen eine wesentlich längere und die Unterhaltung der Zäune eine erheblich billigere sein.

Georg Osthoff.

(Deutsche Bauzeitung, 1879, Seite 204.)

Eiserner Oberbau nach System Wood.

(Hierzu Fig. 17—19 auf Taf. XXV.)

Dieses System ist sowohl bei Vignoles-Schienen als doppelköpfigen Schienen anwendbar, wie die Skizzen Fig. 17—19 auf Taf. XXV zeigen.

Jede Unterlage besteht nur aus 5 Theilen, 1 eisernen Querschwellen, 2 schmiedeeisernen gebogenen Krampen, welche mittelst 2 Holzkeilen die sichere Verbindung mit den Schienen herstellen.

Bei normaler Spurweite haben die Querschwellen eine Länge von 2,40^m und wiegen 41 Kilogr.; eine complete Querschwellen, einschliesslich der Krampen und Holzkeile wiegt 48 Kilogr. und kostet 9 Frs. 30 Cent.

Mit diesem durch seine Einfachheit sehr beachtenswerthen Oberbau werden gegenwärtig auf der North-Eastern-Eisenbahn Versuche angestellt.

Der hauptsächlichliche Einwurf, welchen man diesem System machen kann, besteht darin, dass die Schienen mittelst der veränderlichen und durch Eintrocknen leicht dem Lockerwerden unterworfenen Holzkeile festgehalten werden, welche ein häufiges Nachtreiben der Keile nöthig machen.

(Nach Engineerig 1878.)

Böttger's patentirter eiserner Oberbau für Strassenbahnen.

(Hierzu Fig. 12—15 auf Taf. XXII.)

Bei dem durch die Fig. 12—15 auf Taf. XXII veranschaulichten Oberbau werden die Fahrschienen durch gusseiserne Stühle unterstützt, welche eine Grundfläche von 45.25^{cm} haben und in Abständen von je 1,5^m liegen; der Schienen-Stoss ist mit 9,60^m Abstand von den nächsten Unterstützungen frei schwebend angeordnet. Ueber die Verbindung der Schiene mit dem Stuhl und die Querverbindungen geben die Fig. 12 und 13 Auskunft, zu denen zu bemerken ist, dass die nahe über der Grundplatte des Stuhls liegende Querverbindung nur in Curven, Weichen etc. in Anwendung kommt. Die Laschen erhalten bei einer Länge von 50^{cm} die Form nach Fig. 15. Da, wo eine besonders starke Inanspruchnahme der Schienen durch Lastfuhrwerke in Aussicht steht, kann die Steifigkeit derselben dadurch vergrössert werden, dass unter der Schiene eine Reihe von würfelförmigen Steinen eingebettet wird.

Das System gestattet ohne grosse Aenderung die Anwendung eines Rillen-Profils der Schiene; die Ausführung ohne Rille bietet aber mehrere Vortheile, zu denen z. B. die erschwerte Befahrung durch gewöhnliches Strassenfuhrwerk, ferner die erleichterte Passirung von kreuzendem Fuhrwerk, die verringerte Gefahr des Festklemmens der Hufeisen-Stollen und endlich die Verhinderung des Ansammelns festgewordener Schmutzmassen zählen, welche letztere in Folge der Selbstentwässerung der Fahrille und des Auswärtsdrängens der Schmutztheilchen beim Befahren der Gleise zu Stande kommt.

Ohne Zweifel ist der neue Oberbau nach mehreren Richtungen hin günstig. Müssen z. B. die Gleise behufs Anlage etc. von Canälen und Röhren vorübergehend entfernt werden, so ist (wie leicht zu ersehen) der zur Fortnahme und Neulegung derselben erforderliche Zeit- und Mühe-Aufwand nur ein äusserst geringer.

Noch weitere wesentliche Vortheile liegen in der Art und Weise begründet, mit welcher die verschiedenen Theile des Oberbaues mit der Bepflasterung der Strasse in Berührung treten. Es sind an den Innenseiten der Schienen zwar Einzelreihen von Pflastersteinen zu versetzen, zu denen ein Material von besonders guter Beschaffenheit erforderlich ist; doch können an Orten, wo ein solches Material sehr kostspielig ist, und ebenso für makadamisirte Strecken Rillenschienen nach Fig. 14 angewendet werden.

Diese in Einzelfällen erwachsende Kostspieligkeit wird indess durch die Vorzüge, welche der neue Oberbau für gute Instandsetzung und Erhaltung der Strassenpflasterung bietet, reichlich wieder eingebracht. Es ist, um die Pflasterung in gutem Stande zu erhalten, nothwendig, dass die Pflastersteine verhindert werden, sich auf irgend welche Theile des Eisen-Einbaues der Gleise aufzusetzen oder mit ihren Fussflächen auch nur in allzu grosse Nähe solcher Theile zu kommen, und es muss ferner der Oberbau die Verwendung von Steinen mög-

lichst würfelförmiger Gestalt zulassen, damit Kippungen oder Aufbauchungen anliegender Steine verhütet werden.

Die Gutehoffnungshütte bei Oberhausen hat die Ausführung übernommen und stellen sich die Material-Kosten nach heutigen Preisen auf 15—16 M. f. d. Meter gerader Gleisstrecke, frei auf den Bahnwagen geliefert loco Oberhausen a. d. R. Die Kosten des Legens, sowie der Pflasterung werden selbstverständlich mit den Localverhältnissen wechseln, sind aber im allgemeinen niedriger, als bei sonstigen Oberbau-Systemen.

Die Bremer Pferdebahn-Gesellschaft hat mit dem neuen Oberbau eine Probestrecke von 50^m legen lassen und es hat der Betrieb dieser Strecke den Beweis geliefert, dass das Fahren auf derselben ein sehr angenehmes und ruhiges ist und die Wagen weniger schwanken als bei in Bremen seither angewandten hölzernen Oberbau mit (sehr leichten) Flaschschienen.

Das im vorstehenden beschriebene Schienenprofil ist, wie schliesslich bemerkt wird, bereits zu den Pferdebahnen in Antwerpen, Cöln, Düsseldorf und Metz zur Anwendung gekommen.

Maschinen- und Wagenwesen.

Ueber die Theorie der Wirkung der Bremsen auf die Räder eines Eisenbahnzuges

von Mr. W. R. Browne.

Die Folgerungen, welche Captain Galton aus seinen Experimenten gezogen hat, lassen sich mit den theoretischen Principien der Wirkung der Bremsen in Uebereinstimmung bringen, wozu die folgende Betrachtung dienen mag.

Wir beschränken uns Einfachheit halber auf ein einziges Rad an einem Zuge, welcher sich mit einer gleichmässigen Geschwindigkeit bewegen soll. Während das Rad auf der Schiene rollt, dreht es sich um seine Achse, mit einer derartigen Winkelgeschwindigkeit, dass seine lineare Umfangsgeschwindigkeit derjenigen des Zuges gleich ist. Es wird ferner jeder Punkt am Rade eine Bewegung haben, welche zusammengesetzt ist aus der Rotationsbewegung desselben und aus der horizontalen Bewegung des Zuges. Um in unserer Betrachtung diese zusammengesetzte Bewegung zu umgehen, denken wir uns, der Mittelpunkt des Rades sei stationär, und die Schiene bewege sich unter dem Rade mit einer Geschwindigkeit, gleich der des Zuges aber in entgegengesetzter Richtung, und übertrage diese Bewegung auf das Rad; durch welche Vorstellung an dem gegenseitigen Verhalten zwischen Rad und Schiene nichts geändert wird: so wird die Wirkung thatsächlich dieselbe sein, als ob die Schiene von der Locomotive unter einem stationären Rade weggezogen würde, anstatt dass wie in Wirklichkeit, das Rad über eine stationäre Schiene gezogen wird.

Nehmen wir nun an, die Bremsen seien nicht in Thätigkeit gesetzt, und vernachlässigen wir vorerst alle Reibung in den Lagern u. s. w. so wird die Kraft, welche nöthig ist um die Bewegung aufrecht zu erhalten gleich Null sein.

Es werden nun die Bremsen mit einer Kraft P an das Rad angepresst, so wird dadurch eine Kraft fP (wo f der Reibungscoefficient ist) hervorgerufen werden, welche tangential

zum Rade wirkt und das Bestreben hat, die Rotationsbewegung desselben aufzuhalten: ferner wird dieselbe durch den Reibungswiderstand oder die Adhäsion zwischen Rad und Schiene auf die letztere übertragen und sucht die Bewegung desselben anzuhalten.

Soll nun unter diesen Umständen die Bewegung aufrecht erhalten werden, so muss von der Maschine aus eine Kraft gleich fP , aber in entgegengesetzter Richtung wirkend, ausgeübt werden. Daher folgt:

(A) dass die Vermehrung der Zugkraft beim in Thätigsetzen der Bremsen (oder mit anderen Worten: die Verzögerungswirkung der Bremsen) gleich ist der tangentialen Reibung der Bremse am Radumfang.

Diese Folgerung ist jedoch blos für den Fall genau richtig, dass die Geschwindigkeit gleichförmig erhalten wird.

Wird ein Zug durch die Reibung in den Bremsen zum Stehen gebracht, so wird ein Theil dieser Reibung erfordert, um die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades in Uebereinstimmung mit der nachlassenden Zuggeschwindigkeit zu vermindern, und soweit das Anhalten des Zuges in Betracht kommt, geht dieser Theil des Reibungswiderstandes verloren: derselbe ist jedoch in der Wirklichkeit ein kleiner Bruchtheil des Gesamtwiderstandes und ist für alle Geschwindigkeiten derselbe, da ja die Verzögerung der Geschwindigkeit eines Körpers blos von dessen Masse und von der auf denselben wirkenden Kraft abhängt, und nicht von der Anfangsgeschwindigkeit des Körpers.

Wäre nun die Adhäsion zwischen Rad und Schiene unbegrenzt, so wäre der Gegenstand hiermit erschöpft: da dieselbe jedoch eine Grenze hat, so fahren wir fort und bezeichnen diese Grenze mit FW , wo F der Coefficient für statische Reibung zwischen Rad und Schiene ist, welcher bedeutend grösser ist als der Coefficient für dynamische Reibung zwischen Rad und Bremsklotz, welchen wir mit f bezeichnen.

Es werde nun der Druck so weit erhöht, dass die Reibung in den Bremsen fP grösser als die Adhäsion $F'W$ wird; so wird, da die von der Schiene ausgeübte Kraft nie grösser als $F'W$ sein kann, was auch immer die Zugkraft der Maschine sei, die Differenz dieser zwei Reibungswiderstände, welche in entgegengesetzten Richtungen wirken, in ihrer Eigenschaft, als eine Kraft welche nicht im Gleichgewicht ist, die Rotation des Rades aufzuheben suchen.

Hätte das Rad kein Trägheitsmoment, so würde augenblickliches Stillstehen desselben eintreten: in Wirklichkeit jedoch wird Stillstand erst nach Verfluss eines gewissen Zeittheiles eintreten, und es wird dieser Zeittheil um so grösser sein, je grösser die Masse und Geschwindigkeit des Rades ist, und um so kürzer, je grösser die Differenz zwischen fP und $F'W$ ist.

Dieser Zeittheil ist jedoch in allen Fällen sehr gering, denn sobald die Rotationsbewegung des Rades unterbrochen worden ist, so dass es auf den Schienen gleitet, so schlägt der Reibungscoefficient zwischen Rad und Schiene von seinem ursprünglichen Werthe für statische Reibung, auf den viel geringeren Werth für dynamische Reibung um, so dass die Differenz der beiden Reibungswiderstände, was sie auch ursprünglich gewesen sein mag, nunmehr bedeutend vergrössert wird: und da es diese Differenz ist, welche der Rotation entgegenwirkt, so wird nun in sehr kurzer Zeit Stillstand eintreten. Daher folgt: (B) dass das Rad so lange fortfährt sich mit der Zuggeschwindigkeit umzudrehen, bis der Reibungswiderstand zwischen Rad und Bremsklotz grösser wird, als der zwischen Rad und Schiene; und dass von da ab die Rotation innerhalb einer sehr kurzen Zeit aufhören wird.

Wäre der Reibungscoefficient f des Bremsklotzes für alle Geschwindigkeiten der gleiche, so würde der, das Festklemmen der Räder verursachende Druck auch für alle Geschwindigkeiten der gleiche sein; nur würde zum Festklemmen bei grosser Geschwindigkeit mehr Zeit erforderlich sein als bei kleiner. Dies ist jedoch nicht der Fall, da mit zunehmender Geschwindigkeit der Reibungscoefficient abnimmt, und deshalb ein stärkerer Druck nöthig ist, um das Rad bei grosser Geschwindigkeit festzuklemmen als bei geringer. Unter allen Umständen jedoch ist die Grösse der tangentialen Bremsreibung, bei welcher das Rad festgeklemmt wird, unabhängig von der Geschwindigkeit, es sei denn, dass die Schienenreibung mit der Geschwindigkeit variire, welche anzunehmen kein Grund vorliegt.

Betrachten wir nun, was stattfindet, nachdem das Rad festgeklemmt ist. In dem Augenblicke wo dasselbe zur Ruhe kommt, und wo daher seine Bewegung unter dem Bremsklotz sehr gering ist, wird der Reibungscoefficient zwischen beiden von dem Werthe für dynamische Reibung auf den viel höheren für statische Reibung umschlagen; der Reibungswiderstand des Bremsklotzes wird deshalb bedeutend vergrössert werden, ohne dass jedoch eine Vermehrung der Zugkraft nöthig wird, da die Adhäsion zwischen Rad und Schiene ihre begränzte Leistung nicht überschreiten kann. Es wird dies durch einige der Diagramme bestätigt, in welchen die Reibungslinie stets einen raschen Zuwachs im Augenblicke des Festklemmens aufweist, während die Zugkraft stationär bleibt, oder sogar fällt.

Obgleich durch das Unterbrechen der Rotation des Rades ein gewisses Quantum der lebendigen Kraft desselben vernichtet wird, so hat dies doch keinen verzögernden Einfluss auf den Zug, da die verlorene Bewegung bloss die Rotationsbewegung des Rades um seine stationäre Achse ist, und deshalb keine Componente in irgend einer Richtung im Raume hat. Sobald das Rad vollkommen festgeklemmt ist, so wird die Bremsblockreibung zu einem blossen mechanischen Mittel reducirt um das Rad festzuhalten und hat weiter keine Einwirkung mehr auf das Anhalten des Zuges. Die ganze Arbeit des Anhaltens wird von da an einzig und allein von der Schienenreibung verrichtet. Diese hat aber nun bloss ihren geringen Werth für dynamische Reibung und nicht mehr ihren grösseren Werth für statische Reibung (gewöhnlich Adhäsion genannt), welcher das Maass der verzögernden Kraft gab so lange die Räder sich drehten; daher folgt: (C) dass die verzögernde Kraft, welche zum Anhalten eines Zuges zu Gebot steht, grösser ist, so lange die Räder sich drehen, als nachdem sie festgeklemmt sind, und zwar etwa im Verhältnisse der statischen zur dynamischen Reibung zwischen Rad und Schiene. Hierzu mag noch beigefügt werden, dass (D) diese dynamische Reibung noch geringer wird, je länger die Räder festgeklemmt sind in Folge des Glattschleifens der berührenden Flächen. Diese Erscheinung ist in den Diagrammen durch das allmähliche Herabsinken der Zugkraftlinie dargestellt: sie wurde von Professor Kennedy als eine wahrscheinliche Hauptursache der verringerten Verzögerungswirkung festgeklemmter Räder angeführt; es erhellt jedoch sowohl aus den Diagrammen, als aus den obigen Betrachtungen, dass deren Einfluss verhältnissmässig unbedeutend ist.

Schreiten wir nun zu dem Fall, dass der Druck an den Bremsklötzen aufgehoben wird, so dass die Räder wieder frei werden, so ist klar, dass, sobald die Bremsklotzreibung unter die Schienenreibung herabsinkt, die Differenz dieser beiden, als eine Kraft welche nicht im Gleichgewicht ist, das Rad zu drehen sucht, was dann auch stattfindet. Die lebendige Kraft, welche dabei vom Rade aufgenommen wird, muss ihm natürlich von der Schiene mitgetheilt werden, was sich durch vermehrte Zugkraft in derselben fühlbar macht: überdies wird im Augenblicke, wo das Rad seine volle Geschwindigkeit erreicht, die Schiene und der Radumfang gegenseitig zur Ruhe kommen, somit die Reibung von dem dynamischen zum statischen Werthe umschlagen. Die Zugkraft, welche dieselbe nun auf das Rad auszuüben im Stande ist, wird um ein bedeutendes vergrössert sein und die noch mangelnde lebendige Kraft wird dem Rade sehr rasch mitgetheilt werden, wobei sich auch ein entsprechend rascher Zuwachs an Zugkraft fühlbar machen wird.

Es lässt sich dies auch auf folgende Art erklären: Man denke sich den Reibungscoefficienten unbegrenzt, so würde das Rad augenblicklich seine volle Geschwindigkeit erhalten, auf die Schiene würde aber auch dann eine heftige Reaction ausgeübt werden.

Daher folgt: (E) dass, wenn die Bremse von einem festgeklemmten Rad abgelöst wird, so wird ein Zuwachs an Zugkraft erfolgen, und zwar zuerst allmählich, und hernach sehr

rasch in dem Maasse, als das Rad seine volle Geschwindigkeit erreicht.

Hat das Rad seine volle Geschwindigkeit erreicht, so wird die Zugkraft sofort wieder auf denjenigen Werth herabsinken, welcher der noch existirenden Reibung zwischen Bremsklotz und Rad entspricht; oder wenn die Bremse ganz ausser Thätigkeit gesetzt wird, so wird dieselbe auf Null herabsinken.

Hiernit glaube ich alle Punkte in Captain Galton's Schlussfolgerungen berührt zu haben, mit Ausnahme derjenigen zwei, welche sich auf dynamische Reibung beziehen: dass nämlich dieselbe bei zunehmender Geschwindigkeit der reibenden Flächen sowie bei zunehmender Zeitdauer, während welcher sie wirkt, abnimmt.

Es sind dies Thatsachen, welche auf empirischem Wege aus seinen Experimenten gezogen sind.

Die erstere ist jedoch ganz im Einklang mit der Theorie, dass die Arbeit der Reibung hauptsächlich in einem Abscheeren kleiner Unebenheiten auf den reibenden Flächen besteht, im Vereine mit dem bekannten Princip, dass alle derartigen Arbeiten leichter bei grosser Geschwindigkeit, als bei geringer verrichtet werden.

Die zweite kann der glättenden Wirkung zugeschrieben werden, welche immer bis zu einem gewissen Grade stattfinden muss, im Vereine möglicherweise mit dem Einfluss der von den reibenden Flächen erzeugten Hitze, wodurch der Scheerwiderstand der Unebenheiten vermindert wird.

Körting's Universal-Injector mit Vorwärmer.

Um die Eigenthümlichkeit seines Injectors, bis zu 70° vorgewärmtes Wasser speisen zu können, auch beim Locomotivbetrieb voll auszunutzen, bringt E. Körting in Hannover (D. R. P. Nr. 1960 vom 8. November 1877) unterhalb der hinteren Plattform der Locomotive einen Vorwärmer an, d. i. ein kleiner Kessel, durch dessen Rohr das vom Tender zum Injector strömende Wasser hindurchgeht, während ein Theil des von der Maschine entnommenen Ausströmdampfes die Rohre aussen umspült. Gegenüber dem directen Vorwärmen des Tenderwassers, wie sie bekanntlich bei dem Kirchweger'schen Apparat stattfindet, macht Körting die grosse Sicherheit seines Apparates geltend, welche darin liegt, dass bei etwaigen Versagen des Injectors bei überwärmtem Wasser jeden Augenblick die Abdampfleitung abgestellt und mit kaltem Wasser nachgespeist werden kann; andererseits wird schon gleich beim Beginn der Fahrt das Speisewasser bis zur erlaubten Grenze vorgewärmt, was beim Kirchweger'schen Apparat sehr oft wohl erst am Ende der Fahrt stattfindet. — Weitere Vorzüge sind das Wegfallen der schwierigen Rohrkuppelung in der Hinüberleitung des Abdampfes zum Tender, ferner der Umstand, dass der stets Fett mitführende Abdampf nur seine Wärme an das Speisewasser abgibt und sich nicht mit demselben vermengt, wodurch der Kessel jedenfalls geschont wird.

Maschine zum Hobeln der Schieberspiegel.

(Hierzu Fig. 11 auf Taf. XXII.)

In Paris war von der Firma Scharp, Stewart & Co. in Manchester (England) die in oben genannter Figur (dem »En-

gineering« entnommen) gezeichnete Maschine ausgestellt, die besonders zum Nachhobeln der Schiebergleitflächen an Locomotivecylindern zu benutzen ist.

Der Rahmen der Maschine wird mit Hilfe der in der Figur ersichtlichen Vorsprünge an dem Schieberkasten befestigt und zwar derart, dass die Schraubenspindel nach unten zu liegen kommt. Die letztere greift in 2 Schneckenräder ein, deren jedes in einem Werkzeughalter den Stahl a bzw. b trägt. Bei Umdrehung des zur Rechten angebrachten Rades von Hand, oder mittelst einer Schnur schneiden jene beiden Stähle das Material in zwei Kreisen von der Schieberfläche ab, die sich auf einer kurzen Strecke übergreifen. Ferner wird den beiden Werkzeughaltern durch eine endlose Schraube nebst Schneckenrad, welches unmittelbar neben der Schnurscheibe sitzt, eine der Länge nach gerichtete Bewegung mitgetheilt. Somit werden alle Punkte der Schieberfläche von dem Stahl bestrichen.

(Uhländ's Maschinen-Constructeur 1878 Nr. 23 S. 450.)

Fabrikation schmiedeeiserner Scheibenräder von Friedr. Krupp in Essen.

Bekannt ist die Herstellung schmiedeeiserner Kanonenrohre aus vierkantigen Eisenbarren, welche zu einem langen Bande zusammengeschweisst, über einem Dorn schraubenförmig aufgewunden und dann, auf Schweisshitze gebracht, unter dem Dampfhammer zu einem Halbcylinder vereinigt werden. Dieses zuerst von Armstrong und seitdem dauernd im englischen Arsenal zu Woolwich angewendete Verfahren giebt dem Rohre einen continuirlichen Faserfluss in peripherischer Richtung und dadurch die beim Schmiedeeisen erzielbare maximale Festigkeit. Etwas ähnliches wird durch das neue Verfahren, welches von Friedrich Krupp in Essen (D. R. P. Nr. 2451 und Zusatz Nr. 3029 vom 24. Januar 1878) patentirt worden ist, bei Scheibenrädern erreicht. Es sind hierzu drei Flacheisensorten erforderlich, welche in entsprechenden Kalibern gewalzt werden, von beliebigen Dicken, aber die eine mit der Nabellänge als Breite, die zweite mit der Radscheibendicke und die letzte mit der Felgenkranzbreite als Breitendimension. Diese drei Stücke werden in ihrer Dicke entsprechenden Längen abgehauen, zusammengeschweisst und dann über einem Dorne spiralförmig aufgewunden, so dass der breiteste Theil die Nabe bildet, das schmale Flacheisen in aufeinanderfolgenden Windungen die Scheibe und endlich das in Felgenbreite gewalzte Flacheisen den Felgenkranz darstellt: dabei empfiehlt es sich, die erforderlichen Flacheisen nach Art des Flachfederstabes mit Nuth und Feder zu walzen, um beim Aufwickeln die Mittelebene erhalten zu können. Das so hergestellte Packet wird auf Schweisshitze gebracht, in's Gesenk geschlagen und erhält dadurch leicht die übrige Formgebung als conische Nabe und Felgenkranz und entsprechende Wölbung der Scheibe. Das Verfahren kann dadurch vereinfacht werden, dass man die Nabe mit einer kreisförmigen Scheibe daran, aus einem Packete in Gesenken schmiedet und dann nur ein Band von zweierlei Breite umwickelt.

(Dingler's polyt. Journal 231 Bd. S. 279.)

Perron-Gepäck-Karren der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.

(Hierzu Fig. 14—17 auf Taf. XXIII.)

Die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn hatte neben ihrem Rollmaterial auf der vorigjährigen Pariser Ausstellung auch die in Fig. 14—17 auf Taf. XXIII skizzirten Perron-Gepäck-Karren von ihren grösseren Stationen ausgestellt. Da mit diesen Karren das Reisegepäck gewogen wird, indem die ersteren mit auf die im Niveau des Perrons befindlichen Plattformen der Waa-

gen gefahren werden, so sind sie ganz in Eisen ausgeführt, um eine Aenderung des Gewichts, welche bei Holzconstruction zu befürchten wäre zu vermeiden. Die grössere Type Fig. 14 und 15 ist daher auf das genaue Gewicht von 150 Kilogr. und die kleinere Type Fig. 16 und 17 auf das von 100 Kilogr. normirt. Diese Karren sind ganz aus Blech und Winkeleisen zusammengesetzt und haben ein sehr gefälliges Aussehen.

(Engineering 1879, Jan. 17. S. 47.)

Signalwesen.

Die Stellung des Bauingenieurs zur Telegraphie.

Der Telegraphen-Director, Ob.-Reg.-Rath Merling, hielt am 8. und 29. Januar d. J. im Arch.- und Ing.-Verein zu Hannover einen Vortrag, in welchem derselbe erläuterte, wie wenig studirte Ingenieure in der Telegraphie beschäftigt seien, und wie sehr doch die ausgedehnten, namentlich in der Unterhaltung kostspieligen Leitungen, — von denen die oberirdischen wegen des allseitig beschränkten Raumes, wegen der sich fortwährend steigernden Belastung und des schnellen Verbrauchs des allen Witterungs-Einflüssen ausgesetzten Materials und wegen der Schwierigkeit in der Leitungsfähigkeit und Isolation, — ein gründliches technisches Wissen des Beamten erforderten.

Die oberirdische Leitung wird wohl nie von der unterirdischen —, welche zwar den Vortheil hat, räumlich nicht so beschränkt zu sein, dagegen hohe Anlagekosten und grosse Betriebsbeschränkungen bedingt, — beseitigt werden, und es wird mit Recht hoher Werth auf möglichste Ausnutzung der vorhandenen Drähte gelegt.

Die Herstellungskosten pro Kilometer Stangenlinie mit 1 Draht betragen 270 Mk., für jeden weiteren Draht 90 Mk., wogegen die Kabel-Linie mit 1 Draht ca. 2150 Mk. und mit 7 Drähten 5000 Mk. kostet. Die Unterhaltung der oberirdischen Leitungen erfordert jährlich pro Kilometer 35—40 Mk.; über die unterirdischen fehlen zur Zeit noch genügende Erfahrungen.

In der Verringerung der hohen Unterhaltungskosten ober-

irdischer Leitungen (welche jährlich bis 13% der Anlagekosten ausmachen), kann der Bauingenieur grosse und dankbare Thätigkeit entwickeln; und wenn derselbe bis vor Kurzem, als noch die Praxis alleinige Lehrmeisterin war, keine Neigung verspürte, dieses von unstudirten Technikern fast allein cultivirte Feld zu beackern, so sollte derselbe sich jetzt, seitdem die Verhältnisse wesentlich anders geworden, der verlassenen Sache annehmen. Schon in der Mitte der 50er Jahre sehen wir einen Ingenieur, den Geh. Reg.- und Baurath Nottebohm an der Spitze der preuss. Telegraphen-Verwaltung stehen, dem, obgleich tief durchdrungen von der Nothwendigkeit technisch gebildete Kräfte in der Telegraphie zu verwenden, es nicht gelang, studirte Techniker dauernd zu fesseln. Erst im Jahre 1858 wurde der Wunsch nach einer vorbereitenden Ausbildung der Bauingenieure in der Telegraphie rege. Der erste Techniker, welcher über diesen Zweig der Wissenschaft regelmässige Vorträge und zwar an der Berliner Bauakademie hielt, war der Reg.- und Baurath Borggreve. Jetzt finden wir auf jeder technischen Hochschule einen Lehrstuhl über Telegraphie.

Ueberall liegen die telegraphischen Leitungen an dem Wege des Bauingenieurs, den Eisenbahnen sowohl als den Strassen entlang. Es ist daher nichts natürlicher, als dass gerade dieser sich des von ihm fast gar nicht gepflegten Zweiges annimmt und ihn entwickelt und ausbildet.

Georg Osthoff.

(Deutsche Bauzeitung 1879, S. 101.)

Allgemeines und Betrieb.

Einheitliche Bezeichnung der Neigungen auf den preussischen Eisenbahnen.

Da die Bezeichnung der Neigungen auf den Gradientenzeigern durch einen Decimalbruch nur auf wenigen preussischen Bahnstrecken eingeführt worden ist, und die Mehrzahl der Bahnverwaltungen die früher allgemein übliche Bezeichnungsweise durch eine Verhältnisszahl (1 : X) auch nach Einführung des Metermaasses beibehalten hat, so ist vom Herrn Handelsminister in einem Erlass vom 2. März d. Js. bestimmt worden, dass, da die Bezeichnung in erster Reihe für das Locomotiv- und Bahnaufsichtspersonal leicht verständlich sein muss, diejenige Ausdrucksweise am meisten empfehlenswerth sei, welche

auch in den, in den Händen der genannten Beamten befindlichen Reglements zur Anwendung gekommen ist, und dass demzufolge auf den Gradientenzeigern die Bezeichnung durch eine Verhältnisszahl auf sämtlichen Bahnstrecken Preussens wieder eingeführt, bezw. beibehalten werden solle.

Schweissmittel für Gusstahl mit Schmiedeeisen.

Ein beliebiges Quantum Borax schmilzt man in einem irdenen Gefässe, setzt, wenn der Borax gehörig im Fluss ist, den zehnten Theil Salmiak hinzu und mischt diese beiden Theile ordentlich untereinander. Das Ganze giesst man dann auf eine Eisenplatte, pulverisirt es nach dem Erkalten und

mischt dieselbe Menge ungebrannten Borax darunter. Soll nun Gussstahl und Schmiedeeisen zusammengeschweisst werden, so erhitzt man die Stücke zum Rothglühen und bestreut sie mit dem Pulver; letzteres schmilzt sofort und breitet sich aus. Nun erhitzt man die Stücke von Neuem, aber in einem geringeren Grade als die Schweisshitze des Schmiedeeisens beträgt (im Dunkeln sichtbare Kirschroth-Glühhitze) und vereinigt sie dann durch Hammerschläge auf die gewöhnliche Art.

(Uhländ's prakt. Maschinen-Constructeur 1879, S. 84.)

Normal-Horizont für Deutschland.

Nach der Zeitschrift für Vermessungswesen ist die seit Jahren schwebende Frage über Einführung eines Normal-Horizonts im Vermessungswesen Deutschlands dadurch praktisch erledigt, dass von der preussischen Landes-Aufnahme ein Punkt auf dem Grundstück der Berliner Sternwarte als Normal-Null bezeichnet worden ist, welcher genau in der Höhe vom Amsterdamer Null liegt. Das genannte Blatt berichtet darüber folgen-dermaassen:

»Der Ausgangspunkt der preussischen Nivellements ist Berlin, in dessen Sternwarte an einem tief fundirten Pfeiler der Normal-Höhenpunkt für das Königreich Preussen angebracht ist: es führt derselbe die Bezeichnung: 37^m über Normal-Null, d. h. also Normal-Null für den ganzen preussischen Staat liegt 37^m unter jenem Normal-Höhenpunkt. Nebenbei sei bemerkt, dass Normal-Null dadurch genau in die Höhe von Null-Amsterdam gekommen ist, wie dieses durch gemeinsame Operationen der Landes-Aufnahme und der niederländischen Geodäten festgestellt worden ist.

Angesichts dieser Entscheidung, welche die preussische Landes-Aufnahme getroffen hat und welche unbedingt definitiv ist, muss die Horizont-Frage in Deutschland praktisch als erledigt betrachtet werden. Z. B. in Baden, dessen von verschiedenen Behörden nach und nach gewonnene nivellistische und trigonometrische Höhenmessungen einer zusammenfassenden Bearbeitung bedürfen, kann es nicht dem mindesten Zweifel unterliegen, dass der durch die elsässischen Nivellements der preussischen Landes-Aufnahme gebotene preussische Horizont der in Aussicht genommenen Neubearbeitung zu Grunde gelegt werden muss.

Dass auch die Nivellements des preussischen geodätischen Instituts, soweit sie überhaupt dauernden Werth haben, in den Horizont der preussischen Landes-Aufnahme eingeführt werden, dürfte nur eine Frage der Zeit sein. A. a. O.

Schiffziehen mittelst Locomotive.

Auf einigen französischen Canälen sind augenblicklich sehr interessante Versuche gemacht, Schiffe auf Canälen anstatt durch Pferde, durch Locomotiven ziehen zu lassen. In französischen Blättern wird darüber berichtet: Ein Schienengleise in 1^m Entfernung vom Canalrande ist auf dem früheren Leinpfad hergerichtet, und auf demselben laufen kleine Locomotive von 4 und mehr Tonnen, je nach dem Gewicht resp. der Last der

zu bugsirenden Schiffe. Die gekuppelten Locomotivräder werden durch ein Triebrad, welches 140 Touren pro Minute macht, bewegt, und können dem Apparat eine Maximalgeschwindigkeit von 12 Kilom. pro Stunde mittheilen. Ein einziger Mann reicht zur Führung der Locomotive hin. Auf dem Canal selbst wird nun ein Schiffstrain gebildet und durch ein Kabel von ca. 75^m Länge hinten an der Locomotive befestigt; die Maschine zieht die Schiffe ohne die mindeste Schwierigkeit. Die hervorragende Leistung dieses Versuchs besteht darin, dass eine Tonne Gewicht der Maschine 100 Tonnen nutzbaren Gütergewichts befördert. Die Locomotive wog 4 $\frac{1}{2}$ Tonnen incl. Wasser und Kohlen; das transportirte Gewicht betrug 468 Tonnen, ohne das Eisengewicht der Schiffskörper in Anschlag zu bringen. Die wirkliche Schnelligkeit erreichte 4 Kilom. pro Stunde, welche nach Abzug der Verzögerung (Kreuzung mit anderen Schiffen, sowie Durchfuhr durch zwei Brücken etc.) auf 3 Kilom. durchschnittlich pro Stunde sich reducirte. Das Bugsiren eines leeren Schiffes wurde auf dem Rückwege ausgeführt und dabei 8 Kilom. in 50 Minuten durchlaufen; es ergibt dies eine Geschwindigkeit von nahezu 10 Kilom. pro Stunde mit derselben Locomotive. Aber das Kielwasser auf dem Canal wurde zu stark und die Ufer würden bei der aussergewöhnlichen Schnelligkeit sehr bald verderben. Um in günstigen Verhältnissen zu bleiben, dürfte man eine Geschwindigkeit von 5 Kilom. pro Stunde nicht überschreiten, die sich wiederum durch die bedingten Verminderungen auf 4 Kilom. beschränkte; und leer könnte man eine Schnelligkeit von 7 Kilom. annehmen, die sich auf effectiv 6 Kilom. dann bezifferte. Die im vergangenen Jahre gemachten Versuche auf dem grossen Canal von Burgund hatten schlechte Resultate ergeben; man hatte nur eine Leitschiene (System Larmanjat) angewendet und die Stützräder, die am Ufer auf der Erde liefen, mit Gummiringen umwickelt; man verbrauchte indess dabei eine solche Kraft, dass nicht viel für das Bugsiren übrig blieb. Niemand glaubte daher damals an die Verwirklichung des maschinellen Schiffziehens, während das Resultat, welches man bei dem jetzigen Versuch erhalten hat, vollständig befriedigt. Die Tragweite dieses Ergebnisses — denn es liegt ja ein Umsturz in der Benutzungsweise der Canäle vor — ist ausserordentlich, und Jeder kann nur dabei gewinnen: die Schiffer zumeist, denn sie machen dann in derselben Zeit mehr Reisen bei einem geringeren Schlepplohn, als wenn mit Pferden gezogen wird, denn die mittlere Schnelligkeit der Pferde auf dem Leinpfade beträgt nur 1,5 Kilom. pro Stunde; die Industriellen gewinnen, da besonders bei Kohlentransporten die Kosten sich bedeutend vermindern, was hinwiederum einen leichteren Debit der Producte gestattet und den Concurrenz-kampf mit dem Auslande erleichtert. Das Schiffziehen mit Dampfkraft soll alsbald zwischen St. Omer und Bauvin, auf den Canälen von Neufossé, Aire — auf eine Strecke von 60 Kilom. — eingeführt werden; dann sollen die Canäle von Bourbourg, von Calais etc. folgen, wodurch die billigste Verfrachtung aller Massengüter von Dünkirchen, Gravelines und Calais nach Douai und Paris gesichert wäre.

Technische Literatur.

Richard Koch. Das Eisenbahn-Maschinenwesen. I. Abtheilung: Die Leistungen der Betriebsmittel. 192 S. 8°. Mit einem Vorworte von A. v. Kaven. Wiesbaden 1879. J. F. Bergmann. Preis 4 Mark 60 Pf.

Ein durch Director v. Kaven zusammengestelltes Programm von Fragen, welche nach dessen Ansicht in dem zweiten Staatsexamen dem Eisenbahntechniker und besonders dem Eisenbahn-Maschinentechniker vorzugsweise vorzulegen sein werden, hat, wie in der Einleitung ausgesprochen wurde, den Anlass zu vorliegender Arbeit gegeben, die den genannten Examens-Candidaten nicht dringend genug empfohlen werden kann.

In seinem Vorworte sagt v. Kaven über dieses Werk, dass es »in geeigneter Anordnung und mit genügender Ausführlichkeit dem Eisenbahntechniker Alles das vorführt, worauf er sein Augenmerk zu richten hat, ihm zeigt, wie er fast jede Frage einer theoretischen Behandlung unterwerfen, und durch welche Beobachtungen in der Praxis er der Sache nutzen kann. Dass dem angehenden Techniker Fragen, auf welche er erst nach längerer Praxis und in selbstständiger Stellung von selbst kommen würde, im Zusammenhange vorgeführt werden, unter Aufzählung aller zu nehmenden Rücksichten und Anleitung zur Lösung, muss ihm in seiner praktischen Ausbildung besondere Förderung und Unterstützung gewähren.

Derartige Arbeiten, wie die vorliegende, fordern von dem Autor, neben der Fähigkeit eine Sache theoretisch behandeln zu können, Erfahrungen und Daten aus einer längeren Praxis von der Pike an. Solche Praktiker sind aber selten geneigt Bücher zu schreiben. Man muss deshalb dem Herrn Verfasser ... u. s. w.*

Der Werth des Werkes geht jedoch weit über den vom Verfasser, der als Schriftsteller bereits wohl bekannt ist, angegebenen Zweck, dem angehenden Techniker den Eintritt in die Praxis zu erleichtern und bei der Vorbereitung auf das zweite Examen zu unterstützen, hinaus. Auch der ältere Eisenbahntechniker findet eine Menge des Neuen und Interessanten und Antwort auf viele vordem noch ungelöste Fragen. Wir nennen hier nur die Abhängigkeit der Unterhaltungskosten des Oberbaues und der Fahrzeuge von der Zuggeschwindigkeit und die Trennung dieser Kosten für Wagen in constante und in solche, welche der durchfahrenen Strecke proportional wachsen. Weiter zeigt die Abhandlung über die Anwendbarkeit von Tenderlocomotiven, deren Leistungen, Vortheile und Nachteile, deutlich, wo und unter welchen Bedingungen diese Maschinengattung am Platze ist, und zieht für ihre Verwendbarkeit sehr enge, von den meisten Bahnverwaltungen nicht immer innegehaltene Grenzen.

Der Verfasser untersucht hier, sowie auch in dem Capitel über die Ermittlung der vortheilhaftesten Bahntracé und Betriebsverhältnisse bei gegebener Verkehrsgrösse, die Locomotiven nach doppelten Richtungen hin und zwar einmal nach dem erforderlichen adhärennden Gewichte und zweitens nach der Dampfproductionsfähigkeit des Kessels und zeigt, dass der Grad

der letzteren die auf das adhärennde Gewicht allein begründeten Rechnungen häufig werthlos macht.

Eine rationell abgeleitete Formel zur Berechnung der Betriebskosten bei gegebener Bahntracé und Verkehrsgrösse bringt in nicht sehr complicirter Form nicht nur den Einfluss der maassgebenden, sondern auch aller geringeren Steigungen und der Curven zur vollen Geltung, zeigt, wie diese Kosten und die Zahl der täglich zu befördernden Züge von der Wahl der Locomotive abhängen und demnach auch, welche Locomotivconstruction in jedem einzelnen Falle und für jeden Verkehrszweig die günstigste ist.

Ganz besondere Anerkennung verdient auch die Verwendung des vorhandenen statistischen Materials. Es sind überall die besonderen Verhältnisse, unter welchen die gegebenen Zahlen zutreffen, klargelegt, um Missgriffe, welche bei kritikloser Benutzung statistischer Durchschnittsziffern nicht zu vermeiden sind, möglichst zu verhüten.

Durch das ganze Werk, dessen II. und III. Abtheilung — der Fahrdienst und die Werkstättenanlagen — wir nach dem Vorliegenden mit Spannung entgegensehen, zieht sich als leitender Grundgedanke das Bestreben, den lange stiefmütterlich behandelten Stand der Eisenbahn-Maschinentechniker zu heben und zu seiner, bereits durch die Einführung des Maschinenmeisterexamens ausgesprochenen Gleichberechtigung mit dem Bautechniker beizutragen.

Schweizerische Eisenbahn-Statistik für die Jahre 1874 bis 1876.

IV. Band. Herausgegeben vom Schweizer. Eisenbahn- und Handels-Departement. Zürich, Orell Füssli & Co. 1878. Preis 6 Fres.

Dieser 4. Band, als Folge der vorangegangenen 3 Bände, — von welchen der 1ste das Betriebsjahr 1868, der 2te die Jahre 1868—73, der 3te das Jahr 1873 umfasst, — behandelt in seinem 1. Theil die Betriebsstatistik für die Jahre 1874—1876, und im 2ten die Bahnlängen, das Rollmaterial und die Betriebsergebnisse in den Jahren 1869—76. Demselben folgen noch A. Allgemeine Bemerkungen, B. Bemerkungen über einzelne Bahnen und C. über Tramways. Die angehängten 4 Beilagen geben I. Eine Uebersicht der Zunahme der Schweiz. Eisenbahnen in den Jahren 1874—76; II. Eine Uebersicht der Schweiz. Eisenbahnen im Auslande und der ausländischen Bahnunternehmungen in der Schweiz; III. Eine Uebersicht der verpachteten und der gepachteten und mitbenutzten Bahnstrecken; IV. Eine Statistik der Schweiz. Tramways für das Jahr 1876.

Wir erhalten in dieser Statistik genaue Angaben über die Längen der einzelnen Strecken aller in der Schweiz bestehenden Normal- und Secundärbahnen, über das Anlagecapital, den Stand des Rollmaterials, die Leistungen desselben, über den Personen-, Gepäck-, Vieh- und Güter-Transport, über die Betriebsausgaben getrennt für Allgemeine Verwaltung, für Unterhaltung und Aufsicht der Bahn und für Expedition und Transport, und zwar sowohl in Totalsumme als auch bezogen auf Bahn-, Locomotiv- und Achsen-Kilometer, über den Reinertrag

und über die Rentabilitätsverhältnisse. Der Generalbilanz folgt das Personenetat, aus dem wir erschen, wie viel Personen für die einzelnen Zweige der Verwaltungen im Ganzen und pro Bahnkilometer angestellt sind. Schliesslich erhalten wir Nachrichten über die Unterstützungskassen und die Eisenbahnunfälle.

Diese statistischen Veröffentlichungen der Schweiz. Bahnen können denjenigen anderer Länder würdig an die Seite gestellt werden.

Oldenburg, März 1879.

Georg Osthoff.

Hilfs-Tabellen für die Multiplication und Division bei den Rechnungen des Verkehrslebens etc. von C. Bronner, Tarifbeamter der Schweizer. Centralbahn. Zürich, Orell Füssli & Co. 1879.

Die kleine 21 Seiten umfassende Schrift ermöglicht die Multiplication und Division aller Zahlen bis 1000 auf die einfachste Weise durch directes Ablesen unter Zuhilfenahme der Addition resp. Subtraction. Die Multiplication und Division aller 4 und mehrstelligen Zahlen erfordern zwar wieder eine Multiplication, jedoch nur für die in der Tabelle fehlenden Ziffern, und zwar bei 4stelligen Zahlen eine Multiplication der Einer, bei 5stelligen eine solche der Einer und Zehner u. s. w., welche immerhin mit geringer Mühe zu bewerkstelligen ist.

Den Tafeln, welche sich durch deutliche Zahlen, schönen Druck und schönes Papier auszeichnen, geht ein kurz und klar gefasster erläuternder Text voran, aus dem sofort die Behandlung der Tabellen ersichtlich wird.

Wir sind der festen Ueberzeugung, dass die hübsche Arbeit, welche die Rechnungs-Operation in der einfachsten Weise wesentlich erleichtert, vielen Beamten des Verkehrslebens sehr willkommen sein wird.

Oldenburg, März 1879.

Georg Osthoff.

Zur Frage der virtuellen Länge.

Nachdem der Herr Recensent der »virtuellen Länge« auf pag. 111 und 112 dieser Zeitschrift meine Studie trotz der »erheblichen grundsätzlichen Irrthümer«, die er darin zu finden glaubt, doch noch willkommen heisst, so darf ich wohl annehmen, dass der Gegenstand, welcher von mir behandelt wurde, ein allgemeines Interesse bietet, und ein noch weit grösseres bieten würde, wenn die vom Herrn Recensenten gerügten Fehler von mir nicht begangen worden wären.

Wenn ich mir daher in den folgenden Zeilen erlaube auf die Recension zurückzukommen, so geschieht dies nicht etwa um einen Federkrieg mit dem Herrn Recensenten zu beginnen, sondern lediglich deshalb, um meine Bedenken gegen die Gründe der abfälligen Beurtheilung auszusprechen, und um das allgemeine Interesse, welches der virtuellen Länge entgegengebracht wird, nicht durch Einwürfe, welche vielleicht auf Irrthum beruhen könnten, geschmälert zu sehen.

Ich übergehe die beiden minder wichtigen Einwürfe, welche der Herr Recensent bezüglich des Einflusses der maassgebenden Steigung und bezüglich der Betriebskosten für den Vergleich zweier Bahnvarianten aufführt, weil sie ohnehin schon von mir

in der nächsten Nummer der »Zeitschrift für Baukunde« ausführlich besprochen sind, und werde nur den wichtigsten Punkt der Recension, welcher, wenn er begründet wäre, allerdings meine Arbeit als »werthlos« hinstellen müsste, in möglichster Kürze hier etwas näher untersuchen.

Der Herr Recensent behauptet nämlich, dass ich stillschweigend die Annahme mache: die Betriebskosten zweier Eisenbahnstrecken verhalten sich wie die von der Locomotive zu leistende Arbeit; mit anderen Worten: ich setze voraus, dass die Betriebskosten in directem Verhältniss zur virtuellen Länge ständen. Dieser Grundgedanke sei so durchaus irrig, dass die Ergebnisse, zu welchen ich gelange, nicht mehr überraschen könnten.

Gegenüber dem mir insinuirten Grundgedanken möchte ich mir nun die Bemerkung erlauben, dass ich nicht stillschweigend die besagte Annahme machte, sondern mit deutlichen Worten darlegte, warum ich die Betriebskosten in directe Relation mit der virtuellen Länge bringe. Auf S. 122—125 meiner Studie nämlich habe ich zunächst ziemlich weitläufig, indess noch lange nicht erschöpfend, dargethan, dass ein Theil der Betriebskosten von der virtuellen Länge resp. dem virtuellen Maximalcoefficienten, ein anderer Theil aber von der wirklichen Länge der Bahn abhängig sei, und stellte in groben Zügen die daherigen Formeln für die Betriebskosten auf. Sodann führte ich an, dass mit den mir zu Gebote stehenden statistischen Mitteln es vorläufig unmöglich sei die Coefficienten der Betriebskostenformeln genau zu bestimmen, und hierzu vor allem eine theilweise Umarbeitung der Statistik nöthig werde, welche aber in der nächsten Zeit schwerlich zu erwarten steht. Wie ich ausdrücklich betonte, suchte ich deshalb als Ersatz für die wirkliche Betriebskostenformel vorläufig eine Relation zwischen den Betriebskosten und der virtuellen Bruttoleistung. Meine Annahme ist also lediglich ein Provisorium und keineswegs eine stillschweigende und grundsätzliche.

Es fragt sich nun nur, ob dieser provisorische Ersatz wirklich so irrig sei, dass die hierauf basirten Entwicklungen »gänzlich werthlos« werden. Diese Frage habe ich in meiner Studie, wenn auch nicht wörtlich aufgeworfen, so doch factisch beantwortet, indem ich die Einheitspreise pro virtuelle Kilometeronne für die meisten Schweizer. Bahnen entwickelte, und zeigte, dass, obgleich diese Bahnen ganz wesentlich von einander verschiedene virtuelle Verhältnisse haben, dennoch der für jede Bahn gefundene Einheitspreis nahezu der gleiche ist: dass also das eingeführte Provisorium keine wesentlichen Unrichtigkeiten verursacht.

Zu diesem Schlusse wäre man jedenfalls auch gekommen, wenn man die von mir angeführten Grundgedanken der Betriebskostenformeln S. 122—125 als richtig annimmt, denn diese sagen, dass nur die allgemeinen Kosten und die Expeditionskosten, also nur ein kleiner Theil der Betriebskosten, von der virtuellen Länge unabhängig sind. Allerdings würde man sich mit solchen Principien gänzlich von den Ansichten des Herrn Recensenten entfernen, welcher sogar einen Theil der Zugkraftskosten, sowie die Fuhrwerkskosten u. dgl. der Einwirkung der virtuellen Länge entzogen wissen will. Es scheint mir jedoch, dass der Herr Recensent nur durch seine

etwas verhängliche Fragestellung zu den, meinen Entwicklungen diametral gegenüberstehenden Schlüssen gelangt ist.

Wenn der Herr Recensent nämlich die Fragen aufwirft: »Erhalten Locomotivführer und Heizer auf Steigungen mehr Lohn als auf der Horizontalen? Wird der Zinsfuss für das Anschaffungscapital der Locomotiven und Wagen mit der von der Locomotive verlangten Arbeitsleistung höher?« — so muss man allerdings hierauf mit »Nein« antworten. Hätte aber der Herr Recensent statt dessen gefragt: Benöthigt man für eine gewisse Verkehrsgrösse auf Steigungen mehr Locomotivpersonal und mehr Locomotiven und Wagen? Sind die Anschaffungskosten des Fahrparks und in Folge dessen auch die Zinsen dieses Anschaffungscapitals bei Bahnen in Steigungen grösser als bei horizontaler Bahn? — so dürfte wohl mit Rücksicht auf die kleinere Fahrgeschwindigkeit und die kleinere Zugbelastung, welche sich auf Steigungen geltend machen, gerade die entgegengesetzte Antwort gegeben werden müssen, als sie der Herr Recensent zum Nachweis dafür braucht, dass meine Annahme eine durchaus irrige sei.

Um nicht durch ziffermässige Belege aller dieser einzelnen Fragen weitschweifig zu werden, will ich nur ein Beispiel zur Unterstützung dieser letzten Behauptung aufführen.

In beistehender Tabelle sind für zwei virtuell sehr verschiedene Bahnen, für die schweizer. Nordostbahn und für die Vitznau-Rigibahn, die Kosten der Zugführung pro 1873 einander gegenüber gestellt. Hierbei wurde aber der Gesamtbetrag für das Locomotivpersonal der Rigibahn, welcher in den Berichten mit 40182,40 Fres. angegeben ist, auf die Hälfte gesetzt, weil nur während der 6 Sommermonate das Locomotivpersonal zum Fahrrdienst verwendet ist, dagegen im Winterhalbjahr zu den Reparaturen des Fahrparks benutzt wird.

1873.	Bruttoleistung in Tonnen-Kilom.	Virtuelle Verhältnisszahl	Kosten der Zugführung.		
			Ins-gesammt fr.	pro Brutto-Kilom.-Tonne cts.	pro virtuelle Brutto-Kilom.-Tonne cts.
Schweiz. Nordostbahn . .	345794194	1,49	512823,42	0,148	0,099
Vitznau-Rigibahn	457422	46,73	20091,20	4,392	0,094

Aus dieser Zusammenstellung dürfte ersichtlich sein, dass eine Berechnung der Zugführungskosten auf Grund der Bruttoleistung einen 30fachen Unterschied in den Resultaten herbeiführt, während auf Grund virtueller Bruttoleistung ziemlich übereinstimmende Werthe zum Vorschein kommen. Die Kosten der Locomotivführung auf virtuelle Verhältnisse zu basiren, möchte somit als nicht unberechtigt erwiesen sein.

Aehnliches dürfte sich auch vor allen anderen erwähnten Punkten durch Zahlen nachweisen lassen, und damit dargethan werden, dass nur ein ganz geringer Theil der Betriebskosten von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn nicht alterirt wird.

Diese Thatsache hätte dem Herrn Recensenten unbedingt ebenfalls entgegneten müssen, als er an einem Beispiel nach-

weisen wollte, wie die Ergebnisse, zu welchen ich in Folge meines »irrigen Grundgedankens gelange, nicht mehr überraschen könnten«, nämlich wie man durch meine Berechnungsweise für die Semmeringbahn die 5fachen Betriebskosten einer Flachlandbahn erhalte, während in Wirklichkeit dieselben nur das 2 $\frac{1}{2}$ fache betragen. Leider scheint er aber durch einen weiteren Irrthum zu seinem gegentheiligen Resultat gelangt zu sein.

Die fatale Irrung des Herrn Recensenten liegt offenbar darin, »Flachlandbahn« und virtuelle Bahneinheit als identisch zu betrachten, während doch diese beiden Begriffe oft sehr weit auseinander gehen.

Dass namentlich in dem vorliegenden Beispiel des Semmering eine »Flachlandbahn« mit der virtuellen Einheit nicht verwechselt werden darf, wird sich sofort aus dem Bericht des Herrn Maschinendirectors Gottschalk über die Zugförderung auf der österr. Südbahn und speciell auf dem Semmering pro 1000 MICtr. circa 2 $\frac{1}{2}$ mal so gross sind, als auf der Flachlandbahn der österr. Südbahn; Herr Gottschalk giebt aber durch Längenprofile noch Aufschlüsse über den Charakter der Semmeringbahn sowohl, als über denjenigen der Flachlandbahn. Diese Profile scheint der Herr Recensent übersehen zu haben.

Aus diesen Längenprofilen ergibt sich, dass der Semmering bei 41 Kilom. wirklicher Bahnlänge ungefähr ein virtuelle Länge von 204 Kilom. und somit eine virtuelle Verhältnisszahl von 4,96 (also nahezu 5, wie der Herr Recensent angiebt) besitzt. Der übrige Theil der Hauptbahn Wien-Triest, also die in Vergleich gezogene »Flachlandbahn«, hat bei 535 Kilom. wirklicher Länge ungefähr 1039 Kilom. virtuelle Länge und somit eine virtuelle Verhältnisszahl von 1,94.

Da sich nun die beiden virtuellen Verhältnisszahlen zu einander verhalten wie 4,96 : 1,94 oder wie 2 $\frac{1}{2}$: 1, so gelangt man gerade durch die von mir vorläufig eingeführte Annahme zu demselben Ergebniss, welches Herr Gottschalk für die Betriebskosten constatirt hat, und nicht zu dem Resultat 5 : 1.

Es dürfte daher das vom Herrn Recensenten aufgeführte Beispiel der Semmeringbahn kaum einen Beweis für, sondern im Gegentheil einen neuen Beweis gegen den Haupteinwurf der Recension abgeben.

Die bei dieser Gelegenheit vom Herrn Recensenten gestellte Frage, ob, nachdem ich die virtuelle Länge in Gefällen von mehr als 3,2^{mm} mit 0 einsetze, der Betrieb auf solchen Gefällen etwa nichts kostet, wird schwerlich verfangen, weil ich nirgends behauptet habe, dass die Grösse der virtuellen Länge zugleich auch die Grösse der Betriebskosten sei. Mit der virtuellen Länge wird, wie aus der Definition derselben hervorgeht, bloss die Arbeitsleistung der Locomotive beziffert, und diese ist auf Gefällen von mehr als 3,2^{mm} allerdings gleich 0. Die Betriebskosten richten sich aber nicht nur nach dem Gefäll von mehr als 3,2^{mm}, sondern, weil man auch wieder zurückfahren muss, ebenso nach der Steigung über 3,2^{mm}.

Es dürfte somit der Haupteinwurf der Recension in jeder Beziehung unhaltbar geworden sein.

Wenn der Herr Recensent schliesslich meine Aeusserung über L a u n h a r d t's Betriebskostenformel berichtigen zu müssen

glaubt, so möchte ich ihm doch um nochmalige Durchsicht der Launhardt'schen Broschüre bitten. Er wird finden, dass Launhardt für die schädlichen Steigungen die Gesamtlänge und die Gesamthöhe derselben einführt, also factisch mit mittlerer Steigung rechnet.

Zürich, den 14. April 1879.

A. Lindner.

Zu Lindner's „Virtuelle Länge“.

Der Umstand, dass Herr Lindner in der obenstehenden Einsendung die Behauptung wiederholt, es werde in meiner Abhandlung über die Betriebskosten der Eisenbahnen in ihrer Abhängigkeit von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen (Leipzig. Wilhelm Engelmann. 1877) die durchschnittliche Steigung der Bahn zu Grunde gelegt, veranlasst mich, mit dem Bemerkten, dass auch von mir die Seite 110 dieser Zeitschrift enthaltene Beurtheilung des Lindner'schen Buches herrührt, noch ein Mal zur Klarlegung der Sache auf diese Frage zurückzukommen.

Mit Herrn Lindner stimme ich darin überein, dass nichts fehlerhafter ist als die Bestimmung der virtuellen Länge lediglich nach der Durchschnittssteigung der Trasse vorzunehmen, muss aber hinzufügen, dass er selbst ganz und gar bei seinen Berechnungen in diesen Fehler verfallen ist. Dies lässt sich kurz nachweisen. Nach Lindner ist für eine l Kilometer lange um h Kilometer ansteigende Strecke, wenn w den Widerstandscoefficienten auf gerader, horizontaler Bahn bezeichnet, die virtuelle Länge für die Bergfahrt

$$l_1 = \left(\frac{w + \frac{h}{l}}{w} \right) l \text{ oder } l_1 = 1 + \frac{h}{w}.$$

Mithin ist, da für die Thalfahrt auf schädlicher Steigung die virtuelle Länge zu Null angenommen wird, für beide Verkehrs-

richtungen die virtuelle Länge $= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{h}{w} \right)$. Addirt man diese virtuellen Längen für alle in schädlicher Steigung liegenden Gradienten und bezeichnet mit L deren Gesamtlänge, mit H deren Gesamt-Ansteigung, so ergibt sich die virtuelle Länge der ganzen Trasse zu $L_1 = \frac{1}{2} \left(L + \frac{H}{w} \right)$, oder, wenn

man mit $s = \frac{H}{L}$ die durchschnittliche Steigung bezeichnet, so

folgt $L_1 = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{s}{w} \right) L$. Anstatt dass Herr Lindner mit grosser Mühe für alle einzelnen Gradienten eines grösseren Bahnnetzes die virtuelle Länge berechnete, konnte er genau zu demselben Ergebnisse durch Benutzung dieser einfachen Formel kommen. Ein Beispiel wird dies zeigen.

Von A nach B sind drei verschiedene Linien mit gleicher Gesamtlänge von 35 Kilom. und gleicher Gesamtansteigung von 350^m geführt.

Die erste Linie hat 28 Kilom. mit einem Steigungsverhältniss von 0,003 und 7 Kilom. mit einem Steigungsverhältniss von 0,038; ist der Widerstandscoefficient $= 0,003$, so ist die virtuelle Länge nach Lindner

$$\frac{1}{2} \left(\frac{0,003 + 0,003}{0,003} \right) 28 + \frac{1}{2} \left(\frac{0,003 + 0,038}{0,003} \right) 7 = 75\frac{5}{6} \text{ Km.}$$

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. XVI. Band. 5. Heft 1879.

Die zweite Linie hat 25 Kilom. mit einem Steigungsverhältniss von 0,004 und 10 Kilom. mit einem Steigungsverhältniss von 0,025, so dass nach Lindner die virtuelle Länge derselben ist =

$$\frac{1}{2} \left(\frac{0,003 + 0,004}{0,003} \right) 25 + \frac{1}{2} \left(\frac{0,003 + 0,025}{0,003} \right) 10 = 75\frac{5}{6} \text{ Km.}$$

Die dritte Linie ist in ganzer Erstreckung mit der Durchschnittssteigung 0,01 angelegt, hat also nach Lindner eine virtuelle Länge =

$$\frac{1}{2} \left(\frac{0,003 + 0,01}{0,003} \right) 35 = 75\frac{5}{6} \text{ Kilom.}$$

Herr Lindner rechnet also, ohne dass er es merkt und in mühseliger Weise mit der Durchschnittssteigung, was er selbst als fehlerhaft bezeichnet hat. Offenbar wird wohl Niemand die drei beispielsweise genannten Tragen als gleichwerthig für den Betrieb erachten und demnach wohl Niemand das sehr einfache Verfahren Lindner's für richtig halten können. Herr Lindner macht den Fehler, die maassgebende Steigung ausser Acht zu lassen.

Nach meiner Theorie ergibt sich die virtuelle Länge (oder die reducirte Betriebslänge) nach der am Schlusse von S. 39 meiner genannten Abhandlung befindlichen Gleichung bei einer maassgebenden Steigung von 0,038 zu $l_1 = (2,002 + 44,47 s_1) l$ für eine Gradiante von der Länge l und dem Steigungsverhältniss s_1 . Für die erste der drei beispielsweise genannten Linien ergibt dies $l_1 = 85,6$ Kilom.

Für eine maassgebende Steigung von 0,025 wird aber nach meiner Theorie $l_1 = (1,735 + 41,7 s_1) l$, so dass für die zweite Linie sich ergibt $l_1 = 75,3$ Kilom.

Endlich ist für eine maassgebende Steigung von 0,01 die virtuelle Länge $l_1 = (1,311 + 36,8 s_1) l$, also für die dritte Linie $l_1 = 58,1$ Kilom.

Offenbar kann man bei Rechnung mit meiner Formel, nachdem sie durch Einsetzung der betreffenden maassgebenden Steigung auf die hier angeführte einfache Gestalt gebracht ist, auch unter Einsetzung der Durchschnittssteigung rechnen: allein die Durchschnittssteigung ist nicht wie bei Lindner das einzig Bestimmende, wie die Abweichungen der Werthe 85,6, 75,3 und 58,1 für die gleiche Durchschnittssteigung zeigen. Dass die Lindner'sche Rechnungsweise für eine maassgebende Steigung von 0,025 mit meinen Resultaten übereinstimmende Werthe giebt, ist lediglich ein Zufall.

Ohne in eine nochmalige Kritik des Lindner'schen Buches eintreten zu wollen, sei doch noch bemerkt, dass eine Vernachlässigung des Personen-Verkehrs bei Bestimmung der virtuellen Länge keineswegs statthaft ist.

Launhardt.

F. Rinecker, *Der logarithmische Rechenschieber und seine praktische Anwendung*. 43. S. 8^o. Mit einer Tafel in Aabeldruck. Würzburg. 1879. A. Stuber.

Der Rechenschieber, welcher in England und Frankreich seit lange allgemein bekannt und gebräuchlich ist, hat sich in Deutschland bis in die neueste Zeit nur wenig einzubürgern vermocht. Der Grund für diese Erscheinung muss, neben der

Furcht vor den Ungenauigkeiten der Rechnung, in der meist nur oberflächlichen Bekanntschaft mit dem Rechenschieber und seinem Gebrauche gesucht werden.

Während Hermann's Rechentafeln und Rechenscheibe als empfehlenswerthe Hilfsmittel dort anzusehen sind, wo es sich um die Ausführung von Rechnungen am Studiertische handelt, hat der Rechenschieber den grossen Vorzug der bequemen Transportirbarkeit und ersetzt überdies einen Taschenmaassstab. Die Genauigkeit der mit Hilfe des Rechenschiebers gewonnenen Resultate bei Messungen, Temperaturbeobachtungen, Reduction von Zahlen auf andere Maasseinheiten u. s. w. überwiegt meist erheblich die Zuverlässigkeit der übrigen Ermittlungen.

Man ist leider nur zu sehr geneigt, die Genauigkeit von Zahlenangaben nach der Reihe der Decimalstellen zu beurtheilen und zu übersehen, dass diese Decimalstellen oft nur aus der Rechnung mit weit kleineren Zahlen resultirten. Der Rechenschieber nun macht die gewonnenen Zahlen übersichtlicher und bringt die Resultate der Rechnung in besseren Einklang mit den Fehlern der Beobachtung, indem er die zu Täuschungen Anlass gebenden langen Zifferreihen beschränkt.

Das vorliegende Werk, welches den Zweck verfolgt, weitere Kreise auf die Nützlichkeit des Rechenschiebers aufmerksam zu machen und die Einfachheit seiner Handhabung nachzuweisen, unterscheidet sich von den bereits vorhandenen Anleitungen dadurch, dass es die Kenntniss der Logarithmen voraussetzt, wodurch die Erklärungen der logarithmischen Operationen des Rechenschiebers sich sehr vereinfachen. Einer Erklärung des Rechenschiebers folgt eine eingehende und sehr verständlich gehaltene Beschreibung und Motivirung der Operationen, welche zur Ausführung der verschiedensten Rechnungen vorzunehmen sind. Diese Operationen werden überdies noch durch zahlreiche Beispiele in einer Weise erläutert, dass nach dem Verfolgen derselben an einem Rechenschieber nicht nur jede Unklarheit in dessen Gebrauche ausgeschlossen, sondern auch die zum raschen und zuverlässigen Rechnen erforderliche Uebung als gesichert erscheinen dürfte.

Hannover, den 4. Mai 1879.

R. Koch.

Verzeichniss der bei der Redaction des Organs eingegangenen neueren technischen Werke.

- Abt. Rom., Statistik der Locomotiven, Dampfkessel und Dampfmaschinen der Schweiz. Mit 1 lithogr. Tafel. Zürich 1878. Orell, Füssli & Comp. gr. 8. 54 S. 2. Mrk.
- Agthe, Adolf, Doppelhaken-Kuppelung für Eisenbahnwagen als Ersatz der Nothketten. Zürich 1878. Druck von Orell, Füssli & Comp.
- Belcsak, Carl, Hardy's Vacuum-Bremse, nebst einem Anhang über Hardy's automatische Vacuum-Bremse. Hierzu 8 Tafeln. Wien 1879. Verlag der techn.-artist. Anstalt Chr. Höller.
- de Boer Vervoorn, Dr. A., De l'organisation de Service médical dans les chemins-de-fer et des Secours à donner dans les Accidents de chemins-de-fer. gr. 8. 13 S. Rotterdam 1877. Van Heugel & Feltjes.
- Bischoff, Fr., Ueber Schwellen-Imprägnirung, Vortrag gehalten im Club österr. Eisenbahn-Beamten am 7. Jänner 1879. gr. 8. 32 S. Wien 1879. Verlag von L. C. Zamarski.
- Budde, H., Die französischen Eisenbahnen im Kriege 1870—71 und ihre seitherige Entwicklung in militärischer Hinsicht. Mit 2 Karten und 10 Skizzen im Text. gr. 8. 105 S. Berlin 1877. Schneider & Comp. 3 Mk. 60 Pf.
- Canter, O., Aufgaben aus dem Gebiete der Telegraphen-Technik. Mit 27 in den Text gedr. Holzschnitten. Breslau 1878. J. W. Kern's Verlag. kl. 8. 71 S. 2 Mrk.
- Clauss, W., Ueber die Anlage, Ausrüstung und Betrieb von normalspurigen Secundärbahnen. Unter specieller Berücksichtigung der Linie Braunschweig-Gifhorn. Mit 4 Blatt Zeichnungen und 6 Anlagen. gr. 8. 78 S. Braunschweig 1877. Brun'sche Buchhandlung.
- Clauss, W., Ueber Weichenthürme und verwandte Sicherheits-Vorrichtungen für Eisenbahnen unter specieller Beschreibung der auf den Braunschweigischen u. a. Linien getroffenen Einrichtungen. Mit 12 Tafeln Zeichnungen, Instructionen etc. gr. 8. 87 S. Braunschweig 1878. Wagner's Hofbuchhandlung.
- Degreff, K., Notiz über eine neue Befestigungsart der Schienen auf eisernen Querschwellen, sowie über eine Sicherstellung der Laschenbolzenmutter. Brüssel 1879. 8. 7 S. und 1 Tafel.
- Delaunay, Louis, Étude sur les Générateurs à vapeur à haute pression. 8. 111 p. Paris 1878. A. Chaux & Cie.
- Dienstinstruction für die Central-Werkstatts-Materialien-Verwaltung der kgl. Ostbahn. Lex.-8. 31 S. Bromberg. 1878.
- Grashof, Dr. F., Theorie der Elasticität und Festigkeit. Mit Bezug auf ihre Anwendungen in der Technik. 2. erweiterte und wesentl. umgearbeitete Auflage. Berlin 1878. Verlag von Rud. Gärtner. gr. 8. 308 S. 9 Mrk.
- Hambruch, G., Ein neues Wagensystem und seine Anwendung bei Strassen-, Pferde- und Secundäreisenbahn-Wagen, sowie dessen Einfluss auf Vereinfachung der Secundäreisenbahnen. Berlin 1879. Selbstverlag. 8. 16 S. mit 1 Tafel Abbildungen.
- Hartwich, Erörterungen über Vervollständigung und Erweiterung des preussischen Eisenbahnnetzes. Mit Rücksicht auf Entwicklung des Güterverkehrs und Erzielung billiger Frachten. gr. 8. 27 S. Berlin 1878. Verlag von Leonh. Simion.
- Heusinger von Waldegg, Edm., Entwurf eines Centralbahnhofs auf dem Exercierplatze zu Flensburg, mit Einmündung der Schleswig'schen Bahnen und der Kiel-Flensburger Bahn, sowie der projectirten Bahnen Flensburg-Leck-Niebüll und Flensburg-Gravenstein-Sonderburg nebst Verbindungsbahn nach dem Güterbahnhof am Hafen unter Beseitigung der Nordschleswig'schen Weiche. Mit 3 lithogr. Zeichnungen in Folio. Lex.-8. 32 S. Hannover 1878. (C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.) 2 Mrk.
- Holmgren, Frithiof, Die Farbenblindheit in ihren Beziehungen zu den Eisenbahnen und der Marine. Deutsche

- autorisirte Uebersetzung. Mit 5 Holzschnitten und 1 Tafel. gr. 8. 162 S. Leipzig 1878. Verlag von F. C. W. Vogel.
- Jäger, Dr. Gust., Die menschliche Arbeitskraft. Mit 12 Holzschn. München 1878. Druck und Verlag von K. Oldenburg. kl. 8. 536 S.
- Jenny, Karl, Festigkeitsversuche und die dabei verwandten Maschinen und Apparate an der k. k. technischen Hochschule in Wien. 1. Abtheilung; Drahtmaterialien, Eisenbleche, Schmied-, Walzeisen und Stahlbleche enthaltend. Mit 6 lithogr. Tafeln und 17 Holzschnitten. Wien 1878. Druck und Verlag von Carl Gerold, Sohn. gr. 4. 130 Seiten. 12 Mrk.
- Klasen, Ludw., Handbuch der Fundirungsmethoden im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau. Zum Gebrauche für Architekten, Ingenieur, Baumeister, Bauunternehmer und technische Lehranstalten. Mit 166 Holzschnitten und 6 lithogr. Tafeln. Leipzig 1879. Verlag von Baumgärtner's Buchhandlung. Lex. 8. 176 S. 18 Mrk.
- Koch, Rich., Das Eisenbahn-Maschinenwesen. Lehrbuch des Maschinen- und Werkstätten-Dienstes und des techn. Betriebes. Zur Vorbereitung für das Staatsexamen der Maschinen-Bauführer, Maschinenmeister und Eisenbahn-Baumeister. Mit einem Vorwort von A. v. Kaven, Director des Polytechnicums in Aachen. 1. Abtheilung: Die Leistungen der Betriebsmittel. Mit 6 Holzschnitten. Wiesbaden 1879. Verlag von J. F. Bergmann. gr. 8. 192 S. 4. Mrk. 60 Pf.
- Kohlfürst, Ludw., Die Ausübung des Telegraphendienstes bei Eisenbahnen. Entwurf einer Normal-Instruction. kl. 8. 100 S. Prag 1878. Verlag von H. Dominicus.
- Kohlfürst, Ludw., Ueber electriche Distanzsignale für Eisenbahnen, unter besonderer Berücksichtigung der in Oesterreich angewandten Systeme. Mit 27 Holzschnitten. Prag 1878. Verlag von H. Dominicus. Lex.-8. 44 S.
- Kohn, Ignaz, Eisenbahn-Jahrbuch der Oesterreich-Ungarischen Monarchie. 11 Jahrg. Wien. Lehmann & Wentzel. 8 Mrk.
- Kops, G. A., Taschen-Tabellen. Umrechnungen und Berechnungen mit Rücksicht auf alle alten und neuen in Preussen und Sachsen gangbaren Maasse und Gewichte. Für Forstbeamte, Holzhändler, Bauhandwerker etc. Halle 1879. Commissions-Verlag von Ludw. Hofstetter. 12. 316 Seit. 2 Mrk. 50 Pf.
- Lang, Gust., Ueber Erdtransportkosten, die Mängel der bisherigen und Vorschläge zu einer rationellen Berechnungsweise der Transportpreistabellen für Strassen- und Eisenbahn-Verwaltungen. Mit einer Tafel. Separatabdruck aus der Zeitschrift für Baukunde. 8. 32 S. München 1879. Theodor Ackermann.
- Levitiu, F., Preise für den Maschinenbau. Ein Handbuch für Techniker und Gewerbetreibende, insbesondere behufs Aufstellung von Kostenanschlägen. 2. vollst. umgearbeitete Auflage. kl. 8. 463 Seit. Leinwandb. Berlin 1879. Verlag von R. Gärtner.
- Magnus, Hugo Dr., Die Farbenblindheit, ihr Wesen und ihre Bedeutung, dargestellt für Behörden, Aerzte, Bahnärzte, Lehrer etc. kl. 8. 64 S. Breslau 1878. J. U. Kern's Verlag (Max Müller). 1 Mrk. 20 Pf.
- Mallet, A., Locomotive compound de vingt tonnes à trois essieux accouplés, construite pour les chemins-de-fer de Bayonne à Biarritz par la Société anonyme des ateliers de construction de Passy. Extrait du XXV^e vol. de la Publication industrielle des machines, outils et appareils. Paris 1879. Armengaud aîné.
- Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Herausgegeben vom Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin. Jahrg. 1878. 6 Hefte.
- Putzrath, L., Ueber Berechnung hydraulischer Hebevorrichtungen. Mit 8 Holzschn. Besonderer Abdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. XXII. kl. 8. 48 S. Berlin 1879. A. Seydel. 1 Mrk. 25 Pf.
- Ranke, Joh., Das Blut. Eine physiologische Skizze. Mit 58 Holzschnitten. kl. 8. 323 S. München 1878. Verlag von K. Oldenburg. 8 Mrk.
- Reitler, Marc. Adalb., Controle vom Standpunkte des Denkers und Menschenfreundes. Vortrag gehalten im Club österr. Eisenbahn-Beamten. kl. 8. 37 Seit. Wien 1878. B. C. Zamarski.
- Reitler, M. A., Der vereinfachte Eisenbahndienst. Studien und Vorschläge behufs Vereinfachung und Verbesserung des Personen- und Güter-Transportdienstes. 8. 194 S. Wien 1878. Lehmann & Wentzel. 5 Mrk.
- Röhrig, A., Sammlung von Bahnhof-Situations-Plänen verschiedener grösserer Eisenbahn-Knotenpunkte, deren Verbindungsbahnen etc. Zum Gebrauche für Eisenbahn-Verwaltungs- und Expeditions-Beamte. Berlin und Leipzig 1878. Verlag von Hugo Voigt.
- Rosmann, Adolf, Tabellen der Steigungsverhältnisse von 1:10 bis 1:39 für Distanzen von 1 bis 100 und der analogen Neigungswinkel.
- Rühlmann, Dr. Mor., Allgemeine Maschinenlehre. Ein Leitfaden für Vorträge, sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung. Für angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes. 2. verbess. Aufl. 3. Bd. 1. u. 2. Hälfte (Strassen- und Eisenbahnfahrwerke einschliesslich der Locomotiven, Dampfomnibusse, sowie der Maschinen und Apparate für pneumatischen Transport). Mit 469 Holzschnitten. gr. 8. IX. 596 S. Braunschweig 1877. E. A. Schwetschke & Sohn (Bruhn).
- Schima, Franz, Studien & Erfahrungen im Eisenbahnwesen. I. Ueber die Beförderung der Züge. Prag 1878. gr. 8. 95 Seiten. In Commission von Franz Rivnác.
- Schmitt, Dr. Eduard, Das Signalwesen nach den Vorträgen über Eisenbahnbau, gehalten an der Universität Giessen. Schlusslieferung (5—7). Mit 356 zum Theil colorirten Holzschnitten und 1 lithogr. Tafel. (11. Heft der Vorträge über Eisenbahnbau, gehalten an verschiedenen deutschen polyt. Schulen, begonnen von Dr. E. Winkler.) gr. 8. Prag 1878. Verlag von H. Dominicus.
- Schwabe, H., Entwurf eines Eisenbahn-Planes für das Königreich Preussen. Mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung. Mit einer Karte. Berlin 1876. Berliner lithogr. Institut (Jul. Moser). gr. 8.

- Stáně, Alois und Carl Pascher, Der Bau des Spitzberg-Tunnels auf der Pilsen-Eisenstein-Bahn. Mit 7 Kupfertafeln. Besonderer Abdruck aus der Zeitschrift f. Bauwesen. 1878. Berlin. Ernst & Korn. gr. 4. 24 S. 5 Mrk.
- Stilling, Dr. J., Die Prüfung des Farbensinnes beim Eisenbahn- und Marinepersonal. Neue Folge. 1. Lieferung. Tafeln zur Bestimmung der Roth-Grünblindheit. Cassel 1878. Verlag von Theodor Fischer. gr. 4. 5. Mrk.
- Stumpf, G., Berliner Bau-Industrie-Adressbuch. I. Jahrgang 1877/78. Berlin. Polytechn. Buchhandl. gr. 8. 249 und 71 S. geb. 6 Mrk.
- Susemihl, A. J., Gleisberechnungen mit Tabellen, aus der Praxis entnommenen zahlreichen Beispielen. Mit 57 Figuren auf 5 lithogr. Tafeln. 100 S. Berlin 1879. Verlag von Jul. Springer.
- Tóth von Feseö Szopor, Karl, Die Selbstkosten und die Tarifconstruction der Eisenbahntransporte mit besonderer Rücksicht auf den Personen-Transport. Wien 1878. Lehmann & Wentzel.
- Wilson, Rob., Die Dampfkessel, deren Festigkeit, Construction und ökonomischer Betrieb. Aus dem Englischen übersetzt und für deutsche Verhältnisse herbeieitet von Max Borns. Mit Holzschn. kl. 8. 402 S. Braunschweig 1878. Verlag von Fr. Vieweg & Sohn.

Berichtigungen.

In dem IV. Hefte Schlussartikel „Theorie der Bremsen“ sind folgende Berichtigungen vorzunehmen:
Auf S. 135 1ste Spalte, Zeile 10 von oben

$$\text{Anstatt } \frac{1}{2} \Sigma m (v_1^2 - v_2^2) = \int \Sigma P \, d p - \int \Sigma Q \, d q,$$

ist zu setzen $\frac{1}{2} \Sigma m (v_2^2 - v_1^2) = id.$

Auf derselben Seite Zeile 17 von oben ist in dem Hauptsatze „dieselben einfach durch das Entstehen etc.“ das Verbum wegegelassen worden.
Auf S. 137 1ste Spalte, Zeile 17 von unten

Anstatt „unendlicher Länge“ ist zu setzen endlicher Länge.

Ferner auf S. 139 1ste Spalte, Zeile 7 von oben: Anstatt $a - r - \rho$ ist zu setzen: $a - r = \rho$.

In C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden ist soeben erschienen und durch jede Buchhandlung und Postanstalt zu beziehen:

Fortschritte der TECHNIK DES DEUTSCHEN EISENBAHNWESENS in den letzten Jahren.

IV. Abtheilung.

Nach den Ergebnissen der im Juni 1878 in Stuttgart abgehaltenen
Techniker-Versammlung der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen.

Herausgegeben im Auftrage der technischen Commission des Vereins

von

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

Quart. Geheftet. 58 Bogen Text mit 32 Foliotafeln Zeichnungen. Preis M. 22,80.

Bildet den Supplementband VI zum „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung“.

Von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden ist durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Entwurf eines Centralbahnhofes

auf dem Exercierplatze zu

Flensburg,

mit Einmündung der Schleswigschen Bahnen und der Kiel-Eckernförde-Flensburger Bahn, sowie der projectirten Bahnen Flensburg-Leck-Niebühl und Flensburg-Gravenstein-Sonderburg, nebst Verbindungsbahn nach dem Güterbahnhof am Hafen, unter Beseitigung der Nordschleswigschen Weiche.

Im Auftrage des Magistrats zu Flensburg ausgearbeitet und begutachtet von

Edm. Heusinger von Waldegg.

Mit 3 lithograph. Zeichnungen in Folio.

Lex. 8^o. Geheftet. Preis 2 Mark.